

## Requalificação de rios urbanos no âmbito da renaturalização, da revitalização e da recuperação

DOI: 10.20396/labore.v14i0.8659900

**Juliana Caroline de Alencar da Silva**

< <http://orcid.org/0000-0002-9122-8101> >

Universidade de São Paulo / São Paulo [SP] Brasil

**Monica Ferreira do Amaral Porto**

< <http://orcid.org/0000-0003-2256-8935> >

Universidade de São Paulo / São Paulo [SP] Brasil

### RESUMO

A requalificação de cursos d'água, principalmente em áreas urbanas, é um grande desafio para a manutenção e retomada dos serviços ecossistêmicos valiosos prestados por estas áreas, auxiliando no aumento da qualidade de vida da população. As intervenções, em cursos d'água, podem ser classificadas de diferentes formas, em função do grau de atuação em cada uma das frentes envolvidas no processo e no contexto em que o curso d'água está inserido. Neste estudo foi realizada uma revisão da literatura existente sobre o assunto a fim de encontrar qual definição utilizada para cada tipo de requalificação de cursos d'água, e obteve-se o uso predominante de 3 termos: a Renaturalização, a Revitalização e a Recuperação. A renaturalização se dedica ao retorno do sistema às condições naturais, ou às condições pré-desenvolvimento. Já revitalização se dedica à criação de uma nova condição de equilíbrio, diferente da condição natural, para o sistema para que este possa suportar diversos tipos de usos urbanos. Por fim a recuperação se dedica ao reestabelecimento das condições sanitárias do sistema, podendo ser vista como uma etapa intermediária da revitalização e da renaturalização. Diante das demandas existentes em cada uma das três técnicas, neste estudo é realizada a análise crítica da aplicabilidade de cada uma delas para o caso brasileiro.

### PALAVRAS-CHAVE

Renaturalização de rios, Revitalização de rios, Recuperação de rios, Rios Urbanos.

### **Requalification of urban rivers in the context of Restoration, Revitalization, and Recovery**

### ABSTRACT

The requalification of watercourses, mainly in urban areas, is a major challenge for the maintenance and resumption of the valuable ecosystem services provided by these areas, helping to increase the population's quality of life. Interventions in watercourses can be classified in different ways, depending on the degree of performance on each of the fronts involved in the process and the context in which the watercourse is inserted. In this study, a review of the existing literature on the subject was carried out in order to find which definition used for each type of requalification of water courses, and the predominant use of 3 terms was obtained: Restoration, Revitalization and Recovery. Restoration is dedicated to the return of the system to natural conditions, or to pre-development conditions. Already revitalization is dedicated to the creation of a new condition of balance, different from the natural condition, for the system so that it can support different types of urban uses. Finally, the recovery is dedicated to the reestablishment of the sanitary conditions of the system, which can be seen as an intermediate stage of revitalization and restoration. In view of the demands existing in each of the three techniques, this study carries out a critical analysis of the applicability of each of them to the Brazilian case.

### KEYWORDS

River restoration. River revitalization. River recovery. Urban Rivers.

## 1. Introdução

A mudança no uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica devido ao processo de urbanização, principalmente quando não planejado, resulta em uma série de impactos sobre os recursos hídricos, privando assim a população de diversos serviços ecossistêmicos valiosos desempenhados pelos ecossistemas aquáticos saudáveis. A ciência do manejo das águas urbanas surge então como resposta a este processo, a fim de auxiliar na requalificação destes ambientes, promovendo assim a reaproximação do homem com as águas.

No Brasil a estruturação do sistema viário se deu com a ocupação dos fundos de vale, constituindo as conhecidas avenidas sanitárias, no entanto as canalizações realizadas não têm se mostrado satisfatórias do ponto de vista hidrológico, uma vez que as mudanças na ocupação do solo fizeram com que a eficiência de sua seção fosse comprometida, e também do ponto de vista ambiental, uma vez que tais canais constituem estruturas de concreto sem vida alguma. A degradação dos corpos d'água urbanos vem ressaltando a importância da requalificação destes e da importância da preservação dos sistemas naturais remanescentes (Cardoso & Baptista, 2011).

Nas últimas décadas tem sido adotado um enfoque mais abrangente em muitos dos projetos que envolvem intervenções em corpos d'água, incluindo as questões sociais e ambientais das áreas de várzeas em conflito com a urbanização, no entanto, ainda que o conceito tenha evoluído, o que se observa muitas vezes na prática é uma série de intervenções incompletas, como é o caso da implantação de parques lineares em áreas onde há a manutenção de rios poluídos (Travassos & Schuit, 2013).

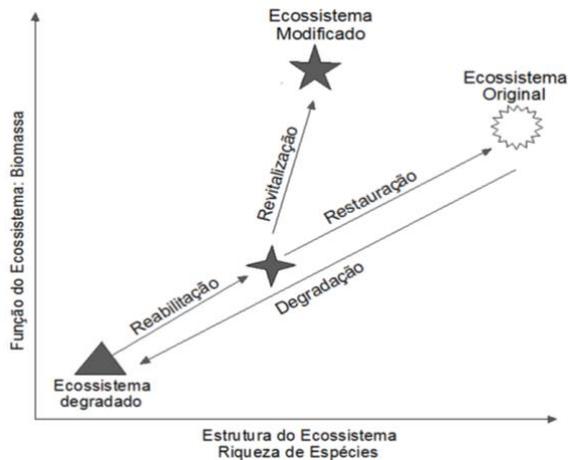
Cengiz (2013) divide em três áreas os princípios para um desenho ecologicamente correto para as áreas de várzea, sendo eles: 1) Princípios gerais, onde há a previsão de metas ecológicas e de desenvolvimento econômico, a proteção e restauração das características naturais dos rios, restauração da comunidade ribeirinha, promoção de medidas que atraiam a população para próximo do corpo d'água, como atividade de lazer ao ar livre e o envolvimento desta comunidade no processo de planejamento. 2) Princípios de planejamento, onde é previsto a consolidação da relação entre a comunidade ribeirinha e o rio, conhecimento do ecossistema do rio, devido ao dinamismo dos rios minimizar o desenvolvimento humano nas várzeas, fornecimento acesso público e recreação, promoção de eventos para a comemoração da história ambiental do rio a fim de criar uma relação entre o rio e a sociedade. 3) Princípios do desenho, onde é prevista a proteção da função natural do rio, criação de zonas de proteção para áreas sensíveis, restauração das moradias dos ribeirinhos, uso de alternativas não estruturais para gestão dos recursos hídricos, reduzir as construções impermeáveis, priorizar o uso de abordagens não estruturais e a instalação de equipamentos de lazer de forma segura para o usuário.

Em função da preocupação com a questão das inundações em áreas urbanas, Cengiz (2013) elenca possíveis usos para as áreas de várzea para diferentes manchas de inundação para cada período de retorno considerado, para que haja a integração entre interesses sociais, econômicos e ambientais. A mancha de inundação alcançada por uma chuva com período de retorno de meio ano, fica destinada a reservas naturais, parques infantis e jardins; Já a mancha para o período de retorno de um ano, fica reservada para estacionamentos temporários, estradas de baixa circulação e construções de uso intermitente, resistentes à água; Para um período de retorno de 25 anos, permite-se estradas de maior circulação, parques de estacionamento e edificações com pavimento térreo, mas de uso intermitente; E a mancha atingida pelo período de retorno de 100 anos, permite por fim grandes áreas urbanas, exceto hospitais e outros serviços essenciais.

As intervenções, em cursos d'água, podem ser classificadas de diferentes formas, em função do grau de atuação em cada uma das frentes envolvidas no processo e no contexto em que o curso d'água está inserido. Neste estudo foi realizada uma revisão da literatura existente sobre o assunto a fim de encontrar qual definição utilizada para cada tipo de requalificação de cursos d'água, e obteve-se o uso predominante de 3 termos: a Renaturalização, a Revitalização e a Recuperação. Estes termos serão melhor descritos nos próximos itens.

## 2. Requalificação de cursos d'água

É possível classificar a requalificação de cursos d'água em 3 âmbitos: A Restauração ou renaturalização: Restabelecer as relações entre o corpo d'água e a paisagem de modo a retornar o corpo d'água a condição natural, ou o mais próximo possível da condição natural; A Reabilitação ou recuperação: que visa o reestabelecimento das condições físicas, químicas e biológicas do corpo d'água, de modo a reestabelecer as condições sanitárias deste; A Revitalização: Restabelecer as relações entre o corpo d'água e a paisagem de forma funcional, ou seja, reintroduzir o canal dando novamente vida a este, sem privar outros usos (Cengiz, 2013; e Findlay & Taylor, 2006).



**Figura 1.** Tipos de intervenções em corpos d'água. Fonte: Adaptado de Findlay & Taylor (2006).

Projetos de revitalização tem como diferencial não se limitar somente à condição sanitária do corpo d'água, sendo aqueles que se preocupam em integrar um conjunto de variáveis, como por exemplo as naturais, urbanísticas, sociais e de gestão no processo de decisão (Cardoso & Baptista, 2013). A abordagem dos programas de revitalização deve manter uma visão holística que leve em conta a integração dos processos que ocorrem na bacia, no corpo d'água e nas zonas ripárias (Ward et al., 2001). Além disso, não é possível realizar uma intervenção duradoura em um corpo d'água sem um forte suporte público (Petts, 2007).

Segundo Chin e Gregory (2005) é possível identificar cinco categorias para o potencial de recuperação de um corpo d'água: 1) Intactos: operando de forma em que pequenas perturbações são auto ajustadas facilmente garantindo a manutenção do meio equilibrado; 2) Aptos à recuperação: se recuperam com facilidade de um eventual distúrbio, mantendo suas características essenciais em equilíbrio, ou seja, são moderadamente resistentes; 3) Pré-degradados: em processo de ajuste frente à perturbação e em estado de deterioração progressiva; 4) Ponto de viragem: em transição para um estágio de degradação, neste ponto os canais podem se recuperar ou se degradar por completo; 5) Degradado: Estágio em que o corpo d'água não se auto recupera, sendo necessárias intervenções diretas, ou seja, não basta cessar a fonte do impacto. A classificação funciona como instrumento de identificação de áreas com potencial maior para recuperação e que por sua vez demanda menores investimentos para tanto.

Cardoso e Baptista (2011) propõem um indicador para avaliar intervenções necessárias em corpos d'água urbanos, a metodologia se baseia em doze parâmetros, sendo eles: Forma/sinuosidade; Leito e margens; Condições de inundação no local; Impacto sobre as vazões de jusante; Processo de erosão e assoreamento; Diversidade de habitats; Áreas verdes adjacentes ao corpo d'água; Impacto paisagístico; Proliferação de insetos; Áreas e equipamentos urbanos de lazer; Desapropriação, remoção e reassentamento da população; e Valorização financeira da área.

Cardoso e Baptista (2013), propõem ainda uma metodologia multicriterial para orientação de processos decisórios em cursos d'água urbanos, baseada em quatro etapas: concepção, análise, comparação e seleção de alternativas. Os autores demonstraram a aplicação da metodologia para o Córrego Engenho Nogueira, dentro do Campus da UFMG, obtendo resultados eficientes na análise de quatro alternativas de intervenção para a área, auxiliando no processo de seleção.

### 3. Princípios e desafios da requalificação de cursos d'água

Pereira (2001), com base nos princípios descritos pela USEPA, elenca alguns princípios indispensáveis para que um projeto de renaturalização seja bem sucedido, sendo eles:

- A preservação e proteção dos recursos aquáticos, uma vez que a existência de ecossistemas intactos são peças chave para a recuperação de sistemas degradados;
- Restauração e integridade ecológica, que se refere à estrutura, composição e processos naturais da biota e das variáveis físico-químicas;
- Restauração da estrutura física natural, muitos dos problemas de corpos d'água degradados se devem às alterações na configuração do canal resultante de canalizações e retificações, que por sua vez resultam na degradação do ecossistema aquático, dos fluxos hidráulicos e dos processos de transporte de sedimento;

- Restauração da função, a fim de garantir a sustentabilidade do processo;
- Trabalhar a restauração no contexto da bacia hidrográfica e da paisagem, uma vez que estas são responsáveis por moldar o corpo d'água;
- Apontar continuamente as causas da degradação, uma vez que uma rápida resposta à degradação resulta em um processo de mitigação mais eficiente; e
- Monitoramento, antes e depois do processo para a consolidação do mesmo e verificação do atendimento dos objetivos.

Já Petts (2007) elenca para um efetivo processo de revitalização de corpos d'água em áreas urbanas os seguintes elementos:

- A qualidade da água deve ser adequada para a manutenção da biota;
- Em zonas críticas de inundação, deve-se envolver as pessoas nos estudos de concepção para manejo da água na área;
- Envolver a comunidade no processo de planejamento da bacia hidrográfica;
- Não permitir construções nas áreas de várzea;
- Sempre tornar as áreas de várzeas interessantes à população;
- Criar oportunidades ao longo do rio para atividades de educação ambiental sobre o rio e sobre sua biota;
- Quando houver a remodelagem do canal, aproveitar a oportunidade para realizar a remoção das construções existentes nas áreas de várzea;
- Sempre que possível priorizar traçados que permitam que o rio tome sua forma sinuosa natural, permitindo que a água flua livremente;
- Aumentar as possibilidades de acesso seguro ao rio, tendo em conta as necessidades das crianças e dos portadores de necessidades especiais;
- Havendo terreno disponível e condições adequadas, promover a criação de zonas úmidas;
- Promover ao longo do rio, áreas para que as pessoas possam realizar atividades de lazer, como pistas de caminhadas e estruturas esportivas; e
- Gerir os resíduos de forma eficiente para que não haja nenhum lixo no rio e ao longo das margens.

E Palmer et al. (2007), elenca com base na análise de diversos projetos em andamento nos EUA e na entrevista de consultores que atuam nestes projetos as seguintes recomendações para a realização de projetos de revitalização:

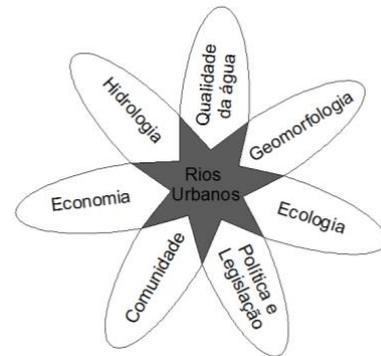
- Os projetos devem ser baseados no grau de degradação da bacia e desenvolvidos em escala adequada, a fim de viabilizar sua aplicação;
- O projeto deve observar as características específicas da bacia, como o uso do solo, a hidrologia e o meio biótico, a fim de assegurar que o projeto não demande grandes intervenções futuras para manutenção de seus resultados, ou seja, que a revitalização seja autorregulada;
- O projeto deve ser acompanhado de um programa de monitoramento, a fim de garantir que as metas estabelecidas na etapa de planejamento sejam cumpridas;
- Devem ser estabelecidos mecanismos de financiamento e regulamentação, a fim de assegurar a implantação total do projeto; e
- Deve-se envolver a população em todas as etapas do projeto, a fim de tornar os resultados permanentes.

A revitalização de corpos d'água em áreas urbanas esbarra em 3 questões, as sociais e políticas, as econômicas e as ambientais, que servem de embasamento para justificar o porquê revitalizar um corpo d'água. Para reestabelecer a integridade de corpos d'água é necessário pensar em componentes como a ecologia, a hidrologia, a geomorfologia e a qualidade da água de forma integrada (Findlay & Taylor, 2006).

Na América do Norte, projetos de revitalização têm alguns objetivos comuns, como a melhoria das áreas ripárias e a melhoria dos habitats, para tanto são necessárias ações voltadas para o replantio de vegetação, eliminação da pecuária das áreas de várzea e manutenção da mata ciliar. A revitalização está muito atrelada ao tipo de usos pretendidos, por exemplo, nos rios da América do Norte há uma grande preocupação em manter a integridade do ecossistema devido ao uso dos rios para a pesca de Truta e Salmão; Já na Europa a preocupação está muito voltada para o controle no transporte de sedimentos e assoreamento dos rios, uma vez que há uma grande demanda para a navegação (Pereira, 2001). Nestes países a revitalização constituiu uma atividade importante para reestabelecer a identidade dos corpos d'água, possibilitando o uso múltiplo das águas (Kondolf, 2006).

Findlay & Taylor (2006) citam como uma das principais causas do sucesso dos programas de revitalização de corpos d'água na Austrália, a ampla participação da comunidade no processo. Os projetos de maior sucesso foram aqueles que implantaram nas margens de seus canais estruturas para controle de inundações que eram associadas a áreas de recreação para a comunidade. Além disso, a população mostrou-se mais favorável às soluções que passavam uma imagem mais natural do canal, que incluíam a previsão de vegetação nas margens. As áreas no entorno dos canais reabilitados no município de Perth, tiveram seu valor imobiliário aumentado em 17%. Segundo os autores existem diversas razões para revitalizar um corpo d'água, algumas são mais evidentes como as que envolvem a qualidade da água e os fenômenos erosivos, no entanto há também motivos mais discretos, como os sociais e econômicos, portanto é necessário estabelecer um equilíbrio entre os diversos aspectos envolvidos, como mostrado no diagrama da Figura 2.

A legislação europeia exige que os projetos de revitalização sejam interdisciplinares e que integrem a geomorfologia, a hidrologia, a hidráulica e a ecologia pluvial, no entanto esta integração se torna difícil quando o intuito é definir o que é a revitalização de um corpo d'água, já que cada ciência tem suas prioridades e seu conceito de projetos viáveis. A definição de "Natural" sofre variação em função da ciência em que o termo está sendo considerado, no entanto quando tratamos da revitalização de corpos d'água o mais palpável é que um corpo d'água revitalizado seja aquele que esteja reintegrado à paisagem e à população e não aquele que retornou a uma condição original (Newson et al., 2006).



**Figura 2.** Equilíbrio do processo de intervenção em corpos d'água. Fonte: Adaptado de Findlay & Taylor (2006).

O estado da Califórnia é um dos estados americanos que mais investe na requalificação de rios, seu programa de revitalização CALFED *Bay-Delta* investiu entre 1996 e 2005 \$500 milhões em projetos. Analisando o banco de dados do estado, composto por 4023 projetos, os focos de projeto mais comuns encontrados foram: a qualidade da água (20%), o manejo da mata ciliar (15%) e a estabilização das margens (13%). Além disso, 22% dos projetos no banco de dados possuíam um programa de monitoramento (Kondolf et al, 2007).

Em São Paulo, o Programa de Recuperação Ambiental de Cursos D'água e Fundos de Vale, previsto pelo Plano Diretor Estratégico, idealizado para constituir uma parceria entre a Secretaria Municipal do Planejamento (SEMPA), a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA) e a Secretaria Municipal da Habitação (SEHAB), prevê a integração das áreas de várzea através da implantação de parques lineares como ferramenta fundamental para a consolidação destas áreas como espaços públicos. O município possui 1637 áreas de interesse social, onde cerca de 1/3 destas estão situadas total ou parcialmente sobre áreas de várzea, portanto a questão da revitalização de corpos d'água na cidade, que reflete a realidade de outros centros urbanos no Brasil, está intimamente atrelada à questão habitacional (Travassos & Schuit, 2013).

Palmer et al. (2005) elenca cinco passos para um programa de revitalização de corpos d'água de sucesso. O primeiro inclui a criação de uma imagem de referência para o corpo d'água que considere as características dinâmicas relacionadas às características ecológicas, hidrológicas e geomorfológica traçando os objetivos que deverão ser alcançados e os valores referência para as variáveis consideradas; O segundo inclui a seleção de um conjunto de indicadores, seja da qualidade da água como também da melhoria do regime do canal, que sirvam para avaliar se as metas de melhoria do canal estão sendo atingidas; O terceiro estipula que o projeto deve priorizar a criação de um canal resiliente, que em longo prazo demande poucas intervenções para sua manutenção e que absorva bem os pequenos impactos; O quarto prevê que haja o monitoramento do canal mesmo após a conclusão das intervenções a fim de verificar se a condição se mantém estável; e por fim o quinto prevê a avaliação do processo para checagem das etapas concluídas com sucesso. O diagrama apresentado na Figura 3, mostra o ponto de integração das



**Figura 3.** Zona de intersecção dos projetos de revitalização de corpos d'água mais eficazes. Fonte: Adaptado de Palmer et al. (2005).

variáveis consideradas no processo de revitalização de corpos d'água, ou seja, o processo mais efetivo é aquele que encontra um ponto de equilíbrio entre elas.

Segundo Baker e Eckerberg (2013) em sua análise política do processo de restauração ecológica, apesar da ideia de que o processo deve ser multidisciplinar, poucos estudos dão atenção à importância das políticas públicas na consolidação do mesmo. A política tem a função de organizar os interesses de diferentes atores da sociedade de forma a balizar os interesses envolvidos, uma vez que apesar de haver órgãos específicos que cuidam dos interesses ambientais, como ministérios do meio ambiente e dos recursos hídricos, estes dependem de outros setores para seu bom funcionamento, como energia, agricultura, transporte, etc., portanto a existência de políticas que organizem a relação entre eles é de grande importância (Baker & Eckerberg, 2013).

A elaboração de uma política para programas de interesse ambiental segue uma série de estágios, como a definição de uma agenda (Propostas e foco do programa), formulação da política (Definição da escala espacial e temporal e das fontes de financiamento), implementação (Identificação das características da área, dos aspectos técnicos e investigação junto aos agentes envolvidos) e avaliação (Técnica, histórica, ecológica, social e econômica) (Baker & Eckerberg, 2013).

A restauração ecológica pode ser aplicada em diferentes sistemas, incluindo áreas urbanas e rurais, podendo ainda ser aplicada em diversas escalas, desde a remediação de pequenas áreas, até grandes projetos como a revitalização do rio Kissimmee na Florida. Ao escolher a escala de intervenção em uma bacia um dos principais desafios é lidar com casos em que há a transposição de limites fronteiriços, já que cada unidade de gestão possui suas próprias legislações, bem como interesses particulares e impedimentos financeiros. Como exemplo, o que ocorre na bacia do rio Colorado nos Estados Unidos e México e no lago Ohrid-Prespa na Grécia e Macedônia (Baker & Eckerberg, 2013). A escolha de áreas menores acaba minimizando este tipo de problema e garantindo maior sucesso para o projeto.

À crescente preocupação com as mudanças climáticas tem potencializado o interesse em projetos de revitalização, uma vez que as projeções indicam uma mudança significativa nos regimes de chuva em todo o globo, e quando se trata de áreas urbanas pequenas mudanças podem resultar em consequências catastróficas. Desta forma muito tem se discutido sobre a importância da criação de sistemas resilientes, que sejam capazes de absorver tais alterações sem impactar significativamente a população, contrário dos sistemas usuais, que dependem de manutenções constantes e não tem flexibilidade para suportar sobrecargas (Palmer et al., 2007).

## 4. Participação da população

Segundo Macedo e Magalhães (2011), a velha concepção de tratamento de canais em áreas urbanas está tão consolidada na percepção da população, que mesmo que as novas soluções sejam eficientes, a população se mantém temerosa. Uma das alegações mais comuns é a de que a ausência de manutenção das estruturas pode levar a problemas sanitários no futuro, o que não deixa de ser uma preocupação pertinente, uma vez que um dos grandes problemas dos sistemas de drenagem urbana brasileiros é a falta de manutenção ou sua realização inadequada. Ainda segundo os autores, a mudança no uso da água de um uso puramente sanitário para outros ligados ao lazer, criando condições estéticas mais favoráveis, promove uma maior integração do corpo d'água com a paisagem e a vida urbana, fazendo com que a população volte a se identificar com o corpo d'água.

Petts (2007) a fim de compreender melhor a importância do envolvimento da população no processo de revitalização de rios urbanos, realizou um estudo com um grupo de pessoas, sem formação específica na área, envolvidas no processo de revitalização de um rio urbano, onde foi identificado que ao envolver a população no processo, essa passa a agregar conhecimentos específicos, passa a estabelecer uma conexão com o corpo d'água e a atuar ativamente na comunidade, representando um grande ganho para o processo como um todo. Os mesmos agentes, quando perguntados sobre o que consideravam essencial em um projeto de revitalização, apontaram a presença de espaços públicos abertos à comunidade, onde a população possa realizar atividades ligadas à recreação e onde os jovens possam criar uma identidade positiva e até mesmo afetiva com as águas.

O encorajamento para que a sociedade como um todo se envolva no processo de revitalização de corpos d'água deve ser realizado com cautela, uma vez que a fusão do público com o acadêmico não necessariamente resulta em programas sustentáveis, já que muitas vezes o envolvimento político pode dar ênfase nos ganhos em curto prazo, descaracterizando os projetos de revitalização que acabam se tornando “falsos naturais”, ou seja, imitando formas naturais para garantir a estética e retirando os elementos que tornam o projeto realmente sustentável (Newson et al., 2006).

Através da utilização de pesquisas amostrais (*surveys*) para avaliação da percepção social e das mudanças de comportamento em relação aos cursos d'água após as intervenções do “Programa de Recuperação Ambiental e Saneamento dos Fundos de Vale e dos Córregos em Leito Natural em Belo Horizonte – DRENURBS, na bacia do córrego Baleares, observou-se que há um baixo envolvimento da população no processo de revitalização, cerca de 9% dos entrevistados residentes na bacia indicaram alguma participação. Segundo pesquisa realizada no Córrego Baxter, na Califórnia, onde foi analisada somente a participação dos moradores que vivem em frente ao curso d'água, 42% dos entrevistados apontaram sua participação nas ações de revitalização (Macedo e Magalhães, 2011).

Quando perguntados sobre as obras realizadas no Córrego Baleares, 50% da população indicaram a preferência por uma avenida sanitária, ao invés das ações de revitalização, e o argumento mais citado (44%) para justificar sua rejeição foi o de que uma avenida sanitária melhoraria o acesso viário. Outras causas citadas foram que a avenida resultaria na redução de vetores (20%), protegeria o córrego da poluição (14%), geraria maior valorização da área (10%), que cobriria o córrego (8%), o parque seria perigoso (3%) e que a avenida resultaria na proteção contra enchentes (3%) (Macedo e Magalhães, 2011). A maioria das alegações apresentadas é equivocada, indicando a importância da conscientização da população sobre a gestão de recursos hídricos em áreas urbanas.

Sempre que há uma alteração na paisagem, cuja população já está familiarizada, há uma contestação por parte desta, ainda mais se tais alterações resultem em alterações na acessibilidade da área, portanto o envolvimento da população residente na fase de projeto é de grande importância, para que haja a aceitação da intervenção. Importância ainda deve ser dada à heterogeneidade existente dentro da população envolvida, a fim de garantir que a maior parcela possível da população seja integrada no processo decisório (Seidl & Stauffacher, 2013). Segundo Palmer et al. (2007), que realizou uma revisão dos projetos de revitalização de rios nos EUA, os projetos que obtiveram melhores resultados foram aqueles onde havia o envolvimento da população residente na bacia no projeto.

Os moradores de áreas próximas a zonas alagadas da Nova Escócia no Canadá quando questionados sobre estas áreas, indicaram elas como parte integrante do bairro e como zonas promotoras de áreas de lazer, indicaram ainda que acreditam que estas áreas elevam o valor dos imóveis devido à beleza paisagística (Manuel, 2003). A manutenção destes espaços como áreas saudáveis é o elemento chave para a criação de um vínculo entre os mesmos e a população.

A consulta pública sobre as iniciativas de revitalização do delta rio Reno realizada no estudo de Buijs (2009) revelou que a população se mostra mais envolvida e favorável ao projeto, quando este tem potencial de valorização paisagística e respeita os valores culturais da região. Aspectos ligados a questões ecológicas não se mostraram atrativos à população entrevistada. O autor ressalta a necessidade de criar alianças locais durante processo de elaboração do projeto de revitalização, a fim de envolver os cidadãos comuns para que compreendam a importância das ações do projeto, contrabalanceando grupos críticos que tenham interesse nas terras para outros usos.

O estudo realizado por Seidl e Stauffacher (2013), onde foi aplicado um questionário para avaliar a percepção dos moradores da bacia do Rio Thur na Suíça sobre a sua revitalização, revelou que há uma relação entre a idade do entrevistado e a sua tendência a aceitação do projeto. O índice de aceitação do projeto foi maior entre pessoas mais jovens, enquanto na parcela mais velha dos entrevistados indicou com maior frequência que “Os seres humanos têm direito de modificar a natureza em benefício próprio” e que “A natureza não deve obstruir o desenvolvimento econômico”. Tal resultado revela que na população está em curso uma mudança de mentalidade, onde a natureza vem ganhando maior importância.

## 5. Experiência internacional

A preocupação com a restauração ecológica tem crescido de forma acelerada nos últimos tempos, tal fenômeno se deve principalmente com o aumento da preocupação com os impactos resultantes das mudanças climáticas bem como no crescente interesse nos serviços ambientais que os ecossistemas degradados poderiam prover (Nilsson & Aradóttir, 2013). Na Europa e nos EUA as iniciativas para restauração de ambientes aquáticos são tomadas principalmente por entidades públicas com base no planejamento participativo, incluindo a população no processo, por outro lado no Japão as ONG's são as grandes responsáveis por estas iniciativas (Seidl & Stauffacher, 2013).

Hagen et al. (2003) identifica para os países nórdicos na Europa vários tipos de degradação ecológica, dentre eles destaca o desmatamento, a drenagem de zonas úmidas, a canalização de rios, a expansão do pasto, a urbanização e a introdução de espécies exóticas, portanto dois dos tipos de degradação identificados são ligados às águas. Tais degradações sempre foram preocupantes tendo em vista que o ciclo de recuperação dos ambientes nórdicos é mais lento, devido às suas características naturais como ciclo vegetativo curto, renovação lenta de nutrientes e longos invernos que tendem a criar restrições ao desenvolvimento da biota (Nilsson & Aradóttir, 2013).

Na Dinamarca, devido à conversão das florestas em pastos e áreas para cultivo agrícola, as áreas alagadas foram drenadas e os rios canalizados para aumentar o aproveitamento do uso do solo, o que resultou em diversos impactos, com destaque para a eutrofização das águas devido ao uso de insumos agrícolas, desta forma, os principais esforços para restauração ecológica no país estão voltados para o reflorestamento e o controle da eutrofização em rios e lagos, a fim de retomar a biodiversidade aquática. O maior projeto de restauração da Dinamarca é o do Rio Skjern, rio que corta o território da Dinamarca passando por áreas agrícolas e pequenos núcleos urbanos. O projeto visa o restabelecimento dos processos naturais de retenção de nitrogênio e fósforo no corpo d'água a fim de recuperar sua qualidade ambiental (Hagen et al., 2003).

Na Islândia, metade das áreas úmidas do território foi drenada no século XX para aproveitamento na agricultura e ocupação urbana, havendo hoje grandes problemas com relação aos processos erosivos, sendo a maioria dos projetos de restauração voltados para o controle da erosão. Já na Suécia, o uso histórico dos rios foi para escoamento de toras provenientes da exploração de madeira das florestas nativas e para geração de energia. Hoje há predomínio do reflorestamento e os rios não são mais usados para escoamento de toras, mas ainda há grande importância no uso dos mesmos, para geração de energia, o que muitas vezes cria empecilhos para projetos de restauração ecológica. As principais ações de restauração em rios no país são voltadas para conservação de espécies migratórias de peixes, que necessitam transpor as barragens existentes nos rios do país (Hagen et al., 2003).

Nos países nórdicos a atenção especial está na recuperação das áreas úmidas que foram drenadas para propiciar outros usos, o que representa um grande desafio, já que contrário da restauração de rios que se concentra no reestabelecimento das condições físico-químicas da água propiciando o reestabelecimento das condições biológicas, a renaturalização de áreas alagadas depende de reestabelecer primeiramente o regime hidrológico da área, o que torna o processo ainda mais complexo. Quando se trata de intervenções em áreas degradadas, o conceito de renaturalização só é bem aceito e de fato empregado quando há pouco interesse utilitário da área, já áreas que possuem importância cultural, geralmente recebem uma abordagem no sentido de revitalizar e não renaturalizar (Hagen et al., 2003).

Na Suíça, no início do século XIX diversas intervenções para o controle das inundações foram realizadas, impactando severamente o ecossistema aquático, havendo a perda da maioria das áreas alagadas do país. No entanto, nas últimas décadas houve uma mudança de mentalidade e os corpos d'água têm passado por programas de revitalização para reestabelecimento das suas funções naturais, sem deixar de atender os interesses técnicos relativos à segurança contra inundações. Tais projetos tem garantido maior espaço para os rios e sua capacidade de descarga, ou seja, tem unificado as funções de drenagem com as ecológicas (Seidl & Stauffacher, 2013).

O rio Isar, que corta a cidade de Munique na Alemanha, foi chamado por ambientalistas na década de 80 de rio morto, mas o processo foi revertido graças a um amplo programa de revitalização nas décadas seguintes que visou reabilitar o rio para os usos necessários à cidade, de navegação, manancial de captação de água, geração de energia e lazer (Cengiz, 2013).

O rio Besos em Barcelona sofreu um intenso processo de degradação no século XIX, encontrando-se, na década de 90, totalmente poluído por esgotos domésticos e industriais, além de resíduos urbanos. O rio sofreu inundações importantes que resultaram em diversos danos à cidade, com perda de patrimônio e a morte de pessoas, devido a isso diversas intervenções foram adotadas, resultando na retificação da calha do rio com tratamento em concreto, convertendo o finalmente em um canal de escoamento de esgotos. Com perspectiva da realização dos jogos Olímpicos em Barcelona em 1992, o poder público definiu como meta a revitalização do rio Besos, obtendo um financiamento de 20 milhões de dólares para execução do projeto de revitalização (Martín-vide, 1999).

A revitalização do rio Besos contemplou um trecho de 6 km, cortando dois municípios, Montcada a montante e Santa Coloma a jusante, e neste ponto houve duas visões de projeto diferentes, pois a montante havia grande

disponibilidade de parques que eram utilizados pela poluição, havendo menor demanda de áreas de lazer junto ao canal, contrário do que ocorria a jusante, onde a demanda por áreas de lazer era maior. Portanto a montante, as áreas adjacentes ao canal foram utilizadas para implantação de *Wetland's*, colonizadas com espécies adequadas para promover a retenção de nutrientes das águas residuárias, a fim de promover a melhoria da qualidade das águas do canal, enquanto a jusante, as áreas adjacentes abrigaram um parque para uso da população, equipado de rampas e escadarias de acesso e de alarmes de alerta de inundação para evacuação do parque, atendendo assim os dois usos pretendidos inicialmente: qualidade das águas e recreação (Martín-vidé, 1999).

A montante foi adotado um traçado mais meandrante, uma vez que as margens eram menos demandadas e no trecho a jusante, foi mantido um traçado mais retilíneo para comportar o parque instalado em suas margens. As características hidráulicas dos dois trechos foram modeladas para entender a dinâmica do aporte de sedimentos e o comportamento do canal diante das vazões de pico revelando a forma adotada para os dois trechos era adequada, demandando apenas algumas ações de manutenção para controle da retenção de sedimentos nos meandros. por fim, a revitalização do canal foi considerada um sucesso, pois atingiu os objetivos pretendidos, tanto no que se refere à qualidade da água, pois houve melhoria significativa da mesma, bem como no que se refere à recreação, pois houve uma aceitação significativa do parque pela população (Martín-vidé, 1999).



**Figura 4.** Rio Isar revitalizado. Fonte: Cengiz (2013) / Rio Besos revitalizado. Fonte: Ajuntament de Santa Coloma de Gramenet (2015).

Na Turquia o projeto de revitalização do rio Porsuk, que historicamente tem grande importância na irrigação, foi pautado na despoluição orgânica e na criação de cinturões verdes e áreas de lazer ao longo de suas margens; Já o rio Bartın, sob forte pressão da urbanização teve seu projeto de revitalização atrelado à necessidade de conter as inundações que afetavam as áreas urbanas, o projeto fez amplo uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG) para nortear o planejamento do corpo d'água a fim de reduzir o risco de inundações, melhorar o transporte e conectar os ambientes naturais, culturais e históricos (Cengiz, 2013).



**Figura 5.** Rio Porsuk revitalizado. Fonte: Cengiz (2013).

O rio Tamisa que corta o centro de Londres é um exemplo famoso de revitalização. O rio sofreu um intenso processo de degradação ao desenvolvimento industrial e urbano durante os séculos XIX e XX, além de ter seu canal estreitado e aprofundado para navegação e defesa contra cheias. Em 1957 o rio foi declarado morto. Hoje o rio encontra-se despoluído e é considerado um dos rios urbanos mais limpos da Europa, graças a um

intenso processo de controle de cargas poluidoras, apresentando alterações pontuais na qualidade de suas águas associadas ao lançamento de esgotos devido à ocorrência de chuvas extremas (Francis & Hoggart, 2009).

Nos EUA 79% dos rios encontram-se sob influência de atividades humanas e 19% abrigam reservatórios, restando apenas 2% em condições naturais. Além disso, cerca de 70% da mata ciliar ao longo dos rios foram perdidas e um terço dos rios são considerados poluídos (Palmer et al., 2007). O reconhecimento da importância dos serviços ecossistêmicos perdidos com a degradação destes ambientes, faz com que os EUA seja um dos países mais ativos em programas de revitalização e renaturalização de rios – segundo Palmer et al. (2007) há 37 mil projetos em andamento – sendo referência mundial no assunto.

Um projeto importante é o da revitalização do rio Mississippi, o rio corta grande parte do território dos Estados Unidos, sendo historicamente usado para navegação e recreação. Passou por um processo de recuperação e revitalização na década de 30, e hoje tem suas águas despoluídas, possuindo em suas margens diversas estruturas de lazer, como parques e feiras de exposição. Já a revitalização do Rio Trinity em Dallas contemplou 5 etapas: proteção contra inundações; gestão ambiental; recreação; transporte e desenvolvimento socioeconômico. Para tanto foram construídas wetlands, diques, áreas de lazer dentro das zonas de inundação, trilhas para caminhada e cinturões verdes. Já o plano de revitalização do Rio Onondaga em Nova York com forte componente comunitário forneceu as orientações para aumentar as oportunidades sociais, ambientais e econômicas. Os principais problemas enfrentados foram a redução da qualidade da água devido às cargas difusas, as mudanças nos habitats e o limitado acesso público. Desta forma, foram executadas pistas de caminhadas nas margens, mirantes ao longo do rio, pontos de comércio e ainda obras de estabilização das margens para redução da carga de sedimentos (Cengiz, 2013).

O Rio *San Antonio*, no Texas, após sofrer uma terrível inundação na década de 20, foi foco de um grande estudo para contenção de inundações que mais tarde foi aprimorado para abranger sua recuperação e revitalização. Na época a população foi consultada sobre a proposta e 96,6% indicou que a iniciativa seria uma excelente ferramenta para aumentar a atratividade turística da bacia. Hoje o projeto encontra-se totalmente implantado e a área é chamada de pequena Amsterdã (Cengiz, 2013).



Figura 6. Rio San Antonio revitalizado. Fonte: Cengiz (2013).

O rio Gwynns em Baltimore, sofreu um intenso processo de degradação desde o século XVII, suas várzeas foram convertidas em áreas agrícolas, industriais e em núcleos urbanos, que resultaram também no lançamento de diversas cargas poluidoras diretamente no rio, comprometendo severamente a qualidade das suas águas. Somente no início do século XX, com o enfraquecimento do uso industrial e agrícola na região, houveram as primeiras iniciativas para revitalização do rio Gwynns, que se basearam no tratamento das cargas poluidoras, a fim de recuperar a qualidade de suas águas e com a implantação de um parque que se estende desde suas nascentes até os limites da cidade de Baltimore (Groffman et al., 2003).

O rio Los Angeles, em Los Angeles na Califórnia, passou por diversas intervenções a partir de 1938 que resultaram na conversão de 82 km de rios e córregos de sua bacia em canais de concreto, a fim de garantir o rápido escoamento de suas águas, no entanto esse processo aliado ao lançamento de cargas poluidoras resultou na perda da qualidade de suas águas prejudicando a jusante importantes praias da costa da Califórnia. Em 1990 foi elaborado um plano diretor para a bacia cujo objetivo foi a criação de uma rede de parques ao longo dos corpos d'água da bacia, providos de vegetação, com trilhas e ciclovias, a fim de recuperar a qualidade de suas águas. O grande diferencial do projeto foi a previsão de importantes parques mesmo em áreas densamente

ocupadas, para isso contam com ajuda do poder público para realização de desapropriações e mudanças no tráfego (Otto, McCormick & Leccese, 2004).

O rio apesar de despoluído, graças ao rigoroso programa de controle de resíduos sólidos e da consolidação do sistema de esgotamento sanitário, ainda encontra-se com poucos pontos de acesso à população, limitados aos parques na periferia da cidade, sendo o rio cercado por rodovias urbanas e linhas de trem. Além disso, o canal no trecho que corta a área urbana de Los Angeles, encontra-se confinado em uma galeria de concreto, a canalização foi realizada visando a segurança hidrológica da bacia, no entanto tal tratamento limita o desenvolvimento da fauna e flora aquática.



Figura 7. Proposta de revitalização do rio Los Angeles. Fonte: Tetra Tech (2007).

O projeto contempla ainda a revitalização de córregos da bacia com a desconstrução dos canais de concreto a fim de promover o reestabelecimento da biota e promoção da integração da população com o corpo d'água. Muitas comunidades carentes estão localizadas ao longo dos corpos d'água da bacia, portanto a revitalização dos mesmos será muito importante para melhorar a qualidade de vida da população, fortalecer economias locais, conscientizar a população sobre a importância do patrimônio natural, aumentar a disponibilidade hídrica local, aumentar o uso da bicicleta e expandir oportunidades de lazer (Otto, McCormick & Leccese, 2004).

No Canadá um projeto importante é o da revitalização do rio *Nine Mile*, na província da Nova Escócia, que possui enorme potencial pesqueiro e é foco constante de atenção das agências de proteção ambiental por possuir um habitat ideal para ocorrências de trutas. Para revitalização do rio foram implantadas diversas *wetlands* que desempenham importante papel na proteção da qualidade da água. Atualmente há diversas ações para manejo a fim de conciliar os usos da água existentes em sua bacia e de educação ambiental para conservação dos ambientes aquáticos (Cengiz, 2013).

Na Coreia, tem sido adotada uma série de medidas objetivando a sustentabilidade no país, sendo propostos quatro planos de restauração e preservação: Plano de revisão dos critérios para construção de estradas; Plano de revisão das leis nacionais sobre conservação ambiental; Plano para emprego de especialistas ambientais; e por fim o Plano de promoção e valorização de espaços verdes em áreas urbanas. Dentro deste último, está



Figura 8. Avenida e via expressa elevada sobre o rio Cheonggyecheon. Fonte: Nam-choon (2005).

inserido o programa de revitalização de rios, do qual faz parte o projeto de revitalização do rio Cheonggyecheon (Nam-choon, 2005).

O projeto de revitalização do rio Cheonggyecheon fez parte do novo planejamento urbano de Seul na Coreia que teve o intuito de reviver o patrimônio histórico e cultural. O rio sofreu uma série de intervenções ao longo de sua história junto à cidade que fizeram com que ele fosse usado como canal de escoamento de esgotos e em determinado período fosse totalmente ocultado da paisagem pela construção de uma avenida sobre o rio e de uma via expressa elevada (Cengiz, 2013).



**Figura 9.** Rio Cheonggyecheon revitalizado. Fonte: Cengiz (2013).

O projeto de revitalização do rio Cheonggyecheon foi norteado pelas seguintes premissas: Resolver os problemas ligados ao congestionamento do tráfego; Melhorar a qualidade do ar e diminuir o ruído; Criar uma identidade regional; Aumento da segurança; Criação de um espaço favorável ao meio ambiente; Melhoria da qualidade de vida da população; e Melhoria da imagem cultural da cidade. Para tanto, demandou a remoção de uma via expressa elevada, que havia sido construída sobre a avenida que cobria o rio e a demolição desta avenida, resultando na abertura do rio. Além disso, para garantir uma lâmina d'água no canal ao longo do ano, foi necessário criar um sistema de bombeamento de água de um curso d'água vizinho (Lee, 2005). A revitalização do rio foi um processo custoso e trabalhoso, mas que teve como resultado a integração do corpo d'água novamente à paisagem dando a ele novas funcionalidades e o integrando à população de Seul, que o hoje usa as áreas de lazer instaladas ao longo de suas margens. O projeto representou um grande ganho paisagístico para a cidade bem como trouxe um grande incremento à qualidade de vida da população (Cengiz, 2013).

Na Austrália, a análise dos 2247 projetos de restauração revelou que o foco mais comum foi a recomposição da mata ciliar, seguido pela estabilização de margens e recomposição do ambiente aquático. Destes projetos, apenas 14% incluíram algum programa de monitoramento (Brooks & Lake, 2007).

O Japão vem investindo grandes esforços na revitalização de seus rios desde 1990, o país possui como agravante ao processo uma elevada taxa de densidade populacional nas áreas urbanas, o que torna o processo um grande desafio nestas áreas. Os rios no Japão têm como característica particular o fato de serem em sua grande maioria, devido às características naturais da topografia da ilha, íngremes, pouco extensos e com elevado dinamismo de sedimentos, além disso, apresentam elevada diversidade biológica com a elevada ocorrência de espécies endêmicas, o que eleva a importância ecológica destes ambientes (Nakamura, Tockner e Amano, 2006).

No início do século XX o Japão sofreu com diversas chuvas fortes que resultaram na morte de cerca de 20 mil pessoas no país, fazendo com que o governo se considera a questão da elaboração de um plano de controle de cheias como prioridade. Além disso, com o grande crescimento econômico no país entre 1950 e 1970, houve a degradação da qualidade das águas nas áreas urbanas. No início dos anos 70 houve o aumento da demanda por áreas de lazer dentro das cidades e o aumento da preocupação com a qualidade de vida e a área dos rios foram as poucas áreas livres que restaram para suprir esta demanda. Desta forma a frase “Brincando com a água” se tornou a moda no Japão, iniciando um período de intensa ligação entre a população e as águas (Nakamura, Tockner e Amano, 2006).

O rio Itachi, em Yokohama, em 1981 encontrava-se em um estado totalmente artificial, contido em um canal em seção trapezoidal, sem nenhum valor paisagístico e recreativo. A partir de 1990 foi dado início a um programa de revitalização no rio que mudou sua presença na paisagem (Nakamura, Tockner e Amano, 2006).



**Figura 10.** Rio Itachi antes/1981 (Foto à esquerda) e depois/1993 (Foto à direita) do projeto de revitalização. Fonte: Nakamura, Tockner e Amano (2006).

Uma importante medida adotada no Japão juntamente com os projetos de revitalização é o envolvimento da sociedade no processo. O Ministério da educação, cultura, esportes, ciência e tecnologia reconheceu nos projetos de revitalização de rios uma excelente oportunidade para educação ambiental e promove um programa de integração para estudantes de escolas primárias, fazendo com que os estudantes participem do processo de revitalização, se tornando com isso agentes atuam na conscientização da sociedade (Nakamura, Tockner e Amano, 2006).

O projeto de revitalização do rio Tama na região de Tokyo oferece um ótimo exemplo das dificuldades encontradas na revitalização de rios em áreas urbanas, uma vez que apresenta os problemas típicos de rios urbanos, como o elevado grau de urbanização, a presença de barragens de regularização de vazão, o elevado aporte de sedimentos e a colonização de espécies exóticas. A revitalização do rio incluiu o tratamento de todo o leito do canal com cascalho, a fim de propiciar novamente a colonização da fauna e flora dentro do canal (Nakamura, Tockner e Amano, 2006).

Além dos projetos de revitalização em áreas urbanas, há diversos projetos no Japão dedicados ao reestabelecimento da conectividade das espécies aquáticas, uma vez que o Japão está em quarto lugar dentre os países com maior densidade de barragens no mundo, desta forma, nos últimos anos houve um grande investimento na instalação de estruturas nas barragens que permitissem a migração de peixes (Nakamura, Tockner e Amano, 2006).

Outro exemplo interessante é o do rio Donghao Chung em Guangzhou na China, que foi convertido de um canal de escoamento de águas de chuva misturadas com esgotos, a um rio aberto com tratamento urbanístico que atrai a população para perto do mesmo (Schneider, 2015). Pensando na realidade brasileira, a solução urbanística adotada para o canal é de grande relevância para os rios brasileiros que possuem como característica comum a ocupação de suas várzeas por edificações, bem como ocorre no rio Donghao Chung.



**Figura 11.** Rio Donghao Chung na China antes (à esquerda) e depois (à direita) do projeto de revitalização. Fonte: Schneider (2015).

Os projetos internacionais apresentam como principal ponto em comum a recuperação da qualidade da água através do controle de cargas pontuais e difusas, a reintegração do corpo d'água à paisagem e principalmente o envolvimento da população no processo, o que garante que mesmo seja duradouro. Mesmo naqueles que fazem uso de soluções radicalmente artificiais, como no caso do rio Cheonggyecheon, que depende de águas de outros canais e de aquíferos subterrâneos para operar, as soluções são bem sucedidas por envolver a população no processo e reintegrar o corpo d'água na paisagem como um elemento de lazer para a população.

O contexto internacional, onde em muitos casos já se encontra consolidado o sistema de esgotamento sanitário, as intervenções são mais facilitadas, uma vez que os efluentes são a carga poluente mais predominante no corpo d'água, desta forma os programas de despoluição são voltados para o controle de cargas difusas. Além disso, muitas vezes a disponibilidade financeira para execução destes projetos garante que o processo de implantação seja mais rápido e mais efetivo.

## 6. Experiências nacionais

No Brasil, como o controle das cargas pontuais ainda é pouco eficaz, os projetos que atuam em bacias hidrográficas sempre foram mais voltados à questão do controle de efluentes a fim de garantir a melhoria da qualidade das águas. No entanto, têm sido cada vez mais comuns projetos que adotam uma abordagem mais abrangente, que incluem em seu escopo de trabalho o controle de cargas difusas, a drenagem sustentável e a infraestrutura verde. Apesar da deficiência comum no sistema de saneamento básico, apresentada pelas diversas bacias hidrográficas brasileiras, devido à grande heterogeneidade do território, tanto climática com geopolítica, estas bacias apresentam também desafios particulares a serem vencidos.

Em São Paulo, a SABESP, em parceria com a prefeitura, iniciou em setembro de 2004 o programa “Córrego Limpo”, que consiste na recuperação de córregos através da ampliação das redes coletoras de esgoto e condução dos efluentes para o tratamento, eliminação de ligações clandestinas, de lançamentos em galerias pluviais, reestruturação da calha do corpo d'água e manutenção da vegetação no canal. A Figura 12 mostra o Córrego do Cruzeiro, antes (A) e depois (B) das intervenções do programa “Córrego Limpo”.

Além dessas ações e dentro do conceito de *Best Management Practices*, o programa “Córrego Limpo” realiza a capacitação de técnicos que atuam em algumas bacias do programa de forma piloto, a fim de tornar efetivas as ações de recuperação, nas bacias onde foi adotada a governança colaborativa o programa obteve resultados mais duradouros e concretos (Córrego Limpo, s/d).

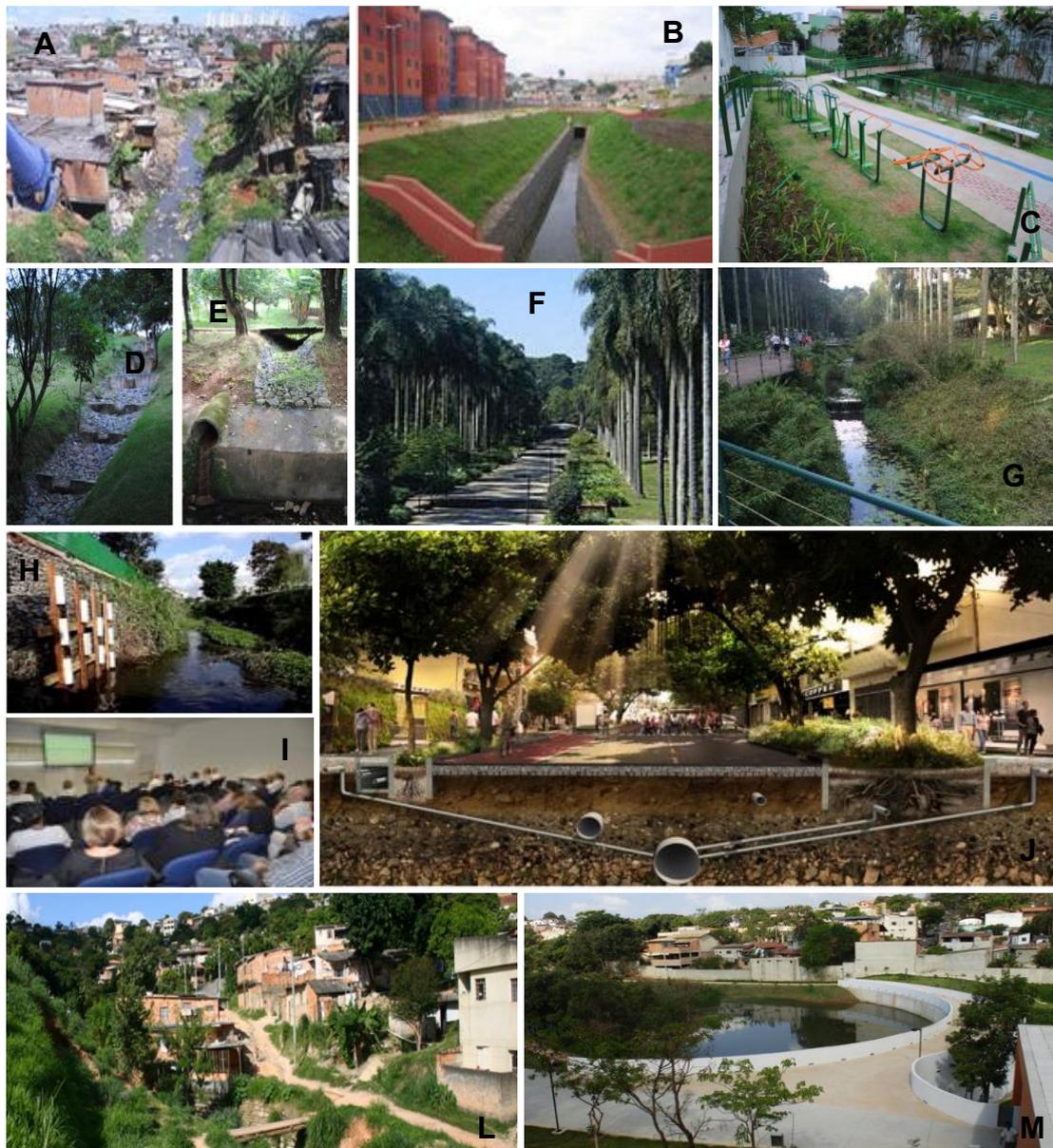
A estratégia de governança colaborativa adotada pelo programa faz uso do “Modelo dos Níveis de Ação Colaborativa” (MNAC). O modelo proposto pelo professor Mark Imperial, da Universidade da Carolina do Norte, foi testado em bacias norte-americanas, que apesar de maiores, apresentavam os mesmos desafios, abordando a questão da colaboração em três níveis: operacional (Que trata de intervenções como implantação de infraestrutura, processos educativos, monitoramento e avaliação, portanto envolve, na maior parte, serviços governamentais), de formulação de políticas (Que tem caráter orientador, incrementando a comunicação entre os atores, coordenando ações e integrando políticas para alavancar os objetivos coletivos) e institucional (Atividades que influenciam, restringem, incrementam e promovem as ações no nível operacional e formulação de política) (Córrego Limpo, s/d).

O programa “Córrego Limpo” tem foco na despoluição do canal, portanto muitos dos córregos em que o programa atuou não tiveram intervenções mais abrangentes visando, por exemplo, a drenagem sustentável, dependendo de programas auxiliares para tanto, a exemplo do que ocorreu no córrego das Corujas, que teve as ações do programa para recuperação da qualidade das águas aliadas à reestruturação do canal seguindo uma visão pioneira no Brasil de desenho ambiental e infraestrutura verde.

O córrego das Corujas possui cerca de 3 km de extensão e encontra-se na Zona Oeste do município de São Paulo, foi retificado na década de 40, e encontra-se hoje quase que completamente tamponado, com exceção do trecho que corta a Praça Dolores Ibarburi e o recém criado Parque das Corujas. A praça e o parque foram objeto de estudos paisagísticos que tiveram como diferencial fundamental a ampla participação da comunidade na concepção, implantação e manutenção do projeto, o que tornou o processo de integração do corpo d'água com a população e com a paisagem mais consolidado. As intervenções resultaram na diminuição de alagamentos pontuais nas proximidades, o aumento da circulação de moradores e visitantes na área que passaram a utilizar os elementos da praça para o lazer (De Oliveira et al., 2012). A Figura 12 mostra as medidas adotadas (C, D e E).

Na implantação das intervenções na praça e no parque encontraram-se alguns desafios com relação ao que foi previsto no projeto de drenagem e o que foi executado, havendo as seguintes mudanças: Algumas das biovaletas previstas não foram executadas ou foram executadas na forma de valetas simples de concreto; As lagoas de retenção previstas para controle da vazão de pico e de cargas difusas não foram executadas; As espécies vegetais previstas no projeto não foram respeitadas, sendo substituídas por outras; e em alguns trechos as calçadas não foram adequadas para direcionar o fluxo para as biovaletas previstas. A não observância do projeto resultou no assoreamento de trechos do corpo d'água, solapamento com exposição da armação das margens; e acúmulo de sedimento no piso drenante. Além disso, a ausência das lagoas resultou no aumento

da lâmina máxima do canal em relação ao que foi previsto no projeto. No entanto, mesmo diante destes entraves, o projeto mostrou-se significativamente positivo, trazendo grandes ganhos ambientais e sociais (De Oliveira et al., 2012).



**Figura 12.** Exemplos de projetos de requalificação de cursos de água no Brasil. Córrego Cruzeiro antes (A) das intervenções e depois (B). Fonte: “Córrego Limpo”; Intervenções no Córrego Corujas (C, D e E). Fonte: De Oliveira et al., 2012; Córrego Piranungau antes (F) e depois das intervenções (G). Fonte: Condepefi, 2008 e foto do autor, 2016; Projeto Jaguaré (H e I). Fonte: foto do autor, 2017; Medidas propostas no projeto Jaguaré. Fonte: Marques, 2018; Córrego Primeiro de Maio antes (L) e depois (M) das intervenções. Fonte: DRENURBS, 2013.

Um exemplo importante de intervenção em corpo d'água foi a revitalização do córrego Piranungau no interior do Jardim Botânico de São Paulo. Apesar de estar dentro de uma área preservada, o córrego desde 1940 até 2007 encontrava-se canalizado em uma galeria subterrânea no trecho da entrada do parque, somente após a conclusão do projeto de revitalização do córrego, concluído em 2008, o córrego foi devolvido à paisagem e despoluído, ganhando pontes para travessia de pedestres, decks para contemplação e regeneração da vegetação de suas margens (Condepefi, s/d). A Figura 12 mostra o curso de água antes (F) e depois (G) do processo de revitalização.

Outra iniciativa importante é o “Projeto Jaguaré”, coordenado pela ONG Águas Claras do Rio Pinheiros e desenvolvido pela Fundação do Centro de Hidráulica (FCTH) da USP com apoio do LabVerde da FAU-

USP, da CETESB, da SABESP e do IPT, e financiamento do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), o projeto inova por ter como objetivo a gestão adequada das águas a fim de atender as demandas de qualidade e quantidade da água na bacia dentro do princípio de gestão integrada. O produto final do projeto foi uma proposta para controle de cargas poluentes na bacia, controle de inundações e integração da população com a água. Para tanto foram realizados estudos na escala da bacia e na escala piloto através de um estudo detalhado das nascentes do córrego Jaguaré. A Figura 12 mostra fotos da campanha de monitoramento da qualidade da água (H) e de um dos seminários técnicos realizados (I). O “Projeto Jaguaré” utilizou técnicas de infraestrutura verde para auxiliar no controle de inundações e no controle de qualidade das águas (J). O “Projeto Jaguaré” prevê a aplicação das técnicas da infraestrutura verde na bacia a fim de auxiliar no controle da vazão de pico e no controle de cargas poluentes.

Em Minas Gerais, a Universidade Federal desenvolve um projeto chamado Manuelzão que se dedica a promover iniciativas de preservação e recuperação de rios. O projeto tem grande atuação nas bacias hidrográficas do estado, com destaque para a bacia do rio das Velhas, onde tem desenvolvido uma série de estudos que envolvem monitoramento da qualidade das águas, bem como propostas para revitalização dos trechos do corpo d'água mais degradados devido à ocupação humana. O projeto se destaca ainda por incluir diversas ações voltadas para o envolvimento da população a fim de promover a gestão participativa na bacia. Diversas obras de saneamento foram implantadas nos últimos anos que resultaram na melhoria da qualidade das águas do corpo d'água, constatada pela melhoria apresentada no monitoramento das variáveis físico-químicas (Machado et al., 2010).

Outra iniciativa importante realizada em Minas Gerais é o Programa DRENURBS. O programa foi criado pela extinta Secretaria Municipal de Política Urbana em Belo Horizonte a fim de promover a despoluição, o controle das inundações, da produção de sedimentos e a integração das águas ao ambiente urbano. O programa tem adotado medidas inovadoras para solução de problemas de drenagem, como as adotadas na revitalização do córrego 1º. de Maio apresentadas na Figura 11 (L: antes e M: depois) (DRENURBS, 2013).

Em 2019 teve início oficialmente o Programa Novo Pinheiros, que tem como intuito a revitalização do Rio Pinheiros, através da redução dos esgotos lançados em seus afluentes, controle de cargas difusas e de sua integração à cidade. O programa está dentro de um programa ainda maior, o projeto Tietê, que foi iniciado na década de 90 e resultou na ampliação da infraestrutura sanitária, elevando o volume de esgotos tratado de 4m<sup>3</sup>/s (1992) para 18,7m<sup>3</sup>/s (2019), o que resultou na redução da mancha de poluição a jusante da RMSP de 530km para 122km. Algumas ações já estão em andamento, como a implantação de redes coletoras e o desassoreamento do canal do Rio Pinheiros. Além da infraestrutura convencional, o programa prevê a implantação de estações de tratamento das águas dos afluentes que recebem a cidade informal, a fim de sanar o problema de degradação a jusante, e a implantação de ecobarreiras para a retenção de resíduos sólidos nos afluentes. Finalizadas as intervenções sanitárias, são previstas obras para uma maior integração paisagística do curso d'água com seu entorno (Novo Pinheiros, 2020).

Em Recife, a Universidade Federal de Pernambuco tem trabalhado no projeto de revitalização do rio Capibaribe. O projeto em andamento, tem como pretensão a criação de espaços de integração entre o rio e a população de Recife, como passarelas sobre o rio, alamedas, píeres, espaços de contemplação, ciclovias, equipamentos públicos e ainda áreas de refúgio para fauna por uma extensão de 30 quilômetros do rio. O projeto prevê a redução do tráfego nas avenidas que margeiam o rio a fim de priorizar o pedestre através da implantação de novas calçadas e jardins (UFPE, s/d). As iniciativas para revitalização de corpos d'água em áreas urbanas no Brasil esbarram na maioria das vezes na falta de recursos, como é o caso do projeto de revitalização do Arroyo Dilúvio em Porto Alegre que teve seu plano de ação elaborado pela UFRGS e pela PUCRS e entregue à prefeitura em 2012, mas que ainda não foi executado por falta de recursos (Projeto Arroyo Dilúvio, s/d).

Além disso, a maioria dos corpos d'água que demandam projetos de revitalização são aqueles que se encontram sob forte influência da ocupação irregular e, portanto, demandam ações de cunho social, que muitas vezes tornam o processo um grande desafio, pois envolve a remoção e reassentamento da poluição em situação de risco.

## 7. Considerações finais

A Requalificação de rios urbanos no Brasil enfrenta diversos entraves devido à dificuldade existente em equalizar os diversos interesses sobre os recursos hídricos. Desta forma, é importante o entendimento da

melhor técnica, renaturalização, revitalização ou recuperação, a ser empregada em cada caso, em função das características da bacia, uso e ocupação do solo atual, as demandas da sociedade para a área, sua relevância ecológica e condições políticas e econômicas para implantação de um projeto de requalificação.

As áreas de fundo de vale nas áreas urbanas brasileiras sofreram grandes perdas com o processo de urbanização, seja através da favelização como também devido à construção das avenidas de fundo de vale, fruto do rodoviarismo dentro das cidades. Desta forma projetos de renaturalização dentro destas áreas são de grande complexidade e demandam grande quantidade de recursos públicos, uma vez que envolveriam desapropriações, remanejamento de habitações, do sistema viário, bem como de toda a infraestrutura existente. Além disso, para garantir o retorno às condições naturais é necessário controlar efetivamente as cargas poluentes geradas na bacia, pontuais e difusas, o que é um grande desafio, uma vez que áreas urbanas tem grande potencial poluidor. Além disso, áreas naturais têm mais restrições de uso, o que garante sua proteção, mas que a torna pouco integrada à cidade. Apesar destes entraves ao processo de renaturalização em áreas urbanas existem exceções, como por exemplo, as nascentes existentes dentro de parques que poderiam ser requalificadas no âmbito da renaturalização, o que exigiria pouco investimento público e resultaria em grande ganho ambiental para a macrobacia.

Por outro lado, projetos de revitalização tem em sua essência serem mais integrados à cidade e podem ser concebidos para permitir diversos usos da água, sendo mais atrativos para a população. Além disso, por admitirem esses diversos usos, permitem a existência de ocupação nas várzeas, o que exige um gasto menor com desapropriações, já que estas podem ser realizadas somente nas áreas críticas, integrando às demais no projeto de revitalização. Além disso, estando a população mais integrada ao sistema, ela passa a assegurar sua permanência o que auxilia na eficácia do processo.

Além disso, há área cujo processo de urbanização foi tão feroz que impossibilita em curto prazo uma remodelagem do curso d'água em um contexto de revitalização, tão pouco em um contexto de renaturalização, como por exemplo, os casos de áreas densamente ocupadas em que os cursos d'água foram tamponados e aprisionados em galerias subterrâneas. Neste caso, a solução inicial mais vantajosa é a recuperação, garantindo sua integridade sanitária e gerando melhorias na macrobacia, já que o corpo d'água receptor receberá tributários de melhor qualidade e propiciando nele intervenções menos conservadoras, como a revitalização ou até mesmo a renaturalização.

Vale ressaltar a necessidade de se avaliar o contexto em que esta inserido o curso d'água, bem como as condições financeiras e políticas para a realização das intervenções para que seja garantido que o projeto seja realizado em sua totalidade e que se possa obter o maior ganho possível com as técnicas adotadas. Além disso, cabe ressaltar a importância do envolvimento da população em todas etapas do processo, independentemente da abordagem adotada (renaturalização, revitalização ou recuperação), pois desta forma, há uma maior chance das intervenções realizadas serem efetivas e duradouras.

## 8. Referências

- Ajuntament de Santa Coloma de Gramenet – *Parque Fluvial del Besos*, 2015 – Disponível em: <http://www.gramenet.cat/es/temas/territorio/medio-ambiente/parque-fluvial-del-besos/> – Acessado em 26 jan. 2016.
- Baker, S., & Eckerberg, K. (2013). A Policy Analysis Perspective on Ecological Restoration. *Ecology and Society*, 18(2): 17.
- Brooks, S. S., & Lake, P. S. (2007). River restoration in Victoria, Australia: change is in the wind, and none too soon. *Restoration Ecology*, 15 (3), 584-591.
- Buijs, A. E. (2009). Public support for river restoration. A mixed-method study into local residents' support for and framing of river management and ecological restoration in the Dutch floodplains. *Journal of Environmental Management*, 90(8), 2680-2689.
- Cardoso, A. S., & Baptista, M. B. (2013). Metodologia multicriterial para orientação de processos decisórios relativos a intervenções em cursos de água em áreas urbanas. *Revista REGA*, 10 (1), 51-67.
- Cardoso, A. S., & Baptista, M. B. (2011). Metodologia para Avaliação de Alternativas de Intervenção em Cursos de Água em Áreas Urbanas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 16 (1), 129-139.
- Cengiz, B. (2013). *Urban River Landscapes*. *Advances in Landscape Architecture*, book edited by Murat Özyavuz, ISBN, p. 978-953, 2013.
- Chin, A., & Gregory, K. J. (2005). Managing urban river channel adjustments. *Geomorphology* 69, 28-45.

Córrego Limpo – *Informações, mapas, planilhas e fotos obtidas junto à coordenação do programa “Córrego Limpo” durante a elaboração da pesquisa e outras informações disponíveis em: <http://www.corregolimpo.com.br> – Acessado em 18 fev. 2011.*

De Oliveira, E. M., Soares, M. C., & Bonzi, R. S. (2012). Aplicação do desenho ambiental para a bacia do córrego das corujas: Potencialidades e limitações na implantação de um parque linear. *Revista LABVERDE*, n. 4, pp. 31-62.

DRENURBS – Iniciativas inspiradoras – *Programa DRENURBS: Uma concepção inovadora no meio urbano, Belo Horizonte - MG, 2013*. Disponível em: [http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/09/AF\\_DRENURBS\\_WEB.pdf](http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/09/AF_DRENURBS_WEB.pdf) – Acessado em 01 fev. 2016.

Findlay, S. J., & Taylor, M. P. (2006). Why rehabilitate urban river systems?. *Area*, 38 (3), 312-325.

Kondolf, G. M. (2006). River restoration and meanders. *Ecology and Society*, 11 (2), p. 42.

Kondolf, G. M., Anderson, S., Lave, R., Pagano, L., Merenlender, A., & Bernhardt, E. S. (2007). Two decades of river restoration in California: what can we learn?. *Restoration Ecology*, 15(3), 516-523.

Francis, R. A., & Hoggart, S. P. G. (2009). Urban river wall habitat and vegetation: observations from the River Thames through central London. *Urban Ecosystems*, 12 (4), 465-485.

Groffman, P. M., Bain, D. J., Band, L. E., Belt, K. T., Brush, G. S., Grove, J. M., & Zipperer, W. C. (2003). Down by the riverside: urban riparian ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(6), 315-321.

Hagen, D., Svavarsdottir, K., Nilsson, C., Tolvanen, A. K., Raulund-Rasmussen, K., Aradóttir, Á. L., & Halldorsson, G. (2003). Ecological and social dimensions of ecosystem restoration in the nordic countries. *Ecology and Society*, 18(4).

Machado, A. T. G. M., Lisboa, A. H., Alves, C. B. M., Lopes, D. A., Goulart, E. M. A., Leite, F. A., & Polignano, M. V. (2010). *Revitalização de rios no mundo: América, Europa e Ásia. Projeto Manuelzão*. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy.

Macedo, D. R., & Magalhães, A. P. (2011). Percepção Social no Programa de Restauração de cursos d’água urbanos em Belo Horizonte. *Sociedade & Natureza*, 23(1): 51-63.

Manuel, P. M. (2003). Cultural perceptions of small urban wetlands: Cases from the Halifax regional municipality, Nova Scotia, Canada. *Wetlands*, 23(4), 921-940.

Martín-vidé, J. P. (1999). Restoration of an urban river in Barcelona, Spain. *Environmental Engineering and Policy*, 2(3), 113-119.

Nakamura, K., Tockner, K., & Amano, K. (2006). River and wetland restoration: lessons from Japan. *BioScience*, 56(5), 419-429.

Nam-choon, K. (2005). *Ecological restoration and revegetation works in Korea. Landscape and Ecological Engineering*, 1(1), 77-83.

Newson, M. D., & Large, A. R. G. (2006). ‘Natural’ rivers, ‘hydromorphological quality’ and river restoration: a challenging new agenda for applied fluvial geomorphology. *Earth Surface Processes and Landforms* 31, pp.1606-1624.

Nilsson, C., & Aradóttir, Á. L. (2013). Ecological and social aspects of ecological restoration: new challenges and opportunities for northern regions. *Ecology & Society*, 18(4), p. 35.

Otto, B., McCormick, K., & Leccese, M. (2004). Ecological Riverfront Design: Restoring Rivers, Connecting Communities. *American Planning Association Planning Advisory Service Report* Number 518-519.

Palmer, M. A., Bernhardt, E. S., Allan, J. D., Lake, P. S., Alexander, G., Brooks, S., & Sudduth, E. (2005). Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology*, 42(2), 208-217.

Palmer, M., Allan, J. D., Meyer, J., & Bernhardt, E. S. (2007). River restoration in the twenty-first century: data and experiential knowledge to inform future efforts. *Restoration Ecology*, 15(3), 472-481.

Pereira, A. L. (2001). Princípios da restauração de ambientes aquáticos continentais. *Boletim da Associação Brasileira de Limnologia*, 39(2), 1-21.

Petts, J. (2007). Learning about learning: lessons from public engagement and deliberation on urban river restoration. *The Geographical Journal*, 173(4), 300-311.

Projeto Arroyo Dilúvio. *Informações sobre o projeto* disponíveis em: <http://www.ufrgs.br/arroidiluvio>

Programa Novo Pinheiros (2020). *Dados do Programa Novo Pinheiros*. Disponível em: <http://novoriopinheiros.sp.gov.br/>. Acessado em 10 abr. 2020.

Seidl, R., & Stauffacher, M. (2013). Evaluation of river restoration by local residents. *Water Resources Research*, 49(10), 7077-7087.

Travassos, L., & Schult, S. I. M. (2013). Recuperação socioambiental de fundos de vale urbanos na cidade de São Paulo, entre transformações e permanências. *Cadernos Metrópole*, 15(29), 289-312.



Ward, J. V., Tockner, K., Uehlinger, U., & Malard, F. (2001). Understanding natural patterns and processes in river corridors as the basis for effective river restoration. *Regulated Rivers: Research & Management*, 17(4-5), 311-323.

UFPE – Agência de Notícias da UFPE – “*Bem-vindo ao futuro Parque Capibaribe*”. Disponível em: [https://www.ufpe.br/agencia/clipping/index.php?option=com\\_content &view=article&id=16767:bem-vindo-ao-futuro-parque-capibaribe&catid=34&Itemid=122](https://www.ufpe.br/agencia/clipping/index.php?option=com_content&view=article&id=16767:bem-vindo-ao-futuro-parque-capibaribe&catid=34&Itemid=122) – Acessado em 05 fev. 2016.