



ANÁLISE COMPARATIVA DE ESTRATÉGIAS DE RESTAURAÇÃO DE RIOS URBANOS

Larissa Maciel Ticianel¹ ; Heloise Garcia Knapik² & Jucimara Andreza Rigotti³

RESUMO – Em diversas cidades brasileiras encontram-se rios altamente poluídos ou modificados pela ação do homem. Por essa razão, surge a necessidade de se buscar soluções para restauração dos rios urbanos. Contudo, várias técnicas existem para modificação desses sistemas, e sua aplicação depende das características da bacia hidrográfica, da dimensão do problema e dos resultados esperados. Por essas razões, o trabalho objetiva analisar oito rios distintos onde técnicas de restauração foram aplicadas a fim de se compreender o que levou a essas escolhas e quais foram os resultados obtidos. Isso se deu através de um sistema de subdivisão das características e das soluções impostas, o que resultou na compreensão de qual medida é melhor para cada caso.

ABSTRACT– In several Brazilian cities there are rivers that are highly polluted or modified by human action. For this reason, there is a need to seek solutions for the restoration of urban rivers. However, several techniques exist for modifying these systems, and their application depends on the characteristics of the watershed, the dimension of the problem and the expected results. For these reasons, the work aims to analyze eight different rivers where restoration techniques were applied in order to understand what led to these choices and what were the results obtained. This was done through a system of subdivision of the characteristics and imposed solutions, which resulted in the understanding of which measure is best for each case.

Palavras-Chave – Rios urbanos, caracterização, soluções escolhidas

INTRODUÇÃO

Qual a sensação que a figura 1 abaixo te traz? Equilíbrio? Ou talvez paz? É possível acreditar que este local está inserido dentro de uma metrópole? Pensando nisso, já parou para observar os rios da sua cidade? Que sentimento eles trazem para você?

¹) Universidade Federal do Paraná, Rua Gov. Agamenon Magalhães, 55, Curitiba, PR, (43) 996709798, larissamticianel@gmail.com

²) Universidade Federal do Paraná, Avenida Coronel Francisco Heráclito dos Santos, nº 100, Curitiba, PR, (41) 987217577, heloise.dhs@ufpr.br

³) Universidade Federal do Paraná, Avenida Coronel Francisco Heráclito dos Santos, nº 100, Curitiba, PR, (51) 8311 3641, anrigotti@gmail.com

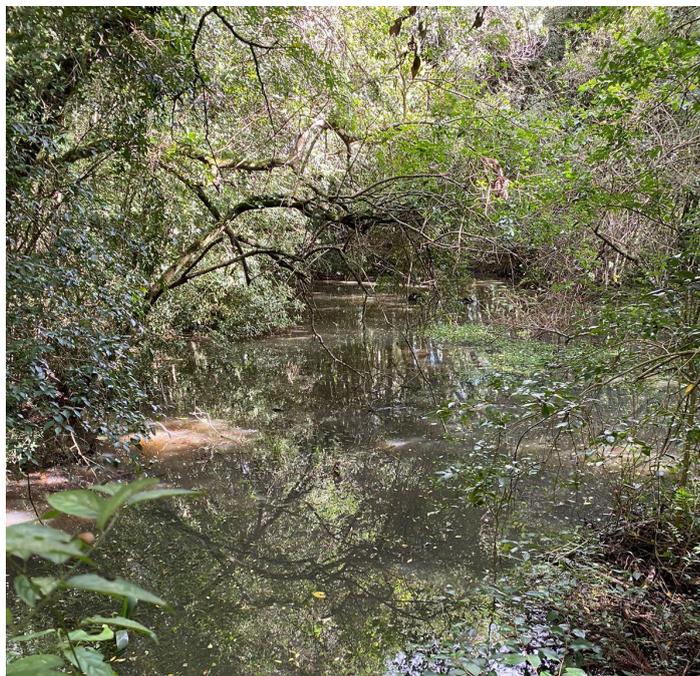


Figura 1 – Córrego do Aviário – vista para nascente dentro da Universidade Federal do Paraná em Curitiba/PR

Após esses questionamentos, é possível refletir um pouco sobre a problemática deste trabalho e introduzir o tema de rios urbanos. Quando se trata dos cursos d'água inseridos dentro de cidades, constantemente deparam-se com cenários distintos ao da Figura 1, ou melhor, costuma-se encontrar um local de grande odor, desagradável ao olhar, sem muitas espécies de plantas e animais, e até mesmo canalizado, o que dificulta a relação saudável do rio com a comunidade. Surge, dessa forma, a necessidade de restauração dos rios urbanos e a reintegração deste com a comunidade local. Para compreender melhor isso, adiante, segue-se uma pequena contextualização.

Desde o surgimento dos polos urbanos, diversas cidades foram surgindo ao redor de rios, o que gerou uma inter-relação entre o curso d'água e a cidade. Entretanto, conforme esse meio citadino foi se desenvolvendo, diversas medidas antropogênicas foram sendo aplicadas aos sistemas ambientais, a fim de se adequar os recursos naturais às demandas da sociedade vigente.

Como resultado dessas modificações, alguns problemas no sistema fluvial surgiram, como redução significativa da qualidade da água, retificação e canalização de corpos hídricos, alteração no regime hidrológico, impacto na fauna e flora local, problemas na drenagem urbana e redução da relação entre população e rio, conforme Porto (2019). Além dos impactos diretos no rio, houve também alterações na bacia hidrológica como um todo, devido ao uso e ocupação do solo, às redes de drenagem e aos diversos sistemas hidráulicos instalados no local.



Dessa forma, nas últimas décadas, com interesse de restabelecer a boa convivência do meio urbano com o complexo ambiental, muitas mudanças vêm sendo realizadas nos rios urbanos, como o que ocorreu no Rio Jundiáí no estado de São Paulo, onde a ação de revitalização participativa tornou possível a mudança de classe do rio de 4 para 3 (Polga et al., 2021). Contudo, essas ações podem variar significativamente dependendo do problema existente, desde projetos de restauração da qualidade da água até projetos de renaturalização de rios, em que se deseja agir nas dimensões fluviais, ambientais e socioculturais; por exemplo, Silva (2017) descreveu em sua tese as diferenças dos tipos de requalificação de rios e propôs um projeto tanto de restauração quanto de renaturalização para um canal no município de São Paulo. Assim, um problema que antes se “resolveria” canalizando e enterrando o córrego, hoje envolve todo um estudo geográfico, hidrológico, ambiental, sociocultural e econômico para se chegar a uma solução que atenda às necessidades de todos os envolvidos tanto a curto quanto a longo prazo.

Assim, o presente artigo teve como objetivo estudar alguns casos tanto de projetos quanto de ações de restauração de rios urbanos, a fim de categorizar as características e as soluções adotadas, de forma que seja possível, como resultado, auxiliar nos projetos futuros que apresentem naturezas semelhantes aos pesquisados anteriormente. Para isso, divide-se este documento em: (1) uma introdução ao problema, seguido pela (2) metodologia adotada, de onde se chegará aos (3) resultados, e ao final, inferem-se todas as ideias na (4) conclusão.

METODOLOGIA

Inicialmente, selecionou alguns estudos de caso de restauração de rios urbanos de diferentes países, os quais foram escolhidos analisando-se os seguintes aspectos: 1) quantidade de informação disponível na literatura, 2) uso de alguma solução baseada na natureza, e 3) trecho de análise contido dentro do espaço urbano. Então, elencou-se suas características, as ações definidas para restauração e os principais resultados de cada estudo analisado.

Córregos analisados

Nesta etapa do trabalho, foi realizado um levantamento preliminar de oito rios que tiveram diferentes ações de restauração, sendo quatro deles dentro do território nacional e quatro localizados



em outros países (Espanha, Alemanha, Canadá e Estados Unidos). Na Tabela 1 são apresentados os rios e sua localização.

Tabela 1 – Rios presente nos estudos de caso.

Rio	Localização	Referência
Córrego Jaguaré	São Paulo (Brasil)	Silva, 2017
Rio Tubarão	Santa Catarina (Brasil)	Contreras, 2018
Córrego Nossa Senhora da Piedade	Minas Gerais (Brasil)	Medeiros, 2009
Rio das Velhas	Minas Gerais (Brasil)	Pereira, 2008
Rio Besòs	Catalunha (Espanha)	Martín-Vide, 2001
Rio Isar	Baviera (Alemanha)	Binder, 2000
Rio Don	Toronto (Canadá)	Toronto and Region Conservation, 2009
Rio Los Angeles	Califórnia (EUA)	Local Sponsor, the City of Los Angeles, California, 2016

Fonte: Autor

Características destacadas

Para se compreender o comportamento do rio e de sua bacia, algumas informações são necessárias. Por este motivo, para os oito rios estudados foram coletados alguns dados que foram subdivididos em 4 itens: dados da bacia hidrográfica, característica de uso e ocupação do solo, dados hidrológicos e hidráulicos e questões de qualidade da água.

Dentro dos dados de bacia hidrográfica, os elementos buscados foram o nome da bacia que o rio está inserido, a sua área e o tipo de solo predominante na bacia de drenagem.

Já nas características de uso e ocupação do solo, buscou-se as porcentagens de ocupação de acordo com os seguintes usos: residencial, comercial, industrial, viário e vegetal. Além disso, analisou-se se a superfície se encontrava mais urbanizada ou não.

Na sequência, os dados hidrológicos e hidráulicos buscados foram precipitação máxima (mm) e a vazão de pico (m^3/s), isso devido aos problemas relacionados às enchentes nos meios urbanos. Junto a esses dados, foi considerado necessário definir também o clima predominante do local.

Por fim, para a análise de qualidade da água foram identificados diferentes parâmetros apontados como referência para a determinação do grau de poluição local de acordo com o desenvolvimento de cada estudo de caso.



Solução adotada

Nesta seção, foram analisadas as medidas propostas para a restauração de cada rio em análise. Para isso, criou-se sete categorias principais, onde cada uma tem um enfoque de restauração distinto, ou seja, foi possível classificar cada medida dentro de uma dessas divisões conforme sua natureza. A Tabela 2 apresenta essas divisões e a definição considerada.

Tabela 2 – Classificação das soluções consideradas

Categoria	Definição
Despoluição da água	Ações direcionadas à despoluição tanto pontual quanto difusa
Reintegração das várzeas	Ações focadas nas áreas de inundação, tanto para problemas de estabilidade quanto para reintegração ecológica
Controle do uso do solo	Medida destinada à regularização ou a desapropriação do terreno
Reestruturação da morfologia fluvial	Ações direcionadas às características físicas do canal, podendo ser longitudinal quanto transversalmente
Infraestrutura verde ou azul	Medidas que buscam integrar a paisagem e reduzir os impactos causados por catástrofes naturais
Controle hidráulico	Modificações ou infraestruturas instaladas que geram alguma alteração no regime fluvial
Trabalho com a população	Ações de educação ambiental ou medidas de integração para criação de projetos com participação pública

Fonte: Autor

Resultado do projeto/restauração

Por fim, procurou-se compreender se o projeto ou a ação de restauração obteve sucesso, analisando se a resposta tanto do canal quanto da comunidade foi positiva, se os custos estiveram dentro do orçamento previsto, se a manutenção necessária será dispendiosa e se o ecossistema local alcançou o equilíbrio inicialmente desejado.

RESULTADOS

Para os estudos de caso considerados, na Tabela 3 é apresentada uma síntese dos dados relacionados à bacia hidrográfica de cada córrego, a fim de se compreender o porte de cada canal, e, conseqüentemente, os desafios compreendidos dentro do projeto de restauração de cada um. Conforme pode ser observado, os oito casos apresentam tamanhos de bacia hidrográfica, tipo de relevo e solo bem distintos, o que gera mais possibilidades de associação das causas com as soluções adotadas.



Tabela 3 – Informações da Bacia Hidrográfica dos oito rios analisados no presente levantamento

Nome do Rio	Bacia Hidrográfica	Características da bacia			Observações
		Área (km ²)	Solo predominante	Estado da superfície	
Córrego Jaguaré	Bacia do Jaguaré	28	Argiloso	Predominantemente impermeabilizada	Nascente preservada, entretanto, demais partes canalizadas a céu aberto com calha retangular. Tributários subterrâneos e canalizados
Rio Tubarão	Bacia do rio Tubarão	4740	Arenoso	Relevo muito montanhoso	Grande trecho retificado e canalizado
Rio Don	Bacia do Rio Don	360	Sedimentar	Muito urbanizada	Leito canalizado e retificado. Foz aterrada
Rio Los Angeles	Bacia do Rio Los Angeles	2142	Residual	Muito urbanizada	Muito poluído e canalizado
Córrego Nossa Senhora da Piedade	Sub-bacia do Córrego Nossa Senhora da Piedade	0,82	Silto-argilosos	Muito urbanizada	640m de canal em leito natural e 480m em canal fechado
Rio das Velhas	Bacia do Rio das Velhas	29173		Agropecuária e mineração	Problemas com erosão, inundação e espécies invasoras
Rio Besòs	Bacia do rio Bèsos	1000	Siltoso	Muito urbanizada	Canal inteiramente canalizado a céu aberto
Rio Isar	Bacia do rio Isar	8700	Planalto arenoso	Região de Munique muito urbanizada	Canal artificial com pequenas barragens a intervalos regulares

Fonte: Autor



Na Figura 2 é apresentado o percentual de cada medida adotada considerando os casos analisados. Com base no exposto, é interessante ressaltar alguns pontos. O primeiro deles é que há uma tendência de aumento nas ações participativas, que incluem a comunidade no processo de criação de projeto ou de execução. Além disso, alguns trabalhos citaram também o incentivo em ações de educação ambiental, ação importante para preservação a longo prazo. No caso do Rio Isar, por exemplo, a participação da comunidade na tomada de decisão foi essencial, visto que a pedido da população de Munique, a revitalização priorizou a criação de um espaço de lazer municipal nas várzeas do rio, local muito utilizado pelos cidadãos até os dias atuais (Binder, 2000).

Além da ação alemã, o caso do rio Los Angeles também é uma boa referência na questão participativa, isso porque a requalificação buscou incluir o desenvolvimento econômico-social da área próxima ao curso d'água, conforme Local Sponsor, the City of Los Angeles, California (2016). Com esse intuito, quatro diretrizes compuseram o plano: a revitalização do rio propriamente dita, um sistema linear para promoção dos bairros verdes, a criação de oportunidades para comunidade e a valorização do bem-estar das pessoas. Destacando esses dois últimos, em que o foco era aumento do número de empregos, da segurança, da limpeza e das moradias, principalmente nas regiões mais carentes (Gorski, 2008).

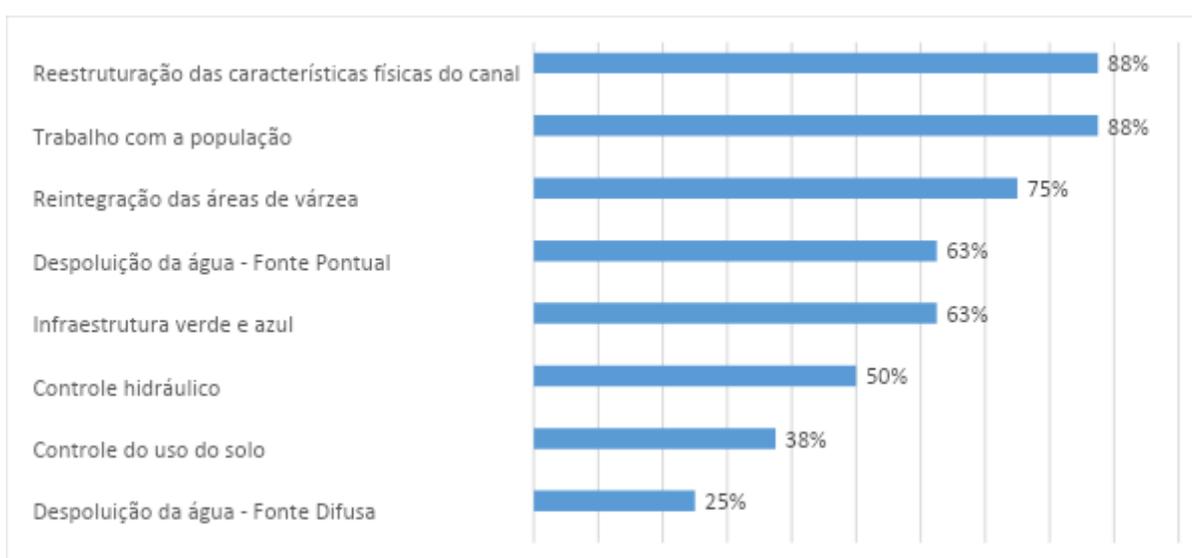


Figura 2 – Medidas de Restaurações adotadas pelos Estudos de Caso

Com relação ao controle hidráulico, diversas soluções foram discutidas nos trabalhos, tais como soleiras para controle de erosão e escadas para transposição de peixes. Entretanto uma



solução que diferiu das demais pesquisas vistas foi o uso de bombeamento de água do rio principal para o afluente em períodos de estiagem, presente na restauração do trecho do Rio Tubarão conhecido como “Rio Morto”, conforme descrito por Contreras (2018).

Outro detalhe que pode ser destacado é o fato de que quase todos os casos apresentaram reestruturação das características do canal, e que a medida mais abordada foi a de descanalização de algum trecho do rio. Isso pode ser interpretado como uma reintegração do canal no ambiente urbano, o que viabiliza a convivência entre a população e as estruturas naturais. O único caso em que não houve necessidade de correções físicas foi o do Rio das Velhas em Minas Gerais (Pereira, 2008), isso porque o enfoque dessa restauração foi combater os problemas de qualidade da água, reduzir a quantidade de arsênio nas margens e estabilizar os taludes por meio do reflorestamento da mata-ciliar.

Das medidas de despoluição da água, nota-se uma priorização das soluções para fontes pontuais em detrimento das difusas, provavelmente, devido à dificuldade em agir sobre as fontes difusas, que necessitam de mudanças de maior escala. Os dois estudos nos quais é possível observar as medidas de despoluição para fontes difusas foram os do Córrego Jaguaré, conduzido por Silva (2017), em que se cita a implementação de uma bacia de sedimentação, a criação de uma proposta de retenção de resíduos sólidos e o uso de técnicas LID para o amortecimento das vazões de pico; e do Córrego Nossa Senhora da Piedade (Medeiros, 2009), onde uma das ações foi a universalização da coleta de resíduos sólidos.

Por fim, vale acrescentar que dentre todos os trabalhos estudados apenas um deles não apresentou sucesso, o do rio Besòs, conforme Baptista e Pádua (2016), isso se deu devido aos grandes gastos com manutenção que foram surgindo posteriormente. No rio espanhol, especificamente, há grande incidência de chuvas torrenciais, o que provoca eventualmente vazões acima das utilizadas em projeto, e, por isso, tanto as soleiras instaladas quanto as células de wetlands colocadas precisam constantemente de manutenção, o que resulta em gastos nas casas de milhões anualmente. Diferentemente desse caso, onde o processo de manutenção evidenciou as falhas do projeto, o rio Don, apresenta ações de manutenção funcionais as quais são revisadas a cada três anos e que podem ser realizadas pela cidade como um todo, comprovando a eficácia do projeto (Toronto and Region Conservation, 2009).



CONCLUSÃO

O estudo buscou tratar da questão da restauração dos rios urbanos e sua dificuldade no momento da definição das soluções, analisando inicialmente oito rios onde diferentes projetos foram criados e, em alguns, aplicados na prática. As medidas mais utilizadas atualmente para agir nos diferentes problemas conforme o estudo foram a reestruturação das características físicas do canal e o trabalho com a sociedade. Além disso, constataram-se algumas das informações necessárias para a elaboração de um projeto de requalificação fluvial, como clima, características da bacia hidrográfica, uso e ocupação do solo, dados hidrológicos e solo predominante na região. Por fim, recomendam-se que mais estudos de caso sejam analisados a fim de se obter mais dados para a criação de uma hierarquização, e se conseguir, conseqüentemente, criar um método de tomada de decisão eficiente para a definição da solução baseada na natureza a ser aplicada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAPTISTA, M.; PÁDUA, V. (2016). *Restauração de sistemas fluviais*. Editora Manole Ltda – Minas Gerais, 608 p.

BINDER, W. *Case studies: Isar; Germany*. Bavarian Environment Agency, Munich, Germany, 2000.

CONTRERAS, B.F.S. **Avaliação quali-quantitativa de impactos da revitalização do leito desconectado do rio Tubarão**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 102 p. 2018.

GORSKI, M.C.B. **Rios e cidades: ruptura e reconciliação**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 243 p. 2008.

LOCAL SPONSOR, THE CITY OF LOS ANGELES, CALIFORNIA. *Reader's guide for the LA river ecosystem restoration Project*. 2016. Disponível em: https://eng2.lacity.org/techdocs/emg/docs/lariver/LA_River_Reader_Guide.pdf. Acesso em 18 de julho de 2022.

MARTÍN-VIDE, J.P. **Restoration of an urban river in Barcelona, Spain**. Technical University of Catalonia, Barcelona, Spain, 2001. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s100220000030.pdf>. Acesso em: 18 de julho de 2022.



MEDEIROS, I.H. **PROGRAMA DRENURBS/NASCENTES E FUNDOS DE VALE: potencialidades e desafios da gestão sócio-ambiental do território de Belo Horizonte a partir de suas águas.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 203 p. 2009.

PEREIRA, I.L.V. **Estudos de revitalização de cursos de água – trecho experimental no rio das Velhas.** Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 136 p. 2008.

POLGA, R.; KUHLMANN, V.C.C.; MONARO, K.; CORAL, S.A.L.; GASPARI, N.A. “A revitalização do Rio Jundiá” in III SIMPÓSIO DE REVITALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS, 2021, 10 p.

PORTO, M.; ALENCAR, J.; THEODORO, H.D. (2019). *Revitalização de rios urbanos no Brasil.* Editora D’Plácido, 209 p.

SILVA, J. C. A. **Potencial de corpos d’água em bacias hidrográficas urbanizadas para renaturalização, revitalização e recuperação. Um estudo da bacia do Jaguaré.** Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 310 p. 2017.

TORONTO AND REGION CONSERVATION. *Don river watershed plan: Implementation guide.* 2009. Disponível em: <https://trca.on.ca/dotAsset/68775.pdf>. Acesso em 18 de julho de 2022.

AGRADECIMENTOS – À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado da primeira autora.