

LUCAS BRAGA

# RIOS E CIDADES:

*uma longa e sinuosa história...*

MÁRCIO BAPTISTA\* ADRIANA CARDOSO\*\*

**RESUMO** Intervenções em cursos de água urbanos têm sido foco de amplo debate nos dias de hoje, com destaque para o tema da restauração. As tendências atuais apontam para uma maior integração desses meios ao cenário das cidades, buscando compatibilizar variadas demandas e contextos também fortemente diversificados. Contudo, os desafios que se apresentam são inúmeros, incluindo as incertezas inerentes ao processo – naturalmente dinâmico em termos fluviais e urbanísticos –, assim como questões afetas ao planejamento, às políticas públicas e institucionais. Este artigo propõe uma análise dos diferentes aspectos mencionados, partindo de uma visão histórica da relação entre os rios e as cidades, para apontar as principais tendências e desafios científicos, tecnológicos, econômicos, políticos e sociais na melhoria da qualidade ambiental e urbanística dos cursos de água e das cidades.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rios urbanos. Cidades. Restauração.

## RIVERS AND CITIES:

*a long and sinuous history...*

**ABSTRACT** Interventions in urban rivers have been under much debate with special emphasis on the restoration issue. The tendencies points out to a better integration of these means with the urban scenery in an effort to conciliate an array of demands and different contexts. Nevertheless, challenges are innumerable, including uncertainties inherent to the process – naturally dynamic in fluvial and urban terms – as well as questions related to planning, public politics and institutional issues. This article proposes an analysis of the different aspects mentioned, starting from the historical view of the relationship between rivers and cities in order to point out the main tendencies as well as scientific, technical, economical, political and social challenges in the improvement of the environmental and urban quality of rivers and cities.

**KEYWORDS:** Urban rivers. Cities. Restoration.

\*Doutor em Recursos Hídricos. Professor Titular do Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). *E-mail:* <marcio.baptista@ehr.ufmg.br>.

\*\*Doutora em Recursos Hídricos. Pesquisadora do Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da UFMG. Consultora. *E-mail:* <adriana.projetos@gmail.com>.

*A cidade nasce da água. A história urbana pode ser traçada tendo como eixos as formas de apropriação das dinâmicas hídricas. A trajetória das relações entre cidades e corpos d'água reflete, assim, os ciclos históricos da relação entre homem e natureza. (MELLO, 2008)*

A história das relações do homem – e suas cidades – com os rios segue uma trajetória complexa, marcada por variadas formas de interação ao longo do tempo e do espaço, fundada na dinâmica e sazonalidade naturais dos corpos de água, mas, sobretudo, nas significativamente variáveis necessidades e expectativas humanas, no decorrer de distintos períodos, épocas e lugares. Trata-se, portanto, de uma relação com aproximações e antagonismos sucessivos, materializados de forma distinta ao longo do tempo, nas diversas culturas e nos diversos sítios.

Após os momentos iniciais da história, quando os rios viabilizaram as cidades – e, portanto, a civilização –, estes passaram a sofrer, inexoravelmente, e frequentemente de forma dramática, os impactos hidrológicos e ambientais do crescimento urbano, ao mesmo tempo que perderam, gradativamente, seu papel como elemento da paisagem. As respostas dos sistemas fluviais urbanos – naturais ou construídos – não tardaram a vir: em um cenário pontuado pela concentração da população em cidades e pela densificação populacional em grandes metrópoles, com a frequente ocupação de áreas de risco por habitações subnormais, os prejuízos ambientais e danos socioeconômicos severos decorrentes de inundações colocam em questão os modelos de urbanização e sanitários vigentes.

Atualmente, constata-se o início de uma nova fase nesse relacionamento das cidades e seus rios. A tomada de consciência das grandes questões ambientais, cada vez mais presente, e a contabilização dos danos socioeconômicos faz com que a questão da restauração fluvial passe a integrar as pautas de reivindicações da sociedade, as agendas do meio científico e as plataformas e planos governamentais.

Mesmo que os conhecimentos científicos e tecnológicos formais sejam ainda incipientes, alguns esforços concretos de restauração, atualmente em prática, já constituem tentativas válidas de resgate do enorme passivo existente.

Este é o quadro que o presente artigo pretende tratar: contextualizar, de forma sintética, as diversas fases e nuances da relação entre os rios e as cidades para, em seguida, delinear as tendências e desafios atuais e apresentar alguns conceitos relativos à restauração fluvial em áreas urbanas.

## *Os rios na origem e no crescimento das cidades*

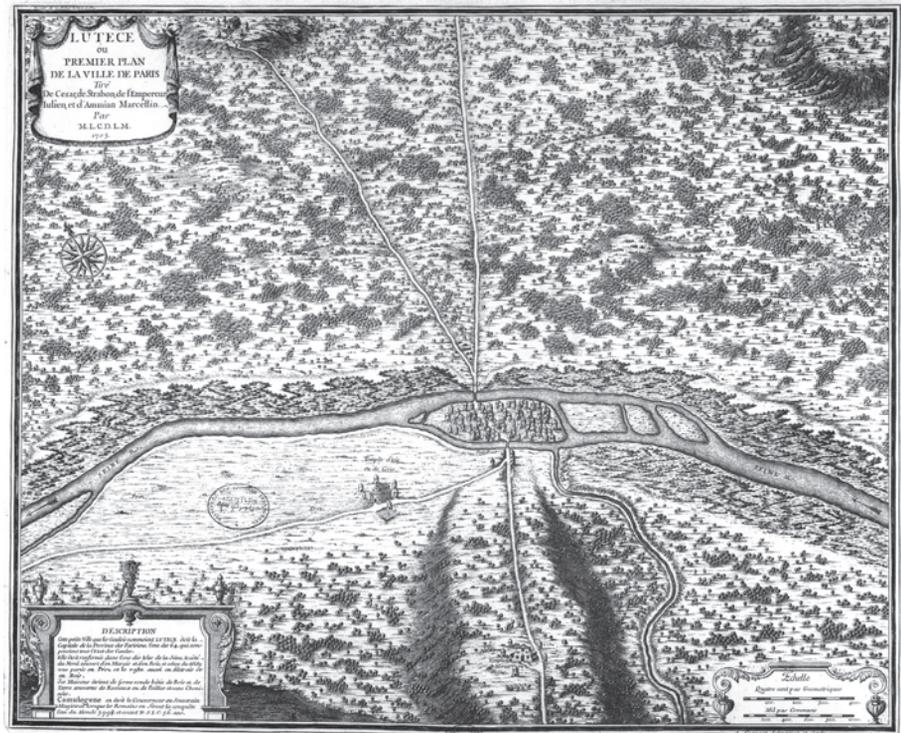
[...] a capital do povo dos parísios é uma pequena ilha que repousa no rio; uma muralha a circunda completamente. [...] O nível do rio raramente sobe ou desce; sua água é límpida para olhar e muito agradável para beber. Pois os residentes, por morarem numa ilha, precisam obter sua água principalmente do rio [...]

Esta é parte da primeira descrição específica conhecida do sítio onde hoje se situa a cidade de Paris, escrita pelo imperador romano Juliano no ano de 358 (JONES, 2009). O rio Sena destaca-se em todo o texto. Muitas outras cidades, ainda que não forçosamente com cronistas ilustres e poderosos e textos históricos consagrados, certamente mereceram – ou deveriam merecer – referências equivalentes, com a importância de seus rios realçada. Afinal, a história da civilização está intrinsecamente ligada à água – rios, lagos e mares –, não só pela necessidade do insumo fundamental, mas por razões culturais e estéticas.

No início do processo de sedentarização das populações, no delta do Euphrates, surgem as primeiras civilizações urbanas, herdeiras da cultura de Samarra, no Crescente Fértil, por volta do VI milênio a.C. (VIOLLET, 2004). Também nos vales do Indus, dos rios Amarelo e Nilo, a partir do V milênio a.C., pequenas vilas se transformam, gradualmente, em cidades, invariavelmente junto aos rios, explorados já por complexos sistemas de irrigação, que exigiram os primeiros esforços do homem no sentido de regular e sistematizar, de forma estrita, o acesso à água.

Além da óbvia necessidade da água para consumo, higiene e desenvolvimento das atividades agrícolas e artesanais, a presença dos rios junto às aglomerações urbanas favorecia as comunicações e o comércio. Em muitos casos, os rios desempenhavam também um papel na defesa e proteção das cidades, que eram implantadas em ilhas, como Paris (FIG. 1), em elevações junto a meandros ou penínsulas, como Lyon, ou em margens de rios próximas a áreas pantanosas, como Londres.

FIGURA 1 - Paris (Lutetia)  
por volta de 50 a.C.  
Fonte: Acervo Bibliothèque  
Nationale de France.



As margens dos rios como *locus* privilegiado para as cidades podem ser evidenciadas pela toponímia: em diversos países europeus abundam nomes de cidades ligadas aos seus rios (e.g. Villefranche-sur-Saône, Newcastle-upon-Tyne, Rothembourg-ober-der-Tauber). No Brasil não é diferente: são inúmeras as cidades com denominações de rios (e.g. Sorocaba) a eles ligadas, direta (e.g. Santa Rita do Sapucaí) ou indiretamente (e.g. Ponte Nova).

A percepção dos rios pelas populações sempre foi influenciada pelo papel que estes desempenhavam na cidade.

Voltando a Paris, construída em ilhas (FIG. 1) e às margens do Sena, dele obtinha seu sustento e dele fazia sua primeira “muralha”. Toda a sua história e desenvolvimento teve como fio condutor o rio, a própria essência da cidade: sua posição, controlando o fluxo de mercadorias no sentido leste-oeste, por via fluvial, e possibilitando a fácil transposição na ligação norte-sul da Europa explica, em grande parte, o papel histórico que a cidade desempenhou. A corporação dos navegantes (*nautés*) – armadores e barqueiros –, historicamente a mais poderosa da cidade, empresta até hoje seu símbolo à insígnia oficial da cidade (FIG. 2).



Ainda hoje o elemento marcante da cidade, o eixo estruturador da vida de Budapeste é o Rio Danúbio; os palácios, o Parlamento, as academias de ciências e



FIGURA 4 - O Rio Liubliana  
(Foto dos autores)

de artes são para ele voltadas. As pontes e a Ilha Margit são atrações turísticas da cidade, que invariavelmente trazem o rio em seus cartões postais.

Esta relação de pertencimento pelas cidades não é privilégio de grandes rios, que pelo seu porte e imponência impunham-se no tecido urbano. Liubliana, capital da Eslovênia, por exemplo, desenvolveu-se nos braços do pequeno rio que deu seu nome à cidade, canalizado mas integrado ao tecido e à vida urbana, como pode ser visto na FIG. 4.

Subindo o curso do Danúbio, na cidade de Viena, o rio não teve o mesmo tratamento, apesar da importância do seu porto fluvial. A cidade desenvolveu-se a sudoeste do Danúbio, sendo que a área histórica, nobre, com seus palácios, igrejas, museus e salas de concerto etc., localiza-se no interior da zona delimitada pelo *Ringstrasse*, construído em substituição às antigas muralhas (FIG. 5). A cidade, na verdade, dá as costas ao rio. Apesar da abundância de parques e jardins, só em recentes operações urbanas Viena começa a incorporar o Danúbio em sua paisagem.

A relação de alheamento entre as cidades e seus rios – como Viena e o Danúbio – está longe de ser rara. Ao contrário, algumas cidades – sobretudo as mais recentes – não apenas ignoraram seus rios e córregos, mas os canalizaram; muitas até os cobriram [ANEXO A]... De forma geral, independentemente da importância atribuída pelos governantes e da sua percepção pelas populações, após viabilizar a criação e o desenvolvimento das cidades, os rios passariam a sofrer, perversamente, os efeitos do crescimento urbano. Mas o ciclo se fecharia, forçando a quebra de paradigmas e a mudança dos padrões de desenvolvimento urbano, como será visto nos próximos itens.



FIGURA 5 - Viena: o Danúbio e o Ringstrasse, em 1858  
Fonte: Disponível em: <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wien\\_1858.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wien_1858.jpg)>. Acesso em: 03 jan. 2014.

## As cidades e os males de seus rios

Logo após os primórdios das ocupações urbanas, ainda quando as populações ribeirinhas eram rarefeitas, nas Idades Antiga e Média, os rios já começaram a sentir os impactos da urbanização, recebendo elevadas cargas sanitárias, resíduos das atividades comerciais e manufatureiras, poluição urbana difusa, ocupação de margens etc.

A estratificação social já implicava condições distintas de apropriação do espaço urbano: as áreas baixas das cidades, sujeitas aos efeitos das frequentes inundações e

receptoras de resíduos diversos eram ocupadas pelas classes menos favorecidas, que consideravam, de modo geral, que os benefícios decorrentes do acesso mais direto à água eram superiores aos danos e transtornos das cheias periódicas e das precárias condições sanitárias (BAPTISTA; NASCIMENTO, 2002).

As condições de salubridade das cidades e de seus rios – já precárias – deterioraram-se ainda mais ao final do século XVIII, com o advento da revolução industrial, sendo os grandes rios convertidos em fontes privilegiadas de abastecimento para as indústrias e, ao mesmo tempo, receptores de águas residuais altamente contaminadas (REYNOSO *et al.*, 2010).

No século XIX, o crescimento das aglomerações urbanas, juntamente com as epidemias de cólera e tifo que assolaram a Europa, em combinação com os avanços científicos – notadamente em microbiologia e epidemiologia –, levaram ao estabelecimento dos preceitos higienistas, que representam uma mudança radical na relação existente entre as águas e o meio urbano.

Assim, o higienismo, originário da Europa e amplamente difundido no Brasil desde fins do século XIX, apontava para a construção de sistemas de esgotamento sanitário e drenagem pluvial na busca do controle de enchentes e de doenças de veiculação hídrica por meio da rápida evacuação das águas pluviais e servidas. Os sistemas *tout à l'égout*, pautados pela execução de redes de tubulação subterrâneas e na canalização de rios e córregos, levam à perda progressiva do papel da água na paisagem das cidades.

Sintetizando os princípios higienistas, Ward, em 1852 (BAPTISTA; NASCIMENTO; BARRAUD, 2005), fazia uma analogia entre a circulação sanguínea e os sistemas urbanos de água: o sistema arterial corresponderia ao abastecimento de águas “puras”; o sistema venoso estaria associado à evacuação das águas residuais e pluviais. Ele preconizava, de forma enfática, a necessidade de evitar todas as formas de “estagnação pestilencial” das águas, nocivas à “saúde urbana”.

Os conceitos higienistas foram adotados de forma quase que geral no Mundo Ocidental, sendo que o primeiro sistema foi construído em Hamburgo, na Alemanha, em 1843, quando da reconstrução da cidade em decorrência de um

## A estratificação social já implicava condições distintas de apropriação do espaço urbano.

incêndio (CHOCAT, 1997). No Brasil, essas práticas foram adotadas, efetivamente, a partir da Proclamação da República (SILVEIRA, 1998), em sintonia com as ideias positivistas então dominantes. Esses princípios continuam a vigorar até hoje, ainda que modificados por aportes científicos e tecnológicos, como a análise de risco ou a adoção de sistema separativo para o esgoto pluvial e o esgoto cloacal.

A eficiência dos princípios do higienismo refletiu-se em significativa redução das taxas de mortalidade, levando a um intenso crescimento da população mundial a partir do início do século XX, conforme pode ser visto na FIG. 6. Observa-se, ainda, a acentuada concentração da população nas cidades – sobretudo em grandes cidades – a partir de meados do século XX. Esta última ocorreu, frequentemente, em áreas inundaáveis, às margens dos rios, aumentando, portanto, a população em zona de risco.

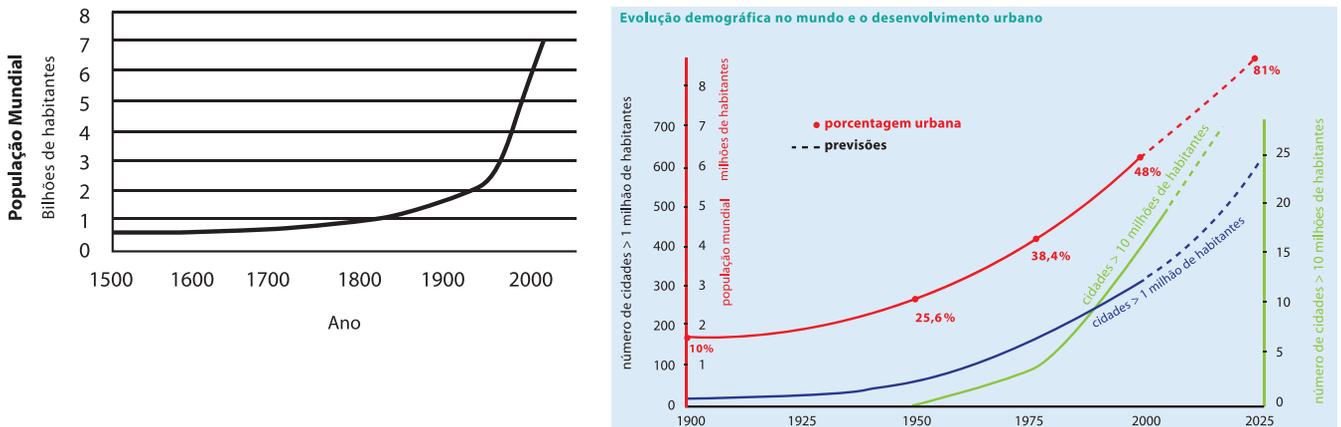


FIGURA 6 - Evolução da população mundial (esquerda) e em áreas urbanas (direita)  
 Fontes: UNFPA, 2011; IAURIF, 1997.

A conjugação desses fatores ampliou significativamente os impactos da urbanização sobre o meio natural, em geral, e sobre as águas, em particular, observando-se a progressiva perda das potencialidades de uso das águas, em seus múltiplos aspectos, com reflexos diretos sobre a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos, como ilustrado na FIG. 7.

No tocante à qualidade das águas, o aumento da carga orgânica e de poluentes reduz, substancialmente, a biodiversidade e a potencialidade de seus usos múltiplos. A redução da infiltração e o aumento do volume e da velocidade do escoamento superficial acarretam a antecipação e o aumento dos picos dos hidrogramas de cheias. A canalização dos cursos de água agrava o quadro, levando a crises de insuficiência nos

sistemas de drenagem e ao conseqüente aumento na frequência de inundações, com impacto direto nas áreas ribeirinhas.

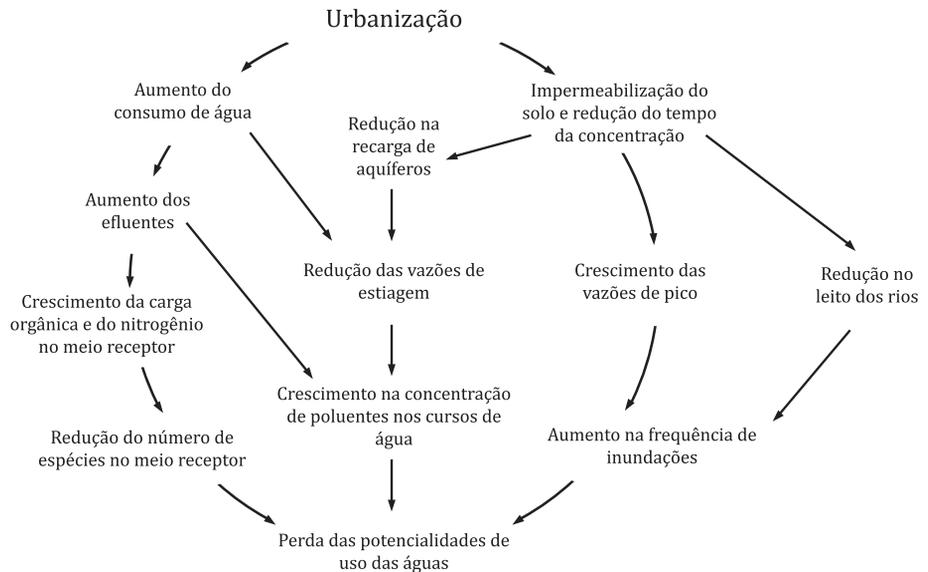


FIGURA 7 - Impactos da urbanização sobre as águas  
Fonte: Adaptado de CHOCAT, 1997.

Um exemplo desse processo pode ser visto na cidade de São Paulo, que nasceu às margens do Rio Tietê – vetor de conquista de boa parte do território brasileiro –, sendo hoje a maior metrópole da América do Sul. Com o crescimento acelerado experimentado no Ciclo do Café e o início do processo de industrialização, a cidade passou a sofrer com problemas de inundações. Já em 1925, Saturnino de Brito apontava soluções:

[...] O homem pode estabelecer ou restabelecer condições naturais acessórias para que as águas das chuvas se detenham na sua descida rápida pelas encostas e pelos talwegues torrenciais, e nas dilatações pelas várzeas alagadiças, de modo a retardar a afluência do volume total que tenha de se escoar pelo curso principal (BRITO, 1944).

Entretanto, a intensificação da ocupação das várzeas do Tietê e as operações de retificação e revestimento de margens levaram a um quadro de inundações severas, recorrentes, com prejuízos incalculáveis ao longo de décadas.

Quadros como o de São Paulo – eventualmente até mais drásticos – são frequentes, não apenas no Brasil. Em áreas densamente ocupadas, como em grandes metrópoles do mundo em desenvolvimento, as condições de degradação são ainda mais visíveis. Além do considerável aporte de esgotos, resíduos e carga

de poluição difusa, observa-se significativa alteração da morfologia fluvial, seja em decorrência da canalização e retificação dos canais, seja pela ocupação desordenada de leitos ainda não revestidos.

O primeiro caso – canalização e retificação –, na maioria das vezes, reflete as condições da “cidade formal”, coberta por infraestrutura urbana e com ruas e avenidas implantadas ao longo das canalizações fluviais e interceptores de esgotos (FIG. 8). O segundo, ao contrário, representa um cenário mais grave, uma vez que, de forma geral, está associado à ocupação de assentamentos precários, reconhecidos como a “cidade informal”, conforme pode ser visto também na FIG. 8. Segundo Grostein (2001), as condições de degradação dessas áreas, que crescem e se consolidam na ilegalidade urbana, exacerbam os seus problemas ambientais e sociais.



FIGURA 8 - Os rios na cidade formal e informal, em Belo Horizonte (Fotos dos autores)

Fechando o panorama, observa-se, nas últimas décadas, um significativo aumento da preocupação com o meio ambiente, que teve como marco inicial a Conferência das Nações Unidas, em 1992, no Rio de Janeiro. Desde então, a intensa midiaticização das questões ambientais vem trazendo a conscientização das populações quanto aos seus principais problemas, conduzindo à crescente demanda pela valorização da paisagem urbana e, em decorrência, pela melhoria da qualidade da água.

A combinação e a potencialização desses aspectos levaram, recentemente, ao estabelecimento de novas abordagens para as águas em meio urbano. As principais tendências e desafios, especificamente no tocante aos rios urbanos, são discutidos nos itens a seguir.

## Tendências e desafios nas relações das cidades e suas águas

Como visto, a maneira de se perceberem os cursos de água nas cidades vem sendo modificada, tendo se tornado claro que a sua canalização não resolve, integralmente, as ameaças de inundação, assim como não freia a sua contaminação. Ao contrário, passou-se a associar esse tipo de prática à degradação de suas funções ecossistêmicas, além da sua perda como elemento paisagístico. As atuais tendências de intervenção apontam para a adoção de abordagens mais integradas, incorporando aspectos de cunho ambiental e social às análises tecnológicas e de custo-benefício.

Há, portanto, uma tendência de resgate dos sistemas fluviais como agentes de “unificação” socioespacial, eixos de desenvolvimento urbanístico e de investimento imobiliário (REYNOSO *et al.*, 2010). De fato, o novo olhar sobre os rios e córregos urbanos se volta para sua apreciação integrada como espaços de oportunidade ambiental, social, recreativa, cultural e econômica. Como destacado por Mello (2008), a atual valorização dos corpos de água pode se dar em termos simbólicos (valores culturais), cênicos, topoceptivos (orientabilidade e identificabilidade), bioclimáticos, afetivos e sociológicos.

Assim, a tendência atual, em escala mundial, aponta para a atribuição às águas urbanas de um papel crescente na sociedade, com o desempenho de funções que extrapolam aquelas unicamente utilitaristas originalmente consideradas, dando lugar a uma perspectiva mais abrangente de usos múltiplos e integrados, como ilustrado na

**FIGURA 9** - Evolução do papel da água nas cidades  
Fonte: Adaptado de Brown *et al.* (2009), citado por Urrutiaguer, Edwards e Chandler (2010).

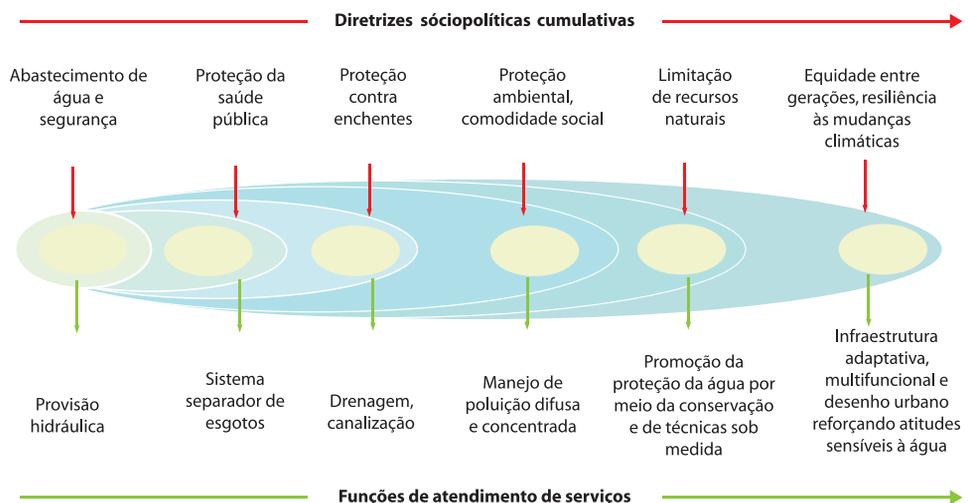


FIG. 9, chegando-se ao conceito de “cidades sensíveis à água”, que têm a água como vetor e foco de desenvolvimento.

Todavia, os desafios que se apresentam extrapolam a solução de problemas técnicos e/ou ambientais, evidenciando dificuldades associadas ao planejamento urbano-ambiental e à esfera institucional das administrações públicas. A reintegração da água ao cenário urbano, portanto, insere-se em um contexto bastante complexo, onde múltiplas demandas urbanísticas, ambientais e sociais exigem uma nova postura dos governantes, planejadores e cidadãos para o seu adequado equacionamento.

Um primeiro ponto concreto que se coloca diz respeito à necessidade de ruptura da perspectiva antagonista das intervenções em rios urbanos: por um lado, uma visão estritamente *ambientalista*, considerando somente os aspectos ambientais na gestão dos corpos de água, alheios às particularidades do meio urbano e, por outro, uma visão estritamente *urbanística*, representando a imposição antrópica sobre os condicionantes da natureza. O planejamento das áreas adjacentes aos corpos de água é um exemplo desse desafio de compatibilização, visto a relação dicotômica entre a preservação e a ocupação de tais espaços (MELLO, 2008).

Assim, das intervenções em rios que estão presentes nas agendas governamentais e do setor privado, algumas são destinadas a superar os problemas concernentes ao passivo ambiental. A maior parte, no entanto, visa à simples expansão urbana e das atividades econômicas. É importante que mesmo estas últimas estejam imbuídas de conceitos associados ao planejamento ambientalmente sustentável da ocupação do espaço ribeirinho, à preservação

de áreas necessárias à dinâmica fluvial natural e de ações de revitalização da fauna e flora, quando factível. Em contrapartida, a implantação de parques

Há, portanto, uma tendência de resgate dos sistemas fluviais como agentes de ‘unificação’ socioespacial, eixos de desenvolvimento urbanístico e de investimento imobiliário.

lineares em áreas urbanas altamente adensadas nem sempre é viável. Conforme Mello (2008), deve ser encontrado o “caminho do meio” entre as visões anteriores – de preservação generalizada e de “artificialização” indiscriminada –, uma vez que os corpos de água nas cidades são, ao mesmo tempo, elementos componentes dos sistemas natural e urbano.

Se muitos dos princípios ambientais podem parecer intuitivos e de fácil incorporação nos projetos, na realidade sua implementação efetiva reveste-se de dificuldades de cunho político e financeiro. Como exemplo, é inquestionável que a preservação dos mananciais naturais de água nos ambientes urbanos oferece melhores condições de ambientação nas cidades, proporcionando espaços de lazer e recreação; a preservação das várzeas contribui para a contenção dos problemas de inundação, além da preservação do ecossistema natural. Entretanto, as restrições orçamentárias, a premência de algumas intervenções e o imediatismo de algumas políticas públicas podem levar à não consideração da devida importância do viés ambiental. Essa subestimação de alguns aspectos está frequentemente associada à carência de uma abordagem mais abrangente, dissociada do caráter simplista das análises custo-benefício tradicionalmente empregadas. Cardoso (2012) trata esta questão por meio de uma abordagem multicriterial, mais adequada à complexidade do problema.

Questão importante concerne à estrutura institucional das administrações públicas das cidades. Costa e Braga (2002) ressaltam que, de modo geral, as questões hídricas, urbanas e de saneamento no Brasil são tratadas por órgãos independentes, pautados em lógicas distintas e avaliação pontual de problemas: é notável a “fragmentação política e administrativa da questão urbano-ambiental”. Baptista e Nascimento (2002) apontam para “inconsistências e incoerências de medidas adotadas, superposição de intervenções, entre outros problemas”. Todavia, conforme Queiroz Jr. (2009), as leis, planos e programas não podem ser setoriais, desarticulados da totalidade do contexto urbano, senão integrantes de um processo de compreensão sistêmica da cidade.

Outro ponto importante refere-se à necessidade de incorporação de incertezas e externalidades aos processos de intervenção urbanística, uma vez que ambas são inerentes à relação entre a sociedade e o ambiente natural (TRAVASSOS, 2010). Segundo a autora, “a internalização das incertezas é um dos principais desafios colocados para as políticas públicas contemporâneas”. A título de exemplo, no momento atual restam ainda questões quanto às evidências científicas de mudanças climáticas, assim como são indefinidas as suas reais implicações nas águas urbanas.

Às questões levantadas, soma-se o caráter dinâmico inerente aos sistemas fluviais e urbanos, o que torna a sua interação ainda mais complexa, uma vez que o seu constante processo de transformação dificulta a projeção de cenários de intervenção, assim como o prognóstico de impactos associados. Conforme Travassos (2010), a conside-

ração da existência de diversos modelos operando ao mesmo tempo e em constante transformação é essencial para a discussão sobre o futuro e o planejamento das cidades, exigindo respostas complexas para o traçado de propostas efetivas no que diz respeito a planos e projetos, em consonância com os múltiplos processos e contextos urbanos.

Apesar das dificuldades práticas concernentes aos aspectos mencionados, algumas experiências concretas já evidenciam avanços consideráveis, na perspectiva de integração de demandas ambientais e urbanas, como apresentado por Projeto Manuelzão (2010), Cardoso (2012) e Rico (2013). Estas experiências enquadram-se, conceitualmente, em princípios de *restauração*, objeto de discussão no próximo item.

## A restauração de rios urbanos

A discussão sobre a restauração de cursos de água começa pela própria conceituação do termo e delimitação da abrangência do seu escopo, de forma que a série de ações e resultados esperados com a sua implementação possam ser devidamente traçados. O ANEXO B apresenta algumas terminologias e conceituações usualmente utilizadas para abordar as diferentes possibilidades de intervenção em cursos de água, sendo o termo *restauração* considerado o mais pertinente.

A palavra *restauração* alude à reparação de algo deteriorado. Nesse sentido, a *restauração de cursos de água* reporta à recuperação de um sistema fluvial degradado visando à melhoria das suas condições físicas e funcionais, tendo por referência condições pretéritas, associadas a um estado mais natural (ESPANHA, 2007).

Em áreas urbanas, é amplo o debate acerca da restauração de cursos de água, principalmente no que tange aos seus objetivos e reais possibilidades de alcance, tendo em vista (i) as suas alterações físicas, funcionais e ecológicas, (ii) as transformações ocorridas na bacia, (iii) as condições de saneamento, (iv) as restrições impostas pelo tecido das cidades e (v) as demandas e implicações políticas, sociais e econômicas envolvidas com o processo.

Ainda, segundo Wohl *et al.* (2005), a conciliação entre ciência e prática desponta como um dos maiores desafios da restauração, destacando-se:

- a complexidade e as incertezas inerentes ao processo;
- a determinação de escalas espaciais e temporais de análise adequadas;
- a dificuldade de generalização de cenários;

- o monitoramento, para que seja possível a comparação projeto-resultado;
- o desenvolvimento de técnicas de restauração compatíveis.

Assim, a ciência da restauração reveste-se de inúmeras incertezas; por serem ambientes dinâmicos e inseridos em contextos de transformação contínua, a previsão de alterações no comportamento e na evolução dos sistemas fluviais mostra-se incerta e complexa. Essas incertezas devem ser expostas para que as possíveis limitações aos projetos de restauração possam ser de conhecimento dos envolvidos, ou seja, dos técnicos, tomadores de decisão e do público em geral. O conceito de *potencial de restauração*, discutido no ANEXO C, busca subsidiar a análise e tomada de consciência.

A inclusão e interação de múltiplos agentes no processo de elaboração de planos de restauração de cursos de água é outro grande desafio apontado por Reynoso *et al.*

**Em áreas urbanas, é amplo o debate acerca da restauração de cursos de água, principalmente no que tange aos seus objetivos e reais possibilidades de alcance.** (2010), tendo em vista a necessidade de diálogo entre grupos e atores envolvidos no processo, com grande diversidade de interesses e opiniões, e as distintas autoridades burocráticas e políticas envolvidas. A participação

social merece destaque, já que a restauração deve, além do atendimento a questões ambientais, ser sensível às necessidades e demandas da população, de forma a favorecer esquemas de corresponsabilidade cidadã (REYNOSO *et al.*, 2010).

Os autores apontam ainda que a proposição de soluções deve ter embasamento sociocultural, além do caráter tecnológico ou de engenharia. Nesse cenário, deve ser considerada uma ampla diversidade de áreas do conhecimento, como geomorfologia, hidrologia, hidráulica, ecologia e biologia, além da consideração do quadro regulatório e político e da participação social (KONDOLF; DOWNS, 1996). O trabalho interdisciplinar, por si só, já é um desafio significativo.

Somam-se às limitações mencionadas as restrições orçamentárias e de uso e ocupação do solo, que podem se traduzir em outros entraves à restauração. De fato, questões de ordem física, econômica, política e social representam papel fundamental quanto ao alcance das propostas de intervenção, podendo inibi-las ou estimulá-las. O QUADRO I, apresentando diferentes objetivos possíveis da intervenção, ilustra o cenário em questão.

QUADRO 1 - POSSÍVEIS OBJETIVOS DE UM PROJETO DE RESTAURAÇÃO DE RIOS E CÓRREGOS

OBJETIVOS DA INTERVENÇÃO		
TECNOLÓGICOS E SOCIAIS	AMBIENTAIS E ECOLÓGICOS	ECONÔMICOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PROTEÇÃO CONTRA INUNDAÇÕES</li> <li>- FORNECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL</li> <li>- PROVISÃO DE ELEVADO VALOR DE RECREAÇÃO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- REGIME DE VAZÕES PRÓXIMO AO NATURAL</li> <li>- DIVERSIDADE MORFOLÓGICA E HIDRÁULICA</li> <li>- REGIME SUBTERRÂNEO PRÓXIMO AO NATURAL</li> <li>- CONTINUIDADE LONGITUDINAL</li> <li>- CONECTIVIDADE LATERAL E VERTICAL</li> <li>- QUALIDADE DA ÁGUA PRÓXIMA AO NATURAL</li> <li>- DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE VEGETAÇÃO MARGINAL PRÓXIMAS AO NATURAL</li> <li>- DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE FAUNA PRÓXIMAS AO NATURAL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- REDUÇÃO DOS DANOS DE INUNDAÇÕES</li> <li>- CUSTOS DO INVESTIMENTO</li> <li>- GERAÇÃO DE EMPREGOS</li> <li>- VALORIZAÇÃO FUNDIÁRIA</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Woolsey *et al.* (2005).

A compatibilização dos objetivos é um dos grandes desafios das propostas de restauração. De acordo com cada cenário de intervenção, cada objetivo assume um grau de importância em relação aos demais, demandando a priorização do que seria mais importante para o contexto em análise. Deve-se ressaltar que o alcance de um determinado objetivo pode implicar o não atendimento de outro, dependendo das especificidades do caso, tornando a decisão sobre a alternativa a ser adotada ainda mais complexa. Essa condição exige, portanto, o emprego de metodologias de análise multicritério, visando à consideração de múltiplas variáveis e à projeção dos prováveis impactos relacionados a cada proposta de intervenção em estudo (CARDOSO, 2012).

A integração de diferentes objetivos e demandas ao escopo da restauração vem acontecendo de forma evolutiva ao longo da segunda metade do século XX e início do século XXI. Conforme apontado por Brookes e Shields Jr.(1966), em países como Estados Unidos, Inglaterra e Dinamarca, as abordagens integradas de restauração não faziam parte das propostas de intervenção. Segundo Wohl *et al.* (2005), uma considerável parte dos projetos de restauração concebidos até meados da primeira década do século XXI deu-se de forma fragmentada, com escassa integração a outros projetos.

Outro ponto fundamental concerne à determinação de escalas espaciais e temporais para nortear os processos de restauração, uma vez que a origem e a causa dos problemas relacionados a trechos específicos inserem-se em um contexto de abrangência

maior, exigindo uma visão integrada do conjunto (ESPANHA, 2007). A adoção de abordagens de restauração que considerem a escala de bacia, entretanto, é tida como de difícil implementação em função de limitações sociopolíticas e ambientais.

Outra vertente de análise concerne à questão tecnológica, pois a seleção das técnicas de engenharia para intervenção em cursos de água será função da análise integrada de um conjunto de fatores, além da possibilidade de atendimento aos objetivos propostos: adequabilidade das técnicas às condições locais; disponibilidade de materiais, mão de obra e equipamentos; custos associados; condições de manutenção etc.

Em áreas urbanas, a adoção das técnicas de engenharia tradicionais, geralmente associadas ao uso do concreto, é observada em larga escala, sendo o conceito de rápida evacuação das águas pluviais responsável pela retificação e canalização de um significativo número de rios e córregos, tanto no panorama nacional quanto no estrangeiro.

Dentro da perspectiva de sua restauração, as técnicas utilizadas nas intervenções em rios urbanos devem tanto buscar o restabelecimento da dinâmica natural do ambiente, como também assegurar o atendimento aos requisitos técnicos ligados à estabilidade, integridade e capacidade de vazão compatível com níveis de risco satisfatórios nas áreas adjacentes e com os eventuais outros objetivos das intervenções.

A conciliação dos dois aspectos citados e a grande variedade de tipologias fluviais e quadros de sua inserção sinalizam para a possibilidade de emprego de uma ampla gama de técnicas hoje disponíveis, tornando complexa a escolha das tecnologias a utilizar em uma dada intervenção.

Em relação aos condicionantes técnicos, Cardoso (2008) faz uma comparação qualitativa de diversas técnicas associadas à calha de cursos de água; Evangelista (2011) explora a questão da escolha das técnicas com uma abordagem multicriterial.

Em linhas gerais, as técnicas de restauração de cursos de água podem ser realizadas no seu leito e margens ou na zona ripária. Quando realizadas em seu leito e/ou margens, têm geralmente a finalidade de estabilização, controlando os processos de erosão e movimentação de sedimentos. Podem ser implantados tanto revestimentos extensivos como localizados, garantindo a integridade e estabilidade, ou estruturas de contenção e proteção longitudinais e transversais. Além das funções de caráter estrutural, as técnicas devem também favorecer as funções ambientais. Já as intervenções na zona ripária buscam estabelecer a conectividade do rio com a fauna e flora local,

garantir o escoamento das cheias e, assim, os processos ecológicos delas dependentes, bem como proteger o curso de água contra aporte de sedimentos e poluentes.

É importante ressaltar que diversas das técnicas consideradas “ambientalmente adequadas” hoje disponíveis estão, ainda, em discussão por especialistas quanto à real eficácia do seu uso. Em contrapartida, a utilização de técnicas de cunho mais estrutural e rígido muitas vezes é essencial, mesmo dentro da perspectiva de restauração discutida anteriormente. Em suma, o “retorno de experiência” das intervenções de restauração ainda é modesto, função, inclusive, do reduzido número de operações realizadas e acompanhadas com critérios científicos.

Em sintonia com a extensa gama de situações práticas de restauração fluvial, diversas técnicas podem ser utilizadas, com o frequente uso combinado de mais de uma, configurando múltiplas soluções que podem ser aventadas para cada caso específico.

Foge ao escopo do presente texto explorar a questão tecnológica envolvida com a restauração fluvial. A análise realizada por Evangelista (2011) aponta as linhas gerais para utilização das diferentes técnicas existentes, sendo que detalhes de sua utilização podem ser encontrados na literatura específica nela citada.

## *Conclusões: rumo à conciliação urbanística, ambiental e tecnológica*

A discussão precedente aponta claramente para a ampla gama de fatores e objetivos que está associada às intervenções em cursos de água urbanos com o viés de restauração, com a inerente complexidade de análise. Ainda que em quadros simples de intervenções, os recortes envolvidos são muitos, levando à integração das diferentes vertentes – urbanística, ambiental e tecnológica – na análise e busca de solução.

Tomando um exemplo corriqueiro, uma intervenção com objetivo único, de cunho puramente técnico, pode representar uma atuação direta na calha fluvial – em caso de ampliação da capacidade hidráulica e/ou estabilização de margens – ou abranger áreas marginais, em caso de implantação de sistema viário, redes sanitárias ou outras obras de infraestrutura urbana. As interferências urbanísticas e ambientais de qualquer das alternativas são evidentes, ainda que diferenciadas, estando a abrangência “urbanística”

das possíveis soluções relacionada com diversos fatores. A disponibilidade de área para implementação das propostas, por exemplo, é de suma importância, podendo conferir níveis de dificuldade distintos à sua consecução e, conseqüentemente, às possibilidades de integração do curso de água com o seu entorno. Da mesma forma, as soluções tecnológicas são profundamente relacionadas não só com o objetivo específico, mas também com o quadro urbanístico e ambiental de inserção da intervenção, sendo suas diferentes vertentes, ao mesmo tempo, dependentes e condicionantes na análise.

Essa é exatamente a lógica que permeia o presente trabalho, colocando como premissa que não há intervenção simples, com objetivo único, em se tratando de rios urbanos. As intervenções devem responder a escopos diversos, embasados em um conjunto de demandas, traduzindo, assim, a necessidade de conciliação de objetivos e pontos de vista distintos. Tal premissa é corroborada por Travassos (2010), que vincula o êxito das intervenções em fundos de vale ao atendimento de propostas com múltiplos objetivos. A autora salienta, também, a importância de que os mesmos sejam claros e realistas, consoantes com as condições locais e seus possíveis cenários de mudança.

Tendo em vista o exposto, no cenário atual, com as questões ambientais e sociais adquirindo maior visibilidade, diversas são as iniciativas concretas voltadas para a integração e compatibilização de diversos objetivos nas propostas de intervenção em cursos de água, ensejando, assim, a conciliação dos rios e das cidades.

No Brasil, os esforços, ainda que globalmente tímidos e recentes, já estão presentes em muitas cidades. O *Programa Drenurbs*, iniciado em 2001 em Belo Horizonte, já apresenta alguns resultados concretos, apontando para o interesse de uma abordagem integrada junto à população, como citado por Costa, Bontempo e Knauer (2008). O *Parque Várzeas do Tietê*, em implantação desde 2011, constitui um ambicioso plano de preservação de 75km de extensão ao longo do Rio Tietê na Região Metropolitana de São Paulo.

No panorama internacional, observam-se diversas iniciativas em diferentes estágios de consolidação, com abrangência bastante diversificada e resultados, também, extremamente variados (RICO, 2013). De forma a ilustrar a abordagem aqui preconizada, são discutidos alguns exemplos significativos tratando de intervenções com distintos objetivos e desdobramentos, como descrito por Cardoso (2012).

No primeiro caso, os objetivos da intervenção no Rio Los Angeles (FIG. 10) já *a priori* eram múltiplos, incluindo-se no escopo o controle de enchentes, a melhoria da

qualidade da água e do meio ambiente, a criação de áreas verdes e de espaços abertos para recreação e lazer da população e o acesso ao rio, entre outros requisitos.



FIGURA 10 - Um dos trechos do Rio Los Angeles antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção  
Fonte: LOS ANGELES, 2007.

A proposta para o Rio Cheonggyecheon, no trecho mostrado na FIG. 11, pautou-se no atendimento a um escopo urbanístico. A intervenção resgatou à paisagem de Seul seu principal rio – anteriormente canalizado em seção fechada –, demonstrando que a valorização urbano-paisagística dos sistemas fluviais é capaz de gerar também oportunidades de lazer e indução ao desenvolvimento econômico das áreas adjacentes.

Já a proposta para intervenção em uma dada extensão do Rio Besòs, em Barcelona, foi guiada por dois objetivos distintos – ecológico e social –, o que levou à concepção de diferentes alternativas para os dois trechos de análise considerados.

Como se nota nas fotos da FIG. 12, as intervenções concebidas para cada trecho do rio apresentam-se bastante distintas – tanto em termos físicos quanto de uso do espaço fluvial –, o que acaba por fragmentar um sistema único em “imagens” e “estruturas” desarticuladas. Todavia, apesar da falta de compatibilização entre as diferentes demandas, é importante ressaltar que os principais objetivos em questão estão relacionados ao atendimento de requisitos específicos de cunho ambiental e social.



FIGURA 11 - Rio Cheonggyecheon, Seoul, antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção  
Fonte: Cheonggyecheon Restoration Research Group. In: Projeto Manuelzão (2010).



FIGURA 12 - Intervenção no Rio Besòs: trecho de montante (esquerda) e de jusante (direita)  
(Fotos dos Autores)

Apesar da diversidade dos contextos dos três casos apresentados, eles se orientam pela busca de objetivos em comum quanto à integração dos cursos de água à paisagem das cidades, seja por meio de sua valorização ecológica, estética ou pelo incremento das possibilidades de uso recreacional. Os exemplos permitem apreender que o tratamento abrangente de rios urbanos consegue integrar, na mesma solução, ganhos ambientais, econômicos e sociais, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida nas cidades.

Como conclusão, pode-se discernir ao longo do texto que a restauração de rios e córregos urbanos representa um grande desafio às políticas públicas, ao planejamento das cidades, à ciência e tecnologia, dada a ampla diversidade de contextos, às incertezas – crescentes e complexificadas – e às diversas dificuldades intrínsecas ao processo. Percebe-se também, no entanto, que a restauração oferece grandes possibilidades, constituindo um caminho promissor a percorrer – ainda que longo e árduo –, para finalmente chegar-se à tão necessária conciliação das cidades e seus rios.

## Referências

ADELMAN, J. *Urban Planning and Reality in Republican Brazil*: Belo Horizonte, 1890-1930. Ann Arbor: University Microfilms International, 1976.

AGUIAR, J. E. *Estudos das características técnicas e operacionais das galerias de águas pluviais como subsídios para gestão patrimonial e estabelecimento de diretrizes para projetos de sistemas de drenagem urbana*. 2012. 258f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2012.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. *Técnicas compensatórias em drenagem urbana*. Porto Alegre: ABRH, 2005. 226p.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O. Aspectos institucionais e de financiamento dos sistemas

de drenagem urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 29-49, jan./mar. 2002.

BONTEMPO, V. L. *et. al.* Gestão de águas urbanas em Belo Horizonte: avanços e retrocessos. *REGA*, v. 9, n. 1, p. 5-16, jan./jun. 2012.

BRITO, S. Defesa contra inundações (1925). In: OBRAS completas de Saturnino de Brito. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1944. v. XIX.

BROOKES, A.; SHIELDS JR., F. D. Perspectives on River Channel Restoration (p. 1-19). In: BROOKES, A.; SHIELDS JR., F. D. (Ed.). *River Channel Restoration: Guiding Principles for Sustainable Projects*. Chichester: John Wiley & Sons, 1996. 433p.

BROWN, R. R.; KEATH, N.; WONG T. H. F. Urban Water Management in Cities: Historical, Current and Future Regimes. *Water Science and Technology*, v. 59, n. 4, p. 847-855, 2009.

CARDOSO, A. S. *Desenvolvimento de metodologia para avaliação de alternativas de intervenção em cursos de água em áreas urbanas*. 2008. 183f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

CARDOSO, A. S. *Proposta de metodologia para orientação de processos decisórios relativos a intervenções em cursos de água em áreas urbanas*. 2012. 331f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

CHOCAT, B. (Coord.). *Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement*. Paris: Lavoisier, 1997. 1124p.

COINTET, N. *L'eau et Paris: extraits des Mémoires du baron Haussmann (1893) et du Memoire sur les eaux de Paris, d'Eugène Belgrand (1873 à 1887)*. Paris: Albin Michel, 2009. 149p.

COSTA, H. S. M.; BONTEMPO, V. L.; KNAUER, S. Programa Drenurbs: uma discussão sobre a constituição de alianças de aprendizagem na Política de Saneamento de Belo Horizonte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 16., 2008, Caxambu. *Anais eletrônicos...* Caxambu: ABEP, 2008. 15 p.

COSTA, H. S. M.; BRAGA, T. M. Entre a conciliação e o conflito: dilemas para o planejamento e a gestão urbana e ambiental. In: SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 10., 2002, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: [s.n.], 2002. p. 1-24.

ESPAÑA. Ministerio de Medio Ambiente. *Restauración de rios: guía metodológica para la elaboración de proyectos*. 2007. 318p.

EVANGELISTA, J. A. *Sistemática para avaliação técnica e econômica de alternativas de intervenções em cursos de água urbanos*. 2011. 197f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

FISRWG – Federal Interagency Stream Corridor Restoration Working Group. *Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices*. Federal Interagency Stream Corridor Restoration Working Group, 2001. 637 p.

FJP/CEHC – Fundação João Pinheiro; Centro de Estudos Históricos e Culturais. *Panorama de Belo Horizonte: atlas histórico*. Belo Horizonte, 1997a. 103 p.

FJP/CEHC – Fundação João Pinheiro; Centro de Estudos Históricos e Culturais. *Saneamento Básico em Belo Horizonte: trajetória em 100 anos*. Belo Horizonte, 1997b. 331 p.

GROSTEIN, M. D. Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos “insustentáveis”. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 15, n. 1, jan./mar. 2001.

IAURIF. L'eau, la ville et l'urbanisme. *Cahiers de l'IAURIF*, Paris, v. 116, 204p., avr./1997.

JONES, C. *Paris: biografia de uma cidade*. Porto Alegre: L&PM, 2009. 592p.

KONDOLF, G. M.; DOWNS, P. W. Catchment Approach to Planning Channel Restoration. In: BROOKES, A.; SHIELDS JR., F. D. (Ed.). *River Channel Restoration: Guiding Principles for Sustainable Projects*. Chichester: John Wiley & Sons, 1996. p. 129-148.

LOS ANGELES. *Final Programmatic Environmental Impact Report/Programmatic Environmental Impact Statement*. City of Los Angeles e US Army Corps of Engineers. 2007. 924 p.

MELLO, S. S. *Na beira do rio tem uma cidade: urbanidade e valorização dos corpos d'água*. 2008. 348f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

NRC – National Research Council. *Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology and Public Policy*. Washington DC: National Academy Press, 1992.

OLLERO, A. B. *Territorio fluvial: diagnóstico y propuesta para la gestión ambiental y de riesgos en el Elbro y los cursos bajos de sus afluentes*. Espanha: Fundación Nueva Cultura del Agua, 2007. 255p.

PROJETO MANUELZÃO. *Revitalização de Rios no Mundo*. Belo Horizonte, 2010. 344p.

QUEIROZ JR., O. Planejamento urbano-ambiental: atribuições e responsabilidades, 2009. Disponível em: <<http://portoimagem.wordpress.com/2009/03/05/artigo-planejamento-urbano-ambiental-atribuicoes-e-responsabilidades/>>. Acesso em: jan. 2011.

REYNOSO, A. E. G. *et al. Rescate de ríos urbanos: propuestas conceptuales y metodológicas para la restauración y rehabilitación de ríos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2010. 109p.

RICO, E. A. M. *Metodologia para priorização de intervenções em trechos de cursos de água: estudo de caso torrentes Bolonia e Yomasa, Bogotá – Colômbia*. 2013. 156 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2013.

SILVEIRA, A. L. L. Hidrologia Urbana no Brasil. In: BRAGA, B.; TUCCI, C.; TOZZI, M. *Drenagem urbana: gerenciamento, simulação, controle*. Porto Alegre: ABRH, 1998. p. 7-25.

TRAVASSOS, L. R. F. C. *Revelando os rios: novos paradigmas para a intervenção em fundos de vale urbanos na cidade de São Paulo*. 2010. 243f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

UNFPA – Fundo das Populações da Organização das Nações Unidas. *Relatório sobre a Situação da População Mundial 2011*. 132p. Disponível em: <<http://www.un.org/files/PT-SWOP11-WEB.pdf>>. Acesso em: 3 jan. 2014.

URRUTIAGUER, M.; EDWARDS, P.; CHANDLER, C. The Evolution of a WSUD Capacity Building Program: the Role of Implementation Targets. In: *Proceedings NOVATECH*, 2010.

VIDE, J. P. M. *Ingeniería de ríos*. Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, 2002. 381p.

VIOLLET, P-V. *L'hydraulique dans les civilisations anciennes*. 2. ed. Paris: Presse de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, 2004. 383p.

WOHL, E. *et al.* River Restoration. *Water Resources Research*, 41, w 10301, p. 1-12, 2005.

WOOLSEY, S. *et al.* *Handbook for evaluating rehabilitation projects in rivers and streams*. Rhone-Thur Project. Eawag. WSL. LCH-EPFL, VAW-ETHZ. 2005. 108p.

## ANEXO A – O paradoxo de Belo Horizonte

A cidade de Belo Horizonte foi planejada e implantada nos anos 1890, no início da República brasileira, com forte viés positivista. A escolha do local para a capital de Minas Gerais foi condicionada, em parte, pela abundância de suas águas, como consta de relatórios do Clube Republicano ainda em 1890 – “excelente água, própria para todos os usos, em quantidade e qualidade para uma população de mais de 30.000 almas” – e da comissão, criada em 1893, presidida por Aarão Reis para estudos das localidades para implantação da Nova Capital (FJP/CEHC, 1997a): “a nova cidade poderá se desenvolver em ótimas condições topográficas, é facilímo o abastecimento de água e a instalação dos esgotos”.

A Comissão Construtora da Nova Capital, criada em fevereiro de 1894, presidida também por Aarão Reis, opta em 1895 pelo conhecido traçado de ordem geométrica clara: “quarteirões regulares de 120x120m, ruas que se cruzam em ângulos retos e avenidas que as cortam em ângulos de 45°”. Assim, em detrimento de um traçado sanitário que havia sido proposto, seguindo os cursos dos rios, o projeto ignorou completamente a hidrografia original do sítio, configurando o que Adelman (1976) designa como “o divórcio entre o desenho e a topografia da cidade”.

Já em 1919, os rios urbanos, de elementos favoráveis à implantação das cidades, passaram a representar problemas, como consta de relatório da Prefeitura: “[...] dada a topografia, os córregos que atravessam a capital, é de ver-se pelas grandes chuvas o distúrbio que, de par com as enxurradas, as águas pluviais causam nas vias públicas e casas particulares [...] esse estado de coisas precisa ter um paradeiro [...]” (FJP/CEHC, 1997b). Os rios foram, então, paulatinamente, retificados, canalizados e depois

cobertos, desaparecendo da paisagem urbana. A rede hidrográfica de Belo Horizonte constituída por cerca de 330km de cursos de águas perenes atualmente possui aproximadamente 200km canalizados, sendo boa parte cobertos (AGUIAR, 2012).

As fotos constantes da FIG. 1.1 ilustram três momentos do principal curso de água da cidade de Belo Horizonte, o Ribeirão Arrudas. Com a calha rebaixada e margens revestidas ainda em 1896, ele foi canalizado inicialmente na década de 1920 e sucessivamente ampliado, por trechos, em face de inundações, nos anos 1960 e 1970. Entre 1978 e 1979 e em 1983 a área central da cidade sofre pesados danos, inclusive com perdas de vidas humanas, forçando uma ampliação significativa do canal. Finalmente, a partir dos anos 2008 e 2009, o ribeirão passa a ser coberto em grande parte de seu percurso na área central da cidade, de forma a ampliar a capacidade do sistema viário.



**FIGURA 1.1-** Feições do Ribeirão Arrudas na área central de Belo Horizonte, dos anos 1960 aos anos 2010

Fonte: Fotos do acervo do EHR-UFGM.

Em 2001, a Prefeitura instaura o *Drenurbs – Programa de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte* (BONTEMPO *et al.*, 2012), com o objetivo de preservar os rios ainda não canalizados em suas condições naturais, com caráter vanguardista no Brasil.

Paradoxalmente, as duas iniciativas recentes do poder público municipal no tocante aos rios urbanos – capeamento do Ribeirão Arrudas e manutenção dos rios em seu estado natural –, apesar de conceitualmente opostas, são contemporâneas.

## ANEXO B – Terminologia: restauração, reabilitação ou renaturalização?

As intervenções em cursos de água com vistas à restauração assumem diferentes terminologias, geralmente implicando divergências conceituais quanto ao seu efetivo significado e pertinência de aplicação.

De fato, diversos termos, como restauração, reabilitação, renaturalização, mitigação e revitalização, são amplamente empregados por diversos autores, sem que haja, no entanto, uma convergência conceitual sobre seu escopo e abrangência, explicitando claramente o que se pretende alcançar com os distintos tipos de intervenção (CARDOSO, 2012; RICO, 2013).

O termo mais amplamente empregado no meio técnico e científico internacional é restauração, assim definido por Wohl *et al.*, 2005: “auxílio ao restabelecimento de melhores condições para a ocorrência de processos hidrológicos, geomorfológicos e ecológicos em um ambiente degradado, assim como a reposição de componentes danificados do sistema natural”. Inicialmente muito atrelado à busca do retorno dos cursos de água às suas condições naturais (ou mais próximas a elas), após o ano 2000 passou-se a incorporar o conceito de sustentabilidade e análises mais abrangentes e integradas (CARDOSO, 2012). As condições dos cursos de água anteriores aos distúrbios passam a ser consideradas como “cenários de referência” para nortear as medidas de intervenção, e não mais o seu objetivo.

Esta postura mais realista e pragmática é reforçada por FISRWG (2001) salientando que os cursos de água são ambientes naturalmente dinâmicos, sendo impossível a sua recriação “original”; portanto, o processo de restauração deve visar ao restabelecimento da estrutura e funcionamento fluviais em termos gerais, dentro da perspectiva de sua autossustentabilidade. Na mesma linha, Ollero (2007) corrobora o posicionamento anterior, considerando não ser possível a execução de réplicas da condição original de ecossistemas dinâmicos; os ambientes restaurados devem manter, de forma autossuficiente, suas funções hidrogeomorfológicas e bioquímicas.

O que se observa, portanto, é um avanço considerável no conceito de restauração, uma vez que novas variáveis passam a ser incorporadas ao processo em questão, tornando-o mais realista diante das transformações ocorridas na bacia e no sistema fluvial.

No tocante à reabilitação – segundo termo mais difundido –, o curso de água deixa de ser considerado sistema e passa a ser encarado por seus elementos ou partes, o que permite apenas o restabelecimento parcial da sua estrutura e/ou comportamento. Nesse caso, a condição de pré-distúrbio nem sempre é considerada como referência e, portanto, o sistema fluvial pode assumir novas feições e dinâmicas em relação a esse cenário.

Assim, os alcances da restauração e da reabilitação diante de um cenário de pré-distúrbio (condição histórica), considerando o atual estado de degradação do curso de água, diferem pela maior proximidade da restauração à condição “original” do sistema fluvial do que a reabilitação.

No tocante aos demais termos – renaturalização, mitigação, melhoria e revitalização –, seu uso é mais restrito, estando seus conceitos muito menos definidos quando comparados aos anteriormente mencionados. Renaturalização, por exemplo, definida por Vide (2002) como sendo “retorno do curso de água à sua condição inicial, anterior à perturbação responsável por sua degradação”, parece pouco realista à luz das frequentemente significativas alterações nos sistemas fluviais urbanos.

Não se fazem, portanto, evidentes os fatores, limites, restrições e potencialidades que devem ser levados em conta para o enquadramento de uma dada intervenção nas categorias listadas. Assim, considera-se pertinente a relativização do conceito de um termo único – restauração –, sendo a ele associada uma “escala” indicativa do potencial de se alcançar os seus objetivos. A escolha do termo restauração deve-se ao seu amplo emprego no meio técnico-científico e à abrangência da sua abordagem. A flexibilidade do seu uso, por sua vez, repousa no conceito de potencial de restauração, indicativo do nível de viabilidade de se alcançar os seguintes objetivos, de acordo com as especificidades da área de intervenção:

- ambiental: restabelecimento das condições de equilíbrio geomorfológico, hidrológico e ecológico de um ambiente degradado, em face das atuais condições do sistema fluvial e das transformações ocorridas no entorno e na bacia;
- social: promoção da interação entre o curso de água e a população, estreitando o contato entre as duas dimensões de acordo com demandas e anseios locais.

Os objetivos assim considerados incorporam outras variáveis no escopo da restauração, além daquelas puramente ambientais, pertinentes aos cursos de água em áreas rurais. De fato, nas áreas urbanas, as questões sociais, políticas e econômicas assumem importância singular, podendo constituir-se fatores limitantes ou indutores da restauração.

O quesito social, em especial, merece destaque nesses processos, uma vez que demandas como áreas públicas de lazer, saneamento e espaços paisagisticamente atraivos devem ser compatibilizadas com os objetivos ambientais da restauração.

Nesse cenário, são diversas as variáveis a serem incorporadas à análise e, mesmo com a minimização das divergências conceituais e terminológicas proporcionadas pela adoção do conceito de potencial de restauração, a sua aplicação a cursos de água urbanos abre campo para outras discussões.

## ANEXO C – *Potencial de restauração*

O conceito de potencial de restauração se refere a uma “escala” indicativa da viabilidade de se restaurar um curso de água, de acordo com seu estado de degradação e com as limitações impostas pelo meio. Nesse caso, é reconhecida a existência de diferentes níveis de restauração, associados a alterações na bacia, no corredor fluvial e/ou a restrições orçamentárias.

No caso das cidades, todavia, o emprego do conceito de potencial de restauração se depara com certas dificuldades. Visto que a visão integrada do sistema fluvial perde vez para um enfoque mais restrito, a “localização” precisa do curso de água na escala de degradação ou de potencial de restauração não é factível, já que apenas alguns elementos são considerados na análise. Somente em uma avaliação individualizada dos elementos componentes do sistema – como a qualidade da água ou a diversidade de *habitats* – o seu emprego torna-se viável.

Ainda, observa-se a complexidade de uma análise integrada de diferentes elementos para a composição de um cenário geral de degradação, visto que a importância entre estes é relativa, o que demandaria ponderar e classificar cada elemento em diferentes estágios de degradação para, em seguida, proceder-se à determinação dos seus respectivos potenciais de restauração. Ademais, a melhoria de uma condição pode implicar a piora de outras, dificultando sobremaneira a determinação do potencial em questão.

Nesse quadro, torna-se evidente que a restauração de cursos de água, especialmente em áreas urbanas, fica limitada a diversos condicionantes, os quais irão impor níveis de dificuldades distintos ao referido processo, de acordo com o contexto da sua área de inserção.

Estudos apresentados por NRC (1992) demonstram a aplicação do conceito do potencial de restauração, explorado por Cardoso (2012) em rios em áreas urbanas. O aprofundamento da abordagem parece promissor no sentido de subsidiar a definição de intervenções.