

REVITALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS

Carlos Mello Garcias

Doutor em Engenharia Civil (Planejamento e Engenharia Urbana), Universidade de São Paulo. Programa de Mestrado e Doutorado em Gestão Urbana, Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC/PR. (carlos.garcias@puc-pr.br)

Jorge Augusto Callado Afonso

Mestre em Gestão Urbana, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Faculdades Integradas Espírita – FIES/PR. Superintendência do IBAMA/PR (jorge.afonso@ibama.gov.br)

Resumo

As condições de depredação dos rios nas cidades brasileiras exigem uma reflexão sobre a problemática da ausência de consciência coletiva. A natureza foi enganada e os ambientes aquáticos depredados e desprezados. Por economia de recursos financeiros, deixou-se de lado o saneamento básico, e os esgotos, na maioria das cidades, foram despejados sem nenhum tratamento em seus córregos e rios. A razão principal da construção deste artigo foi chamar a atenção da necessidade urgente de ações voltadas para a revitalização dos rios urbanos. Para tanto, propõe-se apresentar como referência os resultados de diversos estudos sobre tal problemática dos ambientes urbanos do Brasil, em particular, e do mundo, em geral. São consideradas questões relevantes a respeito da forma como os ambientes urbanos se desenvolveram e, principalmente, o descuido com as questões de qualidade das águas dos rios que têm contato com os meios urbanos. Considera-se premente a mudança de atitudes dos gestores urbanos, no sentido de empreender as modificações de sua própria conduta, bem como a dos cidadãos e dos gestores, no sentido de recuperar os rios das cidades.

Palavras chave: revitalização de rios urbanos, rios urbanos, poluição dos rios.

Abstract

The conditions of depredation of the rivers in Brazilian cities demands a reflection about the lack of collective consciousness, where the nature was mistaken and aquatic environments have been depredated and disregarded. Because of the economy of financial resources was left to do the basic sanitation and sewerage, in the most cities were dumped without any treatment in their streams and rivers. The main reason for the construction of this article was call attention for the urgent need for actions directed at the revitalization of urban rivers. They are presented as a reference, the results of several studies about this set of problems of urban environment in Brazil in particular, and the world in general. These issues are considered relevant, how urban environments have been developed and especially the neglect with water quality and the contact of the rivers with urban areas. It is urgent change the attitudes of urban managers, in order to undertake the changes in citizens behavior and managers to recover the rivers of the cities.

Keywords: urban rivers revitalization, urban rivers, rivers pollution.

INTRODUÇÃO

No Brasil, hoje, mais de 86% da população vivem nas cidades. O problema é grave, pois a concentração se deu de forma desorganizada e muito rápida. O Brasil não preparou as cidades para receber essa demanda. O resultado foi catastrófico e tem gerado uma série de problemas concentrados, principalmente, nas periferias das grandes cidades. O estado de depredação dos rios urbanos é o retrato de

tal situação, com suas águas poluídas e fontes de muitas doenças. Entre as causas desse abandono, podem ser citados o crescimento sem sustentabilidade, aliado à exploração imobiliária além dos limites da sustentabilidade do ambiente onde as cidades são erigidas.

A poluição dos rios não é novidade na história da humanidade. Ao longo da linha do tempo do crescimento das atividades humanas são registradas diversas passagens relacionadas com a preocupação

da qualidade das águas dos rios. A cidade de Roma, em 300 a.C., já enfrentava problemas no abastecimento de água devido à poluição dos rios. Em 1388, o parlamento inglês votou a primeira lei nacional antipoluição do mundo: “não se deve lançar imundice nenhuma nos rios e ruas devendo os detritos serem lançados fora da cidade”. Em Paris, por volta do ano de 1600, foi preciso ser baixada uma ordem pública, dada a situação sanitária da cidade, tendo sido cunhado o termo “sai de baixo”.

Aspectos conceituais

Quando nos referimos aos processos que objetivam devolver os rios urbanos em boa qualidade para as cidades, geralmente, encontram-se várias denominações referentes a essas iniciativas. O importante é observarmos que, independente dos diferentes conceitos em relação a tais processos, o objetivo principal de melhorar a qualidade dos ecossistemas urbanos deve ser o norteador das ações.

Historicamente, os eventos de criação ou expansão das cidades apresentaram ações distantes dos princípios de conservação dos rios urbanos. De maneira geral, os rios eram utilizados para fins de abastecimento público ou lançamentos das chamadas águas servidas. Quando a sua falta de vitalidade era percebida ou quando o espaço ocupado pelos rios nos ambientes urbanos tornava-se um fator de impedimento para os avanços das cidades, os rios urbanos eram simplesmente eliminados da percepção pública. Algumas modalidades de obras, como as canalizações, foram realizadas para suprimir os rios da paisagem urbana e, ao mesmo tempo, transferir os impactos dos seus problemas e mazelas, tais como enchentes e poluição, para outras regiões dos municípios. Vale salientar que, muitas vezes, essas ações acabaram por penalizar os espaços menos valorizados em termos econômicos, bem como os estratos populacionais que representavam os detentores de baixa renda. Porém, devem-se considerar os aspectos sistêmicos que envolvem as bacias hidrográficas e refletir que, mesmo ao transferir fisicamente os impactos ambientais por meio de obras, estes ainda penalizam os aspectos sociais e ambientais da sociedade como um todo.

A recuperação de rios urbanos e a disponibilização dos serviços desses ecossistemas para as cidades configuram-se como tendências mundiais que fazem parte da revisão do pensamento humano em relação à questão ambiental, salientando

que a questão ambiental é, também, uma questão política e econômica (LISBOA, 2010).

Para aprofundar os conhecimentos que envolvem a recuperação de rios urbanos, torna-se necessário conhecer os vários conceitos referentes a essa questão, os quais serão apresentados a seguir:

Restauração: Consiste na recuperação das condições sustentáveis de um rio e de suas funções e serviços ecossistêmicos, após constatadas alterações naturais ou antrópicas que venham afetar a sua estrutura e impedir o seu restabelecimento (FISRWG, 2001).

Restauração ecológica: Consiste na recuperação de um ecossistema degradado, considerando os seus aspectos naturais e a respectiva integração dos seus fatores bióticos e abióticos (SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION, 2004).

Renaturalização: Consiste na recuperação de rios por meio de manejo regular, evitando os usos antrópicos que inviabilizam as suas funções, de modo a regenerar o ecossistema, buscando o restabelecimento da sua biota natural, bem como a conservação das áreas naturais de inundação (BINDER, 2001). Torna-se importante citar que a renaturalização não significa a volta a uma paisagem original não influenciada pelo homem, mas corresponde ao desenvolvimento sustentável dos rios, da paisagem e das bacias hidrográficas, de acordo com as necessidades urbanas e conhecimentos contemporâneos (SAUNDERS; NASCIMENTO, 2006).

Revitalização: Consiste na preservação, conservação e na recuperação ambiental dos rios, por meio de ações integradas que proporcionem a melhoria da qualidade da água para os usos múltiplos, bem como a melhoria das condições ambientais e o uso sustentável dos recursos naturais.

Reabilitação: Segundo Findlay (2006), a reabilitação de rios é representada por ações que possibilitem o retorno parcial das condições biológicas e físicas do rio à sua condição original.

Remediação: Ocorre em situações nas quais os impactos ambientais constatados foram muito intensos, como, por exemplo, em casos de estresse antropogênico crônico, sendo, desta forma, inviável o retorno do rio às suas condições originais. Nesse caso, a recuperação ocorre por meio da formação de um novo ambiente modificado (FINDLAY, 2006).

As principais experiências de renaturalização e revitalização de rios no mundo

PROJETO SWITCH

Os projetos e ações de gestão de recursos hídricos, incluindo a recuperação de rios urbanos, são constituídos por intervenções que necessitam de uma abordagem sistêmica, não sendo caracterizados como processos isolados, principalmente em seus aspectos técnicos, institucionais e políticos.

Esse projeto proativo é caracterizado como uma marcante iniciativa da União Européia, ocorrida em 2005, que apresenta entre os seus objetivos a troca de experiências, informações e conhecimentos referentes à gestão das águas nas cidades. Desta maneira, foi constituída uma rede chamada Switch que, didaticamente no idioma inglês, significa troca. A forma de trabalho da rede Switch tem por base a formação das alianças de aprendizagem ou *learning alliances* como são chamadas originalmente nesse projeto.

Com sede na Holanda, na cidade de Delft, local que também sedia a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) e o Instituto Internacional das Águas, o projeto Switch apresenta como formadores de sua rede 15 países e 32 instituições, sendo coordenado pelo *Institute for Water Education* da Unesco.

A participação brasileira no projeto Switch é representada pela Universidade Federal de Minas Gerais e pelo município de Belo Horizonte, devido ao envolvimento e participação efetiva destas duas instituições no projeto intitulado Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte. O aspecto principal desse projeto foi a valorização das águas urbanas no sentido da não exclusão destas e, sim, da sua inclusão na paisagem da cidade. Um programa intitulado como Drenurbs, iniciado em 2001, que apresentou como objetivo promover a recuperação ambiental do município de Belo Horizonte, também colaborou de forma efetiva para a participação brasileira no projeto Switch (CHAMPS, 2010).

PRINCIPAIS EXPERIÊNCIAS EUROPEIAS

Rio Isar

O rio Isar, com extensão de 270km está situado ao sul da Bavária. A área de drenagem de sua bacia é de, aproximadamente, de 9.000km², ocupando um sétimo da Bavária, onde se situam cidades importantes como Munique.

Segundo Arzet (2010), cerca de 95% da população da Alemanha contam com serviços de

coleta e tratamento de esgotos, o que caracteriza a diminuição de poluição orgânica. Porém, outros problemas ambientais prejudicam a qualidade dos rios na Alemanha, como os casos de poluição difusa oriunda, principalmente, das práticas agrícolas nas bacias hidrográficas. Outro problema impactante para os rios ocorre por meio de mudanças morfológicas de origem antrópica que resultaram em canalizações na maioria dos rios alemães. As canalizações alteram as margens e o leito dos rios, causando perda das funções ecológicas e da interação com as águas subterrâneas que fluem ao longo desses ecossistemas.

Com uma visão avançada e sistêmica, as diretrizes europeias atuais para a qualidade dos rios abordam a integração de parâmetros físicos, químicos, biológicos e morfológicos. Anteriormente, tais diretrizes referiam-se, apenas, aos parâmetros de qualidade dos rios, aos índices de poluição orgânica originada, principalmente, por questões sanitárias, e à poluição química oriunda dos processos industriais.

Com o objetivo de reverter o passivo ambiental acumulado nos rios da Bavária, devido a práticas de manejo pouco sustentáveis, o State Office of Water Management Munich iniciou, no ano de 2000, o Plano Isar com a finalidade de renaturalização do rio Isar.

Entre as principais ações do Plano Isar, destacamos a retirada dos diques de concreto, que proporcionaram mais espaço ao rio, aumentando a sua capacidade de retenção de água e evitando, assim, enchentes a jusante. O concreto removido foi utilizado como substrato para o desenvolvimento de novos habitats, que contribuíram com a melhoria das funções ecológicas do rio.

Rio Tâmis

Segundo Hill (2010), o rio Tâmis situa-se ao Sul da Inglaterra com extensão de 294km e uma área de drenagem de, aproximadamente, 130.000km², o que corresponde a 10% da área da Inglaterra e do País de Gales. A população da bacia do Tâmis é de 30 milhões de pessoas, o que corresponde a 23% da população da Inglaterra e do País de Gales. Esse rio é utilizado, principalmente, para o transporte de cargas e de pessoas, sendo que mais de sete milhões de habitantes se servem dos serviços desse ecossistema. É importante salientar que a função primordial do Tâmis ainda é o abastecimento de água potável para Londres, com a captação a montante da cidade.

Ao longo da sua história, que reflete também a história de Londres, o rio Tâmsa e sua bacia hidrográfica protagonizaram vários episódios de cheias e crises sanitárias. Os impactos ambientais no Tâmsa ocorreram, principalmente, em função do aumento da população da Inglaterra, que dobrou de um milhão para dois milhões de pessoas entre 1800 e 1850. Entre as principais consequências do aumento populacional, citam-se os lançamentos de esgotos *in natura* nas águas do Tâmsa, fato este agravado em 1830 com a invenção da descarga dos vasos sanitários. Naquela época, ocorreram vários eventos de protestos com o objetivo de sanar os problemas do Tâmsa. Um dos maiores foi chamado de “*The Great Stink*” ou o Grande Fedor, cuja comemoração dos 150 anos desse evento ocorreu em 2008.

Em 1947, foi realizado pelo Museu de História Natural um levantamento da ictiofauna do rio Tâmsa, considerado um dos trabalhos precursores do monitoramento biológico. O levantamento atestou a morte biológica do rio devido à sua baixa diversidade, sendo constatada, apenas, a presença de enguias, peixes estes que respiram também na superfície da água, adaptando-se a ambientes comprometidos (HILL, 2010).

Várias correntes políticas questionaram o fato de Londres ser uma cidade de primeiro nível, sem condições ambientais equivalentes, o que gerou pressões para a realização de inúmeras iniciativas que auxiliaram nos processos de recuperação do rio. Com a manutenção da persistência em recuperar o Tâmsa, entre 1964 e 1984, várias obras foram realizadas. Entre estas, a construção de duas grandes estações de tratamento de esgotos, que contaram com investimentos de 200 milhões de libras, sendo utilizadas até os dias de hoje. Na sequência, em 1999, foi viabilizado um incinerador para dar a destinação final aos sedimentos resultantes do tratamento de esgoto e gerar energia para as respectivas estações de tratamento.

Rio Socolowka

O rio Socolowka está situado na cidade de Lodz, que apresenta uma população de 800 mil habitantes e fica na parte central da Polônia. Atualmente, o perfil econômico dessa região é baseado em atividades de logística, cinematografia, educação e tecnologias. Por apresentar uma malha hídrica formada por oito rios, a cidade de Lodz propiciou a formação de um polo têxtil no passado, que teve como resultado um aumento significativo da sua população e a escassez de recursos hídricos,

devido à indústria têxtil consumir muita água e produzir muitos efluentes.

Com a intenção de reverter a situação crítica dos seus recursos hídricos, a Universidade de Lodz, em conjunto com a sociedade e a esfera pública procuraram caminhos para viabilizar um propósito tão rico em desafios. Muitas reflexões foram feitas pelos gestores de Lodz, sobre alguns paradigmas referentes à gestão das cidades e a gestão de recursos hídricos.

Na busca de apoio e visibilidade para tornar real os propósitos de reavaliar os usos de água e estimular os processos autossustentáveis naturais nas bacias hidrográficas, incluindo a revitalização de rios, a cidade de Lodz aderiu ao projeto Switch.

Rio Warta

O trecho do rio Warta a ser comentado localiza-se na cidade de Poznan, com 630 mil habitantes, capital do estado da Wielkopolska na região centro oeste da Polônia. A criação de habitats ao longo do rio ficou constatada pela biodiversidade observada, que inclui peixes, plantas macrófitas e avifauna, demonstrando boa qualidade ambiental.

A visão de ter um rio saudável integrado à paisagem e ao metabolismo da cidade é bastante ampla por parte dos habitantes e gestores de Poznan. Estações de tratamento de esgoto, conservação das margens e substratos do rio e a destinação correta de resíduos sólidos podem ser constatados como fatores essenciais para a gestão do rio Warta.

Embora o exemplo de Poznan com o rio Warta ainda não tenha ocupado o devido espaço em termos acadêmicos, foi importante constatar a boa relação de respeito daquela comunidade com o seu rio, integrado à paisagem e possibilitando o nadar, pescar e navegar!

Rio Reno: Suíça, França, Alemanha, Holanda

Conhecido mundialmente por ser o terceiro maior rio europeu e primeiro em importância econômica, em função do transporte e produção de energia hidroelétrica, o rio Reno conta com 1.320km de extensão, dos quais 825km são navegáveis. Sua bacia hidrográfica faz parte de nove países, provendo o abastecimento de água potável para 30 milhões de pessoas. O rio Reno convive, também, com os impactos gerados por várias atividades que ocorrem ao longo de sua bacia. Em função deste e outros fatores, a comunidade europeia tem dispensado atenção especial para este rio e sua respectiva bacia hidrográfica (WEINGERTNER, 2010).

Um fato que faz parte da história ambiental do Reno foi o seu reconhecimento, no século passado até meados da década de 50, como “rio de ouro”, devido à sua boa qualidade de água e consequente abundância de peixes. Porém, com o crescimento econômico e populacional que ocorreu na Europa, principalmente no século XX, com cidades atingindo a marca de mais de um milhão de habitantes e a grande concentração de indústrias químicas, principalmente na França, Holanda, Alemanha e Suíça, o rio Reno sofreu vários impactos ambientais. Os níveis de poluição elevados na década de 1970, com trechos artificializados por canais para atender a navegação contribuíram para a degradação e a redução de habitats e biodiversidade da bacia do Reno.

Em função da importância do Reno em vários aspectos, incluindo a saúde pública, uma comissão europeia constituída por ministros reuniu-se na conferência de Strasburgo na França, em 1987, na qual foi construído um plano de ação com o objetivo de recuperar o Reno. O plano apresentou algumas metas importantes, tais como a luta contra a poluição, o retorno do salmão ao rio em 2000, a redução em 50% a 70% das emissões mais fortes em 1995, incluindo ainda o monitoramento da qualidade de água potável e a prevenção de acidentes. Um fato importante que contribuiu muito com a melhoria das condições do Reno foi a realização de outra convenção internacional em 1987, que incluiu a recuperação ecológica no programa de ações, visto que, anteriormente, as metas em função da emergência eram voltadas basicamente para a redução da poluição (WEINGERTNER, 2010).

Rio Danúbio: União Européia

Caracterizado por sua bacia hidrográfica ser internacional e conter 19 países que abrangem 9% da Europa, o rio Danúbio, que nasce na Floresta Negra na Alemanha, é o segundo maior rio da Europa com 2.850km de comprimento, sendo o principal afluente do Mar Negro.

Os usos múltiplos da bacia hidrográfica do rio Danúbio são representados por: abastecimento de água potável, agricultura, pesca, criação de animais, atividades industriais nas áreas de química, mineração, papel e celulose, geração de energia hidrelétrica e transporte, sendo este último menos impactante devido a um planejamento de turismo sustentável.

Além de várias modalidades de usos múltiplos, a bacia do rio Danúbio apresenta uma área

de 800km² e recebe influência das atividades de, aproximadamente, 81 milhões de habitantes, o que representa algo em torno de 100 habitantes por quilômetro quadrado.

Após várias mudanças políticas na Europa, incluindo novas percepções sobre os princípios de preservação e conservação ambiental, em 1991, foi lançado na Bulgária um programa ambiental para o rio Danúbio. O programa, mesmo com dificuldades administrativas iniciais, congregou, de forma inovadora para a região, vários agentes internacionais usuários da bacia hidrográfica (STALZER, 2010).

Após várias etapas vencidas dentro do programa ambiental para o rio Danúbio, incluindo a participação técnica e política de diversos países usuários da sua bacia hidrográfica, foi assinada, em 1998, na cidade de Sofia na Bulgária, a Convenção de Proteção do Rio Danúbio. Os objetivos principais desta convenção são representados por promover a conservação e o uso racional das águas, a redução do aporte de nutrientes, o controle de enchentes e, consequentemente, a diminuição de impactos no mar Negro (local onde deságua o rio Danúbio) que, por ser um pequeno oceano com saída para o Mediterrâneo, corre elevado risco de eutrofização (STALZER, 2010).

Rio Sena

A França, entre as suas várias características especiais, é o país precursor da gestão de recursos hídricos ao considerar a bacia hidrográfica como unidade de gestão. Esta forma de gestão operacionaliza suas ações por meio da constituição de comitês de bacias hidrográficas, formados por representantes dos diversos setores da sociedade, os quais têm por tarefa principal discutir e aprimorar os procedimentos que proporcionem melhor qualidade ambiental em suas bacias.

Segundo Casterot (2010), a bacia hidrográfica do rio Sena abrange aproximadamente 20% do território francês, com uma área de 100.000km², recebendo a influência de oito mil cidades (comunas) e de uma população que totaliza 7,6 milhões de habitantes. É importante frisar que 80% da população da bacia está concentrada em Paris e 30% das atividades industriais, representadas por aproximadamente cinco mil fábricas dos mais variados setores, tais como papel e celulose, refino de petróleo, agroindústrias e indústrias químicas, estão localizadas ao longo dos seus rios tributários. Outra informação importante é que, entre as várias pressões exercidas sobre a bacia do Sena, cerca de

20% da produção agrícola da França é oriunda das suas áreas de drenagem.

De acordo com a Agência de Águas responsável pela bacia hidrográfica do rio Sena, uma adequada revitalização não deve considerar apenas os aspectos referentes à qualidade de água, mas também à qualidade dos habitats da bacia. Esses aspectos que prezam diversos níveis de qualidade permitem à bacia hidrográfica atingir um bom *status* ecológico com ambientes aquáticos saudáveis, vindo ao encontro do que preconiza a diretiva europeia de águas. Várias medidas de caráter técnico e ambiental foram implantadas e outras ainda devem ser, visando a revitalização do rio Sena e sua bacia (CASTEROT, 2010).

Entre os principais desafios para esta e demais revitalizações está o tratamento de esgotos. Para notarmos o avanço dessa questão, é importante mencionar que, nos anos 1950, a bacia do rio Sena contava apenas com onze estações de tratamento de esgoto, sendo que desde 2008 já conta com, aproximadamente, 2000 estações em funcionamento. Tal evolução é resultado de significativos investimentos, como os realizados entre os anos de 1997 e 2007, no valor de 2,1 bilhões de euros. Como as demandas neste sentido são crescentes, existe a previsão de continuidade das referidas ações nos próximos seis anos, com investimentos na ordem de 1,5 bilhão de euros.

A poluição industrial, também, representa enormes riscos para a qualidade da água e dos ecossistemas. O debate que visa à conciliação do desenvolvimento econômico com a conservação dos recursos hídricos ocorreu de forma gradativa por meio de *workshops*, nos quais foram discutidas propostas de redução de consumo de água e soluções para a destinação final adequada dos efluentes gerados pelo setor. Um dos principais resultados *práticos* desses encontros foi ilustrado pela redução dos índices de Cádmiio constatados pelas análises realizadas nos canos das estações de tratamento de esgotos (CASTEROT, 2010).

Outra fonte de poluição que está sendo estudada pela Agência de Bacias do Sena é a poluição difusa que concentra muitas substâncias tóxicas e podem ser drenadas para a bacia hidrográfica por meio da chuva. Para tanto, existem propostas técnicas de projetos que visam coletar e tratar as águas pluviais, para evitar a sua chegada aos rios, contendo poluentes.

A EXPERIÊNCIA ASIÁTICA

Rio Cheonggyecheon : Seul, Coréia Do Sul

Um dos casos mais interessantes e, ao mesmo tempo, ousado, em relação à restauração de rios urbanos, foi o ocorrido com o rio Cheonggyecheon. Este é o principal rio de Seul, o centro econômico da Coréia do Sul, e que, conseqüentemente, possui problemas ambientais comuns a outras metrópoles, como, por exemplo, a poluição e degradação ambiental.

Na tentativa de resolver problemas de deslocamento da população concentrada na área central de Seul, o rio foi coberto e transformou-se em autoestrada, fazendo parte da malha viária e favorecendo a passagem de 8.000 carros por dia. Este espaço foi caracterizado como uma das maiores vias de Seul.

Segundo Soo Hong Noh (2010), após debates informais na Universidade de Yonsei, onde foi analisado o caso do canal artificial de Ottawa, surgiu a ideia de restaurar o rio Cheonggyecheon. Em seguida, na tentativa de realizar pesquisas sobre os efluentes lançados no rio, não foram encontrados dados atualizados, mas sim dados gerados até 1978, época em que o rio foi coberto e banido da paisagem da cidade.

Em 2000, foi fundado um grupo de pesquisas com o objetivo de realizar estudos aprofundados em torno do projeto Cheonggyecheon. Este grupo técnico obteve apoio político local, e o projeto foi iniciado em 2002, produzindo os seguintes resultados: a restauração histórica e cultural do centro de Seul, a demolição das estruturas de concreto e criação de uma estação de suprimento de água, a implementação de tratamento de efluentes, a execução de projetos de paisagismo e iluminação, obras de controle de cheias, além do retorno do rio para o convívio da cidade.

EXPERIÊNCIAS NORTE-AMERICANAS – ESTADOS UNIDOS

Rio Anacostia: Washington, DC

O rio Anacostia, com aproximadamente 40 km de extensão, está situado na Baía de Chesapeake em Washington. Mesmo sendo um pequeno rio, apresenta ao longo de seu curso muita concentração urbana e uma população de 1,1 milhão de pessoas, além de muitas áreas impermeabilizadas por ruas, estacionamentos e telhados, fatores estes que

contribuem, diretamente, para o aumento da poluição difusa.

Segundo Connolly (2010), nos Estados Unidos, a lei *Clean Water Act*, de 1972, é bastante eficaz no controle de lançamentos de efluentes das fábricas e outras fontes pontuais de poluição. Porém, seu arcabouço não abrange o controle da poluição difusa, fonte principal de poluição do rio Anacostia.

A grande maioria dos problemas de poluição nesse rio apresenta sua origem na água da chuva, ou seja, no escoamento destas águas, uma vez que a chuva provoca a lixiviação de poluentes originados dos automóveis, como, por exemplo, o nitrogênio e seus derivados presentes nos combustíveis. Nos episódios de muita chuva, ocorre também o transbordamento do esgoto doméstico que atinge o rio, carreando nutrientes e bactérias, além do aporte de resíduos sólidos urbanos. Outro fator que resulta em várias consequências é a poluição térmica originada pela chuva que fica aquecida ao atingir as superfícies pavimentadas, ocasionando, após ser drenada, a redução de oxigênio dissolvido nos rios.

Algumas iniciativas foram colocadas em prática pela sociedade, em cooperação com *Anacostia Watershed Society*, visando reduzir ou eliminar os efeitos da poluição difusa. Entre essas iniciativas, citam-se os exemplos mais variados possíveis, como o aprimoramento do sistema de limpeza pública para diminuir o aporte de resíduos sólidos no rio e a instalação dos chamados “*trash-traps*” (armadilhas para lixo) no final das tubulações de drenagem urbana. Tais “armadilhas” coletam os resíduos trazidos pela chuva evitando que cheguem ao rio.

Rio Cuyahoga: Cleveland, Ohio

No final do século XIX e no início do XX, Cleveland, no estado de Ohio, tornou-se um dos principais centros industriais americanos, o que ocasionou o crescimento da cidade e aumento de sua população.

O rio Cuyahoga, que na linguagem indígena norte-americana significa rio torto, é caracterizado como um rio de planície, com muitas curvas, que atravessa a cidade de Cleveland e desemboca no Lago Erie, após percorrer 160km.

Em um período de aproximadamente 100 anos, as indústrias petrolíferas e siderúrgicas lançaram seus efluentes nas águas do Cuyahoga, ocasionando a concentração de altos níveis de metano e demais substâncias tóxicas, reduzindo de

forma drástica a sua biodiversidade e a funcionalidade dos seus ecossistemas.

No ano de 1969, ocorreu um fato inusitado: o rio Cuyahoga apresentou chamas em sua superfície. Em função desse episódio, a cidade de Cleveland, conhecida como polo industrial e de prosperidade, passou a simbolizar também os desastres ambientais.

Após a constatação deste e outros passivos ambientais que estavam ocorrendo em rios norte-americanos, o governo de modo reativo começou a produzir normas e leis para combater e evitar a poluição dos rios. Entre os atos produzidos, pode-se citar a lei denominada *Clean Water Act*, de 1972, bastante eficaz no controle de lançamento de efluentes das fábricas, o qual estabeleceu multas diárias de 25.000 dólares para empresas que viessem a poluir os rios. Assim, foram criadas medidas de combate à poluição industrial, bem como à poluição orgânica, por meio da construção de várias estações de tratamento de esgotos.

Com o auxílio da participação efetiva da comunidade, o rio foi sendo recuperado ao longo dos anos, com o retorno de diversas atividades em suas margens, como a instalação de novos negócios, desde que não poluidores, e competições de esportes aquáticos.

EXPERIÊNCIA DO CHILE

Rio Mapocho

O rio Mapocho localiza-se na região metropolitana de Santiago, com nascentes na cidade de Barnechea, passando por várias comunidades, incluindo as cidades de Providência, Maipu e Santiago. Sua extensão é de, aproximadamente, 110km, sendo que a área de drenagem da sua bacia hidrográfica é 4230km².

Fatores como a poluição orgânica proveniente da falta de rede de esgoto, o lançamento de chorume devido à disposição final inadequada de resíduos sólidos, a ausência de conservação do seu leito e a fragmentação dos espaços urbanos relacionados ao rio constituem as principais causas de degradação dos trechos do rio Mapocho. Entre as consequências da degradação, citam-se as alterações na biota e a falta de espaços e de água de boa qualidade, para proporcionar a recreação e o contato direto da população com o rio.

Segundo Reid (2009), na década de 1960, foi proposto pelos urbanistas que produziram o plano diretor de Santiago a formação de um corredor

ecológico para integrar e harmonizar o rio com a paisagem da cidade. Porém, por diversas razões pertinentes à época, a execução dessa proposta não foi efetivada, mas a ideia vem sendo resgatada pelos urbanistas em vários planos subsequentes de recuperação do rio Mapocho.

EXPERIÊNCIAS BRASILEIRAS

Projeto Manuelzão: Minas Gerais

Este projeto teve início em 1997, sendo uma iniciativa da Universidade Federal de Minas Gerais, com o objetivo de revitalizar o rio das Velhas, um dos principais afluentes do rio São Francisco, no trecho em que banha esse Estado.

O Projeto Manuelzão apresenta um diferencial devido a sua elaboração ter sido feita com base em uma visão sistêmica, incluindo a gestão de bacias hidrográficas.

Contando com o apoio do governo estadual de Minas Gerais, foi estabelecida em 2006 a Meta 2010, representada pelas ações de nadar, pescar e navegar em determinados trechos do rio das Velhas.

Os coordenadores do Projeto Manuelzão enfatizam que a forma como a sociedade trata seus rios representa a mentalidade cultural desta sociedade. Por ser uma ação idealizada pela academia, o projeto apresenta características transdisciplinares, vindo ao encontro ao que se pensa em relação às ações de revitalização dos rios. Portanto, Seguindo essa linha de pensamento, dois objetivos são propostos: um objetivo técnico e operacional, que é a volta do peixe ao rio, e um objetivo político, que é a mudança da mentalidade em relação ao planeta Terra.

Algumas ações foram colocadas em prática pelo Projeto Manuelzão. Além de ações continuadas de educação ambiental, podem-se citar como exemplos a reconstrução de habitats para a biodiversidade, o plantio de espécies nativas para a recomposição das margens e a construção de várias estações de tratamento de esgoto em bacias de rios que fazem parte da bacia hidrográfica do rio das Velhas, tais como os Ribeirões Arrudas, da Onça e da Mata. Para reforçar a eficiência dessas ações, foi criado pela COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais) o Programa Caça Esgoto, para direcionar os efluentes para as estações construídas (MATIAS, 2010).

Rio Mosquito

O Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Mosquito demonstrou de forma nítida a importância da participação dos comitês nos processos de revitalização de rios. O fato de apresentar um comitê de bacias estruturado foi de fundamental importância para a sua região ter sido selecionada como participante do Programa Pró-Água Semiárido. O programa foi originado por meio de um acordo entre o Governo Federal e o Banco Mundial, tendo entre os seus objetivos maiores disponibilizar água de boa qualidade para o Semiárido brasileiro, possibilitando o desenvolvimento sustentável da região.

O município de Águas Vermelhas em Minas Gerais, local onde foram iniciados os trabalhos de revitalização do rio Mosquito e sua respectiva bacia, está localizado na região do semiárido mineiro. Com um território de 1.261km² e com graves problemas de saneamento básico, incluindo doenças de veiculação hídrica, esse município foi selecionado para o programa Comunidade Solidária, do Governo Federal, por apresentar um IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) em torno de 0,4. Sua economia é baseada na exploração de carvão vegetal, no cultivo da mandioca (neste caso, agricultura de subsistência) e na extração do granito.

A bacia hidrográfica do rio Mosquito apresenta uma área de drenagem de, aproximadamente, 256km², onde está inserida uma população estimada em 30.000 habitantes, sendo que o rio tem 131km de extensão. Apesar das dimensões serem modestas, a concentração de desafios ambientais é bastante elevada.

Segundo Salles Filho (2010), as soluções para os problemas de esgotamento sanitário foram implementadas de forma sistêmica, contemplando todos os fatores envolvidos no problema, a começar por ações de conscientização da população das comunidades em relação à importância de receber e manter um sistema sanitário em boas condições.

Rio Tietê

O rio Tietê, com uma extensão de 1.100km, cruza o estado de São Paulo e deságua no rio Paraná. Com as amplas pressões ambientais exercidas sobre sua bacia, o Tietê é caracterizado como um dos rios mais importantes do estado de São Paulo.

Nas décadas de 1910 e 1930, vários trechos do Tietê eram utilizados pela população para a prática de esportes aquáticos, incluindo a pesca. Nas décadas seguintes, a ocupação urbana desordenada

e o lançamento de efluentes domésticos e industriais, dentre outros fatores, contribuíram de forma significativa para a degradação ambiental de sua bacia hidrográfica. Com a intenção de adequar o rio às necessidades urbanas da época, na década de 1970, foram realizadas a retificação do rio e a construção das vias marginais.

Com ao acúmulo das pressões ambientais exercidas sobre a bacia hidrográfica do Tietê, em função dos processos de urbanização, a sua qualidade ambiental tornou-se altamente comprometida. Diante dessa situação, a população manifestou-se por meio de um documento contendo milhares de assinaturas, que resultou na elaboração do Projeto pró-Tietê, oriundo de uma parceria entre a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) e BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento), com o objetivo de despoluir o rio Tietê.

Segundo Carrela (2010), os trabalhos realizados pelo projeto pró-Tietê, até o momento, demonstraram que a mancha de poluição do rio apresentou um recuo de, aproximadamente, 120km, e que houve também a redução de lançamento da carga de esgoto no rio em torno de 1 bilhão de litros por dia. Desde 2004, as atividades de pesca voltaram a ser praticadas em alguns trechos da bacia do rio Tietê, auxiliando no aumento da renda mensal de algumas famílias que retornaram à pesca comercial, que há dez anos estava praticamente extinta.

Rio São Francisco

A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco apresenta dimensões especiais em termos de abrangência. Com uma área de drenagem de 640 mil km² que envolve 13 milhões de habitantes e sete unidades da federação – Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e alguns segmentos do Distrito Federal –, a sua revitalização constitui um dos maiores desafios para a gestão de recursos hídricos no Brasil.

Segundo Souza (2010), o programa de revitalização do São Francisco teve origem em 2001 por meio de Decreto Federal, sendo contemplado no Plano Decenal de Recursos Hídricos da sua bacia. Entre os principais objetivos do Programa, estão a recomposição das funções ambientais dos ecossistemas que fazem parte da bacia e a mobilização e participação da sociedade na gestão e na tomada de decisões.

É importante salientar que o rio São Francisco apresenta uma extensão de 2.863km, sendo que várias atividades como transporte e irrigação são desenvolvidas ao longo do seu trecho que atravessa áreas rurais e urbanas, justificando, assim, a sua denominação de Rio da Integração Nacional.

O Programa de Revitalização do São Francisco foi formatado para atender as seguintes demandas: esgotamento sanitário, controle dos processos erosivos, resíduos sólidos e pequenas obras. Para atender tais demandas, o projeto reuniu em torno de 300 propostas que incluíram, também, ações de controle de poluição, recuperação de mata ciliar e práticas de educação ambiental.

O esgotamento sanitário atendeu, inicialmente, todas as 101 cidades localizadas na calha do rio São Francisco, incluindo não só as redes de coleta e estações de tratamento, mas também as ligações das residências às redes coletoras, minimizando, desta forma, problemas sociais e passivos ambientais.

Com a finalidade de combater os processos erosivos mais acentuados ocasionados pelas enchentes ao longo das margens da hidrovia, foram realizadas obras de recomposição das margens. Para evitar que a erosão e o avanço do rio comprometam a estabilidade física de algumas regiões, elaboraram-se projetos que visam à orientação e distribuição espacial das casas de alguns povoados, como, por exemplo, o projeto de recuperação e urbanização da Vila do Louro, no estado da Bahia.

Rio Tijuco Preto

O rio Tijuco Preto está localizado na área urbana do município de São Carlos, em São Paulo. A área de drenagem deste rio é de, aproximadamente, 3,87km², apresentando 1.315 metros de extensão e largura entre 0,5 e 9,0 metros.

Segundo Espíndola *et al* (2005), a partir da década de 1960, o ecossistema do rio Tijuco Preto passou a ser alterado por meio de fontes pontuais de poluição, como o lançamento de efluentes domésticos e por fontes difusas de poluição, como o escoamento das vias públicas. Outro fator agravante na alteração das suas condições originais é a impermeabilização de, aproximadamente, 95% da sua extensão, constatada no final do ano de 2003.

Para reverter a situação resultante de ações antrópicas no rio Tijuco Preto, foi desenvolvido, por uma equipe multidisciplinar de professores integrantes da Universidade de São Paulo, um projeto

de recuperação do rio financiado pela Prefeitura de São Carlos. O projeto teve como finalidade a recuperação dos aspectos funcionais do sistema lótico, por meio da busca de soluções sistêmicas que visam compatibilizar as questões de drenagem urbana, paisagismo e, sobretudo, a funcionalidade ecológica

A reabilitação do rio Tijuco Preto incluiu em suas diretrizes duas esferas essenciais de atuação: a esfera física e a esfera política. Na primeira, foram feitas as orientações quanto às diretrizes ecodinâmicas que deveriam ser seguidas na reconstrução dos habitats. Já na esfera política, considerada a mais complexa, foram incluídos os processos que envolvem a mudança de hábitos das comunidades que compartilham a bacia, bem como revisão dos usos preponderantes das suas águas que, geralmente, interferem nas decisões políticas e na dinâmica natural do ambiente.

A Importância do tema nos ambientes urbanos

No Brasil, praticamente todos os rios das cidades estão poluídos. Fato agravado pelo descontrole da ocupação de suas margens, principalmente pela população de baixa renda, sem nenhuma proteção sanitária e que contribuem para a insalubridade dos ambientes urbanos. Apesar da gravidade da ocupação irregular, a mesma não é primazia da classe pobre. Em algumas cidades, o que se vê são prédios dos mais diversos tipos de usos ocupando irregularmente as margens dos rios onde foram suprimidas as faixas de proteção e também a mata ciliar.

Grande parte do desenvolvimento urbano no Brasil ocorreu entre as décadas de 1960 e 1990, causando aumento da população urbana de 55% para 76% (FGV, 1998), chegando a 86% em 2010. O aumento populacional ocorreu, principalmente, em grandes cidades, ocasionando maiores níveis de poluição e impermeabilização de áreas.

Os ciclos hidrológicos passam por modificações e alterações devido aos efeitos da urbanização. A canalização dos escoamentos, a impermeabilização do solo, a redução da evapotranspiração e do escoamento subterrâneo são alguns dos efeitos da urbanização, bem como a redução das áreas naturais de retenção e retenção das águas pluviais. Esses efeitos causam a redução do tempo de concentração das águas e aumentam a sua velocidade de escoamento na bacia hidrográfica, ampliando as vazões máximas das bacias urbanas e produzindo maiores picos de enchentes e inundações

Historicamente, o controle de enchentes é realizado com base no conceito do “escoamento rápido das águas precipitadas”. Essa forma de ação tem demonstrado, ao longo dos anos, a sua ineficiência pelo fato de causar o aumento das inundações em áreas de jusante, ou seja, a transferência das inundações por meio de canalizações que impedem a infiltração da água, ocasionando aumento de volume das águas e da sua velocidade de escoamento. Esse conceito de controle de enchentes começou a ser abandonado pelos países desenvolvidos desde a década de 1970, devido à constatação de que os custos para ampliar as canalizações e conduzir as águas para locais distantes da população eram muito superiores aos custos de redução de cheias por meio de áreas de retenção. Portanto o método demonstrou ser insustentável (TUCCI, 2000)

Com a evolução do pensamento ambiental contemporâneo foi constatado que a drenagem urbana não deve ficar restrita apenas aos limites da engenharia, mas deve considerar e auxiliar a capacidade de reação dos ecossistemas em absorver e minimizar os efeitos das enchentes. Com base em tais reflexões, foram desenvolvidos os métodos de controle sustentável das enchentes, dando origem à “Drenagem Urbana Sustentável”.

De acordo com Ministério da Integração Nacional, a drenagem urbana sustentável objetiva promover, em articulação com as políticas de desenvolvimento urbano, de uso e ocupação do solo e de gestão das respectivas bacias hidrográficas, a gestão sustentável da drenagem. A drenagem sustentável tem por base ações estruturais e não-estruturais dirigidas à recuperação de áreas úmidas, à prevenção, ao controle e à minimização dos impactos provocados por fatores climáticos e ações antrópicas que originam enchentes urbanas e ribeirinhas e problemas de macrodrenagem. É importante ressaltar que as ações de drenagem sustentável podem, também, auxiliar o controle dos efeitos da dinâmica marítima nas zonas costeiras.

A drenagem urbana sustentável apresenta, ainda, entre os seus objetivos, simular o ciclo hidrológico natural, manter a vazão pré-existente e evitar a transferência dos impactos para a jusante. O controle da drenagem começa a ocorrer na fonte, espaço este que envolve os aspectos referentes ao lote ou a área primária, por meio da execução de planos de infiltração e pavimentos permeáveis. Na sequência, são realizadas as demais medidas de microdrenagem (medidas adotadas no nível do

loteamento) e macrodrenagem (soluções de controle nos rios urbanos). Entre as medidas podem-se citar a construção de canais abertos com vegetação, para atenuar as vazões de pico e reduzir a concentração de poluentes da água; o armazenamento da água da chuva em reservatórios para posterior reuso; a construção de detenções, que são reservatórios urbanos mantidos secos e integrados à paisagem urbana e; a construção de retenções, que são reservatórios com lâmina de água utilizados para o controle do escoamento e da qualidade de água (PARKINSON *et al.*, 2003).

Os aspectos referentes à drenagem sustentável vêm ao encontro dos preceitos da renaturalização de rios urbanos, que preconizam a valorização dos serviços dos ecossistemas e a urbanização menos desnaturalizante. Portanto, é imprescindível que os gestores urbanos e ambientais, dentro de uma visão sistêmica, busquem a conservação e o uso racional das áreas que compõem as planícies de inundação, uma vez que estas são também essenciais para a contenção das cheias.

A definição de poluição é bastante diversificada, considerando que as percepções sociais, éticas e ambientais são consideradas para a construção desse conceito. Deve-se lembrar que o termo poluição tem sua origem no verbo latino “*polluere*”, que significa corromper, manchar, macular, sujar, com a conotação de tornar prejudicial às várias modalidades de saúde, como a saúde ambiental, por exemplo.

O processo de poluição pode ser considerado como uma consequência da maturação e alteração dos sistemas e processos antropogênicos, que resulta em modificações qualitativas e quantitativas dos níveis tróficos, prejudicando a dinâmica da ciclagem de energia nos mais variados níveis dos ecossistemas, com efeitos reversíveis e irreversíveis nos ambientes atingidos. Entre os causadores dos efeitos da poluição, podemos citar a geração exagerada de efluentes sólidos, líquidos e gasosos, bem como a introdução de substâncias sintéticas nos ecossistemas (SCHÄFER, 1985).

A expansão urbana sem planejamento constitui uma das maiores ameaças à qualidade e à quantidade da água nos mananciais, com sérias consequências para o equilíbrio ambiental das suas respectivas bacias hidrográficas. A degradação da qualidade dos recursos hídricos é agravada pela disputa entre os vários usuários, representados pelos

setores da indústria, agricultura e saneamento (DALARMI, 1995).

Os processos de urbanização descontrolados causam vários impactos sobre os recursos hídricos, como a contaminação por efluentes domésticos e industriais. É importante considerar que os investimentos realizados em saneamento ambiental priorizam, historicamente, em um primeiro momento, apenas a coleta de esgotos, faltando a complementação dos sistemas de tratamento desses efluentes, o que acentua a demanda por serviços públicos de saneamento em locais de maior densidade demográfica.

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) anunciada em agosto de 2010, ocorreram avanços tímidos em termos de serviços de saneamento básico no Brasil, entre os anos de 2000 e 2008. Em cada dez municípios brasileiros, apenas quatro são contemplados com acesso à rede geral de esgoto, sendo que o tratamento dos efluentes é realizado em apenas 28,5% dos municípios. Em relação aos resíduos sólidos, cerca 50% dos municípios brasileiros realizam a disposição final de forma inadequada. Outro levantamento importante gerado pela pesquisa é o fato de que um terço dos municípios apresenta áreas de risco em seu perímetro urbano e necessitam de ações de drenagem.

Os esgotos domésticos representam uma das principais fontes pontuais de poluição hídrica, principalmente por apresentarem altas concentrações de fósforo, originadas pelo uso de detergentes nas atividades domésticas. Esse fator é agravado em função de que no Brasil, atualmente, poucas são as estações de tratamento de esgotos que possuem capacidade para remover o fósforo e o nitrogênio. Como consequência, os efluentes finais dessas estações causam impactos sobre a qualidade da água dos rios e lagos receptores, contribuindo para o desenvolvimento dos processos de eutrofização (XAVIER; DIAS; BRUNKOV, 2005).

O fósforo, por fazer parte da constituição química de moléculas importantes para o metabolismo dos sistemas biológicos, como os fosfolípidios que estruturam as membranas celulares e o ATP (adenosina trifosfato), importante para o armazenamento de energia, representa, também, um importante fator limitante para os ecossistemas aquáticos. O fósforo é um dos principais elementos responsáveis pela eutrofização, sendo disponível

para os níveis tróficos na forma de fosfato (ESTEVES, 1998).

De acordo com Esteves (1998), os dejetos provenientes de esgotamento sanitário possuem em sua composição consideráveis concentrações de nitrogênio e fósforo, podendo causar além de problemas sanitários diretos, problemas de eutrofização. Na década de 1970, foi constatado no lago de Constance, na Alemanha, que 20% da carga de fósforo presente em suas águas e sedimentos era originada pelos esgotos sanitários.

O aporte de nutrientes e outras substâncias nos rios e lagos pode ocorrer, também, por meio das redes de drenagem pluvial. Muitas cidades que não apresentam estrutura específica para a coleta de esgotos domésticos, ou seja, as redes coletoras de esgoto, acabam por utilizar as redes de drenagem pluvial, caracterizando o lançamento clandestino desses efluentes em corpos hídricos receptores.

As intensas atividades industriais que tiveram sua maior fase de expansão no século passado contribuíram para o desenvolvimento dos países por meio da geração de postos de trabalho e renda entre outros benefícios. O desenvolvimento industrial, também, estimulou a urbanização e o crescimento de algumas cidades, bem como o desenvolvimento de outras cidades, além da formação das regiões metropolitanas. Os processos industriais causaram passivos ambientais das mais variadas ordens, incluindo a degradação da qualidade das águas, salientando que, de forma estratégica, para os padrões da época, as unidades industriais ficavam localizadas próximas dos rios.

Nesta atual fase, em que setores produtivos buscam, por meio da chamada economia verde, entre outras estratégias, alcançar a sustentabilidade em seus processos, é possível constatar uma mudança em relação ao comportamento ambiental das indústrias. O antigo modelo reativo, que era caracterizado pela tomada de decisões somente após a constatação dos passivos ambientais, passa por uma reformulação que resulta no modelo pró-ativo. Tal modelo é caracterizado pela inclusão da variável ambiental nos processos de planejamento que contemplam, entre os seus objetivos, a busca de tecnologias para viabilizar a menor geração de efluentes e maiores índices de reciclagem de matéria-prima, incluindo sistemas de prevenção de acidentes ambientais, reduzindo, desta maneira, os passivos ambientais e o estresse ambiental antropogênico sobre os ecossistemas.

Porém, as atividades industriais representam uma das mais significativas fontes pontuais de poluição hídrica, devido ao lançamento nos ecossistemas aquáticos de efluentes compostos por metais pesados e carga orgânica, que podem provocar alterações na qualidade de água e nos níveis tróficos da biota aquática.

Em relação ao lançamento de nutrientes e demais cargas orgânicas nos corpos hídricos, as indústrias alimentícias são consideradas as mais significativas. Outras atividades industriais, como as indústrias de fosfatização, curtumes e de produtos domissanitários, também são consideradas como relevantes no lançamento de nutrientes, como, por exemplo, o fósforo que é um dos principais nutrientes para o desenvolvimento dos processos de eutrofização. Outro aspecto a ser considerado em relação às indústrias é o fato de que as estações de tratamento de efluentes, muitas vezes, adicionam nutrientes para ativar a fase biológica do tratamento. Porém, esta utilização de nutrientes deve ser monitorada, para evitar a formação e o consequente lançamento nos ecossistemas aquáticos de um efluente final com altos índices de concentração de fósforo e nitrogênio (XAVIER; DIAS; BRUNKOV, 2005).

Nas regiões com intensa poluição atmosférica, tais como grandes centros urbanos e industriais, as precipitações atmosféricas podem contribuir, de ampla forma, para o processo de poluição dos ecossistemas aquáticos. Nessas regiões, a chuva contribui com nitrogênio e outros compostos para a eutrofização dos corpos hídricos, considerando que as fontes pontuais e difusas de nutrientes são variadas e dependem dos diferentes usos do solo nas bacias hidrográficas (ESTEVES, 1998).

Nas áreas urbanas, diversos fatores, tais como a frota automotiva e seus resíduos, líquidos percolados originados pela decomposição de resíduos sólidos, bem como outros resíduos originados de inúmeras atividades, são carreados por meio do escoamento superficial até os corpos hídricos, sendo importantes agentes causadores do comprometimento da qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos (XAVIER; DIAS; BRUNKOV, 2005; GARCIAS; CIDREIRA, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É preciso unir forças e provocar uma reação na comunidade contra este estado das cidades. É

fundamental que a comunidade abomine o estado de degradação das coisas urbanas e denuncie os ultrajes ao meio ambiente.

Neste sentido, propõe-se a criação de uma rede social com o objetivo de reunir as experiências e promover um debate nacional que produza forças suficientes para influenciar na criação de políticas públicas que possam corrigir o passivo ambiental das cidades.

Após as nossas análises sobre a implantação dos processos que podem viabilizar a renaturalização e a revitalização de rios urbanos, sugerimos algumas ações que devem ser colocadas em prática para atingir o objetivo de recuperar os rios. As ações sugeridas são as seguintes: corte das fontes pontuais de poluição (esgotos); recuperação da mata ciliar; promover drenagem sustentável das águas pluviais; conservar ou recuperar as áreas úmidas (áreas de inundação); gestão de resíduos sólidos, evitando a sua entrada nos rios; recomposição dos aspectos morfológicos dos rios (margens e substrato); recomposição da biota aquática e, por fim, participação social em toda as ações.

É importante salientar que fundamentar e implantar as ações que podem promover a renaturalização e a revitalização de rios urbanos constituem tarefas de grande escopo, devido aos seus aspectos multi e transdisciplinares. Portanto, torna-se necessário o aprimoramento de metodologias e referenciais teóricos de aplicações específicas, que possam embasar cada vez mais os princípios e ações dos processos de recuperação dos rios urbanos.

REFERÊNCIAS

- ARZET, K. apud MACHADO, A.T.G.M. *Revitalização de rios no mundo*. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010. p. 154-177.
- BINDER, W. *Rios e córregos*. Preservar, conservar, renaturalizar. Espaço das Águas: As Várzeas de Inundação na cidade de São Paulo, 2001.
- CARRELA, C. E. Rio Tietê: São Paulo-Brasil. In: MACHADO, A.T.G.M. *Revitalização dos rios no mundo*. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010. p. 62-72.
- CASTEROT, B. Rio Sena: Paris, França. In: MACHADO, A.T.G.M. *Revitalização de rios no mundo*. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010.
- CHAMPS, J. R. Projeto Switch, apud MACHADO, In: MACHADO, A.T.G.M.. *Revitalização de rios no mundo*. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010. p. 89-118.
- CONNOLLY, J. F. Rio Anacostia: Whashington, DC, Estados Unidos. In: MACHADO, A.T.G. M. *Revitalização dos rios no mundo*. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010. p. 97-130.
- DALARMI, O. *Utilização futura dos recursos hídricos da Região Metropolitana de Curitiba*. Curitiba, 1995.
- ESPINDOLA, E.L.G.; BARBOSA, D.S.; MEDIONDO, E.M. *Diretrizes ecológicas em projetos de recuperação de rios urbanos tropicais: estudo de caso no Rio Tijuco Preto*. São Carlos, São Paulo, 2005.
- ESTEVES, F. A. *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- FINDLAY, C. S. Estimating the 'critical' distance at which adjacent land-use degrades wetland water and sediment quality. *Landscape Ecology*, v.19, 2006.
- FISRWG. Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices. Federal Interagency Stream Restoration Working Group. 2001. Disponível em: <http://www.usda.gov>. Acesso em: 26 jan. 2013.
- GARCIAS, C. M.; CIDREIRA L. E. Poluição difusa em ambientes urbanos: cádmio, chumbo e mercúrio. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 33., 2012, Salvador. *Anais...* Rio de Janeiro: AIDIS; ABES, 2012.
- HILL R. Rio Tamisa. In: MACHADO, A.T.G.M. *Revitalização de rios no mundo*. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010. p. 131-152.
- LISBOA, A. H. Projeto Manuelzão: uma experiência de revitalização de rios em Minas Gerais, Brasil. In: MACHADO, A.T.G.M. *Revitalização dos rios no mundo*. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010. p. 13-16.
- MATIAS, R. As estações de tratamento de esgoto no processo de revitalização da bacia do rio das Velhas.

In: MACHADO, A.T.G.M. *Revitalização dos rios no mundo*. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010. p. 37-48.

PARKINSON, J. *et al. Drenagem urbana sustentável no Brasil*. Goiânia: UFG, 2003.

REID, P. *Lecturas. Tres visiones sobre el rio Mapocho*. Santiago. Parque Santiago, 2009. Disponível em: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/375/37514397011.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2013.

SALLES FILHO, M.P. Rio Mosquito: a revitalização de um rio do seminário, Minas Gerais: Brasil. In: MACHADO, A.T.G.M. *Revitalização dos rios no mundo*. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010. p. 73-88.

SAUNDERS, C.; NASCIMENTO, E. Proposta para renaturalização de rios da Bacia Hidrográfica do Rio São João - RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 2006, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis; UFSC, 2006.

SCHÄFER, A. *Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais*. Porto Alegre: Ed. da Universidade, 1985.

NOH, S. H. School of Environmental Engineering Yonsei University. In: MACHADO, A.T.G.M. *Revitalização dos rios no mundo*. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010. p. 291-314.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION. Tucson Arizon, 2004. Disponível em: <http://www.ser.org/>. Acesso em: 26 jan. 2013.

SOUZA, J. L. Rio São Francisco: metas e resultados, Brasil. In: MACHADO, A.T.G. M. *Revitalização dos rios no mundo*. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010. p. 315-326.

STALZER, W. Rio Danúbio. União Europeia. In: MACHADO, A.T.G.M. *Revitalização de rios no mundo*. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010. p. 305-326.

TUCCI, C.E.M. Modelos matemáticos de qualidade da água. *A Água em Revista*, v.3, n.5, p. 9-15, nov. 2000.

WEINGERTNER P. Rio Reno, Suíça, França, Alemanha e Holanda. In: MACHADO, A.T.G.M. *Revitalização de rios no mundo*. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010. p. 277-290.

XAVIER, C.F.; DIAS, L.N.; BRUNKOV, R.F. *Eutrofização*. Curitiba: Gráfica Capital, 2005.