



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA INFORMAÇÃO – ICHI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGeo**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PARQUES FLUVIAIS NA REVITALIZAÇÃO DE RIOS E Córregos Urbanos

Ronaldo Cataldo Costa

Rio Grande, janeiro de 2011

RONALDO CATALDO COSTA

PARQUES FLUVIAIS NA REVITALIZAÇÃO DE RIOS E CÓRREGOS URBANOS

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Geografia da Universidade Federal
de Rio Grande – FURG como
requisito para a obtenção do título
de Mestre, sob orientação do Prof.
Dr. Carlos Roney Armanini Tagliani**

Rio Grande, janeiro de 2011

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Roney Armanini Tagliani

Prof. Dr. Roberto Verdum

Prof. Dra. Daniela Coswig Kalikoski

Prof. Dr. Fernando Gertum Becker

Ao meu filho João, pelo futuro

Agradecimentos

Gostaria de agradecer, por suas contribuições para a realização deste trabalho,

ao meu orientador, prof. Dr. Carlos Roney Armanini Tagliani;

aos membros da banca examinadora, prof. Dr. Roberto Verdum, prof. Dr. Fernando Gertum Becker e profa. Dra. Daniela Coswig Kalikoski;

à Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Campinas, em especial ao Dr. Paulo Sérgio Garcia de Oliveira, Julio César Tosello, Ângela Cruz Guirao, Jana e Marcão;

à Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Esteio, em especial a Maria Dolores Aurélio, Gilberto Timm e Norberto Bierhals;

à arquiteta Catiane Burghausen Cardoso, do escritório Oscar Escher Arquitetura, Paisagismo e Urbanismo;

aos membros do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA) de Rio Grande;

aos membros da Associação dos Amigos do Arroio Vieira – Pró-Vieira;

à minha família

There is a phenomenal resiliency in the mechanisms of the earth.
A river or lake is almost never dead.
If you give it the slightest chance...then nature usually comes back.
Rene Dubos

Sumário

Rosto	
Banca examinadora	
Dedicatória	
Agradecimentos	
Epígrafe	
Resumo	6
Abstract	7
Lista de figuras	8
Lista de quadros	10
1 Introdução	11
1.1 Objetivos	16
2 Metodologia	18
3 Referencial teórico	22
3.1 Recuperação de Áreas Degradadas (RAD)	22
3.1.1 Revitalização de rios: uma mudança paradigmática	26
3.2 Ecologia da Paisagem	30
3.3 Geomorfologia	38
3.3.1 <i>Natural Channel Design</i>	40
3.4 Bioengenharia	42
3.5 Restauração Ambiental Sistêmica	43
3.6 Ecologia de Restauração e Restauração Ecológica	46
3.6.1 Padrões de Palmer et al. (2005).....	48
3.6.2 Princípios da SER	50
4 Políticas públicas e diretrizes técnicas	53
5 Estudos de caso	65
5.1 O Parque Linear do Ribeirão das Pedras, Campinas, SP	65
5.2 O Projeto de Renaturalização do Arroio Sapucaia, Esteio, RS	73
5.3 A Proposta de Renaturalização do Arroio Vieira e Criação do Parque do Arroio Vieira, Rio Grande, RS	81
6 Discussão	89
7 Considerações finais	99
8 Referências	100

Resumo

COSTA, Ronaldo, C. **Parques fluviais na revitalização de rios e córregos urbanos.** 2011. 108 p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande.

O presente trabalho discute o modelo de revitalização de rios e córregos urbanos com a criação de parques fluviais ao longo das margens do corpo hídrico, uma tendência atual no Brasil e no mundo todo. Com base na literatura da ecologia da paisagem, geomorfologia e ecologia de restauração, bem como das políticas públicas afetas ao tema, são estudados três casos: o Parque Linear do Ribeirão das Pedras, em Campinas/SP, o projeto de Renaturalização do Arroio Sapucaia, em Esteio/RS, e a Proposta de Renaturalização do Arroio Vieira e Criação do Parque do Arroio Vieira, em Rio Grande/RS. Evidencia-se a necessidade de aumentar o componente ecológico das políticas públicas brasileiras que embasam as iniciativas de recuperação dessas áreas degradadas, voltadas principalmente para estruturas viárias e problemas habitacionais e de drenagem urbana. Assim, são feitas sugestões às políticas públicas do setor, promovendo-se um modelo de restauração ecológica, com o uso de materiais biodegradáveis nos equipamentos dos parques fluviais, o uso das técnicas da bioengenharia e da restauração ambiental sistêmica, e a desocupação e renaturalização da planície de inundação, buscando um maior retorno da flora e fauna nativas e da qualidade ecossistêmica. Os parques são compreendidos não como um fim em si, mas como um passo adiante em um processo em andamento, marcado pela necessidade de pertencimento e educação ambiental na população do entorno e em geral. Finalmente, sugere-se a criação de políticas públicas de cunho ecológico, com um plano nacional para a restauração ecológica de rios e córregos no meio urbano.

Palavras-chave: Rios e córregos urbanos. Revitalização. Restauração ecológica.

Abstract

COSTA, Ronaldo, C. **Parques fluviais na revitalização de rios e córregos urbanos.** 2011. 108 p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande.

The present work examines the model of urban stream restoration through the creation of parks along the margins of the water body, a current trend in Brazil and all over the world. Based on the literature of Landscape Ecology, Geomorphology, and Restoration Ecology, as well as government policies regarding the topic, three cases are studied: Ribeirão das Pedras Linear Park, in Campinas/SP, Renaturalization of Arroio Sapucaia, in Esteio/RS, and Proposal of Renaturalization of Arroio Vieira and Creation of Arroio Vieira Park, in Rio Grande/RS. The need to increase the ecological component is evident in Brazilian policies guiding such environmental restoration initiatives, mainly aimed at transportation, drainage and residential infrastructure. Suggestions are made to policymakers in the sense of fostering an ecological restoration model, with the use of biodegradable materials and bioengineering and ecological restoration techniques in parks' equipments; vacating and restoring floodplains, so as to provide a greater return of native fauna and flora and enhance ecosystem quality. Parks are understood not as an end in themselves, but as a further step in an ongoing process, marked by the need of belongingness and environmental education for the local and general population. Finally, a suggestion is made for more ecologically-minded policies, with the creation of a national plan for urban stream ecological restoration.

Keywords: Urban streams. Revitalization. Ecological restoration.

Lista de figuras

Figura 1. O Rio Reno ao longo de 150 anos.

Figura 2. O Cheonggyecheon em Seul, antes e depois da revitalização.

Figura 3. Visão simplificada da renaturalização de rios.

Figura 4. O Riverway, em Boston, logo após a revitalização e 30 anos depois.

Figura 5. Visão quadridimensional do rio, segundo Ward.

Figura 6. Revitalização de córrego baseada no modelo do *Natural Channel Design*.

Figura 7. Técnicas de bioengenharia - faxinas.

Figura 8. Faxinas com material vivo, após 3 meses.

Figuras 9. Transposição de solos.

Fig. 10. Plantio de árvores para recuperação da mata ciliar.

Figura 11. Três eixos do processo de restauração ecológica.

Figura 12. Parque Linear do Ribeirão das Pedras, Campinas, SP.

Figura 13. Praça no bairro Alto Taquaral, onde se localiza a nascente do Ribeirão das Pedras, em 2001.

Figura 14. Praça no bairro Alto Taquaral, onde se localiza a nascente do Ribeirão das Pedras, em 2008.

Figura 15. O mesmo local apresentado nas figuras 13 e 14, após um período sem poda e manutenção.

Figura 16. Uma das nascentes do Ribeirão das Pedras, com vegetação ciliar recuperada.

Figura 17. Arroio Sapucaia, evidenciando a preservação da APP dentro da área da REFAP e ocupação urbana densa na margem de Esteio.

Figura 18. Arroio Sapucaia, mancha de inundação sobre a cidade de Esteio.

Figura 19. Ruas alagadas pelo Arroio Sapucaia, em Esteio, RS.

Figura 20. Ocupação irregular às margens do Arroio Sapucaia.

Figuras 21. Projeto de renaturalização do Arroio Sapucaia.

Figura 22. Margem onde será construída a Avenida Beira-Arroio.

Figura 23. Faixa convidando a população para a inauguração das obras de renaturalização do Arroio Sapucaia.

Figura 24. Área de abrangência do Projeto do Arroio Vieira.

Figura 25. Os dois leitos do Arroio Vieira.

Figura 26. Área Funcional de Interesse Ambiental do Arroio Vieira.

Figura 27. Disposição irregular de resíduos sólidos às margens do Arroio Vieira.

Figura 28. Parque proposto para revitalizar o Arroio Vieira.

Lista de quadros

Quadro 1. Metodologia do *Natural Channel Design*.

Quadro 2: Padrões para o sucesso ecológico da restauração de rios.

Quadro 3: Atributos do ecossistema restaurado.

Introdução

Ao longo da história das civilizações, grandes rios e pequenos córregos foram cruciais para o estabelecimento de assentamentos humanos. Como fontes de água doce em condições de potabilidade, supriam diversas necessidades essenciais para a vida cotidiana, como a dessedentação de pessoas e animais, a pesca e a irrigação de alimentos, higiene, disposição e escoamento de resíduos. Mesmo a industrialização não teria sido possível sem uma fonte contínua de água com baixa salinidade e corrosividade. A baixa dinâmica das águas proporcionava um meio de transporte, lazer e recreação para as comunidades que se desenvolviam ao longo dos rios, e a cultura dos povos também esteve sempre associada à água, com diversas manifestações artísticas, religiosas e simbólicas refletindo a relação das pessoas com esse componente essencial à vida.

Muitas das grandes cidades da Europa foram construídas sobre as margens e várzeas de grandes rios de importância regional, como o Danúbio e o Reno (Fig. 1), que atravessam e integram diversos países. Ao longo de séculos, suas várzeas foram sendo ocupadas pela urbanização, e seus diversos leitos anastomosados, fundidos em um só, com a completa descaracterização do ecossistema ribeirinho.

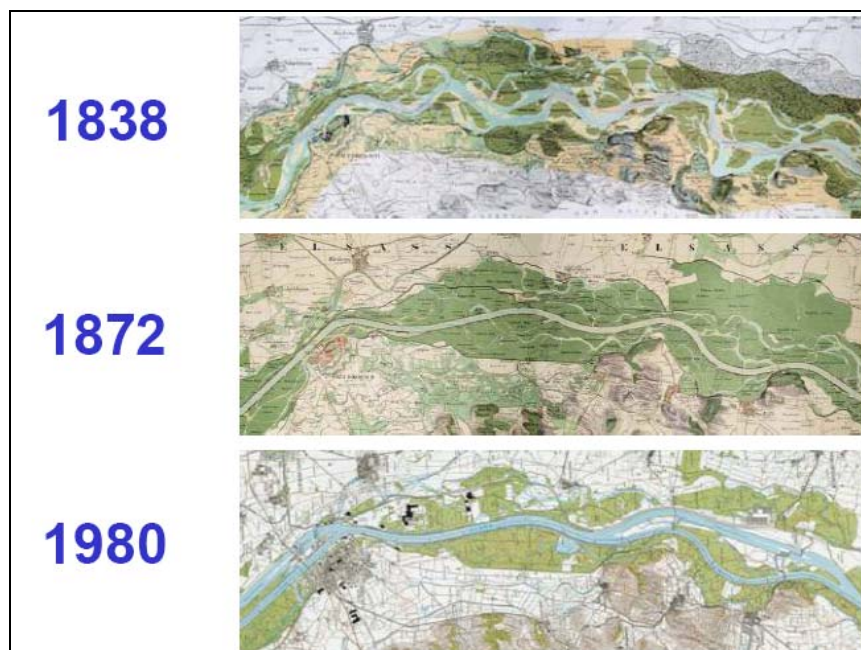


Figura 1. O Rio Reno ao longo de 150 anos. Fonte: WEINGERTNER, 2010.

O Brasil não é exceção a essa condição. Britto & Silva (2006) observam que poucos dos 250 rios existentes na cidade do Rio de Janeiro ainda são visíveis. “O processo de ocupação urbana da cidade fez com que a maior parte deles fosse canalizada e coberta, desaparecendo da paisagem visível e, aos poucos, da memória dos habitantes do Rio de Janeiro” (BRITTO & SILVA, 2006). Esse fato é evidenciado pelos mesmos problemas em cidades como São Paulo, onde as águas do rio Tietê teimam em reclamar o espaço que lhes foi tirado, ou Belo Horizonte, onde o ribeirão Arrudas transborda periodicamente, e tantas outras a citar.

Observam-se então as situações pendulares e cíclicas – “cidades invadindo as águas, e águas invadindo as cidades” – discutidas por Costa (2006). Nesses locais, o antigo rio meandrante já não existe, restando apenas uma calha retificada e concretada, que transborda com frequência, a prestar testemunho da ignorância suicida humana, que nos faz destruir os próprios meios essenciais à nossa sobrevivência. A fauna e a flora que habitavam o local não mais ocorrem, e o que vemos onde antes corria o rio são autoestradas, acúmulo de lixo, favelas ou grandes prédios, e total degradação ambiental.

Para satisfazer necessidades envolvendo usos tanto consuntivos quanto não-consuntivos, as sociedades humanas fixavam-se às margens dos corpos hídricos, desconsiderando cada vez mais o aspecto ecossistêmico e sua importância para a manutenção da sua própria qualidade de vida. Seguindo a lógica higienista da teoria miasmática do século XVII¹, banhados eram drenados e aterrados, e os rios eram retificados ou canalizados, com suas águas contaminadas levadas para o mais longe possível.

Em um mundo cada vez mais habitado e ocupado pelo ser humano, os corpos hídricos e ecossistemas aquáticos tendem a sofrer pressão crescente dos processos de urbanização, que exaurem seus atributos naturais e deixam ambientes completa ou parcialmente descaracterizados, incapazes de cumprir suas funções ambientais. Exemplos desses processos destrutivos são a contaminação da água, a canalização ou retificação da calha de rios, a depleção da vegetação ciliar e a ocupação das Áreas de Preservação Permanente – APP (BRASIL, 1965; CONAMA, 2002), bem como das várzeas e margens dos rios.

¹ Atribuída ao médico inglês Thomas Sydenham (1624-1689) e ao médico italiano Giovanni Lancisi (1654-1720), a teoria miasmática considera como causa de doenças o conjunto de emanções fétidas de solos, pântanos e águas impuras.

O resultado dessa pesada urbanização às margens dos rios é a drástica redução das áreas naturais e da biodiversidade, aliada aos efeitos tóxicos da poluição das águas e solos, bem como inundações e enchentes nas áreas urbanas assentadas sobre baixadas e planícies de inundação, causando doenças de veiculação hídrica, perda de propriedades e incalculável sofrimento.

Desse modo, a qualidade e a quantidade da água doce disponível foram sendo gradualmente reduzidas ao longo dos séculos, chegando-se à situação observada atualmente, em que muitas cidades excederam os limites suportáveis para seu crescimento. De maneira coerente com essa compreensão, a sociedade tem buscado iniciativas para reverter esse quadro de degradação da vida e planejar as cidades de forma sustentável, incorporando o componente ambiental no planejamento urbano e buscando reverter (restaurar) a situação em muitos casos (WHEELER & BEATLEY, 2004; TÂNGARI et al. 2007).

Apontada pelo Clube de Roma já na década de 70 (MEADOWS et al., 1978), a necessidade de respeitar os limites do crescimento humano é reconhecida com mais urgência no meio urbano. Essa grave situação se faz ainda mais premente com relação à disponibilidade cada vez menor de água doce no mundo. Segundo a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (BRASIL, 1997), a água é um bem de domínio público no Brasil, um recurso de propriedade comum, definida por Berkes & Folke (1998) como “uma classe de recursos para os quais a exclusão é difícil e o uso comum envolve a subtração”. Isso implica que certos usos, mesmo não-consuntivos, muitas vezes podem impedir outros usos. Por exemplo, a necessidade de manutenção de um nível mínimo para navegação ou geração de energia hidrelétrica pode impedir ou limitar a retirada de água para irrigação à montante. Por essa razão, a PNRH busca equacionar os usos múltiplos da água, de maneira que possa ser usada para satisfazer necessidades diversas.

Para compensar os efeitos nocivos da ocupação humana dos territórios, nas últimas décadas, têm surgido várias iniciativas nos países da Europa e em outros continentes para buscar uma forma de gestão de seus rios que possibilite recuperar o que ainda for possível de suas condições naturais. Acredita-se que as soluções baseadas na engenharia pesada e na modificação radical do ambiente não venham tendo êxito no enfrentamento dos problemas crônicos causados pela falta de planejamento e crescimento urbano desenfreado.

Infelizmente, muitas das atuais tentativas de reverter tal quadro ainda seguem a ótica higienista, com propostas de canalização e concretagem do leito do rio, incorporando-o ao sistema de esgotamento sanitário da cidade e destituindo-o, assim, dos últimos resquícios de características naturais que ainda poderiam restar. Essa é uma perda imensurável para a cidade, que também coloca em risco a própria sustentabilidade da vida humana e da biodiversidade no planeta Terra.

Em contrapartida, cada vez mais, surgem também programas e projetos governamentais ou privados voltados para a recuperação de áreas degradadas ou a restauração ecológica de ecossistemas impactados, envolvendo desde a reabilitação de áreas de mineração e a criação de banhados artificiais, o saneamento básico e a remoção de poluentes hídricos, bem como a chamada revitalização de rios e córregos no meio rural e urbano.

Talvez o exemplo atual mais notável seja a revitalização do Cheonggyecheon, em Seul, capital da Coreia do Sul, onde foi removida a autoestrada elevada construída sobre o corpo hídrico, de modo a devolver à população a possibilidade de contato com o rio, com a criação de um grande parque fluvial ao longo de aproximadamente seis quilômetros de margens através da pesadamente urbanizada metrópole.



Figura 2. O Cheonggyecheon em Seul, antes e depois da revitalização. Fonte: NOH, 2010.

No Brasil, o movimento pela revitalização de rios e córregos urbanos inicia lentamente, mas vem-se disseminando para diversas cidades, em iniciativas difusas e distintas, dentro do contexto da criação de infraestrutura azul e verde² no meio urbano (FRISCHENBRUDER & PELLEGRINO, 2006; TÂNGARI et al., 2007). Infelizmente, essas iniciativas bem-intencionadas contam com poucas diretrizes técnicas, ecológicas ou legais sistematizadas e oficiais que orientem os procedimentos utilizados, dificultando assim a sua avaliação e uma auditoria dos resultados do pesado investimento de recursos necessários para recuperar uma área degradada, e também proporcionando pouco conhecimento e aprendizado para iniciativas futuras.

Segundo Grant (2008), nos Estados Unidos, investe-se 1 bilhão de dólares por ano apenas no setor de restauração de rios, em uma indústria que movimenta vários bilhões de dólares anualmente ao redor do planeta, sem haver uma clara avaliação e comprovação da relação custo-benefício desse uso de verbas públicas e privadas.

Muitas vezes, porém, o próprio objetivo final de projetos chamados de revitalização ou renaturalização não é claro, realizando-se procedimentos desconectados, ainda que adequados isoladamente, mas que não fazem parte de um processo mais amplo de restauração do ambiente natural e integração à paisagem mais ampla. De fato, vários projetos de urbanização costumam ser incluídos na rubrica da “renaturalização”, frequentemente com valor ecológico questionável ou ausente.

Como autores de um projeto para a renaturalização de um córrego urbano degradado com a criação de um parque fluvial (COSTA et al., 2008a,b), sentimo-nos provocados pela colocação de Palmer et al. (2005) de que “proteger infraestrutura e criar parques são atividades importantes, mas não constituem restauração ecológica”, e nos propusemos então a investigar a seguinte pergunta: o modelo de revitalização de rios e córregos por meio da criação de parques fluviais contempla os objetivos ecológicos da recuperação de áreas degradadas ou, posto de outra forma, os recursos financeiros estão sendo bem-empregados do ponto de vista ecológico, no sentido de devolver a qualidade ambiental ao ecossistema em questão?

Segundo a entomologista Margaret Palmer,

² A infraestrutura azul e verde é composta por corredores verdes ao longo das avenidas e corpos hídricos que cruzam a cidade.

“a qualidade ambiental dos ambientes costeiros tem apresentado um declínio constante em muitas áreas do mundo, em parte devido ao papel inadequado que a ciência ambiental tem desempenhado em iniciativas de restauração ecológica” (PALMER, 2008).

Para a pesquisadora, é preciso mudar o atual foco, voltado para a estrutura física e a reintrodução de espécies individuais, buscando-se a restauração e o restabelecimento de processos ecológicos e a identificação dos fatores que limitam a qualidade ambiental do ecossistema.

A necessidade de se chegar a uma visão comum sobre os critérios para que um processo de restauração tenha sucesso do ponto de vista ecológico tem sido levantada por vários autores (FISRWG, 1998; SER, 2004; PALMER, 2005; GILLILAN, 2005; JANSSON, 2005; GREGORY, 2008), e está no foco deste estudo.

Desse modo, além de criar e executar projetos de recuperação de áreas degradadas e construir parques fluviais, precisamos também aprender mais sobre os fatores que limitam a qualidade dos projetos no sentido ecológico e incorporar tal aprendizado à ciência e às políticas públicas do setor, configurando-se esta numa das linhas de investigação do presente trabalho, conforme os objetivos apresentados a seguir.

1.1 Objetivos

O presente trabalho tem por objetivo geral fazer uma análise do modelo de revitalização de rios e córregos urbanos por meio da criação de parques fluviais, de modo a contribuir para a gestão ambiental de corpos hídricos urbanos, através dos seguintes objetivos específicos:

- revisar o estado-da-arte da gestão e revitalização de rios e córregos urbanos;
- sistematizar as políticas públicas e diretrizes técnicas brasileiras e, contra o pano de fundo desse arcabouço teórico-prático;
 - analisar o Projeto do Parque Linear do Ribeirão das Pedras, em Campinas, SP;
 - analisar o Projeto de Renaturalização do Arroio Sapucaia, em Esteio, RS;

- analisar a Proposta de Renaturalização do Arroio Vieira e Criação do Parque do Arroio Vieira, em Rio Grande, RS;
- propor sugestões teórico-metodológicas para orientar projetos de gestão e revitalização de rios e córregos em áreas urbanas, de maneira a promover o componente ecológico dos projetos.

Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido segundo o arcabouço teórico-prático da pesquisa qualitativa. Segundo Chizzotti,

o termo qualitativo implica uma partilha densa com pessoas, fatos e locais que constituem objetos de pesquisa, para extrair desse convívio os significados visíveis e latentes que somente são perceptíveis a uma atenção sensível. Após esse tirocínio, o autor interpreta e traduz em um texto, zelosamente escrito, com perspicácia e competência científicas, os significados patentes ou ocultos de seu objeto de pesquisa (CHIZZOTTI, 2006).

A afirmação de Chizzotti (2006) sobre seus objetivos mostra ser este o modelo mais adequado à pesquisa proposta. Entre as estratégias usadas na pesquisa qualitativa para a investigação científica, utilizaram-se a revisão bibliográfica, a análise documental e o estudo de caso.

Ainda segundo o mesmo autor, o estudo de caso “objetiva reunir os dados relevantes sobre o objeto de estudo e, desse modo, alcançar um conhecimento mais amplo sobre esse objeto, dissipando as dúvidas, esclarecendo questões pertinentes e, sobretudo, instruindo ações posteriores”. Triviños (2001) define o estudo de caso como “um tipo de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente”. E, para Yin (apud ALVES-MAZZOTTI, 2006), é indicado para situações “quando o caso em pauta é crítico para testar uma hipótese ou teoria previamente explicitada”, como se procede aqui.

Ainda segundo Chizzotti, o estudo de caso

envolve a coleta sistemática de informações sobre (...) um conjunto de relações ou processo social para melhor conhecer como são ou como operam em um contexto real e, tendencialmente, visa auxiliar tomadas de decisão ou justificar intervenções, ou esclarecer por que elas foram tomadas ou implementadas e quais foram os resultados (CHIZZOTTI, 2006).

Finalmente, Yin (apud ALVES-MAZZOTTI, 2006) afirma ser o estudo de caso “uma pesquisa empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em seu contexto natural, em situações em que as fronteiras entre o contexto e o fenômeno não são claramente evidentes, utilizando múltiplas fontes de evidência”.

Dentre as possibilidades de estudo de caso, definidas conforme os objetivos do trabalho – estudo de caso intrínseco, instrumental ou coletivo (STAKE, apud CHIZZOTTI, 2006) – este trabalho se enquadra no estudo de caso instrumental, que

visa o exame de um caso para esclarecer uma questão ou refinar uma teoria. O caso em si tem importância subsidiária; serve somente como um apoio ou pano de fundo para se fazer pesquisas posteriores. Ainda que o estudo de aspectos e atividades do caso seja minudente, a intenção é auxiliar o pesquisador a compreender melhor uma outra questão, orientar estudos subsequentes, apurar ou corroborar hipóteses. (CHIZZOTTI, 2006).

Na mesma linha, o uso de três casos instrumentais em nossa investigação configura também o estudo de caso coletivo, que “estende o estudo a diversos casos para ampliar a compreensão ou teorização a partir de uma coleção mais ampla de casos conexos” (CHIZZOTTI, 2006).

Ainda com relação à metodologia usada na realização deste trabalho, é importante observar que não se partiu de um modelo metodológico a ser testado, mas de uma idéia, para a qual se buscou construir uma metodologia adequada que pudesse dar conta das inquietações que motivaram a pesquisa. Conforme Ribeiro (apud RACHE, 2005), “na verdade, a questão do método só tem sentido ser escrita por último. O método é algo que nós vamos construindo à medida que pesquisamos. Só ao término do trabalho é que sabemos como ele funcionou”.

Na tentativa de esclarecer nossas inquietações, fez-se um levantamento do estado-da-arte do conhecimento e práticas de gestão e revitalização de rios e córregos urbanos no mundo e no Brasil, buscando construir um referencial para orientar nossa pesquisa. Bebeu-se inicialmente das águas da fonte da Ecologia da Paisagem, onde encontram-se conceitos como os de corredor ecológico e *stepping stone*. Aprofundou-se o conhecimento dos modelos geomorfológicos tão em voga atualmente na recuperação de rios degradados, dada sua preponderância e ampla aceitação ao redor do mundo e no Brasil. Finalmente, buscou-se na Ecologia de Restauração um arcabouço teórico mais avançado no que tange aos processos de restauração ecológica, bem como técnicas de vanguarda já usadas ou em desenvolvimento atualmente, na tentativa de aperfeiçoar os modelos correntemente em uso.

Paralelamente, foram analisadas as políticas públicas e os documentos oficiais existentes no Brasil, em busca de componentes de cunho ecológico nas

diretrizes técnicas usadas para a elaboração e implementação de projetos de revitalização de rios e córregos urbanos, procurando também identificar suas carências nesse sentido.

Com esse mesmo intuito, foram então analisados três projetos de revitalização/renaturalização de rios e córregos por meio da criação de parques fluviais: o Parque Linear do Ribeirão das Pedras, em Campinas/SP, o Projeto de Renaturalização do Arroio Sapucaia, em Esteio/RS, e a Proposta de Renaturalização do Arroio Vieira e Criação do Parque do Arroio Vieira, em Rio Grande/RS. Além da análise de relatórios e documentos publicados sobre os projetos, foram feitas visitas a cada um para conhecer *in loco* o seu planejamento e execução.

O Parque Linear do Ribeirão das Pedras, em Campinas/SP, foi visitado nos dias 24 e 25 de novembro de 2010. Contou-se com total apoio do Secretário de Meio Ambiente de Campinas, eng. Paulo Sérgio Garcia de Oliveira, que fez uma verdadeira *tour* pelo parque linear e adjacências, explicando detalhes de sua implementação. No dia 25 de novembro, teve-se a oportunidade de perscrutar todos os documentos relativos ao processo de implementação do parque, arquivados na Secretaria Municipal do Meio Ambiente, desde os primeiros abaixo-assinados solicitando melhoras na praça, até a documentação de premiação do Ministério do Meio Ambiente. Desse contato próximo, foram obtidas informações minuciosas e respondidos questionamentos esclarecedores quanto ao processo e às políticas públicas que fundamentaram a ideia. Outras informações foram obtidas diretamente do site da Prefeitura Municipal de Campinas na internet (www.campinas.sp.gov.br).

O Projeto de Renaturalização do Arroio Sapucaia, em Esteio/RS, foi visitado no dia 30 de agosto de 2010. Na ocasião, recebeu-nos na Prefeitura Municipal o Secretário de Planejamento e Gestão, Norberto Bierhals, o Secretário de Meio Ambiente, Gilberto Timm, e a Coordenadora de Captação de Recursos e Projetos, Maria Dolores Aurélio. Foi realizada uma apresentação do projeto pela arquiteta Catiane Burghausen Cardoso, do Escritório Oscar Escher Arquitetura, Paisagismo e Urbanismo, responsável pela concepção e execução do projeto. Após a apresentação, houve uma visita por toda a área do projeto, bem como nas instalações da Secretaria de Meio Ambiente, onde foi possível compreender *in loco* os detalhes do problema. No dia 20 de novembro de 2010, foi feita nova saída, com o intuito de coletar imagens das margens do Arroio Sapucaia.

O terceiro caso estudado neste trabalho, a Proposta de Renaturalização do Arroio Vieira e Criação do Parque do Arroio Vieira partiu de um trabalho acadêmico do próprio autor, de modo que todo o processo foi acompanhado cotidianamente ao longo pelo menos dos últimos cinco anos. Mesmo assim, as informações usadas podem ser verificadas com as entidades e órgãos públicos citados no decorrer do trabalho. Dado o envolvimento no decorrer de todo o processo, o trabalho de pesquisa realizado no estudo de caso do Arroio Vieira talvez se caracterize mais como pesquisa participante ou mesmo pesquisa-ação, já que sempre envolveu intervir e modificar a situação em questão (SEVERINO, 2000).

Ainda que certos autores em pesquisa qualitativa afirmem que “a única generalização é: não há generalização” (LINCOLN & GUBA, apud FLICK 2009), e apesar das extremas especificidades no caso de cada corpo hídrico, município e população, busca-se um certo grau de inferência e generalização na análise, no que diz respeito às políticas públicas sugeridas para a confecção dos projetos, pois essas sempre são generalizadas.

Finalmente, em consonância com Severino (2000), que diz que a dissertação de mestrado “deve demonstrar uma proposição, e não apenas explanar um assunto”, e com o intuito também de gerar e sistematizar diretrizes metodológicas para a disseminação e aperfeiçoamento dos modelos de revitalização de rios e córregos, são propostas algumas contribuições para serem incorporadas às discussões envolvendo as políticas públicas afetas ao tema em questão.

Referencial Teórico

Recuperação de Áreas Degradadas (RAD)

As atividades humanas sempre geram impactos em maior ou menor grau sobre o ambiente. Muitos desses impactos atingem níveis cujos resultados passam a ser considerados degradação. O decreto federal 97.632/89 (BRASIL, 1989), que regulamenta o artigo 2 da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981) e dispõe sobre as áreas degradadas, define degradação como o

“conjunto de processos resultantes de danos no meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais” (art. 2º) (BRASIL, 1989)

O decreto prevê ainda que

“a recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente” (art. 3º) (BRASIL, 1989).

Não fica claro pelo decreto qual é o nível exato de recuperação exigido, ou sequer a conceituação do termo recuperação propriamente dito. Com esse intuito, é importante fazer uma pequena revisão de termos relacionados com o processo de recuperação de áreas degradadas.

A recuperação de áreas degradadas (RAD) envolve o conjunto de ações idealizadas e executadas por especialistas das diferentes áreas do conhecimento, visando proporcionar o restabelecimento de condições de equilíbrio e sustentabilidade, existentes nos sistemas naturais (DIAS & GRIFFITH, 1998). Seu foco de atuação pode envolver a recuperação de áreas de mineração abandonadas, a remediação de águas e solos afetados por contaminantes, a recomposição de ambientes florestais desmatados, matas ciliares, incluindo procedimentos como revegetação por plantio de mudas, hidrossemeadura, nucleação e transposição de solos, e a renaturalização de rios e córregos de forma mais ampla.

A restauração, segundo FISRWG (1998), é o restabelecimento da estrutura e função dos ecossistemas. Nesse sentido, visa aproximar o ecossistema ao máximo possível das condições e funções existentes antes da perturbação sofrida. O caráter

dinâmico dos ecossistemas está implícito nessa definição, de modo que não seria possível recriá-los completamente. Já a reabilitação acarreta possibilitar alguma forma de uso à terra após uma perturbação, recuperando funções e processos ecossistêmicos do habitat. Ela “não restabelece necessariamente a condição prévia à perturbação, mas envolve estabelecer paisagens geológicas e hidrológicas estáveis que deem suporte ao mosaico ecossistêmico natural”. O termo inglês *reclamation* (ainda sem tradução para o português, conforme SER, 2004), por outro lado, descreve uma série de atividades que visam mudar a capacidade biofísica de um ecossistema, gerando um ambiente diferente do que existia antes da recuperação. Nesse sentido, a reabilitação é mais próxima da *reclamation*, sendo a restauração um processo mais holístico, que não pode ser realizado pela manipulação isolada de elementos individuais (FISRWG, 1998).

De acordo com a Sociedade de Restauração Ecológica (SER), a reabilitação compartilha com a restauração o enfoque nos ecossistemas históricos e preexistentes, mas difere em suas metas e estratégias. Ao passo que a reabilitação enfatiza o reparo de processos ecológicos, a produtividade e os serviços de um ecossistema, as metas da restauração também incluem o estabelecimento da integridade biológica preexistente, em termos de composição de espécies e estrutura da comunidade (SER, 2004).

Harris & van Diggelen (2006) afirmam que a “restauração ecológica difere da reabilitação, *reclamation*, engenharia ecológica e paisagismo no sentido de que todos os aspectos da estrutura e funcionamento do ecossistema são considerados e abordados”.

Ehrenfeld (apud HARRIS & VAN DIGGELEN, 2006) sugere três objetivos simples para projetos de restauração: espécies, funções ecossistêmicas e serviços ambientais.

Ainda de acordo com FISRWG (1998), os profissionais que trabalham com a renaturalização de corredores fluviais podem adotar três níveis de intervenção de restauração, quais sejam

- não-intervenção e recuperação sem perturbações, na qual o corredor se recupera rapidamente, e uma restauração ativa é desnecessária e até prejudicial;
- intervenção parcial para recuperação assistida, onde um corredor está tentando se recuperar, mas o faz de forma lenta ou incerta. Nesse caso, as

ações tomadas podem facilitar os processos naturais que já estejam ocorrendo;

- intervenção substancial com manejo da recuperação, onde a recuperação das funções desejadas está além das capacidades do ecossistema, tornando-se necessárias medidas ativas de restauração (FISRWG, 1998, p. 3).

Binder (2008) afirma que, para serem chamados de naturais, os rios não podem estar poluídos e devem migrar livremente na planície de inundação. A função ecológica do rio deve ser a principal diretriz para projetos considerados como renaturalização.

Por outro lado, com relação à questão do caráter natural do rio renaturalizado, também cabe citar outra obra de Binder, quando este diz que:

a renaturalização de rios não significa a volta a uma paisagem original não influenciada pelo homem, mas corresponde ao desenvolvimento sustentável dos rios e da paisagem em conformidade com as necessidades e conhecimentos contemporâneos (BINDER, 1998, p. 36).

E segundo Allen & Hoeksma (apud ANDEL & GROOTJANS, 2006),

“o objetivo da restauração não é ‘recriar’ uma forma de ecossistema prístino ideal, mas estabelecer um ecossistema onde os processos possam realmente se encaixar dentro da área disponível, que pode ser limitada pelas necessidades de outros usuários da terra”.

Portanto, verifica-se que as definições variam um pouco, e um mesmo autor pode apresentar visões conflitantes. Da mesma forma, Harris & van Diggelen (2006) postulam ainda que “a definição de metas dependerá . . . do nível de ambição com o qual estão sendo criados os planos de regeneração”.

Uma definição adequada parece ser a de Riley (2004), que diz que a restauração ecológica é

“o processo de compensar intencionalmente por danos cometidos pelos seres humanos à biodiversidade e à dinâmica de ecossistemas nativos, trabalhando e mantendo processos regenerativos naturais de maneiras que levem ao restabelecimento de relações sustentáveis e saudáveis entre natureza e cultura”.

Nesse sentido, concordamos com a autora, quando diz que “para esclarecer seus objetivos, ajuda definir o que *não* é restauração” (RILEY, 2004).

No Brasil, a lei federal que cria o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (BRASIL, 2000) define os termos recuperação e restauração da seguinte maneira:

Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

XIII - RECUPERAÇÃO: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;

XIV - RESTAURAÇÃO: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original.

Todavia, o SNUC não explicita o que significa “diferente da sua condição original” e “o mais próximo possível da sua condição original”, a única distinção apontada entre os conceitos de recuperação e restauração.

De interesse do presente trabalho, os termos revitalização e renaturalização, de uso corrente nos projetos brasileiros, não têm uma definição clara na literatura e não são balizados pela terminologia técnica específica usada em RAD, chegando a ser usados de forma aleatória pelos autores e executores dos projetos. Em um glossário de termos referentes ao saneamento obtido no *website* do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2010) há uma definição para renaturalização a saber:

Trata-se de técnica ainda pouco utilizada no Brasil, mas muito difundida em outros países. Pode ser aplicada em conjunto com a implantação de parques lineares e consiste em promover as condições necessárias para que o curso de água recupere suas condições naturais. Os benefícios principais alcançados com essa técnica são a redução dos picos de cheia, a diminuição dos processos erosivos, a melhoria da qualidade da água e o restabelecimento do ecossistema.

Assim, pela leitura realizada e a observação dos projetos, acredita-se que o termo revitalização seria bastante aplicável aos parques fluviais de uso humano, como uma reabilitação da área, ao passo que uma verdadeira restauração ecológica seria mais aproximada do termo renaturalização.

Entretanto, este trabalho não pretende estabelecer uma definição, mas discutir exatamente a questão do grau de “naturalidade” encontrado nos projetos de recuperação de rios e córregos degradados, sejam eles chamados de revitalização ou renaturalização.

3.1.1 Revitalização/renaturalização de rios: uma mudança paradigmática

A revitalização de rios e córregos urbanos é hoje uma tendência mundial, que vem sendo aplicada com frequência crescente em corpos hídricos em diversos países ao redor do mundo. Se, no passado, o modelo higienista era aceito e disseminado, levando ao aterramento de banhados e à canalização de rios e córregos no meio urbano, atualmente, verifica-se uma mudança paradigmática, voltada para a renaturalização dos rios e córregos que foram canalizados e/ou degradados (Fig. 3).

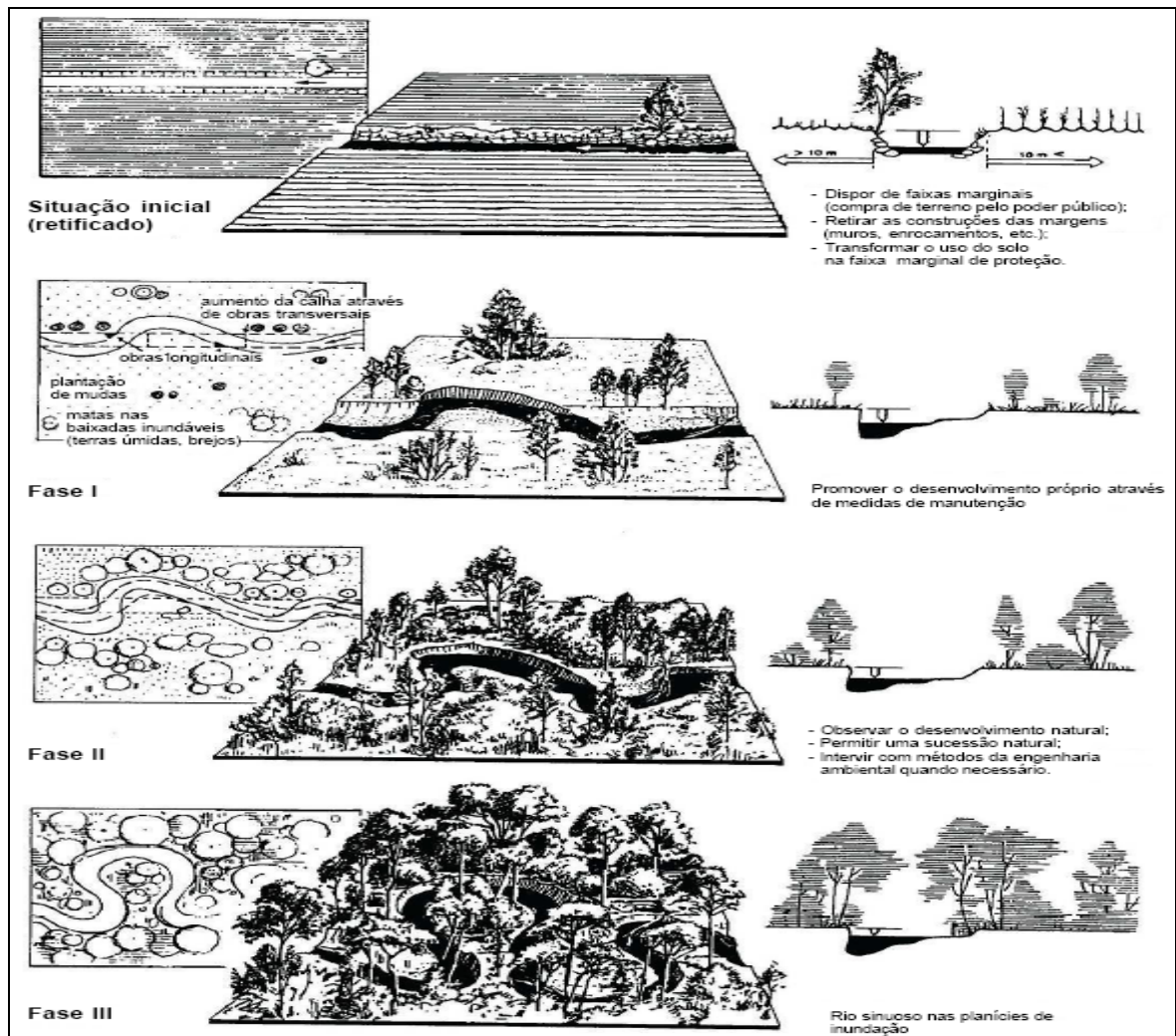


Figura 3. Visão simplificada da renaturalização de rios. Fonte: SELLES, 2001.

No Brasil, é um movimento que inicia lentamente, mas vem-se disseminando para cidades espalhadas por vários estados da federação, em iniciativas difusas e distintas (FRISCHENBRUDER & PELLEGRINO, 2006). Infelizmente, essas

iniciativas bem-intencionadas contam com poucas diretrizes técnicas, ecológicas ou legais oficiais sistematizadas que orientem os procedimentos utilizados, dificultando assim a sua avaliação e auditoria dos resultados do pesado investimento de recursos necessários para recuperar uma área degradada, e também proporcionando pouco conhecimento e aprendizado para iniciativas futuras.

Entre os procedimentos usados, estão a recuperação da mata ciliar, geralmente com plantio de árvores de médio e grande porte, a construção de grandes obras de saneamento básico, como redes de coleta e estações de tratamento de esgotos, a remoção de espécies exóticas e a reintrodução de espécies nativas extintas no local, entre outras, bem como a criação de parques fluviais em áreas de várzea para fins socioambientais.

A revitalização dos *waterfronts* e a criação de parques públicos associados a corpos hídricos, com o objetivo de evitar enchentes urbanas e proporcionar espaços verdes de lazer, não representam novidade. Entre alguns exemplos, Spirn (1995) descreve a criação, por Frederick Law Olmsted, já em 1877, do Central Park em Nova York, e do Riverway em Boston (Fig. 4), como exemplos excepcionais da revitalização de corpos hídricos com vistas ao controle de enchentes combinado com o uso público da planície de inundação como parques urbanos para lazer e contemplação.

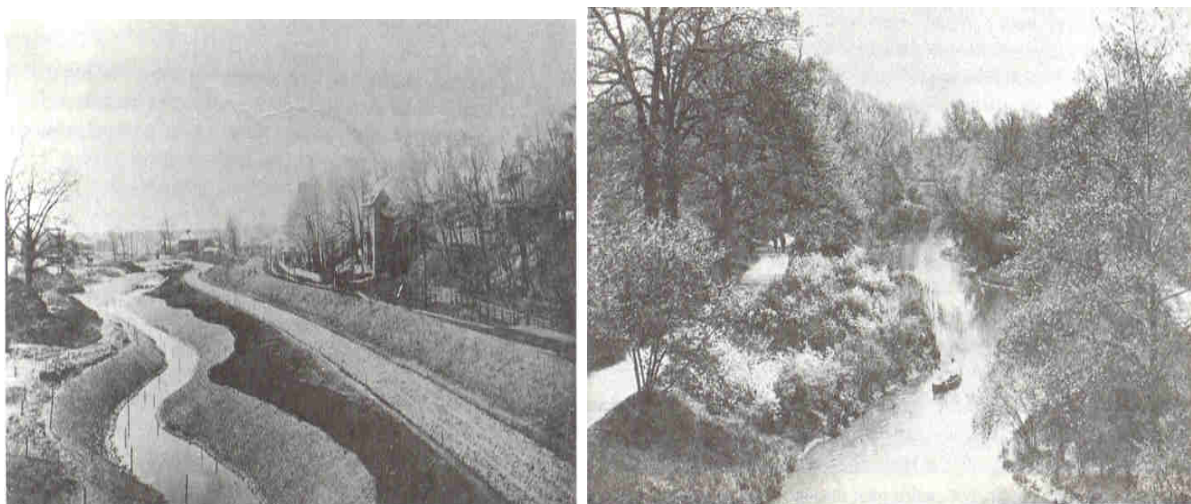


Figura 4. O Riverway, em Boston, logo após a revitalização e 30 anos depois. Fonte: SPIRN, 1995.

Discorrendo sobre os parques urbanos construídos no século XIX, Rodgers observa que,

os idealizadores visionários que conceberam esse sistema, bem como a comunidade de líderes e cidadãos que o suportaram, aspiraram criar muito mais do que um ambiente agradável. Eles acreditaram que estavam provendo uma poderosa força natural para impulsionar avanços sociais. Os espaços públicos da cidade foram projetados como exercício de democracia, oportunidades para a interação cívica entre todas as classes, como um atenuante para a situação de pobreza e como uma alternativa saudável à contravenção e criminalidade. Esses sublimes objetivos foram tanto expressos como supridos pela beleza e grandiosidade dos planos dos parques (RODGERS, 2004, p. 237).

Desse modo, mesmo em meio aos questionamentos dos ecólogos, compreende-se o valor das boas intenções por trás de muitos projetos, assim como o forte apelo carismático da retórica socioambiental encontrada nas propostas de revitalização. Em contrapartida, a melhoria da qualidade ambiental também leva a processos de gentrificação³ causados pela revitalização de áreas específicas no meio urbano, muitas vezes expulsando a própria comunidade que supostamente se pretendia beneficiar, e transferindo o quadro de degradação para outra área ainda preservada da cidade. Esse, muitas vezes, é um dos efeitos involuntários da criação de parques fluviais em áreas de várzea para impedir a ocupação do espaço.

Entretanto, ainda que importantes essas questões estão além do escopo deste trabalho. Com a presente análise, pretende-se contribuir, ao contrário, para a definição de critérios ecológicos para a renaturalização de corpos hídricos, dada a sua carência na maioria dos projetos em execução e nos documentos oficiais para a obtenção de recursos financeiros visando à sua implementação.

No Brasil, a criação, em 2007, do Departamento de Revitalização de Bacias Hidrográficas (DRB), certamente marca um ponto de inflexão nesse processo. Juntamente com os Departamentos de Ambiente Urbano e de Recursos Hídricos, o DRB compõe a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU) do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Seus objetivos são (BRASIL, 2010):

recuperar, preservar e conservar as bacias hidrográficas, por meio de ações que promovam o uso sustentável dos recursos naturais, a melhoria das

³ A gentrificação refere-se a processos de qualificação urbana, governamentais ou privados, que têm como resultado o enobrecimento da área, com valorização imobiliária, e a consequente transferência dos moradores tradicionais para áreas menos valorizadas da cidade.

condições socioambientais, a melhoria da disponibilidade de água em quantidade e qualidade para os diversos usos.

Nesse contexto, inserem-se os projetos de parques fluviais em implantação pelo Brasil. É extremamente relevante o fato de que o projeto vencedor do prêmio lançado pela SRHU, *Melhores práticas em gestão ambiental urbana*, tenha sido de um parque fluvial, implementado na cidade de Campinas, o Parque Linear do Ribeirão das Pedras (OLIVEIRA, 2004; CAMPINAS, 2010; BRASIL, 2010a), um dos casos estudados no presente trabalho.

Atualmente, existem programas e editais com recursos financeiros para a revitalização de rios e córregos, mas ainda sem oferecer diretrizes técnicas e princípios básicos de cunho ecológico que orientem a sua execução e que, portanto, possam ser submetidos a um processo de avaliação ecológica. Como um processo em evolução, sabe-se que tais diretrizes e princípios têm sido perseguidos na confecção de políticas públicas, e pretende-se contribuir nesse sentido.

Observa-se também que a SRHU recentemente lançou edital para contratação de profissionais para projetos e implementação de parques fluviais na bacia do rio São Francisco, sendo para tal finalidade procurados exclusivamente profissionais de Arquitetura e Urbanismo (Projeto BRA/OEA/01/002). Outro indicativo dessa visão, às vezes cosmética, da recuperação de áreas degradadas, está nas diretrizes e procedimentos usados pelo Projeto Orla (BRASIL, 2002), as quais não contemplam o componente ecológico na recuperação de áreas degradadas da orla brasileira, mas privilegiam a recuperação da qualidade estética do ambiente.

Ainda que os projetos sejam aprovados pelo MMA, o manual usado para a formulação e execução de alguns projetos vem do Ministério das Cidades (BRASIL, 2009), evidenciando o fato de que os rios que cortam o meio urbano são vistos como um equipamento urbano, e não como um ecossistema a ser preservado. Essa visão preponderante faz com que seja muito mais fácil aprovar um projeto para um parque fluvial que envolva a remoção de comunidades em situação de risco e a requalificação urbana do entorno, do que um projeto visando apenas recuperar o caráter natural do corpo hídrico.

Ainda assim, estamos em meio a um processo em rápida evolução, e verifica-se no Brasil, bem como no mundo todo, uma ampla busca por diretrizes e critérios melhores visando à recuperação de áreas degradadas e a renaturalização de rios e

córregos. Esse é um sinal de que evoluímos, mas ainda temos um longo caminho a percorrer.

Acompanhando essa mudança histórica na relação entre as cidades e o meio natural onde se inserem, pretende-se aqui contribuir para a definição de critérios ecológicos para a restauração de ambientes no meio urbano, uma discussão travada no meio acadêmico e científico por autores e profissionais como o Dr. David Rosgen (ROSGEN, 2006) e a Dra. Margaret Palmer (PALMER, 2008), e organizações como a Society for Ecological Restoration (SER) nos Estados Unidos e a SER International, o Centro Italiano per la Requalificazione Fluviale (CIRF) da Itália, o River Restoration Centre (RRC) do Reino Unido, entre outros na Europa, e a Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas (SOBRADE) no Brasil, por exemplo.

Também na Europa, foi fundado na Espanha, em 2008, o Centro Ibérico de Restauração Fluvial (CIREF), que atualmente sedia o European Centre for River Restoration (ECRR). De fato, o Ministério do Meio Ambiente espanhol lançou um ambicioso programa de âmbito nacional em 2008, a Estratégia Nacional de Restauração de Rios (CÓRDOVA et al., 2008, ESPANHA, 2010), que promove formação, avaliação e manuais com bases técnicas e jurídicas para levar à restauração do maior número de rios do país.

A atuação desses pesquisadores e entidades mostra o alcance que o campo tem construído nos últimos anos, com a realização de diversos congressos acadêmicos e profissionais sobre a restauração de rios e córregos degradados. Como exemplo mais recente, em maio de 2010, tivemos o II Seminário Internacional de Revitalização de Rios, realizado em Belo Horizonte pela equipe do Projeto Manuelzão (LISBOA et al., 2008), que contou com a presença de especialistas da Coreia do Sul, Polônia, Estados Unidos, França, Áustria e do Brasil, entre outros países onde a discussão já está bastante aprofundada.

3.2 Ecologia da paisagem

Segundo a teorização em Ecologia da Paisagem, a configuração espacial da paisagem pode se apresentar como um gradiente, ou, na maioria das vezes, na forma de um mosaico, composto por uma matriz, manchas variadas dentro dessa matriz, e corredores que conectam as diferentes manchas. A matriz, então, é a

unidade que domina a paisagem espacialmente e controla a sua dinâmica; a mancha é outra unidade homogênea da paisagem, com menor dimensão e forma não-linear e que se diferencia da matriz; já o corredor poderia ser compreendido como uma mancha linear que conecta duas manchas ou fragmentos. Esses componentes se agrupam em uma estrutura heterogênea e geralmente aleatória (FORMAN, 1995).

Os padrões de heterogeneidade são determinados pelo substrato, como tipos de solos, montanhas, corpos hídricos, vegetação, etc.; perturbações naturais, como cataclismas geológicos e biológicos, incêndios, inundações, entre outros; e pelas atividades humanas, como a modificação da paisagem com a criação de campos aráveis, estradas, cidades, e assim por diante. Desse modo, assim como os aspectos abióticos e bióticos, a configuração da paisagem tem um forte componente social.

Dependendo da escala, um elemento que pode ser considerado uma mancha em uma escala regional, como uma aglomeração urbana dentro de uma matriz de campos, unida a outras manchas urbanas por corredores formados por estradas e rios, pode ser visto como matriz, quando observado em uma escala mais local.

Desse modo, dentro de uma matriz urbana, podemos encontrar pequenas manchas de vegetação natural, unidas por córregos que formam corredores hídricos ou fluviais. Quem define a escala analisada é o observador, conforme as espécies e processos de interesse. Juntamente com a definição da escala e dos elementos espaciais que compõem a paisagem, para entendermos os processos que ocorrem, é importante também conhecer os movimentos e fluxos, bem como as taxas e padrões de mudança ao longo do tempo.

Os estudos em Ecologia da Paisagem (FORMAN & GODRON, 1986; FISRWG, 1998) nos mostram que os rios e córregos atuam como corredores ecológicos. Os corredores ecológicos fluviais são faixas de vegetação que conectam fragmentos de unidades ambientais, ou manchas, por onde a fauna e a flora circulam de um fragmento a outro em seus movimentos. Além disso, os corredores ecológicos fluviais “realizam inúmeras funções ambientais, como regular o fluxo hídrico, armazenar água, remover materiais nocivos da água e servir como habitat para plantas e animais aquáticos e terrestres” (FISRWG, 1998).

Ao contrário da visão de senso comum sobre rios e outros cursos hídricos, que se baseia apenas na dimensão longitudinal e considera que a função de um rio é

apenas transportar água limpa da nascente à foz, Ward (1989; apud FISRWG, 1998) propõe um modelo quadridimensional para analisar os corredores fluviais (Fig. 5). Segundo esse modelo, além do corte longitudinal, um rio deve também ser visto por meio de um corte transversal (lateral) e vertical, já que existe movimento de materiais, de água, energia e organismos nos sentidos lateral e vertical, que também afetam as características do corredor. Também importante, além das três dimensões físicas do rio, Ward inclui os efeitos a dimensão temporal sobre o ambiente.

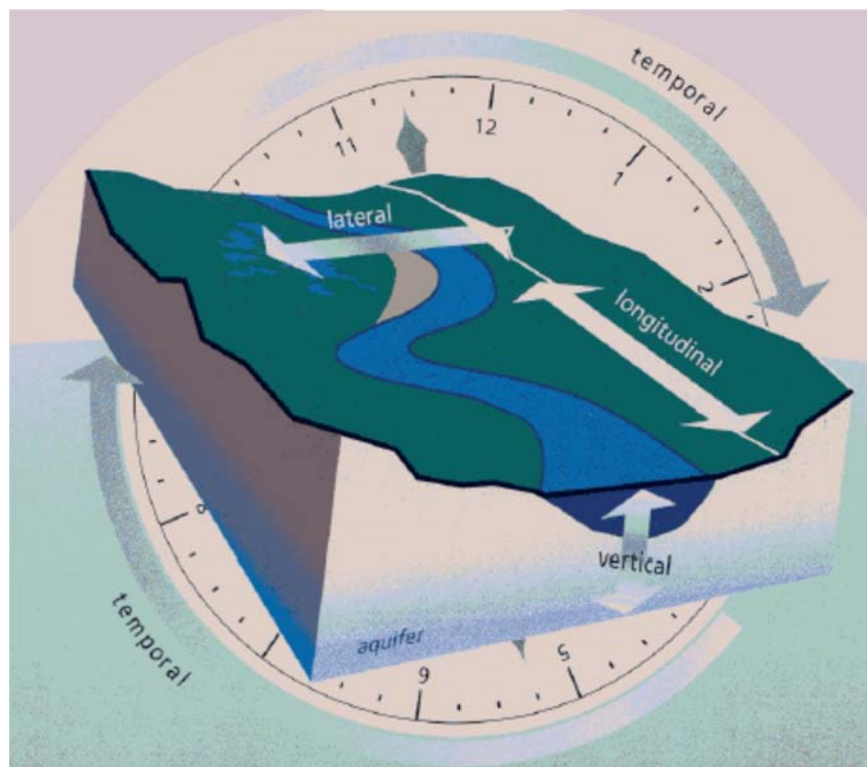


Figura 5. Visão quadridimensional do rio, segundo Ward. Fonte: FISRWG, 1998.

É certo que a dimensão mais visível de um rio é a longitudinal, dado o movimento óbvio das suas águas da montante à jusante, mas a dimensão vertical também tem grande relevância para os processos ecológicos que ocorrem dentro e nas margens dos rios. Não devemos negligenciar as trocas de materiais entre o rio e a atmosfera, que possibilitam a ocorrência de microclimas e a depuração do ar, bem como trocas com o solo e o lençol freático, para onde muitas vezes escoam contaminantes e poluentes oriundos das atividades humanas, assim como nutrientes da decomposição de materiais por fungos e bactérias decompositoras. Também é importante, nesse contexto, o movimento dos organismos da fauna e da flora no

sentido vertical, tanto aéreo quanto subterrâneo, ocasionado pela presença do ambiente aquático.

Cabe lembrar aqui que as várzeas e matas ciliares dos rios são ecótonos, uma zona de transição ou sobreposição entre comunidades vegetais ou animais, formando subconjuntos mistos das comunidades adjacentes (FORMAN, 1995). Assim como, longitudinalmente, um rio ou córrego pode ter diferentes trechos ou seções, um corte transversal em um dado ponto do curso hídrico deve nos mostrar três componentes principais: o talvegue, que é o canal propriamente dito por onde a água escoar pelo menos na maior parte do ano, já que córregos intermitentes podem secar naturalmente em períodos de estiagem; a planície de inundação, ou várzea, uma área baixa adjacente ao talvegue, que é inundada periodicamente e, portanto, faz parte do corpo hídrico em si; e uma porção de terra mais alta, que serve como borda ou área de transição entre a planície de inundação e a paisagem adjacente (FISRWG, 1998).

Schwarzbald (1990) nos fala da importância de entender esse ambiente de transição para a diversidade biológica

Mesmo que do ponto de vista geomorfológico, hidrológico, climático e da capacidade de gerar energia, rios sejam entidades muito estudadas, do ponto de vista sistêmico ou ecossistêmico, há muito a percorrer, especialmente na importância dos ecótonos de rios (espaços de transição rio-terrestre), nos efeitos da variável de força correnteza e nos pulsos de inundação.

Na planície de inundação, devido à migração lateral do curso hídrico, formam-se diversas feições topográficas, que resultam em grande heterogeneidade nas condições do solo e, assim, possibilitam a ocorrência de nichos ecológicos que dão suporte à biodiversidade local. Entre essas formas, estão escarpas e taludes usados para a construção de tocas, terraços e pequenas “praias”, locais com granulometria diversa, trechos frios e sombreados pela mata ciliar e outros quentes e ensolarados devido à ausência de vegetação alta, banhados e alagados, pontos com fluxo laminar mais rápido ou com fluxo turbulento, pequenos lagos e ambientes lênticos, e assim por diante. Por suas características distintas, esses locais são ocupados por espécies variadas da fauna e da flora e têm grande importância ecológica, por possibilitarem a manutenção da biodiversidade.

Devemos entender que a composição faunística de um corredor fluvial depende da composição formada pela disponibilidade de alimento e água, abrigo e proteção, bem como da organização do espaço. Esses componentes do habitat interagem de maneiras cruciais para a criação de habitats e nichos ecológicos, proporcionando: a presença de fontes permanentes de água; elevada produtividade primária e biomassa; contrastes espaciais e temporais nas formas de cobertura vegetal e disponibilidade alimentar; microclimas críticos; diversidade de habitats, tanto horizontal quanto verticalmente; maximização do efeito de borda; rotas de migração sazonal; e elevada conectividade entre manchas vegetadas (FISRWG, 1998).

É interessante observar que é exatamente essa área entre a terra e o rio, por assim dizer, que é de interesse para as comunidades humanas, para o desenvolvimento de suas atividades tão lesivas às próprias características que as atraíram em primeiro lugar. E é nessa área do rio que geralmente são construídos os parques fluviais, objeto de estudo do presente trabalho.

Além das três dimensões supracitadas, longitudinal, transversal e vertical, não podemos negligenciar o aspecto temporal, a quarta dimensão de Ward (1989), pois os ecossistemas sofrem mudanças constantes, tanto as observadas em minutos quanto aquelas que somente se mostram visíveis ao longo de milênios.

Ainda que omitido muitas vezes em detrimento da estrutura física do ecossistema, o aspecto temporal é de importância fundamental, pois muitos processos bioecológicos se dão em diferentes escalas temporais, e as iniciativas de gestão não costumam estar atentas a essas minúcias, muitas vezes implementando-se mudanças que não levam em conta a necessidade de tempo para que os processos se estabeleçam.

Esse é um dos aspectos mais difíceis da gestão ambiental urbana, pois os usos humanos geralmente não podem esperar por uma mudança de longo prazo ou não enxergam que está ocorrendo algo de dimensões ínfimas, mas de importância fundamental, como a geração de solo por fungos e bactérias decompositoras ou períodos de piracema que deveriam suspender ações de manutenção, por exemplo.

Nesse sentido, a necessidade de estabilização e manutenção do caráter estético urbanizado dos parques fluviais dificilmente pode ser compatibilizada com as necessidades ecológicas dos ecossistemas, que exigem permitir a decomposição de materiais e a modificação do meio ao longo do tempo. Ward (1989) observa que

“os ambientes lóticos se desenvolveram em resposta a padrões e processos dinâmicos que ocorreram ao longo dessas quatro dimensões”. A gestão ambiental, segundo Lanna (1995), deve reconhecer essas dimensões, para permitir o desenvolvimento de ambientes de valor ecossistêmico e usos que sejam compatíveis com eles, ao invés do contrário. Para o autor, gestão ambiental é o

processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais que interagem em um dado espaço, visando garantir, com base em princípios e diretrizes previamente acordados/definidos, a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais – naturais, econômicos e socioculturais – às especificidades do meio ambiente (LANNA, 1995).

Os estudiosos da Ecologia da Paisagem postulam que os corredores fluviais possuem cinco (FORMAN & GODRON, 1986) ou seis (FISRWG, 1998) funções principais: habitat, barreira, conduto, filtro, fonte e sumidouro. As funções de barreira e filtro são consideradas semelhantes, podendo ser fundidas, dependendo do autor.

A função de habitat se dá pela estrutura espacial do ambiente, que permite que as espécies vivam, reproduzam-se, alimentem-se e locomovam-se em diferentes nichos ecológicos dentro do corredor, ou seja, habitem-no. A função de conduto indica a capacidade do sistema de transportar materiais, energia e organismos longitudinalmente. Já a função de barreira envolve o bloqueio do fluxo de materiais, energia e organismos entre dois lados do corredor, enquanto a função de filtro prevê a penetração seletiva de materiais, energia e organismos. Finalmente, a função de fonte implica um ambiente onde a exportação de materiais, energia e organismos excede a sua importação, e a função de sumidouro implica um ambiente onde a importação de água, energia, organismos e materiais excede a sua exportação.

No meio urbano, elas se tornam particularmente cruciais, principalmente por proporcionarem uma válvula de escape para a saturação dos componentes do ar, água e do espaço urbano em si, um lugar que as próprias pessoas buscam quando precisam fugir das pressões do cotidiano da cidade.

Essas funções ambientais podem ocorrer simultaneamente no mesmo local ou em áreas diferentes do corredor, sazonalmente (como em épocas de estiagem e cheias), ou mesmo apenas em momentos críticos, quando são responsáveis por suportar grandes mudanças no ambiente circundante. Nesses casos, as condições do ambiente podem se modificar drasticamente para conter essas alterações (como

em casos de migração de meandros, queda de vegetação de porte da mata ciliar, penetração da cunha salina em ambientes estuarinos, etc.).

Todavia, no meio urbano, a gestão normalmente se dá no sentido de impedir que o ambiente se altere em resposta ao seu entorno ou de retornar o ambiente à condição prévia às mudanças, acarretando grandes custos para sua manutenção, e interrompendo processos de evolução natural e sucessão ecológica.

O grau de conectividade de um corredor é a principal medida da sua estrutura, e está intrinsecamente ligado à ocorrência de fragmentação ou lacunas nessa faixa de vegetação ciliar, determinando a efetividade das funções de conduto e barreira (FORMAN & GODRON, 1986). A fragmentação, a ruptura da continuidade espacial do corredor, causada geralmente pela ação antrópica, interrompe os fluxos gênicos entre as populações, ocasionando extinções pelo isolamento e eliminação das condições propícias à sua sobrevivência e evolução. Porém, em uma escala mais ampla, pequenos corpos hídricos locais ou mesmo corredores com baixa conectividade podem atuar como paradas de repouso ou *stepping stones* (caminho das pedras, literalmente, chamados também de pontos de ligação e trampolins ecológicos), onde a fauna faz paradas periódicas em sua rota migratória para outro local.

Pequenos fragmentos florestais disseminados aumentam a permeabilidade da matriz, proporcionando trocas gênicas e a dispersão de sementes e pólen por zoocoria⁴ ou anemocoria⁵, bem como encontros interespecíficos. Nos corredores fluviais, é importante também o papel da hidrocoria⁶ no transporte de sementes e propágulos vegetais.

Em âmbito regional ou da paisagem mais ampla, uma rede de *stepping stones* pode gerar suficiente conectividade para que uma espécie expanda sua distribuição de indivíduos com sucesso reprodutivo (FORMAN & GODRON, 1986). Os estudos ecológicos identificam uma elevada conectividade entre manchas vegetadas na paisagem, auxiliando na migração sazonal de longa distância (FORMAN & GODRON, 1986).

Também na escala municipal, à medida que aumenta a urbanização e os elementos naturais da paisagem são cada vez mais isolados, cresce também a

⁴ Dispersão biológica de sementes transportadas por animais.

⁵ Dispersão biológica de sementes transportadas pela ação do vento.

⁶ Dispersão biológica de sementes transportadas pela água.

importância dos chamados pulmões verdes como única forma de unir esses elementos. É por meio do corredor ecológico e das *stepping stones* que a fauna e a flora locais podem se movimentar em segurança e se dispersar, possibilitando as trocas genéticas necessárias para a manutenção da variedade biológica entre as espécies, bem como rotas de deslocamento na busca por segurança e alimentação.

Assim, pequenos riachos ou lagoas com vegetação preservada dentro de parques urbanos podem servir como pontos de parada para aves como cisnes-do-pescoço-preto, colhereiros e maçaricos, por exemplo, bem como mamíferos aquáticos, répteis e anfíbios que se alimentam e se reproduzem no local antes de prosseguirem em seu caminho. Além disso, na cidade, a manutenção de uma vegetação ciliar preservada é crucial para a depuração da contaminação hídrica por efluentes domésticos e mesmo industriais mais localizados, aumentando a qualidade ambiental desses elementos da paisagem..

Independentemente da escala, são as relações de cada componente com o ambiente externo que evidenciam a sua importância no contexto ecológico da paisagem, tornando-o tão importante quanto o ambiente interno para o seu funcionamento. Isso pode colocar em cheque a adequação de se criar um parque fluvial de uso antrópico para recuperar uma área degradada ribeirinha. Por outro lado, também questiona a própria relevância de recuperar uma área de pequenas dimensões no meio urbano por razões ecossistêmicas. Somente pesquisas científicas bem-elaboradas e executadas podem responder essa questão.

De qualquer modo, acredita-se ser fundamental para a manutenção da qualidade ambiental dos ecossistemas encontrados dentro e ao redor do meio urbano que se estabeleça e mantenha um grau de conectividade entre esses ambientes. Segundo a SER, “toda restauração ecossistêmica deve ser abordada com uma perspectiva de paisagem espacialmente explícita, para garantir a adequação dos fluxos, das interações e os intercâmbios com os ecossistemas contíguos” (SER, 2004).

Ambientes naturais ou mesmo construídos com base nos conceitos de corredor ecológico e *stepping stone* representam o elemento capaz de propiciar tal conectividade estrutural e funcional, sendo então cruciais para a busca de um grau de equilíbrio ecológico nos ambientes urbanos.

3.3 Abordagem geomorfológica

Dentre os arcabouços conceituais que fundamentam projetos de recuperação de corpos hídricos degradados, a abordagem geomorfológica e hidrológica provavelmente seja a mais comum. Essa abordagem baseia-se principalmente na estabilização da estrutura física do corpo hídrico, visto que a necessidade de ocupação das margens e várzeas é um dos principais problemas que levam à degradação de um rio ou córrego, tanto no meio rural quanto no urbano. Um dos expoentes dessa visão é o Dr. David Rosgen, aclamado como *the river doctor* (MALAKOFF, 2004) e criador do modelo do *Natural Channel Design* (ROSGEN, 2006).

Um rio, de posse de suas características naturais, é um ambiente dinâmico e tende a sofrer inúmeras alterações ao longo dos anos e eras geológicas, responsáveis pela sua evolução como ecossistema. Isso faz com que o próprio canal migre ou alague grandes áreas adjacentes, tomando terras que acabam não podendo ser usadas para outros fins, como a agricultura e a ocupação urbana.

Por essa razão, principalmente, muitos rios e córregos foram canalizados ao longo dos anos, abrindo-se espaço para a ocupação antrópica e drenando suas águas o mais rápido possível para um corpo receptor distante e de maiores dimensões. Com vistas à ocupação das áreas adjacentes, o planejamento urbano hoje em dia ainda busca maneiras de fixar as margens e meandros dos rios ainda não degradados, geralmente com obras de engenharia de grande porte e impacto, as quais dificilmente podem ser ocultadas da vista, acarretando também um alto custo estético para a população. Ao mesmo tempo, o elevado custo de construção e manutenção dessas estruturas, claramente artificiais e contrárias aos fluxos dinâmicos do ambiente, faz certos gestores buscarem soluções mais brandas, unindo a urbanização com o maior grau possível de preservação das características naturais.

Os modelos de hidrologia e geomorfologia fluvial baseiam-se em estudos da estrutura física do corpo hídrico, mensurando e prevendo o fluxo hídrico, transporte de sedimentos, erosão, etc., para, por meio de cálculos e obras de engenharia, construir e manter um modelo mais próximo do ideal em termos de heterogeneidade, mas que possa suportar os processos hídricos sem sofrer alteração.

Desse modo, ao invés de construir-se um canal retificado e homogêneo, ou com o intuito de reverter a canalização e retificação do corpo hídrico já alterado (SELLES, 2001), a abordagem de revitalização de córregos baseada na geomorfologia fluvial fundamenta-se na reconstrução do leito fluvial, com base em um trecho de referência (*reference reach*) (ROSGEN, 1998), de modo que haja um retorno à situação de estabilidade existente antes da perturbação, muitas vezes retificação ou canalização completa.

O trecho de referência, um “espelho” do que será o futuro rio, segundo Rosgen (1998), “é uma porção de um segmento de rio que representa um canal estável dentro de uma morfologia de vale específica”. Rosgen (1998) diz ainda que “o trecho de referência caracteriza a morfologia estável, mas não exige trechos necessariamente ‘prístinos’ ou ‘reliquias’, que são difíceis de encontrar”. Essa colocação demonstra o caráter morfológico da referência de Rosgen, baseado na estrutura física, ao contrário de uma visão da recomposição baseada na ecologia fluvial, no rio como ecossistema.

Segundo essa visão, que tem o apoio de muitos pesquisadores e especialistas no assunto, a reconstrução das curvas e meandros do rio propicia heterogeneidade, um dos princípios básicos para o desenvolvimento de nichos ecológicos e o retorno da biodiversidade ao local.

Com a existência de meandros estáveis (Fig. 6), sedimentos de diferente granulometria depositam-se diferencialmente ao longo do canal, criando assim ambientes distintos que passam a ser ocupados, com o passar do tempo, por diferentes espécies da flora e fauna locais. Após a reconfiguração estrutural, o processo de recolonização pode ser lento ou acelerado, dependendo do quanto for implementado de forma ativa ou passiva.



Figura 6. Revitalização de córrego baseada no modelo do *Natural Channel Design*. Fonte (PALMER, 2009)

3.3.1 *Natural Channel Design*

A metodologia do *Natural Channel Design* tem oito fases (ROSGEN, 2006), conforme o quadro a seguir:

Quadro 1. Metodologia do *Natural Channel Design*. Fonte: adaptado de ROSGEN, 2006.

1. Definir objetivos para a restauração, associados a processos físicos, biológicos e/ou químicos;
2. Obter informações regionais e localizadas para caracterização geomorfológica, hidrológica e hidráulica;
3. Realizar avaliação no nível do rio/bacia para determinar o potencial e estado atual do rio, bem como a natureza, magnitude, direção, duração e consequências das mudanças. Obter dados biológicos paralelamente aos dados físicos;
4. Considerar recomendações para restauração passiva baseadas em alterações no uso do solo, ao invés de restauração mecânica. Se os métodos passivos forem razoáveis para cumprir os objetivos, passar para fase de monitoramento. Caso contrário:
5. Implementar *Natural Channel Design* com testes analíticos subsequentes para relações entre transporte hidráulico e sedimentar;
6. Selecionar e implementar medidas de estabilização, aperfeiçoamento e estabelecimento vegetativo para manter dimensão, padrão e perfil para cumprir os objetivos;
7. Implementar o modelo e medidas de estabilização propostas envolvendo *layout*, controle da qualidade da água e construções por estágios;
8. Fazer um plano para monitorar a efetividade, validação e implementação para garantir que os objetivos sejam cumpridos, os métodos de previsão sejam adequados e a construção seja implementada conforme o projeto. Finalmente, criar e implementar um plano de manutenção.

É interessante a recomendação do uso de medidas passivas de restauração, dada a visão preponderante de que a melhor alternativa seria deixar que o rio retomasse seus processos naturais e, assim, alcançasse alguma forma de equilíbrio dinâmico. Somente após verificar-se não ser possível a restauração passiva é que são iniciadas obras e processos de modificação radical do meio, que geralmente são executados de maneira pontual.

Assim, dado o impulso inicial por meio da reconfiguração da estrutura física, acredita-se ser apenas questão de tempo para a recolonização do ambiente pela biota, havendo um retorno da qualidade ambiental e da biodiversidade local, considerado o principal objetivo da maior parte dos projetos de recuperação de áreas degradadas.

Rosgen (1998) conclui seu artigo dizendo que “o engenheiro projetista deve ser capaz de ‘ler o rio’ e selecionar especificações de projeto compatíveis com o canal natural estável”. O autor aqui reitera a visão da estabilidade do ambiente natural, ao contrário do caráter dinâmico defendido pela Ecologia da Restauração, assim como a realidade de que os projetos de restauração de rios degradados costumam ser idealizados e coordenados atualmente por engenheiros, e não por ecólogos. Em outro artigo (ROSGEN, 2006), ressalta já de antemão a exigência de “formação e experiência em geomorfologia, hidrologia e engenharia na implementação do método”, indicando no final que, “devido à sua complexidade inerente, geralmente é necessário obter apoio técnico para a avaliação e projeto”. Esse apoio técnico se refere a profissionais de áreas como biologia e ecologia.

Essa parece ser a visão atualmente em curso, segundo a qual os projetos são coordenados por engenheiros e arquitetos, que criam um projeto estrutural e paisagístico, para depois receberem assessoria de profissionais ligados à ecologia, como um aspecto secundário da recuperação.

Sem dúvida, a aparência é o que a sociedade vê, e muitas vezes é isso que orienta os tomadores de decisões políticas e financeiras, sempre atentos à necessidade de conseguir votos para que possam continuar criando e executando as políticas públicas em que acreditam. A carência de educação ambiental e de conhecimento sobre a importância e funções dos rios perpetua essa situação perniciosa.

Esse processo de reconstrução geomorfológica da estrutura física do corpo hídrico visando a estabilização de taludes e a contenção das águas dentro do canal

está no centro de muitos dos atuais projetos de revitalização de rios e córregos no meio urbano, envolvendo a criação de parques fluviais nas áreas de várzea após a estabilização. Por seu uso de obras pesadas de engenharia e a necessidade de manutenção, que acarreta a remoção ou interrupção de processos de evolução natural, ele é bastante criticado pelos estudiosos da Ecologia de Restauração, que discutiremos mais adiante.

Uma alternativa de menor impacto aos materiais “duros” usados na engenharia civil tradicional é a bioengenharia, que será abordada a seguir.

3.4 Bioengenharia

A bioengenharia envolve o uso de materiais naturais e, de preferência, locais no manejo de cursos d’água e na recuperação de corpos hídricos degradados. Durlo & Sutili (2005) nos trazem uma definição:

“O conhecimento das exigências e características biológicas da vegetação e, especialmente, de sua capacidade para a solução de problemas técnicos de estabilização de margens e encostas, combinado com a construção de obras de grande simplicidade, caracteriza o que é chamado de bioengenharia, engenharia biológica, engenharia biotécnica, também denominada construção verde ou ainda construção viva”.

Exemplos de técnicas de bioengenharia para contenção de taludes são o uso de estacas vivas para a fixação de encostas e a instalação de faxinas com feixes vivos para a contenção da erosão das margens de rios (Figs. 7 e 8).

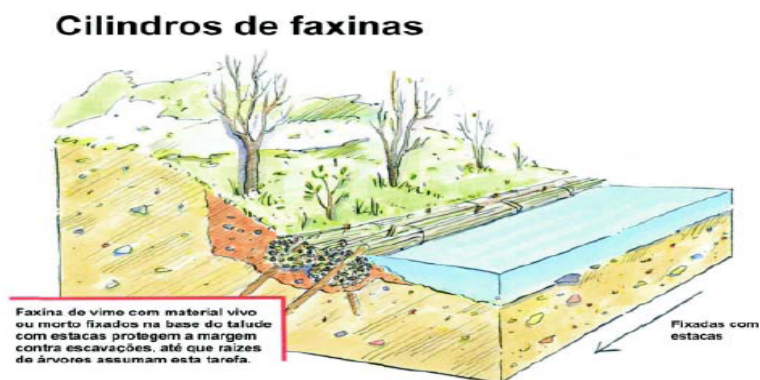


Figura 7. Técnicas de bioengenharia - faxinas. Fonte: SELLES, 2001

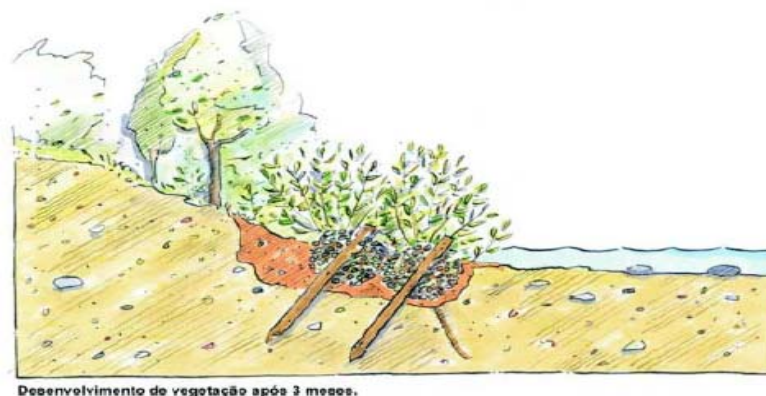


Figura 8. Faxinas com material vivo, após 3 meses. Fonte: SELLES, 2001.

Ainda que a bioengenharia não seja um modelo abrangente para a restauração ecológica, restringindo-se a técnicas alternativas à engenharia civil tradicional, o uso de suas técnicas possibilita um caráter mais natural à recomposição do ecossistema, uma estética mais integrada ao meio natural, a possibilidade do desenvolvimento imediato de nichos ecológicos, além de ser mais flexível e maleável às necessidades dinâmicas dos corpos hídricos. Os materiais usados costumam ser incorporados com o tempo ao ecossistema, por meio de decomposição ou mesmo brotamento, dando origem a nova vegetação, abrigo e alimentação para a fauna.

Além disso, costumam usar mão-de-obra local na construção e instalação das estruturas, proporcionando assim um benefício social às comunidades diretamente afetadas pelo projeto.

Mesmo que sejam conhecidas desde o Império Romano, e disseminadas por vários países da Europa e América do Norte, as técnicas de engenharia natural são pouco conhecidas e utilizadas no Brasil, sendo omitidas nas diretrizes existentes para a recuperação de áreas degradadas.

3.5 Restauração ambiental sistêmica

O mesmo se aplica a uma outra linha de pesquisa e prática de vanguarda na recuperação de áreas degradadas, que envolve os princípios e técnicas que compreendem a chamada Restauração Ambiental Sistêmica (REIS & NAKAZONO, 1999; REIS et al., 2003; TRES & REIS, 2009; REIS & HMELJEVSKI, 2009).

Em uma apostila do projeto Município Verde Azul do estado de São Paulo, Reis (2010) descreve como principal fator na restauração “ajudar a natureza se recompor, de forma que os processos sucessionais ocorram na área degradada”, identificando assim o retorno a uma trajetória de sucessão ecológica como a medida mais adequada ao processo chamado de restauração.

Nesse sentido, são usadas técnicas como a nucleação, que envolve “formar microhabitats em núcleos propícios para a abertura de uma série de eventualidades para a regeneração natural, como a chegada de espécies vegetais de todas as formas de vida e formação de uma rede de interações entre os organismos” (REIS et al., 2006). O uso de espécies facilitadoras e promotoras, chamadas de plantas focais, em áreas em processo de formação de solo agrega espécies e acelera a sucessão primária, dando início assim ao processo de sucessão ecológica e recomposição dos níveis tróficos. Para tal, criam-se núcleos florestais adjacentes às áreas degradadas, como áreas de formação de solo e fonte de propágulos para a regeneração.

Para recompor o solo, que pode estar degradado ou mesmo ser talvez inexistente no local, também se usa a técnica de transposição de solo (Fig. 9), de maneira a devolver à área degradada uma composição de serapilheira, sementes e microrganismos responsáveis por alterações nas condições do solo e da estrutura de comunidade, facilitando o estabelecimento de outras espécies na sucessão. Essa técnica é usada na recomposição de ambientes ciliares, e se mostra promissora no sentido de contemplar mais o componente da sucessão ecológica do que as técnicas de plantio direto de árvores de médio e grande porte que são comuns em projetos de renaturalização de rios (Fig. 10), entre outras razões, por seu caráter carismático e forte apelo popular, como medida de educação ambiental e promoção política.



Figuras 9 a, b e c. Transposição de solos. Fonte: REIS & HMELJEVSKI, 2009.



Fig. 10. Plantio de árvores para recuperação da mata ciliar. Fonte: ARARAQUARA, 2010

O plantio precoce de espécies de clímax da sucessão ecológica pode impedir a ocorrência de processos pioneiros essenciais, como o crescimento de leguminosas rasteiras, a formação de solos e a ocorrência de certos grupos funcionais, como determinados fungos e insetos, como restabelecimento da cadeia trófica. Lembra-se que a sucessão ecológica inicia pela formação do próprio solo, de maneira iterativa com a biota. As novas condições biogeoquímicas levam à colonização por novas espécies, que novamente modificam o solo, num processo cíclico e dinâmico.

As espécies fixadoras de nitrogênio, como as leguminosas, são essenciais para as primeiras fases da sucessão, quando existe carência de carbono e nitrogênio. As cianobactérias, fungos e líquens são importantes na sucessão primária em solos rochosos, atuando também no intemperismo e na formação do solo orgânico. Este propiciará o desenvolvimento de vegetais superiores, até espécies arbóreas de grande porte. As medidas de revegetação em voga muitas vezes buscam um atalho direto até o fim desse processo, mostrando-se normalmente ineficientes, dada a pobreza do solo resultante, entre outros fatores, e não possibilitam o desenvolvimento de uma comunidade diversa.

Da mesma forma, outra medida usada é a recomposição do banco de sementes e germoplasma típico do local, com a coleta da chuva de sementes em áreas adjacentes com remanescentes florestais preservados, cujas sementes são então transportadas para o local em restauração.

Também é importante proporcionar a dispersão de sementes e propágulos, por zoocoria. Nesse sentido, são usadas espécies vegetais chamadas “bagueiras”, que atraem a fauna frugívora, que dispersa as sementes em seus movimentos pelo entorno. Para atrair aves e morcegos, reconhecidamente frugívoros, são usados poleiros artificiais, secos ou vivos, bem como torres de cipó, que são dispostos ao longo da área degradada e usados temporariamente por essa fauna voadora, dispersando assim as sementes.

A disposição de galharia também atua como atração para a fauna, proporcionando abrigo de predadores e fonte de alimentos, além de conter brotos e sementes, microrganismos e outros ingredientes para a recuperação natural do ambiente degradado.

Desse modo, a Restauração Ambiental Sistêmica, vai além das práticas atuais observadas em projetos de recuperação de áreas degradadas e revitalização de rios e córregos, buscando colocar o ecossistema degradado em uma trajetória de sucessão ecológica, de maneira a devolver ao ambiente a sua capacidade de recuperação natural.

Do ponto de vista da recuperação do ecossistema, não há como tomar atalhos, devendo-se proporcionar o desenvolvimento de uma trajetória ecológica, o que exige espaço e tempo, assim como muita diversidade. Nesse sentido, um arcabouço teórico mais abrangente é a Ecologia da Restauração, que será abordada a seguir.

3.6 A Ecologia de Restauração e a Restauração Ecológica

Apesar da ampla disseminação dos projetos voltados para a estrutura, de cunho geomorfológico e baseados no *Natural Channel Design* de Rosgen (2006), Palmer (2008) observa que “o foco na estrutura tem motivado a restauração de corpos hídricos, mas com poucas evidências de melhoras ecológicas”. Na tentativa de obter estabilidade estrutural no sistema e manter os rios dentro de canais sinuosos, mas fixos, negligencia-se o caráter dinâmico dos rios e suas interações com as áreas

adjacentes, suas planícies de inundação. Nesse sentido, Schwarzbald (1990) afirma que

É importante considerar que os organismos de sistemas de rios de inundação têm “memória” dos pulsos de inundação e, tendo sofrido adaptações ao longo da história do rio ao qual pertencem, necessitam desses pulsos para se manterem estrutural e funcionalmente no ecossistema rio.

Por essas razões, cada vez mais, os gestores de recursos hídricos têm-se voltado de soluções radicais de engenharia para a restauração baseada na observação de princípios ecológicos. Essa mudança paradigmática pode envolver desde a adoção de técnicas da bioengenharia na recomposição de pequenos trechos degradados, passando pela renaturalização do corpo hídrico mais amplo, até a restauração ecológica de ecossistemas adotando uma visão regional baseada na Ecologia da Paisagem.

Em consonância com a afirmação de Palmer et al. (2005) que motivou nossa inquietação, “proteger infra-estrutura e criar parques . . . não constituem restauração ecológica”, os mesmos autores defendem também que “os projetos que visam restaurar um rio ou córrego completamente ou em parte devem ser julgados com base no sucesso ecológico da restauração”. Ainda de acordo com outro artigo da autora principal (PALMER, 2009), a restauração ecológica busca ir além dos preceitos da engenharia ambiental e da geomorfologia, visando restabelecer os processos ecológicos ausentes no ambiente degradado.

Todavia, mesmo com o interesse cada vez maior na revitalização de rios, principalmente nos meios urbanos, há pouco consenso sobre o que constitui uma iniciativa bem-sucedida. Na falta de critérios consensuais, aceitos e exigidos pelos órgãos responsáveis pela liberação de verbas e pela implementação dos projetos, os profissionais encarregados desses projetos têm poucos incentivos para avaliarem e divulgarem os resultados da revitalização. Normalmente, os projetos de revitalização terminam quando as obras são concluídas, não havendo avaliação da sua validade ecológica. As atividades são retomadas quando da necessidade de manutenção das estruturas construídas, sendo novamente encerradas tão logo o problema estrutural é sanado.

3.6.1 Padrões de Palmer et al.

Assim, com o objetivo de contemplar as premissas da Ecologia de Restauração, Palmer et al. (2005) propõem cinco padrões para o sucesso ecológico em projetos de restauração de rios e córregos, apresentados no quadro 2:

Quadro 2: Padrões para o sucesso ecológico da restauração de rios. Fonte: PALMER et al. (2005).

Imagem orientadora do estado dinâmico	A imagem orientadora deve levar em conta não apenas a condição média ou algum valor fixo de variáveis cruciais do sistema (hidrologia, química, geomorfologia, habitat físico e biologia), mas também deve considerar a faixa de variação dessas variáveis e a probabilidade de que elas não sejam estáticas. Devem-se reconhecer explicitamente as mudanças induzidas pela ação humana no sistema, incluindo mudanças nas variáveis cruciais. De forma ideal, esse plano deve considerar estressores locais e no âmbito da bacia hidrográfica, e deve considerar quanto uma iniciativa local de restauração pode contribuir para a restauração no nível da bacia.	Indicadores: presença de um projeto ou descrição de objetivos desejados que não se orientem por uma única meta fixa e invariável (p.ex., canal estático, qualidade da água invariável temporalmente).
Melhoria ecossistêmica	Indicadores apropriados de integridade ecológica ou saúde ecossistêmica devem ser selecionados com base em atributos relevantes do sistema e nos tipos de estressores que comprometem as condições ecológicas. A taxa de melhora esperada varia com o grau de comprometimento, o grau em que a restauração reduz os estressores, e a sensibilidade dos indicadores selecionados a mudanças nos níveis de estressores. A mudança pode ser em relação a um local de referência ou baseada no grau de afastamento do estado degradado.	Indicadores: melhora na qualidade da água; implementação de regime de fluxo natural; aumento na viabilidade populacional de espécies-alvo; aumento na vegetação ciliar; melhora das funções ecossistêmicas; melhora no índice de bioavaliação; melhoras em fatores limitantes para uma determinada espécie ou estágio de vida.
Aumento da resiliência	O sistema deve necessitar o mínimo de intervenção e ter a capacidade de se recuperar de perturbações naturais como enchentes e incêndios, e de se recuperar de novas agressões humanas.	Indicadores: poucas intervenções necessárias para manter o local; escala do trabalho de conservação é pequena; documentação de que indicadores ecológicos permanecem dentro de uma faixa condizente com condições de referência ao longo do tempo.
Ausência de danos permanentes	O monitoramento de indicadores ecossistêmicos específicos, realizado antes e após o projeto, deve demonstrar que os impactos da intervenção de restauração não causaram danos irreversíveis às propriedades ecológicas do sistema.	Indicadores: pouca vegetação nativa removida ou danificada durante a implementação; vegetação removida foi substituída e apresenta sinais de viabilidade (p.ex., crescimento de plântulas); pouca deposição de sedimentos finos decorrente do processo de implementação.

Avaliação ecológica	Os objetivos ecológicos do projeto devem ser especificados de forma clara, com evidências disponíveis de que foram coletadas informações ou dados após a restauração sobre as variáveis ecossistêmicas de interesse. O nível de avaliação pode variar de simples comparações antes/depois a análises estatisticamente rigorosas, mas os resultados devem ser analisados e disseminados.	Indicadores: documentação de condições anteriores e após a avaliação.
---------------------	---	---

Além do sucesso ecológico dos processos de restauração, Palmer et al. (2005) também reconhecem o valor de outros aspectos abordados, e consideram que os projetos mais bem-sucedidos de restauração ecológica são aqueles que contemplam, além do sucesso ecológico, representado pelos cinco princípios, as necessidades dos atores sociais, como aspectos estéticos, benefícios econômicos, recreação e educação, e o sucesso em termos de conhecimento e aprendizagem, representado pela contribuição científica que o projeto faz, pela experiência de gestão e pela geração de métodos melhores de restauração.

É intuitivo pensar que qualquer intervenção realizada em um rio somente será preservada se a comunidade social tiver a percepção de estar-se beneficiando dela. Caso contrário, é provável que a intervenção seja revertida, seja por meio de vandalismo ou pela pressão social por novas políticas públicas de sentido inverso. Do mesmo modo, da forma como a ciência opera, também se espera que a experiência de restauração propicie novo conhecimento que possa ser usado para melhorar os métodos e trazer mais benefícios com menores custos no futuro.

De acordo com Palmer et al. (2005), a restauração mais efetiva é a que se encontra na intersecção dos três eixos a seguir (Fig. 11):

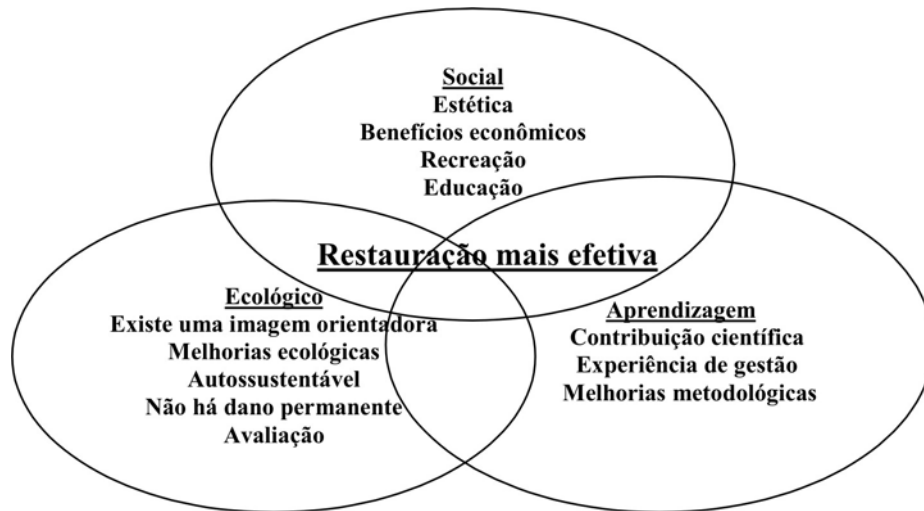


Figura 11. Três eixos do processo de restauração ecológica. Fonte: PALMER et al. (2005).

3.6.2 Os princípios da SER

Ainda dentro do arcabouço da Ecologia da Restauração, conforme preconizado nos “Princípios da SER International sobre a restauração ecológica”, a “restauração ecológica é uma atividade deliberada, que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema com respeito à sua saúde, integridade e sustentabilidade” (SER 2004) ou, em outra definição da SER (2004), “é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído”.

Compreendendo que os ecossistemas são ambientes dinâmicos, a restauração ecológica procura retornar um ecossistema degradado à sua trajetória histórica. Nesse sentido, as condições históricas são o ponto de partida do planejamento para a restauração do ecossistema. Juntamente a elas, usam-se condições de referência e modelos preditivos para a construção de cenários.

Em consonância com a visão do ambiente dinâmico, surge a questão da noção de “recuperação”. Quando se pode dizer que um ecossistema antes degradado se encontra finalmente “recuperado”? Segundo os princípios da SER (2004),

“um ecossistema é considerado recuperado – e restaurado – quando contém recursos bióticos e abióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento sem auxílio ou subsídios adicionais. Tal subsistema será capaz de se manter tanto estruturalmente quanto funcionalmente. Demonstrará resiliência normal aos limites normais de estresse e distúrbio ambientais. Interagirá com ecossistemas contíguos em termos de fluxos bióticos e abióticos e interações culturais”.

A resposta então estaria no conceito de “trajetória” (PALMER, 2008), segundo o qual, compreendido o ecossistema como dinâmico, é necessário que ele se encontre em processo de evolução rumo às metas ou referências propostas no planejamento inicial do projeto de restauração. Ao invés de objetivos fixos definidos, busca-se colocar o ecossistema em uma trajetória de recuperação, a partir da qual ele deve assumir um desenvolvimento autossustentável. É difícil imaginar isso dentro do meio urbano, onde os remanescentes naturais sofrem a influência constante da ação humana no sentido de coibir a sua trajetória natural.

Para avaliar o *status* do ambiente recuperado, a SER (2004) propõe nove atributos para um ecossistema restaurado, conforme quadro a seguir:

Quadro 3: Atributos do ecossistema restaurado. Fonte: SER, 2004.

<ol style="list-style-type: none"> 1. O ecossistema restaurado contém um conjunto característico de espécies que ocorrem no ecossistema de referência, fornecendo uma estrutura apropriada de comunidade; 2. O ecossistema restaurado consiste de espécies indígenas (<i>sic</i>) até o máximo grau possível. Nos ecossistemas culturais restaurados, se permite a ocorrência de espécies exóticas domesticadas e de espécies ruderais não invasoras, além das arvenses, que presumidamente coevoluiram com elas. As espécies ruderais são representadas por plantas que colonizam sítios perturbados, enquanto as arvenses crescem entre plantas de cultivo; 3. Todos os grupos funcionais necessários para o desenvolvimento contínuo e/ou estabilidade do ecossistema restaurado se encontram representados ou, caso não estejam presentes, os grupos ausentes possuem potencial para colonizar o ambiente por meios naturais; 4. O ambiente físico do ecossistema restaurado possui a capacidade de suportar as populações reprodutivas das espécies necessárias para sua estabilidade contínua ou desenvolvimento ao longo da trajetória desejada; 5. O ecossistema restaurado aparentemente funciona de modo normal, de acordo com seu estado ecológico de desenvolvimento, não existindo sinais de disfunção; 6. O ecossistema restaurado foi integrado adequadamente com a matriz ecológica ou a paisagem, com a qual interage através de fluxos e intercâmbios abióticos e bióticos; 7. As ameaças potenciais à saúde e à integridade do ecossistema restaurado foram eliminadas ou reduzidas ao máximo possível; 8. O ecossistema restaurado é suficientemente resiliente para suportar os eventos periódicos normais de estresse que ocorrem no ambiente local e que servem para manter a integridade do ecossistema; 9. O ecossistema restaurado é auto-sustentável, ao mesmo grau que seu ecossistema de referência, e possui o potencial para persistir indefinidamente sob as condições ambientais existentes. Entretanto, aspectos da sua biodiversidade, da estrutura e do seu funcionamento podem mudar como parte do desenvolvimento ecossistêmico normal, e podem flutuar em resposta ao estresse periódico normal e eventos ocasionais de distúrbio de maior consequência. Como acontece com qualquer ecossistema intacto, a composição de espécies e outros atributos do ambiente restaurado podem sofrer alteração, se as condições ambientais mudarem.

Acrescenta-se, ainda, que outros atributos podem ser identificados ou adquirir relevância no decorrer da implementação do projeto, conforme as condições locais.

Nesse sentido, um dos objetivos pode ser o fornecimento de determinados bens e serviços em um nível sustentável, como no extrativismo, trazendo assim benefícios à sociedade.

Ainda como um resultado social segundo a SER, outros objetivos do plano de restauração podem envolver a criação de “amenidades estéticas ou a promoção de atividades sociais importantes, tais como o fortalecimento comunitário, por meio da participação das pessoas num projeto de restauração” (SER, 2004).

Esse pode ser um objetivo legítimo para os parques fluviais, ainda que talvez não esteja diretamente relacionado com as metas ecológicas da restauração. Talvez se possa pensar aqui que a restauração ecológica seja uma utopia no mundo antropizado de hoje, mas acredita-se ser um ideal que ainda mereça ser perseguido.

4 Políticas públicas e diretrizes técnicas

Não existe no Brasil legislação específica que determine explicitamente a revitalização ou renaturalização de um corpo hídrico degradado. O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), determinado pela legislação (BRASIL, 1989), refere-se normalmente a atividades de mineração e outras formas de extrativismo, e é previsto no EIA/RIMA do empreendimento.

Casos de retificação ou canalização de córregos projetados para fins viários ou controle de enchentes são permitidos pela legislação e têm previsto medidas como a criação de parques fluviais como forma de revitalizar as áreas alteradas, evitando a ocupação pela população de baixa renda.

Como a degradação de rios e córregos costuma ocorrer de forma involuntária e ao longo de muito tempo, é óbvio que não existe um planejamento para a sua recuperação nesses casos, visto que a própria degradação já contrariava a legislação em primeiro lugar. Por outro lado, após uma ação lesiva, não existe nada que obrigue o agressor a recuperar o dano e que determine o modelo de recuperação, devendo isso ser feito normalmente por meio de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) ou acordos propostos pelo Ministério Público ou Prefeituras Municipais.

As ações que levam a processos e projetos de revitalização fundamentam-se então nas leis e decretos voltados para coibir crimes ambientais, como a supressão de matas ciliares e nativas, aterramento de banhados e corpos d'água, entre outras, e sugerem a recuperação das áreas degradadas de diversas maneiras. Apresenta-se aqui um levantamento das leis e normas que podem ser utilizadas nesse sentido, e que fundamentam os projetos estudados.

A Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988) preconiza o caráter público do meio ambiente e a necessidade de preservar e restaurar os processos ecológicos:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981) também fala da manutenção do equilíbrio ecológico geral e da recuperação de áreas degradadas ou ameaçadas:

Art. 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

VIII - recuperação de áreas degradadas;

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

Este artigo é regulamentado pelo Decreto Nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que diz que:

Art. 2º Para efeito deste Decreto são considerados como degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.

Art. 3º A recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente.

Desse modo, a PNMA preconiza, além da manutenção do equilíbrio ecológico e que o meio ambiente é patrimônio público a preservar, a recuperação das áreas degradadas. A PNMA diz ainda que:

Art. 4º - A Política Nacional do Meio Ambiente visará:

VII - à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

Assim, mesmo não identificando nominalmente a forma de recuperação, a PNMA imputa ao agente da degradação a obrigação de reparar o dano.

Com relação às matas ciliares no entorno de rios e córregos, podem ser citadas as seguintes leis:

O código florestal - Lei nº 4.771/65 (BRASIL, 1965), em seu artigo 2º, prevê que:

Art. 2o.- Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

1) de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

2) de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

3) de 100 (cem) metros para os cursos d'água tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

4) de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 500 (quinhentos) metros de largura;

5) de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d'água, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

Da mesma forma, o artigo 3º da Resolução CONAMA 303, (CONAMA, 2002), preconiza que:

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;

b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;

c) cem metros, para o curso d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;

d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;

e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;

II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:

a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;

b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros;

E segundo a lei de crimes ambientais - Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 (Brasil, 1998), é crime contra a flora:

Art. 38. Destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção.

Art. 48. Impedir ou dificultar a regeneração natural de florestas e demais formas de vegetação:

Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa.

Por outro lado, a Resolução CONAMA nº. 369 (CONAMA, 2006) permite a supressão da vegetação e o uso público da APP em alguns casos, como os elencados a seguir, que têm relação com o presente trabalho:

Art. 2º. O órgão ambiental competente somente poderá autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP, devidamente caracterizada e motivada mediante procedimento administrativo autônomo e prévio, e atendidos os requisitos previstos nesta resolução e noutras normas federais, estaduais e municipais aplicáveis, bem como no Plano Diretor, Zoneamento Ecológico- Econômico e Plano de Manejo das Unidades de Conservação, se existentes, nos seguintes casos:

I - utilidade pública:

- b) as obras essenciais de infra-estrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia;
- d) a implantação de área verde pública em área urbana;

Com relação à gestão da água e ao caráter público dos recursos hídricos no Brasil, a Lei das Águas - Lei nº 9.433/97 (BRASIL, 1997) diz que:

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

IX - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

Com relação à propriedade e usos de áreas urbanas de interesse ambiental, o Estatuto da Cidade - Lei nº 10.257/01 (BRASIL, 2001) traz novas diretrizes:

Diretrizes gerais da política urbana:

Art. 1º Na execução da política urbana, de que tratam os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, será aplicado o previsto nesta Lei.

Parágrafo único. Para todos os efeitos, esta Lei, denominada Estatuto da Cidade, estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

Art. 2º A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais:

VI – ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar:

e) a retenção especulativa de imóvel urbano, que resulte na sua subutilização ou não-utilização;

g) a poluição e a degradação ambiental;

XII – proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico.

Seção VIII – Do direito de preempção

Art. 25. O direito de preempção confere ao Poder Público municipal preferência para aquisição de imóvel urbano objeto de alienação onerosa entre particulares.

Art. 26. O Direito de preempção será exercido sempre que o Poder Público necessitar de áreas para:

V – implantação de equipamentos urbanos e comunitários;

VI – criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes;

VII – criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental;

VIII – proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico.

Finalmente, é importante frisar que uma revisão do Plano Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2006) e das normas legais do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2008) não apresenta referências aos conceitos de revitalização ou renaturalização de rios ou de parques fluviais.

Especificamente em relação à cidade de Campinas e ao projeto do Parque Linear do Ribeirão das Pedras, é relevante a seguinte legislação:

Plano Diretor de Campinas. Lei complementar nº 15 de dezembro de 2006.

Art. 2 - São objetivos da política de desenvolvimento do Município:

VI – proteção e recuperação do patrimônio ambiental, natural, histórico-cultural e paisagístico;

Art. 10 - A intervenção do Poder Executivo Municipal na propriedade imóvel terá como finalidades principais:

V – viabilizar os programas de conservação, preservação e recuperação ambiental.

Art. 17 - Os Planos Locais de Gestão serão elaborados com base nos objetivos, diretrizes e normas definidos nesta Lei Complementar e no Estatuto da Cidade, com as seguintes finalidades:

III – definir as diretrizes viárias e de preservação e recuperação ambiental.

Art. 24 - Constituem diretrizes e normas gerais e comuns às diferentes Macrozonas, vinculando todos os órgãos da administração pública direta e indireta e devendo ser observadas na elaboração dos Planos Locais, nas alterações da legislação urbanística e nos planos setoriais:

XXVII – elaborar plano de desenvolvimento rural incluindo zoneamento de uso e ocupação do solo rural, de modo a evitar a intensificação da degradação das micro-bacias e iniciar processo de

recuperação de matas ciliares, por meio de campanhas educativas e com a participação dos proprietários;

Art. 30 - São diretrizes e normas específicas da Macrozona 6:

IV – preservar os mananciais e as matas estabelecendo incentivos à recuperação do ecossistema;

Art. 35 - São objetivos da Política de Meio Ambiente, além do disposto no art. 2º desta Lei Complementar:

I – melhoria da qualidade de vida da população;

II – prevenção da degradação ambiental e recuperação dos ambientes degradados;

Art. 36 - São diretrizes da política de meio ambiente:

XIX – assegurar ações de proteção e recuperação ambiental após a desocupação de imóveis em situação de risco, evitando-se a reocupação das áreas;

XVI – incrementar o Fundo de Recuperação, Manutenção e Preservação do Meio Ambiente – PROAMB;

SUBSEÇÃO I – DOS EIXOS VERDES

Art. 38 - O Poder Executivo Municipal implantará Eixos Verdes de urbanização, visando a elevar o índice de área verde no Município (metro quadrado por habitante), de maneira a atingir e superar os padrões recomendados.

§ 2º - Constituirão Eixos Verdes:

III – os Parques Lineares;

Art. 40 - Os Parques Lineares deverão seguir o conceito de recuperação ambiental das áreas de preservação permanente, compatibilizadas com as atividades de lazer e recreação e seus projetos deverão contemplar as formas de captação de recursos ou outros mecanismos que viabilizem sua implementação e manutenção.

Parágrafo único. Os Parques Lineares, inicialmente indicados para compor os Eixos Verdes, são aqueles ao longo dos seguintes cursos d'água:

VI – Parque Linear do Ribeirão das Pedras;

O Plano Local de Gestão Urbana de Barão Geraldo (CAMPINAS, 1996a), de 1996, no mesmo ano transformado em lei municipal, determina os primeiros estudos diagnósticos e procedimentos para a criação de um Parque Linear ao longo do Ribeirão das Pedras.

Com relação à microbacia do Ribeirão das Pedras, dada a sua importância para o sistema hídrico da região, ficam estabelecidas as seguintes diretrizes para a ação pública:

I. Implantar um sistema de parques lineares equipado com ciclovias, cujo traçado se desenvolva ao longo do Ribeirão das Pedras, desde a sua nascente, e envolva os remanescentes de mata nativa existentes em seu percurso;

A Lei nº. 9.199 de 27 de dezembro de 1996 (CAMPINAS, 1996b), que institui o Plano Local de Gestão Urbana de Barão Geraldo, estabelece:

Art. 4º. - São Diretrizes Gerais Ambientais:

II - associar a preservação do patrimônio natural, notadamente na área urbana, à implantação de um sistema de parques e áreas

verdes, estruturado pela rede hídrica da região de Barão Geraldo, inclusive nos novos parcelamentos.

Art. 11 - Com relação à bacia do Ribeirão das Pedras, dada sua importância para o sistema hídrico da região, ficam estabelecidas as seguintes diretrizes para a ação pública:

I - implantar um sistema de parques lineares equipado com ciclovias, cujo traçado desenvolva-se ao longo do Ribeirão das Pedras desde sua nascente e envolva os remanescentes de mata existentes em seu percurso;

Art. 42 - O projeto especial Parque Ribeirão das Pedras visa a preservação do Ribeirão das Pedras e sua várzea, bem como a estruturação de um parque linear ao longo do córrego e a requalificação da área urbanizada do entorno, pela importância do ribeirão na composição urbano-paisagística da região, e seu papel definidor de transição entre área residencial e o corredor da Estrada da Rhodia, integrando este patrimônio natural ao uso do lazer público.

Art. 43 - O projeto especial referido no artigo anterior deverá contemplar projeto urbanístico e ambiental, tendo como base as diretrizes gerais e o zoneamento proposto neste Plano, e poderá ser viabilizado através de parcerias, notadamente com proprietários do seu entorno e outros setores da iniciativa privada, que tenham atividades próximas à área, abrangendo as seguintes diretrizes específicas:

I - proposta de parque linear envolvendo a área pública e as glebas a serem utilizadas, estabelecendo a relação do mesmo com a área central de Barão Geraldo e a estrada da Rhodia, tirando partido da volumetria imposta pelas restrições legais à edificação e impermeabilização das margens do córrego;

II - projeto urbanístico e paisagístico para as áreas públicas, incluindo:

- a) prioridades ao acesso de pedestre, com definição de faixas de travessia da estrada da Rhodia, alargamento e melhoria das calçadas existentes e definição de rua lindeira para pedestres;
- b) prioridade ao ciclista, através de estacionamentos e bicicletários, e implantação de ciclovias interligando o parque ao restante do sistema de ciclovia proposto para Barão Geraldo;
- c) arborização e apresentação de propostas para a recuperação da mata ciliar;
- d) mobiliário público e de lazer específico;
- e) definição de normas para área de estacionamento de veículo motorizado e tipologias de parcelamento específicas que assegurem acesso às áreas de lazer;
- f) projetos de uso e ocupação do solo para os trechos privados contíguos à área, buscando impedir o avanço da ocupação dos lotes em direção ao córrego, garantir a permeabilidade da várzea e o acesso público à área de lazer.

Posteriormente, o Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMDEMA) de Campinas, emitiu a Deliberação COMDEMA 01/2002 de 19 de fevereiro de 2002, COMDEMA, 2002), visando definir as medidas a serem implantadas efetivamente para a recuperação do Ribeirão das Pedras.

O plenário do Conselho Municipal de Meio Ambiente de Campinas, em sua reunião extraordinária de 19 de fevereiro de 2002, aprovou o parecer da Comissão Temática da Bacia do Ribeirão das Pedras referente ao trecho da nascente até a Rodovia D. Pedro I, para que produza seus efeitos legais.

Parecer da Comissão Temática da Bacia do Ribeirão das Pedras
Trecho: da Nascente até a Rodovia D. Pedro I

Objetivo:

O presente parecer elaborado pela Comissão Temática da Bacia do Ribeirão das Pedras enuncia as medidas necessárias para recuperação e mitigação de impactos ambientais na área em questão.

A deliberação cita minuciosamente os aspectos a serem abordados nas áreas de vegetação, uso habitacional e comercial do solo, drenagem, água e esgoto, resíduos sólidos, sistema viário, bem como os aspectos legais dos empreendimentos de grande porte, e tem força de lei, mostrando o poder dos Conselhos de Meio Ambiente locais na determinação da qualidade ambiental na zona urbana do município.

Com relação ao município de Esteio e ao projeto de Renaturalização do Arroio Sapucaia, a legislação local aplicável compreende:

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Esteio. (ESTEIO, 2006), segundo o qual.

Art. 29 - A implementação da estratégia de qualificação ambiental dar-se-á através de:

V. Aplicação de instrumentos urbanísticos com vistas ao estímulo e proteção do patrimônio ambiental, tais como: ciclovia, ciclofaixas e corredores verdes.

VI. Aplicação de ações para a recuperação da mata ciliar e dos recursos hídricos, além de um programa de fortalecimento da importância da preservação junto à comunidade.

Art. 38 - Ficam estabelecidos os seguintes programas de gestão de planejamento:

VII. Programa de recuperação dos recursos hídricos e de requalificação ambiental;

Ainda como política pública aplicável ao projeto de Renaturalização do Arroio Sapucaia, este tem por diretriz técnica o Manual para Apresentação de Propostas para Drenagem Urbana e Controle de Erosão Marítima e Fluvial da Sistemática 2009 do Ministério das Cidades (BRASIL, 2009), que diz, especificamente,

a ação Apoio a Sistemas de Drenagem Urbana Sustentáveis e de Manejo de Águas Pluviais contempla intervenções estruturais voltadas à redução das inundações e melhoria das condições de segurança sanitária, patrimonial e ambiental dos municípios.

As intervenções estruturais consistem em obras que devem preferencialmente privilegiar a redução, o retardamento e o amortecimento

do escoamento das águas pluviais. Estas intervenções incluem: reservatórios de amortecimento de cheias, adequação de canais para a redução da velocidade de escoamento sistemas de drenagem por infiltração, implantação de parques lineares, recuperação de várzeas e a renaturalização de cursos de água.

Finalmente, no que tange à cidade de Rio Grande e à Proposta de Renaturalização do Arroio Vieira e Criação do Parque do Arroio Vieira, a legislação incidente é composta:

Pelo Plano Diretor Participativo do município do Rio Grande - Lei municipal 6.585 de 20 de agosto de 2008 (RIO GRANDE, 2008), que traz as seguintes diretrizes quando às Áreas Funcionais e Áreas de Interesse Ambiental no município, ampliando também a medida das APPs dos arroios de 30m para 50m..

Art. 25. Áreas funcionais são as que requerem regime urbanístico especial, condicionando as suas peculiaridades no que se refere a:

1. Características de localização, situação, condição topográfica, proteção à saúde pública e ao patrimônio ambiental, nos seus aspectos ecológicos, paisagísticos e culturais;
2. Equipamentos urbanos, programas e projetos governamentais implantados em sua área.

PARÁGRAFO ÚNICO - As Áreas Funcionais dividem-se em Áreas de Interesse Público, Urbanístico e Ambiental.

Art. 40. Constituem diretrizes da Política Ambiental Municipal:

- III - Preservar, recuperar e conservar os recursos hídricos, mantendo a classificação da qualidade das águas;
- IV - Preservar, proteger e recuperar a paisagem urbana, os ecossistemas naturais e as paisagens notáveis;
- X - Implantar parques dotados de equipamentos comunitários de lazer, desestimulando invasões e ocupações indevidas;
- XV - Garantir a proteção das Áreas de Interesse Ambiental e a diversidade biológica natural;
- XVI - Implementar programas de recuperação das áreas de risco;
- XIX - Proteger os cursos e corpos d'água do município, suas nascentes e vegetação ciliar;
- XXII - Promover a ampliação, implantação e manutenção de parques e de áreas verdes;

Art. 90. As Áreas de Interesse Ambiental têm seus limites constantes no traçado do Plano Diretor, fixados por proposta do Sistema Municipal do Planejamento e Gestão.

§ 2º. As Áreas de Interesse Ambiental terão padrões diferenciados que ressaltem a supremacia dos elementos naturais sobre os elementos construtivos, evidenciando a conservação das condições naturais para a manutenção e equilíbrio do ecossistema.

Art. 93. São Áreas de Preservação Permanente, as instituídas legalmente na forma da lei vigente, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas

§ 1º. Além das áreas instituídas legalmente, na forma da legislação Estadual e Federal vigente, são consideradas pelo Município como de preservação permanentes, as seguintes áreas:

II - As áreas que se localizam ao longo das margens do Arroio Bolaxa, Senandes, Martins, Vieira, das Barrancas e das Cabeças, correspondendo a uma faixa com largura mínima de 50,00 m (cinquenta metros).

A criação do parque do Arroio Vieira e a renaturalização do corpo hídrico foram recomendadas pelo Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente à Prefeitura Municipal do Rio Grande, conforme a Recomendação 003/2007 (COMDEMA, 2007):

Considerando a importância ecológica e estratégica do Arroio Vieira e da região de seu entorno para a preservação dos ecossistemas hídricos do município, recomenda ao executivo municipal a aquisição de uma área ao longo do referido arroio, com aproximadamente 16 ha, visando a valorização e renaturalização do arroio e a implantação de um parque entre os bairros Jardim do Sol, Parque Marinha e Parque São Pedro, de maneira a beneficiar de forma direta aproximadamente 25.000 pessoas daqueles bairros citados e uma quantidade inestimável de futuros visitantes, face a localização estratégica da área, em um ponto quase equidistante entre o centro da cidade, o Porto, o balneário Cassino e a vila da Quinta.

De maneira a corroborar a Recomendação 003/2007, o COMDEMA emitiu, em 2009, o Parecer 002/2009 (COMDEMA, 2009):

Considerando a importância ecológica histórica e estratégica do Arroio Vieira e do seu entorno para os ecossistemas hídricos do município, ratificamos a Recomendação 003/2007 deste Conselho. Considerando a importância acima citada, este conselho manifesta-se favorável ao processo de renaturalização deste corpo hídrico, em especial ações que devolvam o Arroio Vieira ao seu leito original.

Em resposta a inquérito civil (n^a. 257/2008) instaurado pelo Ministério Público Estadual (MPE), a Divisão de Assessoramento Técnico do MPE (Ministério Público, 2009) apresenta o seguinte parecer:

A renaturalização do curso do Arroio Vieira e retomada de seu leito original, sob o ponto de vista técnico e como análise preliminar, é viável. A fundamentação apresentada nos itens anteriores do parecer indica que esta medida pode trazer impactos positivos para o meio biótico e minimizar a ocorrência de problemas hidrológicos.

Também em resposta ao inquérito civil do MPE, a Prefeitura Municipal do Rio Grande propôs a lei, aprovada pela Câmara Municipal, que define o regime urbanístico para a Área Funcional de Interesse Ambiental do Arroio Vieira (RIO GRANDE, 2009, da seguinte maneira:

- I – Permitir o acesso de pessoas a toda a margem do Arroio Vieira, sem que a mesma seja seccionada;
- II – Deixar além da faixa de preservação de 50m do leito do Arroio Vieira, uma via, onde haverão (*sic*):
 - a) passeios públicos, no mínimo 3,00m em cada lado;
 - b) faixa carroçável para veículos com estacionamento em um dos lados de largura mínima de 10m;
 - c) pista para bicicletas e carroças de no mínimo 4m, sendo que esta margeará o Arroio Vieira.

Além disso, a lei estabelece normas e medidas para residências e comércios na Área Funcional de Interesse Ambiental. Mesmo assim, não fica claro qual seria o leito do Arroio, se o leito original ou a valeta atual, e as medidas descritas na lei somente se ajustam sendo a valeta. Surpreende que essa omissão possa ter passado, com a anuência do próprio Ministério Público Estadual. O COMDEMA de Rio Grande está atualmente mobilizado para reverter tal equívoco.

Desde o início da concepção da Proposta de Renaturalização do Arroio Vieira e Criação do Parque do Arroio Vieira, tem-se buscado, junto ao Ministério do Meio Ambiente, por diretrizes técnicas e metodológicas visando contemplar o componente da restauração ecológica na implementação de parques fluviais. Em resposta a tais indagações, feitas por meio de ofício da Associação dos Amigos do Arroio Vieira – Pró-Vieira ao MMA em 2010 (PRÓ-VIEIRA, 2010), o MMA expediu a nota informativa nº04/2010/DRB/SRHU/MMA (BRASIL, 2010b), onde informa que:

“a secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, por meio do Programa de Revitalização de Bacias Hidrográficas, está desenvolvendo o Projeto Parque Fluvial na bacia hidrográfica do rio São Francisco desde 2009” (BRASIL, 2010b).

Esse projeto começou em nove municípios da bacia do Rio São Francisco com a contratação de arquitetos para a sua elaboração, devendo posteriormente ser expandido para outras cidades, com o seguinte objetivo:

Preservar os recursos naturais remanescentes da região, em especial contribuir para a melhoria da qualidade e quantidade de água, de forma que a população possa usufruir dos seus atrativos por meio do desenvolvimento de diversas atividades de cunho cultural, de lazer, esportivo e de ecoturismo (BRASIL, 2010b).

A nota técnica informa ainda algumas diretrizes elencadas pelo MMA para a elaboração de projetos de parques fluviais:

- O projeto deverá ser realizado, inicialmente, em áreas verdes de domínio público, urbanas e peri-urbanas
- A unidade é o município para facilitar repasse de recursos, articulação, intervenção física;
- O parque será planejado e fomentado pelo Governo Federal (MMA e outros órgãos);
- As atividades deverão ser desenvolvidas em articulação com os Estados (*sic*), Municípios, Comitês de Bacias Hidrográficas e iniciativa privada.

E baseia-se nas seguintes premissas:

- O parque fluvial não é Unidade de Conservação;
- O projeto de cada parque é único, não havendo um modelo a ser seguido;
- Para garantir a sustentabilidade do projeto, deverá ser utilizada uma estratégia de mobilização social;
- O projeto deverá garantir a apropriação do rio pela comunidade.

Finalmente, afirma que o projeto em elaboração, para os quais foram contratados arquitetos, contempla:

- recuperação das áreas degradadas da Área de Preservação Permanente inseridas na área verde de domínio público;
- recomposição da vegetação com espécies nativas;
- mínima impermeabilização da superfície;
- contenção de encostas e controle da erosão;
- adequado escoamento das águas pluviais e proteção de área da recarga de aquíferos;
- proteção das margens dos corpos de água.

Apesar de suficiente, esta revisão das políticas públicas afetas ao tema não pretende ser exaustiva, havendo ainda muitas outras leis e decretos que regulamentam os usos de recursos hídricos e das matas do entorno de corpos d'água, e que poderiam vir a fundamentar projetos de renaturalização de corpos hídricos.

Da mesma forma, a legislação também está em constante evolução, podendo surgir novas leis e diretrizes que venham a proteger ou diminuir o grau de proteção dos recursos hídricos de âmbito municipal.

5 Estudos de caso

5.1 Parque Linear do Ribeirão das Pedras, Campinas, SP

O Parque Linear do Ribeirão das Pedras foi escolhido para ser focado neste estudo por ter sido condecorado como a Melhor Prática em Gestão Ambiental Urbana pela Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Departamento de Revitalização de Bacias do MMA (Chamamento Público nº 01/2009 – SRHU/MMA). Esse título o identifica como a melhor experiência de gestão de recursos hídricos urbanos no Brasil atualmente, podendo, assim, servir como modelo para outros projetos futuros.

A bacia do Ribeirão das Pedras está localizada na região norte de Campinas, com uma área total aproximada de 29,75 km² e abrangendo uma população superior a 60.000 pessoas (FRISCHENBRUDER & PELLEGRINO, 2006), incluindo a UNICAMP e a PUCCAMP, alguns bairros bastante urbanizados e outros ainda por serem urbanizados. O Ribeirão das Pedras é afluente do Ribeirão Anhumas, que drena ao Rio Atibaia, que se constitui em um dos formadores do Rio Piracicaba, na bacia dos Rios Tietê/Paraná.

Segundo a descrição no *website* da prefeitura de Campinas (CAMPINAS, 2010), o projeto envolveu parcerias com agentes públicos e privados, bem como a ação do Ministério Público, no sentido de promover a recuperação ambiental de uma área em intensa urbanização. Foram recuperadas matas ciliares, formando um corredor ecológico de 10km ao longo de 23 bairros do município, com lagoas e uma ciclovia conectando centros comerciais e universidades com os bairros (Fig. 12). A qualidade da água foi recuperada com a construção de uma ETE, e a obstrução do córrego que causava alagamentos em vários trechos foi resolvida com alterações nas travessias viárias e a criação de lagoas para acúmulo de água em cheias (bacias de retenção e retenção), que se tornaram refúgios para a fauna nativa..

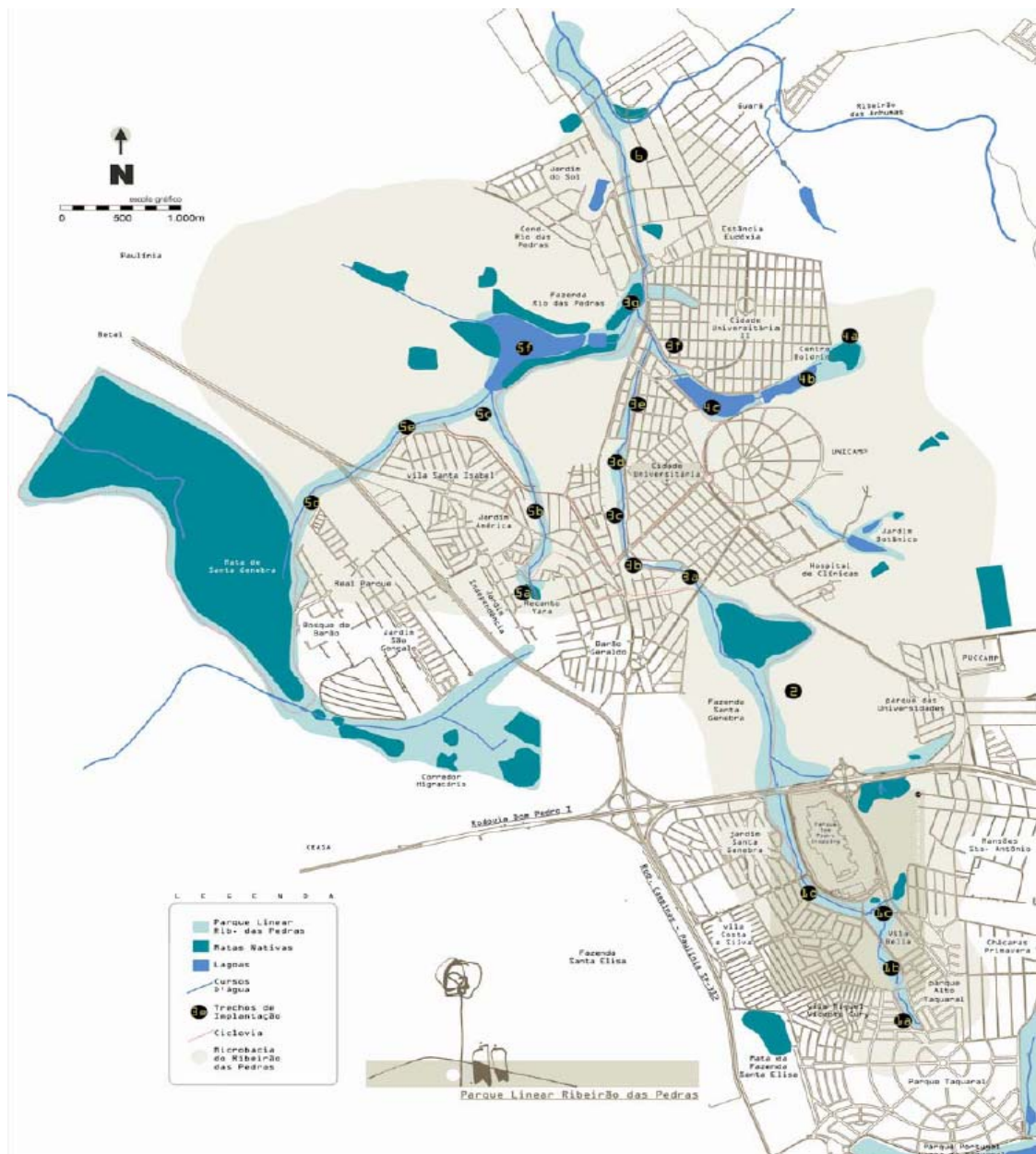


Figura 12. Parque Linear do Ribeirão das Pedras, Campinas, SP. Fonte: CAMPINAS, 2010.

Em nossa pesquisa documental, realizada na Prefeitura de Campinas em 24 de novembro de 2010, observou-se que a primeira iniciativa de recuperação do Ribeirão das Pedras partiu de duas associações comunitárias, a Associação de Moradores do Parque Alto Taquaral (AMPAT) e a Associação de Moradores do Jardim Santa Genebra, as quais protocolaram, em 22 de setembro de 1993, um pedido à Prefeitura Municipal para a “urbanização da praça no Parque Alto Taquaral”, onde se localizava a nascente do Ribeirão das Pedras. A referida praça era usada como “bota-fora” de material usado na construção dos bairros e em obras posteriores, encontrando-se em completo estado de degradação à época (Fig. 13). A

figura 14 mostra o mesmo local em 2008, com ciclovia e a vegetação bastante desenvolvida.



Figura 13. Praça no bairro Alto Taquaral, onde se localiza a nascente do Ribeirão das Pedras, em 2001. Fonte: BRASIL, 2010.



Figura 14. Praça no bairro Alto Taquaral, onde se localiza a nascente do Ribeirão das Pedras, em 2008. Fonte: BRASIL, 2010.

Mais adiante, em 1996, a Associação dos Moradores do Jardim Santa Genebra pede especificamente à Prefeitura Municipal, por meio de um abaixo-assinado com 860 assinaturas, a “implantação de um parque linear ao longo do Ribeirão das Pedras”. A ideia era criar o maior parque urbano do país. Por suas

dimensões, o parque deveria ser implantado em etapas, buscando envolver proprietários de terras, comunidades e empresas, viabilizando a implantação com recursos privados, sendo então subdividido em trechos (1, 2, 3, etc.) e subtrechos (1a, 1b, 1c, etc.) para possibilitar esse procedimento.

Posteriormente, o Ministério Público de São Paulo e a Prefeitura Municipal de Campinas firmaram um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) em decorrência de autos de infração lavrados pela Polícia Florestal e de Mananciais contra a prefeitura, com o compromisso de promover a recuperação do local e a restauração do Ribeirão das Pedras.

O projeto do Parque Linear do Ribeirão das Pedras foi desenvolvido em 1998 com base em um diagnóstico da microbacia, como parte do Plano Local de Gestão Urbana de Barão Geraldo – PLGU-BG, instituído na Lei Municipal 9.199/96, e realizado por técnicos das duas universidades e da Prefeitura Municipal, com a participação da comunidade em audiências públicas. O diagnóstico identificou os seguintes impactos:

- deposição (*sic*) irregular e inadequada de resíduos sólidos em terrenos baldios e planícies de inundação, provocando a poluição e assoreamento das drenagens e aumento da frequência e intensidade de inundações a montante;
- ocupação de planícies de inundação por moradias, instituições de ensino e pesquisa, e por comércios e serviços, principalmente no trecho compreendido entre a Avenida 1 e a foz no Ribeirão Anhumas;
- desmoronamento de margens e instalação de processos erosivos em áreas desmatadas e/ou movimentadas no Parque das Universidades e Jardim Santa Genebra;
- inexistência de mata ciliar, salvo em trechos muito restritos.

Segundo o site da Prefeitura Municipal de Campinas, o PLGU-BG (CAMPINAS, 1996a) indica como diretriz específica a “implantação de um sistema de parques lineares, equipado com ciclovias, cujo traçado se desenvolva ao longo do Ribeirão das Pedras, desde a sua nascente, e envolva os remanescentes de matas nativas existentes em seu percurso, conforme consta na Lei 9.199/96, em seu artigo 11, item I”, que diz.

Art. 11 - Com relação à bacia do Ribeirão das Pedras, dada sua importância para o sistema hídrico da região, ficam estabelecidas as seguintes diretrizes para a ação pública:

I - implantar um sistema de parques lineares equipado com ciclovias, cujo traçado desenvolva-se ao longo do Ribeirão das Pedras desde sua nascente e envolva os remanescentes de mata existentes em seu percurso (CAMPINAS, 1996b).

Além de seguir literalmente a diretriz do PLGU-BG, o projeto baseia-se nos preceitos do Estatuto das Cidades e Resolução CONAMA 369, que permite a ocupação de APPs urbanas para a implantação de praças públicas ao longo de corpos hídricos. Não existe menção de diretrizes ou princípios ecológicos oriundos diretamente do MMA, fato confirmado pelo secretário de meio ambiente (Eng. Paulo Sérgio Garcia de Oliveira, comunicação pessoal, 24/11/2010).

Os recursos financeiros para a implementação do projeto vieram de Termos de Ajustamento de Conduta firmados entre o Ministério Público e entes privados, como particulares e empresas, bem como iniciativas das universidades e da Prefeitura Municipal. A Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A. (SANASA) realizou as obras de saneamento básicas necessárias, com a construção de emissários, elevatórias, e da ETE Barão Geraldo, juntamente com obras de macrodrenagem, o que possibilitou a melhoria da qualidade da água do córrego. Essas obras possibilitaram o controle da erosão urbana, com a identificação de empreendimentos que causavam assoreamento da bacia, que podem ser agora abordados por meio de processos junto ao Ministério Público e à Prefeitura Municipal.

Passados mais de 10 anos, o projeto não está integralmente implementado, mas foi adequadamente encaminhado. Em consonância com a resolução nº 237/97 do CONAMA (CONAMA, 1997), foram criados dispositivos no processo de licenciamento ambiental de âmbito municipal, pelos quais os grandes empreendimentos são comprometidos a implementar o parque no seu trecho de influência, fazendo com que o desenvolvimento da cidade traga benefícios tangíveis à qualidade ambiental do município. Juntamente com a negociação e intermediação entre os atores envolvidos, esse fato, por si só, pode ter valido o título de melhor prática de gestão ambiental urbana. O projeto foi pioneiro e hoje é referência como modelo de gestão por mediar interesses tão diferentes e dispor de poucos recursos públicos.

Com relação à melhoria ecossistêmica na área do Parque Linear do Ribeirão das Pedras, no decorrer dos 10 anos de implementação do projeto, foram plantadas mais de 50.000 mudas de árvores nativas, de 110 espécies diferentes, com acompanhamento de três agrônomos, realizando procedimentos de manutenção, como remoção de detritos e espécies invasoras, controle de incêndio e pragas, e adubação. As áreas degradadas hoje contam com vegetação arbórea diversificada e em condições de autossustentação (CAMPINAS, 2010).

Argumenta-se que a recomposição da mata ciliar com espécies nativas garantiu a melhora na oferta de alimentos, abrigo e deslocamento da fauna silvestre, monitorado por biólogo especializado. Foram identificadas 122 espécies de aves, mamíferos, répteis e anfíbios na área do parque, com um incremento de 26 espécies em relação ao primeiro ano (CAMPINAS, 2010).

É interessante observar que, com as dificuldades para a manutenção do parque, que são típicas de qualquer prefeitura municipal, possibilitou-se a renegeração da vegetação a um aspecto bastante natural, conforme observação em saída de campo realizada em 24/11/2010 no local (Figs. 15 e 16). Sabe-se que o objetivo do parque não é o retorno a uma mata fechada, mas mostra a capacidade de regeneração da vegetação introduzida. De qualquer modo, observa-se que, se em um determinado momento, considerar-se que existe necessidade de aumentar a massa verde da área urbana, o Parque Linear do Ribeirão das Pedras pode facilmente dar a sua contribuição nesse sentido.

O parque também está diretamente conectado com a APA de Campinas, a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) da Mata Santa Genebra e outras Unidades de Conservação propostas. Esse é mais um elemento importante do projeto, a conexão do parque de uso antrópico cotidiano como um corredor ecológico entre áreas mais restritivas de proteção da fauna e flora.



Figura 15. O mesmo local apresentado nas figuras 13 e 14, após um período sem poda e manutenção. Fonte: Foto do autor, 24/11/2010.



Figura 16. Uma das nascentes do Ribeirão das Pedras, com vegetação ciliar recuperada. Fonte: Foto do autor, 24/11/2010.

Em consonância com o eixo da aprendizagem proposto por Palmer et al. (2005), o projeto possibilitou o desenvolvimento de metodologia visando o uso de reservatórios ecológicos para o controle de cheias (OLIVEIRA, 2004), como base para a macrodrenagem regional e a criação de áreas verdes urbanas para usufruto da população. Também é importante o caráter educativo do prêmio do MMA,

divulgando a noção e procedimentos adotados para a implementação desse projeto de parque fluvial. Ressalta-se novamente o fato de que o próprio projeto partiu da comunidade, e agora retorna a ela como um prêmio.

5.2 Projeto de Renaturalização do Arroio Sapucaia, Esteio, RS

O Projeto de Renaturalização do Arroio Sapucaia foi focado neste estudo por ter sido beneficiado com uma verba de aproximadamente 20 milhões de reais do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), sob a rubrica da “renaturalização”. Esse fato, por si só, já o caracteriza como um projeto importante visando à recuperação de recursos hídricos degradados com diretrizes federais, já que a liberação de recursos financeiros certamente está atrelada a uma avaliação e auditoria da utilização adequada de tais recursos. Como um fato que confirma sua aprovação pelo governo brasileiro, existe previsão de ampliação do projeto, com sua inclusão no PAC II, que dará continuidade à Avenida Beira-Arroio.

O Arroio Sapucaia é um dos afluentes do Rio dos Sinos, um dos mais conhecidos rios do estado do Rio Grande do Sul, extremamente impactado pela urbanização e efluentes industriais, e que tem sido alvo de ações de recuperação de sua mata ciliar e revitalização pelo MMA e prefeituras locais. De fato, a bacia hidrográfica do Rio dos Sinos foi uma das primeiras bacias contempladas para revitalização pelo Departamento de Revitalização de Bacias (DRB) do MMA.

O Arroio Sapucaia, especificamente, recebe efluentes da Refinaria Alberto Pasqualini (REFAP), da Petrobrás, além de esgotos das cidades de Esteio e Sapucaia do Sul. Por outro lado, justamente por estar dentro da área particular da REFAP, a margem do arroio localizada na cidade de Canoas encontra-se bastante preservada, com mata ciliar que, em certos trechos, ultrapassa os limites mínimos previstos pela legislação para APP (Fig. 17).

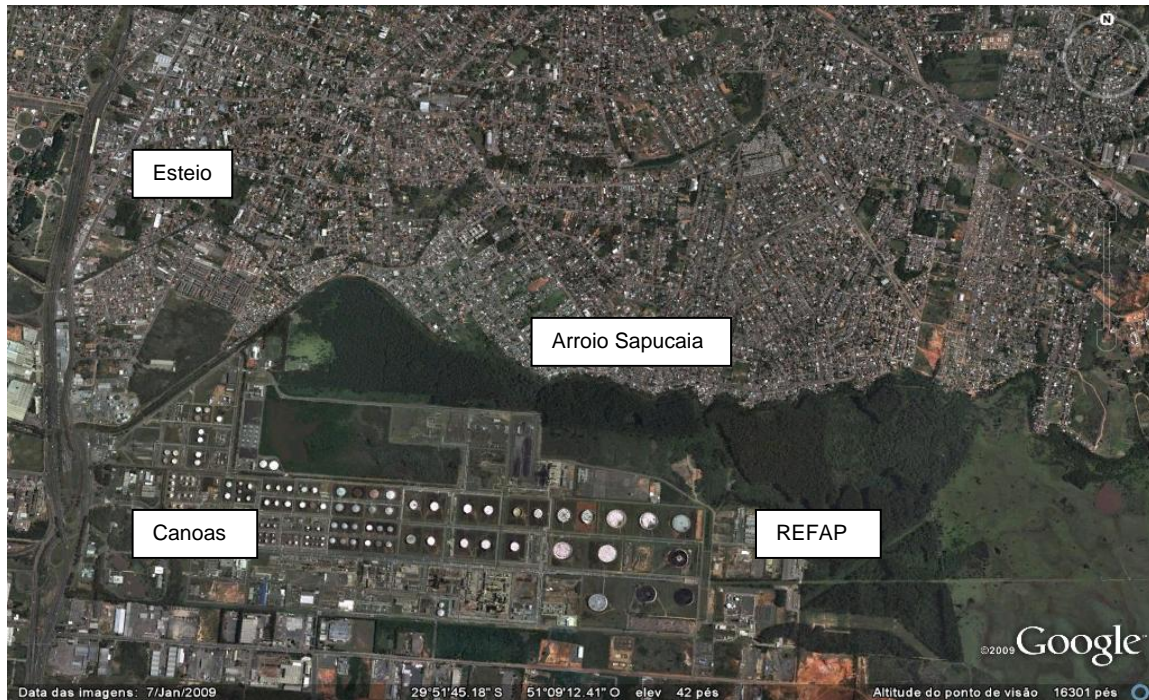


Figura 17. Arroyo Sapucaia, evidenciando a preservação da APP dentro da área da REFAP e ocupação urbana densa na margem de Esteio. Fonte: GOOGLEEARTH, 2010 (escala aprox. 1:36000)

A margem de Esteio, em contrapartida, enfrenta muita urbanização e ocupação irregular, e o Arroio transborda periodicamente, alagando amplas áreas do município de Esteio. A figura 18 mostra a mancha de inundação para 10 anos, e a figura 19 mostra ruas da cidade de Esteio alagadas pelo transbordamento do Arroio Sapucaia. Por essa razão, a Prefeitura Municipal de Esteio criou o projeto de Renaturalização do Arroio Sapucaia, a cargo do escritório Oscar Escher de Arquitetura, Paisagismo e Urbanismo. No site do escritório, o projeto está descrito como: “Projeto urbanístico e paisagístico de reestruturação da malha urbana do município de Esteio e renaturalização do arroio Sapucaia, através da recuperação da sua vegetação natural” (ESCHER, 2010).

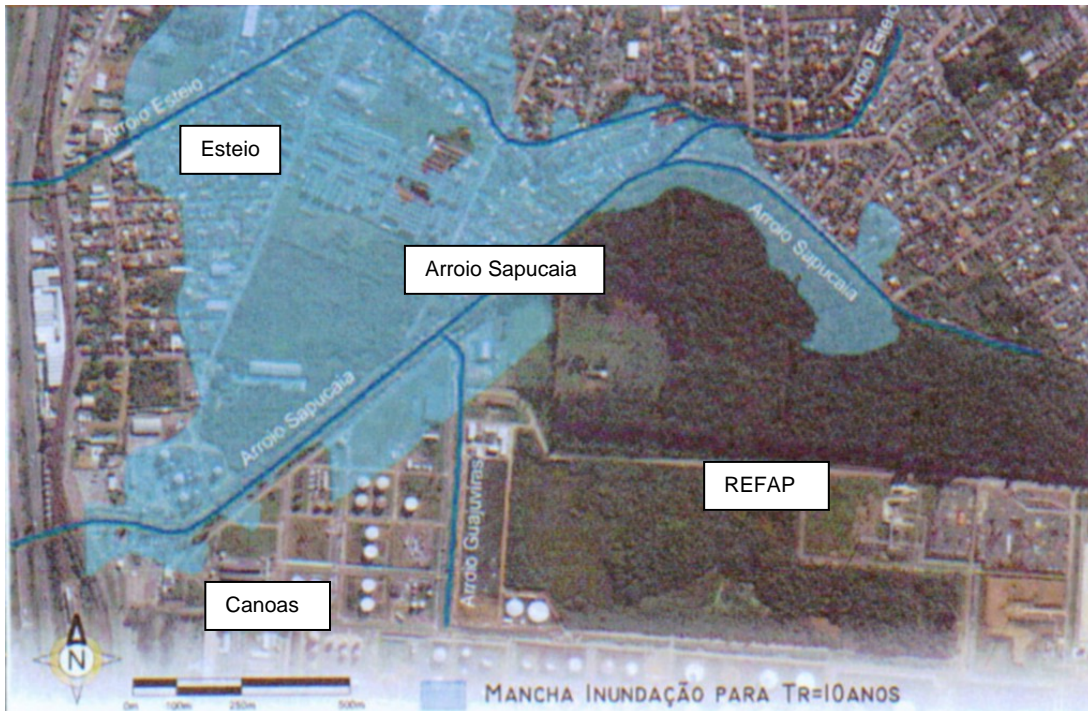


Figura 18. Arroio Sapucaia, mancha de inundação sobre a cidade de Esteio. Fonte: ESCHER, 2010.



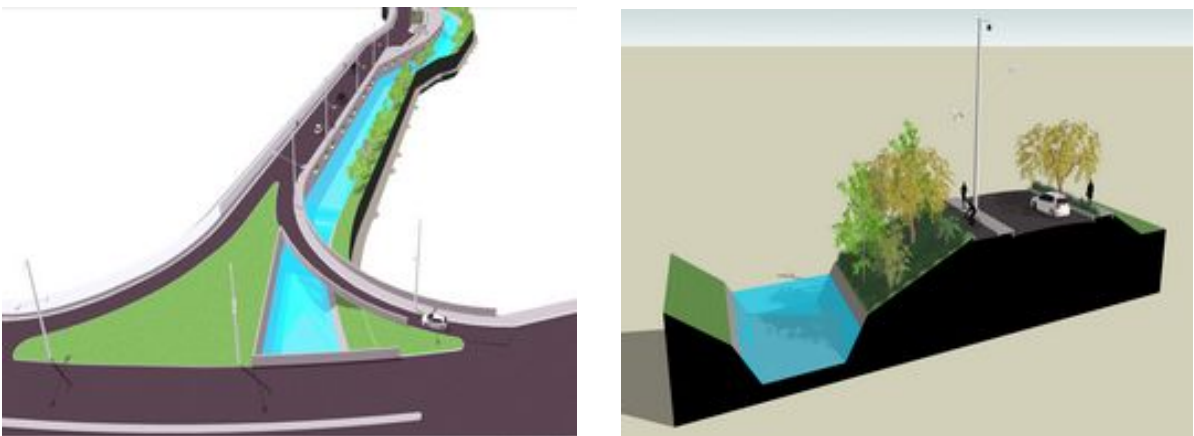
Figuras 19 a e b. Ruas alagadas pelo Arroio Sapucaia, em Esteio, RS. Fonte: ESCHER, 2010.

O projeto prevê também a remoção de 142 famílias ribeirinhas, para assentamento em condomínios construídos sob os auspícios do Programa Minha Casa, Minha Vida. A figura 20 mostra residências em situação irregular e de risco às margens do Arroio Sapucaia, que serão reassentadas pelo Projeto de Renaturalização do Arroio Sapucaia.



Figura 20 a e b. Ocupação irregular às margens do Arroio Sapucaia. Fonte: ESCHER, 2010

Além disso, serão feitas grandes obras viárias, de maneira a modificar o trânsito na cidade de Esteio, com uma nova avenida, a Avenida Beira-Arroio, interligando bairros do município e desafogando o trânsito no centro da cidade. A Avenida Beira-Arroio será elevada, atuando como um dique, a impedir o alagamento das residências que permanecerão na planície de inundação do Arroio Sapucaia. Finalmente, será construído um parque linear ao longo da avenida, com o objetivo de prevenir o retorno da ocupação irregular e proporcionar à comunidade uma nova forma de contato com o corpo hídrico (Fig. 21).



Figuras 21 a e b. Projeto de renaturalização do Arroio Sapucaia. Fonte: ESTEIO, 2010.

Ainda que não seja oriundo do MMA, o Manual para Apresentação de Propostas para Drenagem Urbana e Controle de Erosão Marítima e Fluvial da Sistemática 2009 do Ministério das Cidades (BRASIL, 2009), que fundamenta o Projeto de Renaturalização do Arroio Sapucaia, cita explicitamente a nova visão paradigmática, contrária ao modelo higienista, quando diz que

As intervenções estruturais consistem em obras que devem preferencialmente privilegiar a redução, o retardamento e o amortecimento do escoamento das águas pluviais. Estas intervenções incluem: reservatórios de amortecimento de cheias, adequação de canais para a redução da velocidade de escoamento, sistemas de drenagem por infiltração, implantação de parques lineares, recuperação de várzeas e a renaturalização de cursos de água (BRASIL, 2009).

Da mesma forma, preza o conceito de desenvolvimento urbano de baixo impacto, buscando “soluções mais eficazes e econômicas quando comparadas às soluções tradicionais de drenagem urbana” (BRASIL, 2009), na busca de “condições hidrológicas de pré-desenvolvimento”. Todavia, não define quais seriam essas condições ou medidas de avaliação da efetividade ecológica dos projetos, tornando difícil a aferição dos resultados. Nesse sentido, porém, o projeto envolve ainda o revestimento de 650 metros do canal do Arroio Sapucaia, com a construção de um dique sob a via de 1.800 metros ao longo do Arroio para prevenir inundações e enchentes na cidade de Esteio, situação essa urgente e a real motivadora da renaturalização do Arroio Sapucaia. Todavia, isso contraria a visão do desenvolvimento de baixo impacto e os princípios ecológicos enfocados. Lembra-se que o Manual de Drenagem (BRASIL, 2009) preconiza o “retardamento” e o amortecimento do escoamento das águas pluviais, com reservatórios, redução da velocidade, drenagem por infiltração, recuperação de várzeas, etc.

O manual prevê ainda que:

Seja desenvolvido um trabalho de divulgação voltado aos profissionais locais que atuem nas diversas áreas afetas ao plano tais como: engenheiros, arquitetos, urbanistas, paisagistas, geólogos, agrônomos, administradores públicos, incorporadores e empreendedores (BRASIL, 2009).

Talvez por um ato falho do manual, entre os profissionais das áreas afetas ao plano, não são sequer citados biólogos, ecólogos ou profissionais afins, ficando novamente o planejamento a cargo de engenheiros, urbanistas e mesmo empreendedores e incorporadores.

Não obstante, são vistos poucos elementos voltados para a restauração da fauna e flora nativas, com medidas de monitoramento e avaliação de resultados. Foram sugeridas medidas nesse sentido, como a busca de um convênio que

possibilitasse o envolvimento de estudantes e pesquisadores da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Ao contrário do que se esperaria em um projeto de restauração ecológica, o projeto não envolve a recuperação do espaço da planície de inundação, mas seu isolamento pela via e dique a serem construídos no local, retratado em saída de campo realizada em 20/11/2010 (Fig. 22). Também não existe previsão de construção de bacias de detenção ou retenção para as águas pluviais, sendo essas escoadas rapidamente pelo canal, diferentemente do proposto no Manual de Drenagem do Ministério das Cidades.



Figura 22. Margem onde será construída a Avenida Beira-Arroio. Fonte: Foto do autor, 20/11/2010.

Também não há previsão de monitoramento da qualidade da água, com vistas à despoluição hídrica do arroio, além de medidas de saneamento ambiental, que não contemplam toda a bacia do arroio e que dificilmente poderiam dar conta do problema da poluição por esgotos domésticos, visto que existem municípios vizinhos que contribuem para o problema e ainda não fazem parte da solução. Contudo, já existe previsão de construção de uma ETE no município de Esteio. Entende-se que a ideia é buscar a participação dos outros municípios futuramente, o que depende

de decisões mais políticas do que de cunho técnico ou, principalmente, ecológico, e não são pautadas por políticas públicas claras e abrangentes de cunho ambiental.

Esse fato mostra o quanto os projetos brasileiros ainda são pontuais e desconectados de uma visão ecossistêmica ou ecológica, mesmo em suas bases e diretrizes metodológicas e legais. Todavia, mesmo no âmbito regional, são pequenos passos que compõem um mosaico de boas intenções e estratégias rumo a um processo mais abrangente.

Finalmente, é importante citar, conforme preconizam os especialistas do campo, a criação de um grupo de moradores e entidades afetados pelo projeto, a Comissão de Acompanhamento da Beira-Arroio. Todavia, ressalta-se que a referida associação não participou da elaboração do projeto, sendo fundada em 10 de novembro de 2010. Seus objetivos não ficaram conhecidos durante a realização deste trabalho, mas sabe-se que já tiveram oportunidade para expor suas opiniões sobre o projeto ao ministro Marcio Fortes, do Ministério das Cidades, durante a inauguração das obras (Fig. 23).



Figura 23. Faixa convidando a população para a inauguração das obras de renaturalização do Arroio Sapucaia. Fonte: Foto do autor, 20/11/2010.

Concluindo, ainda que longe dos princípios da restauração ecológica e divergindo em pontos cruciais do próprio Manual de Drenagem do Ministério das Cidades, o projeto de Renaturalização do Arroio Sapucaia parece, de um modo geral, cumprir com as expectativas do governo federal brasileiro, no que tange às metas consideradas essenciais para a recuperação de corpos hídricos degradados no meio urbano em seu município.

5.3 Proposta de Renaturalização do Arroio Vieira e Criação do Parque do Arroio Vieira

Finalmente, o terceiro caso estudado, a Proposta de Renaturalização do Arroio Vieira e Criação do Parque do Arroio Vieira, foi incluído como um exemplo local, com vistas também a ser aperfeiçoado para promover a sua implementação pela Prefeitura Municipal de Rio Grande.

Em decorrência de seus usos diversos e dos conflitos gerados, os arroios urbanos muitas vezes são degradados além dos limites da sua resiliência, deixando, assim, de existir efetivamente. No município do Rio Grande, pode-se citar o Arroio dos Macacos, que desapareceu para abrir espaço à expansão portuária. Outros arroios sofrem intervenções oficiais visando à sua preservação, como os Arroios Bolaxa e Senandes, que hoje integram a Área de Proteção Ambiental (APA) da Lagoa Verde e, com isso, supostamente terão assegurada a manutenção da sua qualidade ambiental, bem como diretrizes para a ocupação do seu entorno.

Em outros casos, a degradação encontra-se quase no limite, devendo-se tomar medidas para estancar esse processo, e revertê-lo sempre que possível. Esse é o caso do Arroio Vieira, que cruza a zona urbana do município do Rio Grande, mas que, apesar de ter sofrido fortes impactos facilmente verificáveis, acredita-se ainda ser passível de algum nível de recuperação.

A Proposta de Renaturalização do Arroio Vieira e Criação do Parque do Arroio Vieira foi concebida a partir de um trabalho acadêmico (Costa 2008, a,b), com vistas a recuperar o corpo hídrico que havia sido desviado de seu leito original para um canal, em um trecho de aproximadamente dois quilômetros, situado na zona urbana do município do Rio Grande, entre os bairros Parque São Pedro, Parque Marinha e Jardim do Sol, que, juntos, compreendem mais de 30.000 moradores (Fig. 24). Todavia, o leito original do Arroio Vieira ainda se encontra preservado no campo adjacente (Fig. 25), uma área de propriedade privada, classificada como Área Funcional de Interesse Ambiental pelo Plano Diretor Participativo do município do Rio Grande (RIO GRANDE, 2008) (Fig. 26).



Figura 24. Área de abrangência do Projeto do Arroio Vieira. Fonte: GOOGLEEARTH, 2010. (escala aprox. 1:29000)



Figura 25. Os dois leitos do Arroio Vieira. Fonte: modificado de GOOGLEEARTH, 2010. (escala aprox. 1:5600)

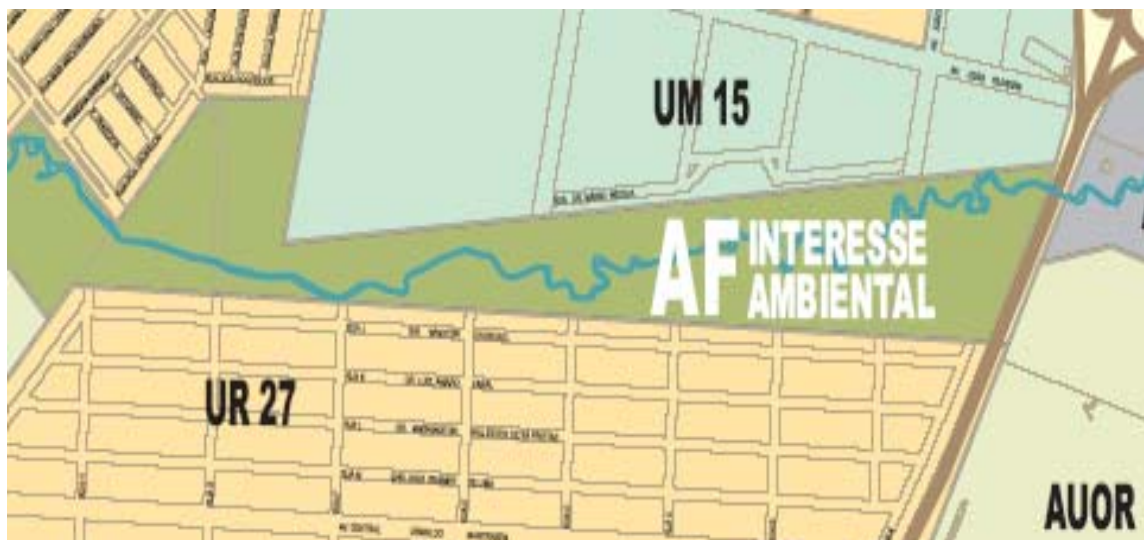


Figura 26. Área Funcional de Interesse Ambiental do Arroio Vieira. Fonte: RIO GRANDE, 2008.

O Arroio Vieira tem aproximadamente 10 km de extensão, nascendo nos banhados localizados a oeste da zona urbana do município, sobre os cordões litorâneos que ocorrem na planície costeira, e tem sua foz no Saco da Mangueira, uma enseada rasa que atua como berçário natural para espécies de peixes e crustáceos que representam a base da pesca comercial do município. É um corpo hídrico de médio porte, mas que ganha importância pelo fato de a cidade do Rio Grande, cercada por um grande estuário e pelo Oceano Atlântico, contar com poucas fontes naturais de água doce. No que diz respeito ao suprimento de água potável, esse problema foi sanado na década de 70, com a construção, pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), de um canal adutor que traz água do Canal São Gonçalo, a uma distância de 60 km, nos limites com a cidade de Pelotas. Todavia, o objetivo da construção do canal adutor foi proporcionar um suprimento adequado de água para o distrito industrial de Rio Grande.

Ressalta-se que, com o pólo naval e o rápido crescimento do distrito industrial, o consumo de água aumentará radicalmente em Rio Grande. Um único empreendimento proposto, um terminal e processadora de gás, pretende consumir o equivalente a uma cidade de 150.000 habitantes, quase a população atual do município. Ou seja, o problema da escassez de água doce pode retornar a Rio Grande num futuro próximo.

O Arroio Vieira empresta seu nome à Tradição Vieira, um grupo pré-histórico que habitava a região costeira, visto que o primeiro sítio arqueológico (cerrito/sambaqui) dessa tradição foi encontrado às suas margens (CARLE, 2002;

SCHMITZ, 2006; OLIVEIRA & TAGLIANI, 2009). Posteriormente, suas adjacências tornaram-se uma região rural, onde havia uma leitaria, uma estação de trem, igreja, etc., em uma localidade chamada Vieira. Na virada da década de 80, o Arroio foi desviado quando da construção dos três bairros supracitados e para receber efluente tratado e *in natura* de uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE Parque Marinha/CORSAN). Suas águas hoje recebem contaminação difusa da rede de drenagem pluvial, a qual é contaminada com esgotos domésticos de fossas residenciais. A área do seu entorno está constantemente sujeita à disposição de resíduos sólidos, que se acumulam formando verdadeiros lixões (Fig. 27).



Figura 27. Disposição irregular de resíduos sólidos às margens do Arroio Vieira. Fonte: Foto do autor, 27/05/2010.

Nesse sentido, a motivação inicial para o parque fluvial não está relacionada com a criação de obras viárias ou a remoção de comunidades em situação de risco, mas com a recomposição do ambiente natural, de maneira também a devolver a área para o usufruto da comunidade, como ocorria no passado, a qual se afastou por causa da contaminação, e hoje não reconhece o Arroio Vieira como um corpo hídrico natural..

A Proposta de Renaturalização do Arroio Vieira e Criação do Parque do Arroio Vieira (Costa 2008 a,b) foi construída com base na literatura técnica (SPIRN, 1995;

FISRWG, 1998; BINDER, 1998; SELLES, 2001) e na legislação ambiental brasileira, seguindo o modelo geomorfológico de reconfiguração estrutural do espaço, com vistas a aumentar a heterogeneidade ecossistêmica e, com isso, proporcionar o desenvolvimento de nichos ecológicos variados e, assim, o retorno da flora e da fauna. Observa-se que o Arroio Vieira foi desviado de seu curso e, por essa razão, ao invés de um projeto de reconstrução de meandros como os previstos na literatura, basta que a água seja devolvida ao seu curso natural para retornar-lhe o componente da heterogeneidade. Ressalta-se que, ao pensar a proposta, o autor não havia tido contato com o arcabouço teórico-prático da Ecologia da Restauração, que exige muito mais.

Além disso, a proposta baseava-se na visão socioambiental de devolver o ambiente ao usufruto da comunidade, com base em noções de topofilia (TUAN, 1990), pertencimento (SÁ, 2005) e resgate da memória socioambiental. Com isso, acredita-se que a convivência em um parque fluvial possa levar a comunidade a apropriar-se do ambiente natural e, a partir daí, passar a cuidar do arroio e do seu entorno.

Para propiciar os usos socioambientais propostos, o parque do Arroio Vieira seria dotado de:

- estacionamento para 30 carros e 4 ônibus (junto à RS 734);
- bicicletários para 15 e 30 bicicletas em três pontos do parque;
- três quadras de esportes, uma junto à RS-734, uma junto à rua que liga os bairros e outra em área já utilizada pela comunidade para esse fim;
- brinquedos infantis (pracinhas);
- anfiteatro ao ar livre para 180 pessoas sentadas com área de entorno livre para eventos maiores;
- trilhas ao longo do parque, entre os equipamentos, entre as ruas e bairros, em meio ao mato e ao longo do Arroio;
- placas de orientação e de educação ambiental;
- mirante para contemplar o parque e o Arroio;
- plantio de mata ciliar ao longo do Arroio e cortina arbustiva nas interfaces urbanas;
- iluminação;

- policiamento;
- um centro de integração do Parque do Arroio Vieira, com espaço para informações, exposições (permanentes e itinerantes) e atividades de educação ambiental, sala de palestras e reuniões, escritório e banheiros.

Desse modo, o Parque do Arroio Vieira pretende proporcionar atividades de baixo impacto e uma convivência tranquila junto ao ambiente natural, principalmente para as comunidades do entorno, mas também para os moradores de outros bairros e turistas que visitam a cidade. Entretanto, reconhecem-se as limitações desse modelo, no sentido de permitir a regeneração do ecossistema natural, dado que a área se encontra extremamente degradada e os usos propostos para o parque e as necessidades de manutenção dificilmente propiciariam o desenvolvimento de uma trajetória natural. Exatamente por esse entendimento prévio, o próprio nome do projeto separa os conceitos de renaturalização e parque fluvial.

Considerando-se o exposto na nota técnica do MMA (NOTA INFORMATIVA nº04/2010/DRB/SRHU/MMA), a única diretriz do MMA encontrada que trata explicitamente de parques fluviais, acredita-se que a Proposta de Renaturalização do Arroio Vieira e Criação do Parque do Arroio Vieira, da forma como foi concebida, contemple integralmente os objetivos, diretrizes e premissas do Projeto Parque Fluvial do MMA. Nesse sentido, acredita-se também que a proposta condiga com as expectativas do governo brasileiro para a obtenção de recursos, e não parece haver obstáculos conceituais e técnicos que impeçam a viabilização e implementação do Parque do Arroio Vieira em Rio Grande. Todavia, não se identificou nenhuma diretriz governamental que vá além dos princípios geomorfológicos e urbanísticos e que nos leve um passo além rumo a uma verdadeira restauração ecológica, baseada nos princípios da Ecologia de Restauração.

Apesar de sua implementação ter sido recomendada pelo Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA) desde 2007 (Recomendação 003/2007; Parecer 002/2009), com a criação de uma Câmara Técnica no COMDEMA visando à sua renaturalização e valorização, a Prefeitura Municipal do Rio Grande não tem feito esforços para cumpri-la. Ao contrário, nos últimos anos, a Prefeitura permitiu o hiperparcelamento do solo dentro da Área Funcional de Interesse Ambiental, fato esse que gerou um inquérito civil no Ministério Público Estadual (00257/2008) e a infeliz aprovação de uma lei permitindo a construção de residências na Área

Funcional de Interesse Ambiental do Arroio Vieira, sobre a APP do leito original do Arroio. Tal processo encontra-se atualmente em contestação pela comunidade e dentro do Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMDEMA) de Rio Grande.

Conforme preconizam os autores do campo, somente a organização comunitária poderá mudar esse quadro de abandono e degradação, pois existe pouca motivação para realizar uma mudança tão grande no meio apenas com o interesse de devolver a qualidade ambiental ao corpo hídrico. Nesse sentido, foi fundada, em 2008, a Associação dos Amigos do Arroio Vieira – Pró-Vieira, cujos objetivos incluem promover a renaturalização do arroio e a criação de um parque fluvial no seu entorno (Fig. 28). A associação tem-se mobilizado em favor do projeto e hoje ocupa um dos 11 assentos e a secretaria executiva do COMDEMA. Além disso, durante a elaboração do Plano de Manejo da APA da Lagoa Verde, foi solicitada a ampliação da APA para incluir o Arroio Vieira, de forma a contribuir para as iniciativas para a sua recuperação ambiental.

Parque do Arroio Vieira



Figura 28. Parque proposto para revitalizar o Arroio Vieira. Fonte: autor (não-publicado).

Com relação aos objetivos de aprendizagem levantados por Palmer et al. (2005), com a existência dos cursos de geografia, biologia e oceanologia na

Universidade Federal do Rio Grande (FURG), acredita-se que a implementação da proposta de renaturalização do Arroio Vieira pudesse servir como um grande laboratório para avaliar o comportamento da biota em resposta à recuperação do arroio, gerando subsídios para um modelo adaptativo de gestão do corpo hídrico. O próprio modelo de gestão poderia ser estudado, de maneira a responder também à necessidade crescente de áreas verdes ante o iminente crescimento urbano do município. Talvez a cidade do Rio grande pudesse um dia ser contemplada com um prêmio de Melhores Práticas de Gestão Ambiental Urbana, a exemplo de Campinas.

Enquanto isso, vários estudos e comunicações foram produzidos e apresentados em eventos científicos sobre o Arroio Vieira e seus ecossistemas, gestão e renaturalização e participação popular no processo (COSTA & TAGLIANI, 2010; RACHE et al. 2010; SOARES et al., 2010), como parte do processo científico de disseminação e evolução do conhecimento.

De qualquer modo, a realização de eventos da Associação Pró-Vieira junto a escolas do entorno e com a comunidade em geral já tem sido um grande processo educativo, tanto quanto à importância de recuperar e preservar o Arroio Vieira, quanto ao sentido de pertencimento de alguns membros daquelas comunidades.

Atualmente, a Proposta de Renaturalização do Arroio Vieira e Criação do Parque do Arroio Vieira, mesmo com uma recomendação e parecer favorável do COMDEMA e o laudo da Divisão de Assessoramento Técnico do Ministério Público caracterizando o arroio como passível de recuperação, espera alguma ação da Prefeitura Municipal, que infelizmente não demonstra interesse real em executar o projeto. Num momento em que o município do Rio Grande recebe diversos investimentos de porte, que gerarão milhões de reais em compensação ambiental, é provável que não haja outra época mais propícia para resolver esse enorme passivo ambiental de nossa cidade.

Discussão

Com base na análise realizada, verifica-se que os três projetos abordados certamente atendem de alguns modos as normas e diretrizes brasileiras, sendo considerados adequados aos contextos em que se inserem.

Entretanto, a despeito de diferenças situacionais específicas, todos representam casos de córregos urbanos degradados, mas seus objetivos não parecem ser comuns, levando provavelmente a resultados díspares.

Observa-se também que as normas e diretrizes brasileiras para projetos elaborados sob a rubrica da revitalização e renaturalização de rios e criação de parques fluviais não parecem atender os critérios e princípios ecológicos previstos pelos teóricos da Ecologia de Restauração. Nesse sentido, e seguindo a definição do SNUC (BRASIL, 2000), a revitalização de rios e córregos com a criação de parques fluviais deve ser considerada uma proposta de recuperação, e não de restauração ambiental.

Analisando os modelos de parques fluviais contra os três eixos propostos por Palmer et al. (2005), cuja intersecção indicaria a restauração mais efetiva, observa-se que os parques fluviais contemplam integralmente o eixo social, proporcionando amenidades estéticas, benefícios econômicos, além de uma área para recreação e educação. Todavia, no que diz respeito ao eixo ecológico, os parques fluviais ainda deixam muito a desejar, pois o próprio fato de serem criados por projeto e instalação, ao invés de uma sucessão ecológica, bem como a necessidade de manutenção e estabilidade espaço-temporal contraria o caráter dinâmico dos ecossistemas naturais. Finalmente, o eixo da aprendizagem também parece pouco contemplado nas políticas públicas, visto que as diretrizes não propõem medidas de avaliação de cunho ambiental ou mesmo social, que possam ou devam ser publicadas e, assim, compartilhadas com a comunidade científica e profissional, visando seu escrutínio, aperfeiçoamento e disseminação.

Seguindo as diretrizes existentes para financiamento, os projetos de revitalização ou renaturalização podem ser concebidos como projetos viários, de drenagem ou simples praças da cidade, sem levar em conta o ambiente natural e fazer uma avaliação verdadeira da evolução desse ecossistema. A ausência de avaliação dos projetos executados leva a uma escassez crônica de pesquisas e publicações sobre esses processos, que permanecem demasiadamente no plano

teórico. Esse fato já é apontado por Palmer (2009) para projetos de restauração ecológica ao redor do mundo, e se repete nos modelos aplicados no Brasil.

Confrontando as diretrizes brasileiras para parques fluviais e os casos estudados com os princípios propostos por Palmer et al (2005) e os atributos da SER (2004) para ecossistemas restaurados, verifica-se ser necessário aperfeiçoar o conceito do parque fluvial, incluindo nele um componente de restauração ecológica, para que possa atender os objetivos ecossistêmicos na recuperação da área degradada, conforme discussão a seguir.

Estado dinâmico e aumento da resiliência – por sua natureza, os parques fluviais urbanos têm poucas condições de contemplar adequadamente um ambiente que seja muito dinâmico. A fixação do corpo hídrico em um local específico, com base nos princípios do *Natural Channel Design*, é e sempre deverá ser um dos principais objetivos da gestão de corpos hídricos no meio urbano, dada as necessidades urbanas de estabilidade estrutural. Da mesma forma, a eliminação de planícies alagadas também é comum nesses ambientes, criando-se espaços de lazer nas áreas secas ou ao redor de lagos, sem proporcionar a variação sazonal nessas faixas ribeirinhas.

Quando razoavelmente possível, o parque deve ter espaço para proporcionar variação no nível e na área ocupada pela água nas diferentes épocas do ano. É possível construir estruturas alagáveis e de baixo impacto, como campos de futebol e anfiteatros, que possam ser ocupadas pela água nas épocas de cheia. Isso é feito em muitos parques fluviais. Todavia, deve-se entender que a planície de inundação é crucial para o rio, e é onde ocorrem processos ecológicos importantes para a manutenção da vida no rio. Na verdade, como já discutido, a planície de inundação também faz parte do rio, ela é o rio. A criação de estruturas de lazer em áreas alagáveis, portanto, deve proporcionar que esse entendimento possa pelo menos ser aplicado no futuro, quando se tornar oportuno ou necessário. Também é crucial que os usuários entendam as razões e a importância dessa proposta.

A necessidade de manutenção da vegetação, por razões estéticas, que inclui a remoção de folhas caídas e a introdução de espécies exóticas, é totalmente contrária aos princípios ecológicos, e deve ser evitada, como forma de aumentar o grau de renaturalização do ambiente degradado. É importante que a população conheça e compreenda o ambiente natural dinâmico como ele é. Para tal, além da

manutenção das características naturais, deve haver medidas educativas nesse sentido.

Ainda considerando-se o estado dinâmico do sistema, que está sujeito a alterações naturais e antrópicas, é importante que haja um aumento na resiliência do ambiente, que deve ser capaz de se recuperar naturalmente após uma perturbação em seu estado natural. Mais uma vez, a necessidade de manutenção deve ser mínima. Por exemplo, a serapilheira formada pelas folhas caídas e as árvores que tombam dentro do corpo hídrico contribuem para o aporte de matéria orgânica ao ecossistema, e não deveriam ser removidas. Entretanto, deve haver espaço suficiente para que desvios no fluxo ocasionados por essas árvores caídas não danifiquem estruturas urbanas, ou será necessária uma manutenção de alto impacto. Nesse sentido, as dimensões transversais dos parques têm grande importância para sua capacidade de restauração ecológica.

Melhoria ecossistêmica e avaliação ecológica – a maioria dos projetos não prevê sequer uma avaliação prévia da qualidade ecossistêmica. Essa medida é essencial para que se possa projetar a melhoria esperada, de acordo com os fatores que o processo de renaturalização deverá alterar, identificados nos objetivos do projeto. Essa melhoria deve ser monitorada por biólogos e ecólogos, propondo-se alterações posteriores para aumentar gradativamente o grau de renaturalização do ecossistema, segundo os preceitos da gestão adaptativa. A qualidade e o fluxo natural da água, a integridade da mata ciliar, a viabilidade de certas espécies, as funções ecossistêmicas são alguns dos critérios a avaliar nesse sentido (PALMER, 2005).

Ausência de danos permanentes – o projeto de recuperação da área degradada deve possibilitar o retorno da vegetação e da fauna, seja de forma ativa ou passiva. Portanto, a construção de estruturas concretadas e a necessidade de manutenção periódica de encostas e margens não possibilitam esse elemento. O próprio processo de implementação das estruturas usadas para a renaturalização deve usar modelos menos agressivos ao ambiente natural, como as técnicas de bioengenharia, cujos materiais são incorporados mais facilmente ao meio natural. As técnicas usadas durante as obras necessárias devem prevenir a contaminação da água por sedimentos e materiais, e prever momentos cruciais de desova, piracemas, migrações, etc. Isso não é o observado nos manuais e diretrizes técnicas e legais utilizadas, onde ainda se privilegia o uso de procedimentos clássicos da engenharia

civil, bem como prazos orçamentários e mandatos eleitorais para a execução dos projetos. A incorporação de especialistas nessas áreas já na concepção e implementação dos projetos é crucial para que esse componente possa ser contemplado em todo o processo.

Nos princípios da SER para a restauração ecológica (SER, 2004), os atributos do ecossistema restaurado preveem que todos os grupos funcionais necessários para a continuidade do desenvolvimento ou estabilidade do ecossistema estejam presentes. Mais uma vez, as necessidades de manutenção e higiene dos parques urbanos tornam obrigatória a limpeza de microrganismos como fungos e bactérias nos locais frequentados pela população. Esses microrganismos são importantes, por exemplo, para a produção de solos, contrapondo assim as necessidades de limpeza urbana dos parques fluviais aos atributos do ecossistema restaurado.

Também seria ilusório imaginar que certas espécies predadoras (e presas) pudessem conviver pacificamente no meio urbano. As capivaras e ratões-dobanhado costumam ser caçados e consumidos pela população do entorno. Nesse sentido, retorna-se à questão educativa, aliada a problemas ligados à pobreza e à própria cultura tradicional, que não podem ser omitidos. É necessário um trabalho com a população para proteger essa fauna importante.

Ante essas considerações, talvez pelas próprias dimensões e complexidade da área de abrangência do projeto, fica claro que o Parque Linear do Ribeirão das Pedras é o que mais condições tem de atender as necessidades postuladas pela Ecologia de Restauração. Nesse sentido, o projeto também é mais abrangente, apresentando áreas mais diversas do ponto de vista ecossistêmico, como lagoas, baixadas alagadas e córregos vegetados, bem como trechos de mata nativa, proporcionando a tão necessária conectividade entre os ambientes.

Segundo a Prefeitura de Campinas, houve recuperação de nichos ecológicos, criação de rampas e passagens para a fauna, bem como a criação de lagoas, com um retorno significativo da fauna migratória, monitorado por equipe técnica composta por biólogos, dada a recuperação de um ambiente compatível com suas necessidades (CAMPINAS, 2010).

Fischenbruder & Pellegrino (2006) comentam que, apesar de “conflitos com ecologistas radicais”, o amplo uso da bicicleta proporcionou um contato da comunidade com o parque, e “um dos resultados mais interessantes é a mudança de percepção dos habitantes locais em relação aos espaços abertos ao longo do

Ribeirão, que agora são fonte de orgulho mesmo para aqueles que criticaram o projeto inicialmente”. Esse é um dos resultados esperados da convivência da população do entorno com um ambiente que antes era distante, proibitivo e excludente, o desenvolvimento de um sentido de pertencimento em relação ao ambiente natural.

Acredita-se ser também por essas razões que o projeto do Parque Linear do Ribeirão das Pedras foi condecorado pela Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do MMA como a “melhor prática de gestão urbana” atualmente no Brasil. Ainda assim, a SRHU não expede normas de cunho ecológico para a elaboração dos projetos de parque fluvial. Parece haver uma visão de senso comum sobre o que seria mais adequado, mas faltam diretrizes formais para a elaboração e aprovação dos projetos. Uma análise específica e sistematizada das razões que levaram à condecoração poderia ajudar a compilar normas para essa finalidade.

Os outros dois projetos abordados, em diferentes graus de implementação – o do Arroio Sapucaia, em fase de licitação, e o do Arroio Vieira, ainda apenas um pré-projeto e uma Recomendação do COMDEMA de Rio Grande – poderiam ser aperfeiçoados adotando um enfoque com características mais ecológicas, mesmo dentro de suas limitações físico-espaciais.

Todavia, compreende-se a grande dificuldade para aprovar um projeto junto aos órgãos governamentais usando-se um uma retórica meramente ambientalista. Assim, por ser menos restritiva do que um projeto com objetivos mais voltados para a restauração ecológica, uma visão mais urbanística e paisagística tem mais aceitação entre os tomadores de decisões, políticos e, geralmente, a própria população.

Nesse sentido, os parques fluviais podem servir como um espaço para educação ambiental e construção da cidadania, desde que implementados com a participação da comunidade em todas as etapas do processo, que é beneficiada pelo “fortalecimento comunitário, por meio da participação das pessoas num projeto de restauração” (SER, 2004). Do contrário, muitas vezes são compreendidos como mais uma área alheia dentro da estrutura da cidade, vindo a ser depredados e degradados.

Os sentidos de pertencimento, conhecer para cuidar (SÁ, 2005), e topofilia, o amor ao lugar (TUAN, 1990), somente podem ser desenvolvidos com o contato da

população com um ambiente agradável no seu próprio cotidiano. Esse é um papel indicado e esperado para os parques fluviais no meio urbano.

Entretanto, nos três casos analisados, bem como nas diretrizes brasileiras mais amplas, questiona-se ainda por que o modelo adotado foi o do parque fluvial, ao invés de uma renaturalização plena, mais próxima dos preceitos da Ecologia de Restauração. Entre outros fatores, a resposta está na dificuldade específica de conter novas invasões e ocupações irregulares, e também na priorização do usufruto dos espaços naturais pela comunidade, baseada na visão antropocêntrica do ambiente natural como recurso a ser consumido pela coletividade humana.

Essa visão talvez desconsidere o fato de que ambientes naturais preservados são necessários para a manutenção da qualidade ambiental e dos serviços ambientais que prestam, mas também reflete a noção de que a “*reclamation* muitas vezes é a única opção realista nessa escala” (HARRIS & VAN DIGGELEN, 2006), aplicando-se o mesmo a modelos de reabilitação com a criação de parques fluviais.

Muitas vezes, o espaço disponível para a iniciativa de recuperação da área degradada não possibilita medidas que tenham relevância do ponto de vista ecológico. Nesse caso, a única medida possível é a criação de um parque fluvial, até, quem sabe, num futuro distante e oportuno, a necessidade e a própria opinião pública levem à realização de uma obra de vulto como a do Cheonggyecheon em Seul, removendo edificações e estruturas construídas sobre o leito verdadeiro do rio, de modo a recuperar o máximo possível do seu aspecto natural. Não obstante, se o espaço estiver livre de construções, será muito mais fácil iniciar um processo de renaturalização.

É importante entender o caráter dinâmico dos corpos hídricos e ecossistemas em geral, bem como o caráter adaptativo da gestão ambiental. Nesse sentido, Palmer (2005) diz que:

“o sucesso da restauração não deve ser visto como uma meta única, do tipo tudo-ou-nada, mas como um processo adaptativo, onde conquistas iterativas ao longo de uma trajetória pré-definida proporcionam meios para alcançar objetivos ecológicos e sociais mais amplos”.

Ao defender o uso de parques fluviais, Binder (2008) indica “a necessidade de “aumentar o valor recreativo do rio especialmente em áreas urbanas, com a intenção de reduzir os usos nas áreas com valor ecológico”. Realmente, existe um consenso

de que os trechos preservados dos rios devem ser mantidos intocados. Todavia, com a política de promover obras para a construção de parques fluviais, mesmo áreas que não se encontram degradadas são submetidas a propostas de “revitalização” com a criação de parques fluviais. Com base na resolução nº. 369 do CONAMA (CONAMA, 2006), a vegetação da APP é suprimida para dar espaço aos usos recreativos. Ademais, a pressão pelo uso da terra junto aos corpos hídricos para fins agrícolas, entre outros, levou à recente proposta de revisão do Código Florestal brasileiro (BRASIL, 1965), com a possível redução das APPs ao longo dos cursos hídricos também na zona rural.

Além dessas ameaças, ainda se mantém uma visão promovida pela teoria da chamada “Tragédia do bem-comum” (Hardin, 1968), segundo a qual, se não houver controle e restrições governamentais ou privatização sobre os usos dos recursos públicos, o resultado será o seu esgotamento, dado o aumento exponencial no número de usuários, excedendo a sua capacidade de suporte. Em resposta, a ganhadora do Prêmio Nobel de Economia de 2009, Elinor Ostrom (1990), postula que os recursos naturais podem ser geridos por grupos organizados de usuários, ao invés de restrições impostas por um agente considerado externo, levando a uma maior apropriação e, conseqüentemente, cuidado do recurso. Essa profunda discussão, travada nos meios científicos e políticos, deve prosseguir por muitos anos. FISRWG (1998) considera a criação de um comitê consultor central à elaboração de um plano de restauração fluvial, formado por atores sociais cruciais, impedindo que interesses individuais ou de agências específicas dominem o processo e contribuindo efetivamente para a tomada de decisões.

É importante buscar uma forma de gestão compartilhada quando da implementação dos parques, de modo a envolver a comunidade na tomada de decisões e também de que suas necessidades e anseios sejam ouvidos e façam parte do processo decisório, garantindo assim o apoio da população na recuperação e cuidado do ambiente.

No caso do Arroio Vieira, a fundação da Associação dos Amigos do Arroio Vieira – Pró-Vieira foi um passo nesse sentido, promovendo desde o início a educação ambiental e a mobilização da comunidade em todas as etapas da recuperação do Arroio Vieira. As associações de moradores do Alto taquaral e Jardim genebra, em Campinas, foram as principais indutoras do processo de recuperação do Ribeirão das Pedras, e a Comissão de Acompanhamento da Beira-

Arroio, em Esteio, pode ser mais um fórum de atuação rumo a uma gestão adaptativa e restauração ecológica. Com suas representações comunitárias, os Conselhos Municipais de Meio Ambiente certamente também representam espaços de participação e poder na gestão do ambiente natural no meio urbano.

Infelizmente, mesmo com a previsão de preservação e o novo paradigma de revitalização/renaturalização, os rios e córregos ainda são retificados e canalizados nas cidades brasileiras, como evidencia os casos recentes do Arroio Pampa, em Novo Hamburgo (THIELE, 2004), e do Arroio José Joaquim, em Sapucaia do Sul. Enquanto os países desenvolvidos buscam o descomissionamento de barragens, com a recuperação do aspecto natural dos rios (RANDLE, 2010), a construção de barragens encontra-se em ritmo acelerado no Brasil, desde grandes usinas hidrelétricas, como Belo Monte no rio Xingu, às inúmeras Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) propostas ao redor do país. Da mesma forma, existem inúmeras iniciativas de revitalização de rios e córregos em implementação no Brasil, como os arroios Bagé e Gontan em Bagé, e outras tantas ávidas por sistematização e diretrizes para a preparação de projetos, como a ONG ECOLAJE em São Sepé, que pretende restaurar o Lajeado do Moinho.

É reconhecida a enorme carência de infraestrutura urbana no Brasil, mas não podemos mais abrir mão de uma infraestrutura ambiental mínima, para a manutenção da saúde e do equilíbrio mental no meio urbano, bem como a proteção aos resquícios do ambiente natural. Rios e córregos urbanos bem-preservados podem servir como válvulas de escape ao caos do trânsito e ao concreto, regular a temperatura na cidade e atuar como corredores ecológicos entre áreas mais preservadas.

Como uma primeira sugestão às políticas públicas brasileiras, propõe-se que a canalização de rios e córregos seja banida, ou evitada ao maior grau possível, buscando-se alternativas que não descaracterizem totalmente o ambiente natural, não ocupem definitivamente a área da planície de inundação, e que permitam a sua restauração ecológica no futuro. Cabe lembrar que essa proposta vai ao encontro do que preconiza o manual de drenagem do Ministério das Cidades (BRASIL, 2009), quando fala em criar medidas para reduzir a velocidade do fluxo hídrico, ao invés de acelerá-lo.

Quando da implementação de parques fluviais de uso recreativo, sugere-se uma diretriz de que eles sejam compreendidos explicitamente em seu marco legal

como uma medida quase emergencial e talvez provisória, dadas as condições atuais de degradação e falta de disposição da sociedade para aceitar medidas ecológicamente apropriadas e mais radicais. É importante que tal entendimento seja explicitado e anotado formalmente no projeto.

Com vistas a preparar o caminho para um aprofundamento futuro do processo de renaturalização, sugere-se a inclusão obrigatória de núcleos de restauração ecológica dentro dos parques fluviais que não contemplarem esses princípios, como uma semente a brotar no futuro. Nesse sentido, as técnicas de nucleação, transposição de solos, transposição da chuva de sementes, poleiros artificiais e abrigos para a fauna, além do plantio de espécies funcionais (REIS & NAKAZONO, 1999; REIS et al., 2003; REIS & HMELJEVSKI, 2009) são promissoras, pois buscam a sucessão ecológica, ao invés de intervenções de revegetação de cunho paisagístico, que priorizam o plantio de espécies arbóreas de porte, muitas vezes exóticas.

Além de servir como um banco de sementes e germoplasma, e proporcionar o desenvolvimento da sucessão ecológica necessária para o retorno efetivo da biodiversidade, será também um elemento de educação ambiental, demonstrando a necessidade de dar um passo a mais no futuro e do caráter adaptativo da gestão, podendo também envolver a comunidade na manutenção e cuidado do sistema.

Em consonância com o caráter adaptativo e evolutivo da gestão, cita-se a Meta 2010 do Projeto Manuelzão, que previa “navegar, nadar e pescar no Rio das Velhas em 2010” e foi cumprida em 14 de agosto de 2010 em Santo Hipólito, juntamente com o lançamento da Meta 2014, cujo objetivo maior é “a conquista de uma sociedade com nova visão-de-mundo que seja civilizatoriamente superior, ecossistemicamente adequada às necessidades de todas as espécies, verdadeiramente democrática e justa, abolindo fronteiras e preconceitos” (MANUELZÃO, 2010). Essa ambiciosa estratégia de revitalização de rios certamente vai muito além de uma mera proposta urbanística e recreativa, abordando a mudança da sociedade e da relação homem-natureza em geral. Ainda segundo o Manuelzão, “as águas e o peixe estão cumprindo o papel estratégico de guias e inspiradores de uma transformação da mentalidade”. Os parques fluviais também devem ser concebidos com essa visão no horizonte.

Finalmente, é essencial que o Ministério do Meio Ambiente (MMA) tome a dianteira do processo, passando a tratar os rios e córregos como os ecossistemas

que são, e busque, assim, estratégias de revitalização ou renaturalização que sejam voltadas para a recomposição ecossistêmica. Os projetos aprovados sob as rubricas do saneamento básico, estrutura viária e drenagem urbana que envolvam alterações em rios devem ser aprovados, monitorados e auditados pelo MMA, de maneira a garantir que sigam preceitos ecológicos. Apesar da urgência, no Brasil, de resolver os grandes passivos em saneamento básico, habitação, pobreza, tem-se observado que existe uma relação inversamente proporcional entre o índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o Índice de Qualidade da Água (IQA) (POLIGNANO, 2010), que mostra que existe algo equivocado em nosso modelo de desenvolvimento, o qual deve ser repensado.

Com esse objetivo mais amplo, urge a criação de um plano nacional de revitalização ou renaturalização de rios, a exemplo da rede citada por Frischenbruder & Pellegrino (2006) ou da estratégia espanhola (CÓRDOVA et al. 2008; ESPANHA, 2010). Somente a união dos esforços distintos e difusos existentes atualmente no Brasil, com um amplo diagnóstico dos impactos e dificuldades, erros e acertos, definição exata de conceitos e metas, bem como a proposição de políticas públicas voltadas especificamente para a renaturalização de nossos rios, poderá nos colocar em uma trajetória ecológica na recuperação de nossos rios degradados, impedindo que recursos preciosos sejam gastos em procedimentos que se mostrem ainda mais onerosos, irremediáveis e deseducativos no futuro.

Considerações finais

Concordando com a Dra. Margaret Palmer (PALMER, 2009), acredita-se que os atuais modelos de revitalização de rios e córregos urbanos precisam ainda ser mais estudados, principalmente com relação à sua validade do ponto de vista ecológico, de maneira a justificar o grande dispêndio de recursos financeiros sob a rubrica da “renaturalização”.

Os três casos estudados, o Parque Linear do Ribeirão das Pedras, o Projeto de Renaturalização do Arroio Sapucaia, e a Proposta de Renaturalização do Arroio Vieira e Criação do parque do Arroio Vieira não têm nada de incomum. Pelo contrário, são emblemáticos de algo que se repete em todos os cantos do país, os mesmos problemas e as mesmas soluções.

Muitos outros casos podem e devem ser estudados, podendo ser facilmente encontrados nas páginas de nossos jornais cotidianos. Eles geram votos, têm um grande apelo à população, e certamente trazem felicidade àqueles que desfrutam de tais ambientes.

Entretanto, em uma época de extremos, de caos urbano e escassez de recursos naturais e, principalmente, de água de qualidade, é chegada a hora também de pensar na recuperação ecossistêmica desses ambientes.

A pesquisa científica pode contribuir nesse sentido, avaliando os projetos em execução e propondo novas sugestões para aperfeiçoar as políticas públicas do setor. Este trabalho pretende ter dado a sua contribuição para tal.

Referências

ALVES-MAZZOTTI, A. J. Usos e abusos dos estudos de caso. *Cadernos de Pesquisa*. Vol. 36. nº. 129. pp. 637-651. São Paulo, 2006.

ANDEL, J. V. & GROOTJANS, A. P. Concepts in restoration ecology. In *Restoration Ecology*. Eds. Van Andel, J. & Aronson, J. Blackwell Science: Malden, 2006.

ARARAQUARA. *Website* da Prefeitura municipal de Araraquara. Fotografia de plantio de mata ciliar. Disponível em www.araraquara.sp.gov.br. Acesso em 14 de novembro de 2010.

BERKES, F. & FOLKE, C. (Orgs.). *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge: Cambridge University Press (1-25), 1998.

BINDER, W. Rios e córregos: Preservar, conservar, renaturalizar. A recuperação de rios, possibilidades e limites da engenharia ambiental. Orientação técnica Projeto PLANÁGUA SEMADS/GTZ. Rio de Janeiro: SEMADS, 1998, 39 pp.

BINDER, W. River Restoration: an European overview on rivers in urban areas. *Proceedings from the 4 th ECRR Conference on River Restoration*. Veneza, Itália, 16-21 junho, 2008.

BRASIL. Lei nº. 4.771 de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal.

BRASIL. Lei nº. 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

BRASIL. Decreto nº. 97.632, de 10 de abril de 1989, que dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº. 6.938/81.

BRASIL. Lei nº. 9433, de 8 de janeiro de 1997. Lei das águas. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº. 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. Lei nº. 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Lei de crimes ambientais. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº. 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o artigo 225, parágrafo 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº. 10.257 de 10 de julho de 2001. Estatuto da cidade. Regulamenta os artigos. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental – PROJETO ORLA: manual de gestão. Brasília: MMA/SQA, 2002, 96p.

BRASIL. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Síntese Executiva – português / Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos, Brasília: MMA, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Conjunto de Normas Legais: Recursos hídricos. 6ª edição. Brasília: MMA, 2008.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistemática 2009. Manual para Apresentação de Propostas - Programa 1138 - Drenagem Urbana e Controle de Erosão Marítima e Fluvial. Secretaria Nacional de saneamento Ambiental. Brasília: MMA, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Prêmio Melhor prática em gestão ambiental urbana 2010. Brasília: MMA. Junho. 2010a

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Nota Informativa nº. 04/2010/DRB/SRHU/MMA. Brasília: MMA. Agosto. 2010b.

BRITTO, A. L. & SILVA, V. A. C. Viver às margens dos rios: uma análise da situação dos moradores da favela Parque Unidos de Acari. In *Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras*. Costa, L. M. S. A. (Org.) Rio de Janeiro: Viana & Mosley: Ed. PROURB, 2006.

CAMPINAS. Plano Local de Gestão Urbana de Barão Geraldo. Disponível em www.campinas.sp.gov.br. Acesso em 17 de setembro de 2010. 1996a

CAMPINAS. Lei nº. 9.199 de 27 de dezembro de 1996. Institui o Plano de gestão Urbana de São Geraldo. 1996b

CAMPINAS. Plano diretor. Lei complementar nº. 15 de 27 de dezembro de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Campinas.

CAMPINAS. Página da Prefeitura Municipal de Campinas. Disponível em www.campinas.sp.gov.br. Acesso em 14 de setembro de 2010.

CARLE, M. B. Investigação arqueológica em Rio Grande: uma proposta da ocupação guarani pré-histórica no Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado em História. Pontifícia Universidade católica do rio Grande do Sul, 2002.

CHIZZOTTI, A. *Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Glossário de saneamento. Disponível em www.cnrh.gov.br. Acesso em 14 de junho de 2010.

COMDEMA. Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de Campinas. Deliberação 10/2002. Enuncia medidas para recuperação e mitigação na bacia do Ribeirão das Pedras. Campinas, 2002.

COMDEMA. Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de Rio Grande. Recomendação 003/2007. Recomenda a Renaturalização do Arroio Vieira e a Criação do Parque do Arroio Vieira. Rio Grande, 2007.

COMDEMA. Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de Rio Grande. Parecer 002/2009. Reitera a Recomendação 003/2007. Rio Grande, 2009.

CONAMA. Resolução nº. 237 de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre o licenciamento ambiental.

CONAMA. Resolução nº. 303 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

CONAMA. Resolução nº. 369 de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP.

CÓRDOVA, Y. J. et al. The Spanish National Strategy for River Restoration. *Proceedings from the 4 th ECRR Conference on River Restoration*. Veneza, Itália, 16-21 junho, 2008.

COSTA, L. M. S. A. Rios urbanos e o desenho da paisagem. In *Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras*. Costa, L. M. S. A. (Org.) Rio de Janeiro: Viana & Mosley: Ed. PROURB, 2006.

COSTA, R. C., et al. Proposta de renaturalização para um arroio costeiro no município de Rio Grande, RS. *Anais do VI Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental: na busca da sustentabilidade*. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil: Porto Alegre: ABES/RS, 2008a.

COSTA, R. C., et al. Proposta de renaturalização para o Arroio Vieira, Rio Grande, RS. *I Seminário de estudos Limnológicos em Clima Subtropical*. Anais: 26 a 29 de março de 2008. Rio Grande: FURG, 2008b.

COSTA, R. C., & RACHE, R. P. Memória socioambiental: subsídios para a educação ambiental e envolvimento comunitário no processo de renaturalização do Arroio Vieira. *Anais do VII Seminário de Pesquisa Qualitativa: fazendo metodologia*. Rio Grande: FURG, 2008.

COSTA, R. C & TAGLIANI, C. R. A. Parques fluviais na revitalização de rios e córregos urbanos. *Anais do XII Encontro de pós-graduação*. XIX Mostra da

Produção Universitária. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande: FURG, 2010.

DIAS, L. E. & GRIFFITH. J. J. Conceituação de áreas degradadas. In *Recuperação de áreas degradadas*. Dias, L. E. & de Melo, J. W. SOBRADE/FINEP, Viçosa, MG. P. 1-7 1998.

DURLO, M. A. & SUTILI, F. J. *Bioengenharia: Manejo Biotécnico de Cursos de Água*. Porto Alegre: EST Edições, 2005.

ESCHER (Oscar Escher Arquitetos e Urbanistas). Disponível em www.escher.arq.br. Acesso em 14 de setembro de 2010.

ESPANHA. Ministério de Médio Ambiente y Médio Rural Y Marino. Restauración de Rios. Bases de la Estrategia Nacional de Restauración de Rios. Disponível em http://www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/dominio_hidraulico/conserv_restaur/Jornadas_Publicaciones_ENRR.htm. Acesso em 14 de junho de 2010.

ESTEIO. Página da Prefeitura Municipal de Esteio. Disponível em www.esteio.gov.rs.br. Acesso em 14 de setembro de 2010.

ESTEIO. Lei Municipal n°. 4247 de 06 de dezembro de 2006. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Esteio e dá outras providências.

FLICK, U. *Desenho da pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FISRWG. *Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices*. By the Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG)(15 Federal Agencies of the US gov't). GPO Item No. 0120-A; SuDocs No. A 57.6/2:EN3/PT.653, 1998.

FORMAN, R. T. T. & GODRON, M. *Landscape Ecology*. New York: Wiley & Sons, 1986.

FORMAN, R. T. T. *Land Mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

FRISCHENBRUDER, M. T. M. & PELLEGRINO, P. "Using greenways to reclaim nature in Brazilian cities." *Landscape and Urban Planning* Nos. 1-4, Amsterdam: Elsevier, 2006. pp. 67-78.

GILLILAN, S. et al. Challenges in developing and implementing ecological standards for geomorphic river restoration projects: a practitioner's response to Palmer *et al.* (2005). *Journal of Applied Ecology* 2005 42, 223-227. British Ecological Society, 2005.

GOOGLEEARTH. Imagens de satélite. 2010.
<http://www.google.com.br/permissions/geoguidelines.html>

GREGORY, S. River restoration: restoring dynamic riverine processes in a changing world . . . or . . . erecting monuments to our good intentions. *Proceedings from the 4 th ECRR Conference on River Restoration*. Veneza, Itália, 16-21 junho, 2008

GRANT, G. E. A framework for evaluating disciplinary contributions to river restoration. *Proceedings from the 4 th ECRR Conference on River Restoration*. Veneza, Itália, 16-21 junho, 2008.

HARDIN, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, 162:1243-1248.

HARRIS, J. A. & VAN DIGGELEN, R. Ecological restoration as a project for global society. In *Restoration Ecology*. Eds. Van Andel, J. & Aronson, J. Blackwell Science: Malden, 2006

JANSSON, R. et al. Stating mechanisms and refining criteria for ecologically successful river restoration: a comment on Palmer *et al.* (2005). *Journal of Applied Ecology* 2005 42, 218-222. British Ecological Society, 2005.

LANNA, A. E. L. *Gerenciamento de Bacia Hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos*. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 1995, 171 p.

LISBOA, A. H. E depois de 2010? Políticas e Projetos para as gerações futuras. In *Projeto Manuelzão, a história da mobilização que começou em torno de um rio*. Orgs. Lisboa, A. H., Goulart, E. M. A., & Diniz, L. F. M. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2008.

LISBOA, A. H. et al. (Orgs.) *Projeto Manuelzão, a história da mobilização que começou em torno de um rio*. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2008.

MALAKOFF, D. *The River Doctor*. Profile: David Rosgen. *Science* vol. 305. 2004

MANUELZÃO. Página do projeto Manuelzão. Disponível em <http://www.manuelzao.ufmg.br/comunicacao/noticias/projeto-manuelzãoufmg-as-bases-conceituais-da-meta-2010-e-2014-para-o-rio-das-velhas>. Acesso em 15 de setembro de 2010.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS, W. W. *Limites do crescimento*. (2a edição). São Paulo: Perspectiva, 1978.

MINISTÉRIO PÚBLICO do Rio Grande do Sul. Divisão de Assessoramento Técnico. Unidade de Assessoramento Ambiental. Recursos Hídricos – retificação de curso d'água. Documento DAT-MA nº 1757/2009.

NOH, S. H. Restoration of Cheonggyecheon in Seoul (Beginning and after), slide 48. II Seminário Internacional de Revitalização de Rios. 10-12 de maio de 2010. Belo Horizonte, 2010.

OLIVEIRA, P. S. G. Estudo das várzeas visando o controle de cheias urbanas e a restauração ecológica: o caso do Parque Linear do Ribeirão das Pedras, em Campinas, SP. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

OLIVEIRA, O. A. & TAGLIANI, C. R. O patrimônio arqueológico no extremo sul do Brasil: importância, impactos e alternativas para a preservação. 12º Encuentro de Geografos de America Latina, Montevideo, 3-7 de abril de 2009.

OSTROM, E. *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge; Cambridge University Press, 1990.

PALMER et al. Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology*, 42:2, 208-217, Blackwell, 2005.

PALMER, M.A. River Restoration as a Collaboration with Nature. *Proceedings from the 4 th ECRR Conference on River Restoration*. Veneza, Itália, 16-21 junho, 2008

PALMER, M.A. Reforming Watershed Restoration: Science in Need of Application and Applications in Need of Science. *Estuaries and Coasts* 32:1, 1-17, 2009.

POLIGNANO, M. RANDLE, T. A revitalização da bacia do Rio das Velhas, slide 46. II Seminário Internacional de Revitalização de Rios. 10-12 de maio de 2010. Belo Horizonte, 2010.

PRÓ-VIEIRA. ASSOCIAÇÃO DOS AMIGOS DO ARROIO VIEIRA – PRÓ-VIEIRA. Ofício 13/2010, solicita à SRHU diretrizes técnicas e metodológicas visando contemplar o componente da restauração ecológica na implementação de parques fluviais. Rio Grande, 2010.

RACHE, R. P. A educação ambiental como política pública no município do Rio Grande – RS. Dissertação de mestrado. Fundação Universidade de Rio Grande – Mestrado em Educação Ambiental. Rio Grande: FURG, 2005.

RACHE, R. P. et al. Pró-vieira: educação ambiental e envolvimento comunitário na revitalização do Arroio Vieira, Rio Grande, RS. *Anais do XIII Seminário de extensão*. XIX Mostra da Produção Universitária. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande: FURG, 2010.

RANDLE, T. Revitalization of rivers in the United States using dam removal. II Seminário Internacional de Revitalização de Rios. 10-12 de maio de 2010. Belo Horizonte, 2010.

REIS, A., Z., R. M. & NAKAZONO, E. M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. *Série Cadernos da Biosfera 14*. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo, 42 p. 1999.

REIS A. et al. Restauração de Áreas Degradadas: A Nucleação como Base para os Processos Sucessionais. *Revista Natureza & Conservação*. v. 1, n. 1. 2003.

REIS, A., TRES, D. R.; BECHARA, F. C. A Nucleação como Novo Paradigma na Restauração Ecológica: “Espaço para o Imprevisível”. *Anais do Simpósio sobre recuperação de áreas degradadas com ênfase em matas ciliares*. Instituto de Botânica. São Paulo, 23-25 de novembro de 2006.

REIS, A. & HMELJEVSKI. A recuperação ambiental de áreas ciliares: o lado da hidrelétrica de Itá. Cartilha, 2009. Disponível em http://www.lras.ufsc.br/index.php?option=com_content&task=blogsection&id=8&Itemid=30. Acesso em 5 de agosto de 2010.

REIS, A. Apostila de Restauração Ambiental Sistêmica do Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Catarina. 2010. Disponível em http://www.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/DiretivaMataCiliar/material_tecnico_Mata_Ciliar/20086_AP_Restaura_LEF.pdf. Acesso em 30 de setembro de 2010.

RILEY, A. L. What is restoration? In *The sustainable development reader*. Stephen M. Wheeler & Timothy Beatley. New York: Routledge, 2004.

RIO GRANDE. Plano Diretor Participativo. Lei Municipal nº. 6585 de 20 de agosto de 2008. Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do município do Rio Grande e estabelece as diretrizes e proposições de desenvolvimento urbano municipal.

RIO GRANDE. Lei nº. 6.744 de 03 de setembro de 2009. Estabelece o regime urbanístico para a Área Funcional de Interesse Ambiental do Arroio Vieira.

RODGERS, E. B. Áreas públicas para a vida pública nas cidades: a gestão das áreas verdes em Nova Iorque. In Menegat, R. & Almeida, G. *Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades*. Porto Alegre: UFRGS editora, 2004.

ROSGEN, D. L. The Reference Reach – a blueprint for Natural Channel Design. Engineering Approaches to Ecosystem Restoration. *Proceedings of the 1998 Wetlands Engineering & River Restoration Conference*, Denver, Colorado, March 22-27, 1998.

ROSGEN, D. L., The Natural Channel Design for River Restoration. *Proceedings of the 2006 World Environmental and Water Resources Congress*, May 21-25, 2006, Omaha, Nebraska, 2006

SÁ, L. M. Pertencimento. In *Encontros e caminhos: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores*. Ferraro Júnior, L. A., Org. Brasília: MMA, Diretoria de Educação Ambiental, 2005.

SELLES, I. M. et al. Revitalização de rios. Orientação técnica Projeto PLANÁGUA SEMADS/GTZ. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001, 78 pp.

SER (SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION) INTERNATIONAL, Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. Princípios da *SER International* sobre a restauração ecológica. www.ser.org y Tucson: *Society for Ecological Restoration International*. 2004.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Cortez, 2007.

SCHMITZ, P. I. O povoamento da planície litorânea. *Pesquisas, Antropologia*, 63, 03-10, São Leopoldo: IAP, 2006

SCHWARZBOLD, A. O que é um rio? *Ciência & Ambiente*. Vol. 1, n. 1 Santa Maria, 1990.

SOARES et al. Memória socioambiental do Arroio Vieira, Rio Grande, RS. *Anais do XIX Congresso de Iniciação Científica*. IX Mostra da Produção Universitária. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande: FURG, 2010.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNACIONAL SCIENCE & POLICY WORKING GROUP. *The SER International Primer on Ecological Restoration*. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International, 2004.

SPIRN, A. W. (1995). *O Jardim de Granito*. São Paulo: Edusp. 345 pp.

TÂNGARI, et al. *Águas Urbanas: uma contribuição para a regeneração ambiental como campo disciplinar integrado*. Rio de Janeiro: Universidade federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, 2007.

THIELE, P. R. Análise das políticas ambientais aplicadas aos moradores das margens do Arroio Pampa em Novo Hamburgo. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Geografia, UFRGS. Porto Alegre, 2004.

TRES, D. R & REIS, A. Perspectivas sistêmicas para a conservação e restauração ambiental: do pontual ao contexto. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2009.

TRIVIÑOS, A. N. S. Bases teórico-metodológicas preliminares da pesquisa qualitativa em ciências sociais. *Cadernos de Pesquisa Ritter dos Reis*, Porto Alegre: Faculdades Integradas Ritter dos Reis, v. 4, 2001.

TUAN, Y-F. *Topophilia: a study of environmental perception, attitudes and values*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1990.

VAN ANDEL, J. & GROOTJANS. Concepts in restoration ecology. In *Restoration Ecology*. Eds. Van Andel, J. & Aronson, J. Blackwell Science: Malden, 2006.

VAN DIGGELEN, R. Landscape: spatial interactions. In *Restoration Ecology*. Eds. Van Andel, J. & Aronson, J. Blackwell Science: Malden, 2006.

WARD, J. V. The four dimensional nature of the lotic ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, 8: 2-8, 1989.

WEINGERTNER, P. Keys to success in the sustainable management of the Rhine River: from an open sewer to a living river, slide 11. II Seminário Internacional de Revitalização de Rios. 10-12 de maio de 2010. Belo Horizonte, 2010.

WHEELER, S. & BEATLEY, T. *The sustainable urban development*. Routledge: New York, 2004.