

# RENATURALIZAÇÃO DE PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS EM MEGACIDADES BRASILEIRAS: QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

*Mario Thadeu Leme de Barros<sup>1</sup>; Monica F.A. Porto<sup>2</sup>; Paulo Pellegrino<sup>3</sup>; João Luis B. Brandão<sup>4</sup>;  
Sidnei Ono<sup>5</sup> & Deise Assenci Ros<sup>6</sup>*

**RESUMO** – Este trabalho discute alguns aspectos ligados à renaturalização de bacias urbanas, enfocando primordialmente o problema das grandes metrópoles, ou como se chama hoje, das megacidades. Cidades ou áreas metropolitanas como São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e outras são consideradas megacidades devido ao tamanho das suas populações e devido ao padrão de demanda que elas exibem em relação aos recursos naturais. As megacidades brasileiras enfrentam sérios problemas relativos ao meio ambiente, em particular em relação às águas urbanas. Nos últimos anos as cidades dos países desenvolvidos implantaram uma nova filosofia para projetos que tratam do meio ambiente urbano, mais precisamente das bacias hidrográficas, a chamada renaturalização de bacias hidrográficas. Esse conceito está se expandindo para o Brasil para, fundamentalmente, melhorar a qualidade de vida do homem e dos seres vivos urbanos. Mas esses conceitos se aplicam ao Brasil? Como eles podem orientar os novos projetos de desenvolvimento das cidades? Como tratar desse tema no contexto do caos urbano das grandes cidades brasileiras? Enfim, qual o significado da renaturalização no Brasil? Essas e outras questões são discutidas neste trabalho, utilizando como referência de análise o recente estudo feito para o Córrego Bananal localizado na cidade de São Paulo.

**ABSTRACT** – This paper discusses some aspects related to the renaturalization of urban watersheds, focusing the problem in big cities or in mega cities. Metropolitan Brazilian cities like São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, etc and others are considerate mega cities due to its population and due to its natural resources demands. The mega cities face serious problems related to the environment, particularly in relation to the urban water. In recent years the city planners started using the old concept of ecosystem renaturalization mainly to small urban watersheds. Basically the idea behind this concept is to preserve and/or to reclaim degraded urban areas. This is a process to re-orient city planners and engineers in order to improve the urban standard of life. But how does this concept can be applied to Brazilian cities? How this concept can orient new infrastructure projects? How this concept can be applied considering the present chaotic situation of Brazilian mega cities? How the concept of the environment renaturalization can be applied to Brazilian cities? These questions are analyzed considering a recent project conducted at the Bananal river basin located at the city of São Paulo

**Palavras-chave:** renaturalização de bacias hidrográficas, plano de bacia urbana, água urbana.

---

<sup>1</sup> Professor Titular da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; e-mail: mtbarros@usp.br

<sup>2</sup> Professora Titular da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; e-mail: mporto@usp.br

<sup>3</sup> Professor Doutor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP; e-mail: prmpelle@usp.br

<sup>4</sup> Professor Doutor da Escola de Engenharia de São Carlos USP; e-mail: jlbb@sc.usp.br

<sup>5</sup> Mestrando da EPUSP/PHD; e-mail: e-mail:sidnei.ono@poli.usp.br

<sup>6</sup> Doutoranda da EPUSP/PHD; e-mail: deiseros@usp.br

## 1. INTRODUÇÃO

O termo renaturalização foi recentemente reconduzido, com destaque, aos projetos de engenharia urbana, principalmente em estudos de planejamento do uso e ocupação do solo e em projetos de infraestrutura, principalmente daqueles que guardam relação com a água urbana. Isso se deve, sobretudo, ao estado de degradação ambiental das pequenas bacias hidrográficas, estigmatizadas principalmente pelo estado deplorável das suas águas superficiais. Nos países pobres isso é mais evidente, pois é onde inexistem a coleta e o tratamento das águas residuárias e onde as cargas difusas são extremamente elevadas. Conseqüentemente, as condições sanitárias dessas bacias são extremamente precárias.

Qual o sentido da renaturalização das bacias hidrográficas urbanas? Se for considerado o aspecto ecológico do termo, como ele se aplica aos ecossistemas urbanos? Cabe então questionar os aspectos que caracterizam o meio ambiente urbano. Quais são os recursos naturais que devem ser preservados? Quais são os nichos ecológicos que devem ser considerados? Como interpretar o conceito de teia alimentar nesse ecossistema totalmente atípico, intensamente degradado pelas ações antrópicas? Como considerar os ciclos de matéria e de energia que compõem esse ambiente, uma vez que esses ambientes são importadores de recursos, tanto de matéria como de energia? Enfim, diversos aspectos podem ser questionados e todos eles merecem profunda reflexão quando aplicados ao meio ambiente urbano. Nesse contexto, como integrar às operações urbanas o conceito de renaturalização? Será que simplesmente empregar conceitos clássicos de restauração ambiental ou de recuperação de áreas degradadas se aplicam? Como pensar num novo ordenamento urbano diante desses novos critérios de planejamento e de desenvolvimento de projetos?

Todas essas questões relativas à renaturalização tornam-se ainda mais críticas em áreas densamente povoadas, como são as megacidades (regiões metropolitanas com população superior a 10 milhões de habitantes). Nas cidades pobres, como no caso Brasil, se somam aos problemas de infraestrutura as questões sociais relacionadas à falta de educação, saúde e emprego, resultando numa enorme população paupérrima, vivendo em condições precárias, sem as mínimas condições de sobrevivência. O estado de degradação dessas cidades torna ainda mais obscuro o conceito de renaturalização. Poder-se-ia perguntar: Que ecossistema deve ser renaturalizado nas grandes cidades? Como e porque renaturalizar? São perguntas que desafiam os planejadores e os gestores de cidades em situação de desordem, em situação de elevada entropia ambiental.

A renaturalização de um ecossistema guarda relação com os dois processos básicos de tratamento dos ecossistemas degradados: a restauração e a recuperação. A restauração busca conduzir o ecossistema para condição natural original, enquanto que a recuperação não necessariamente implica

no retorno às estruturas originais do ecossistema. A recuperação busca um novo equilíbrio entre os fatores ambientais envolvidos no meio e induz a um novo estado de estabilidade dinâmica. Percebe-se então que a renaturalização de áreas urbanas está mais próxima do conceito de recuperação do que de restauração. Acrescenta-se ainda a questão da proteção de áreas ainda com cobertura vegetal, áreas constantemente ameaçadas pela especulação imobiliária e pela população marginalizada que procura abrigo para sua sobrevivência. Enfim todos esses tópicos devem ser considerados no processo de renaturalização.

Nos próximos itens pretende-se discutir alguns aspectos relacionados com a renaturalização de pequenas bacias urbanas de megacidades, considerando todos os aspectos acima mencionados.

## **2. ASPECTOS CONCEITUAIS**

A renaturalização objetiva implantar medidas de caráter de proteção, de restauração e de recuperação dos ecossistemas. Esse conceito quando aplicado às bacias hidrográficas se consubstancia no desenvolvimento de projetos para executar essas três medidas objetivando preservar fundamental as propriedades físicas, químicas e biológicas do elemento água, cobrindo todos os processos do seu ciclo, aéreos, superficiais e subterrâneos. De modo geral, a renaturalização tem sido aplicada em regiões naturais para recuperação de ecossistemas ameaçados, principalmente em regiões de intensa atividade agropecuária e/ou regiões protegidas, como áreas de mananciais, sujeitas a ocupações e/ou ações ilegais, como desmatamento, exploração mineral, etc. Em particular a renaturalização é parte importante no plano de manejo de unidades de conservação, principalmente daquelas em situações de intensa degradação.

Mais recentemente a renaturalização tem sido objeto de orientação de planos de recuperação de áreas urbanas, principalmente de grandes cidades dos países desenvolvidos. Nessa linha, o objetivo principal tem sido a renaturalização da bacia hidrográfica urbana, uma vez que ela reúne muito bem, no seu todo, o conceito de ecossistema urbano. O principal aspecto que levou a isso foi o aparente fracasso da engenharia urbana em dar tratamento adequado às questões relativas a água urbana. A questão da coleta e do tratamento dos efluentes domésticos e industriais urbanos está relativamente equacionada nos países desenvolvidos, mas questões relativas ao controle de cheias e à poluição difusa ainda desafia os gestores urbanos. Isso vem re-orientando o planejamento das cidades no tocante as águas urbanas.

Nos EUA Schueler (2005) editou recentemente material que orienta os urbanistas em relação às práticas de renaturalização. Field et al. (2006) publicou recentes trabalhos envolvendo medidas de preservação e de recuperação de bacias urbanas, medidas que têm sido citadas como práticas de boa

gestão urbana (BMP – Best Management Practices). Elas se relacionam basicamente a medidas de controle de quantidade e de qualidade do escoamento superficial em áreas urbanas densamente ocupadas, englobando tanto a micro drenagem como a macro drenagem. Riley (1998) sugere uma série de medidas para o restauro de rios nas cidades. Nas grandes cidades européias as propostas de renaturalização também tem sido objeto de projetos de intervenção urbana, propostas interessantes podem ser vistas em Moreira, Saraiva e Correia (2004). No Brasil cabe mencionar recente trabalho de Tucci (2005).

A questão das águas urbanas nas grandes cidades dos países em desenvolvimento tornou-se crítica, o solo urbano totalmente degradado pela ocupação desordenada, aliado à falta de coleta e de tratamento dos esgotos, à falta de coleta de resíduos sólidos, à poluição excessiva do ar, etc. tornaram a bacia urbana um ecossistema completamente degradado.

Só recentemente o governo federal através do Estatuto da Cidade (lei federal 10.257/2001) promulgou lei que obriga as cidades brasileiras a terem o seus planos diretores de planejamento e de gestão. Muito do caos das cidades advêm da falta de planejamento. É fundamental considerar hoje as práticas de renaturalização nos planos diretores das cidades. Isso implica rever totalmente a ocupação do espaço urbano, em termos de infra-estrutura viária e de serviços, de zoneamento, de áreas de recuperação e de preservação, de áreas de expansão, etc. Tudo isso considerando os aspectos sociais, econômicos e ambientais envolvidos, com destaque, no Brasil, para a questão da população marginalizada que vive em regiões insalubres.

Entretanto, o processo de inserção das propostas de renaturalização no planejamento e no desenvolvimento de projetos não é simples. Pelo contrário, a intensa urbanização dos grandes centros, há muito consolidada, dificulta qualquer proposta voltada à renaturalização de bacias, principalmente pelos custos envolvidos em obras, desapropriações, etc. Todavia, existem muitas possibilidades de se impor, principalmente, às áreas de expansão da cidade, legislação de uso e ocupação do solo baseada nos elementos projetuais da renaturalização.

Cabe neste ponto destacar, de modo sumário, quais são os elementos básicos da renaturalização de bacias urbanas. Em primeiro lugar, deve ser destacado que projetos de renaturalização não são executados por profissionais de uma área específica e sim por uma equipe multidisciplinar, onde participam técnicos de diversos setores relacionados ao meio ambiente urbano. A experiência do primeiro autor em projetos de renaturalização destaca a presença nessa equipe de especialistas em hidrologia, geologia, pedologia, botânica, ecologia, morfologia fluvial, meteorologia, saneamento ambiental, paisagismo, qualidade da água, planejamento urbano, arqueologia, administração pública, sociologia, assistência social, saúde pública dentre outros. Projetos desse tipo são, portanto, de caráter

multidisciplinar. Os aspectos comentados a seguir, sobre o processo de renaturalização, se relacionam basicamente aos aspectos de quantidade e qualidade da água da bacia urbana, cruzando em certa medida com as áreas afins mencionadas acima.

Para as pequenas bacias urbanas de megacidades, em geral bacias com áreas de drenagem inferiores a 100 km<sup>2</sup>, pode ser relacionada uma série de medidas que, basicamente, procura restaurar e/ou preservar as propriedades hidrológicas naturais. As medidas de renaturalização estão associadas aos meios atmosféricos, superficiais e subterrâneos. Em relação ao meio atmosférico destaca-se o papel da recuperação da cobertura vegetal, que pode promover mudanças positivas em relação ao microclima da região, principalmente em áreas próximas aos centros urbanos que sofrem os efeitos da ilha de calor. Parâmetros hidrometeorológicos como precipitação, temperatura do ar, evaporação, etc sofrem mudanças consideráveis num ambiente vegetado, em geral os impactos ambientais urbanos relacionados à cobertura vegetal são extremamente positivos. É no meio superficial que ocorrem as grandes mudanças na região com a inserção das medidas de renaturalização. Elas objetivam recuperar os processos de infiltração, aeração e de qualidade do solo, e nesse sentido, o papel da restauração da cobertura vegetal é fundamental. As medidas de controle de cheias em lotes e em regiões de intensa impermeabilização são fundamentais, existem diversas medidas para restaurar e/ou preservar a infiltração da precipitação no solo, diminuindo o volume de escoamento superficial gerado pela infraestrutura da cidade. Cabe aqui destacar o papel que as medidas de controle de infiltração têm no controle da poluição difusa gerada pela cidade, ou seja, resíduos sólidos, poeiras, graxas, etc. que são carregados aos corpos d'água podem ser controlados por diversos dispositivos acoplados aos sistemas de manutenção da permeabilidade do solo.

Ainda no aspecto superficial é fundamental destacar as ações relativas à rede de drenagem, micro e macro drenagem, com destaque para as medidas de retardamento do escoamento superficial, severamente transformado pela impermeabilização. Nessa linha de ação se ressaltam os pequenos reservatórios de detenção, popularmente chamados no Brasil de “piscinões”. Outra técnica de retardamento é a recuperação do traçado original de rios, com o retorno dos seus meandros e em alguns casos a destruição de canalizações de concreto fechadas sob vias públicas, para aumento da rugosidade dos canais, possibilitando o retorno das características hidráulicas naturais dos cursos d'água. A solução de canalizar rios e confiná-los em galerias subterrâneas foi durante muitos anos adotada por dois motivos, primeiro pelo aspecto sanitário/estético, uma vez que o esgoto não é tratado, segundo para fins de controle de cheias, seções de concreto com menor rugosidade, permitem maior capacidade de descarga. Esse tipo de solução se mostrou totalmente ineficaz, trazendo enormes problemas para a cidade. Projetos mal executados, sem manutenção adequada, etc. se tornaram totalmente ineficientes.

Esse tipo de solução deve ser totalmente evitada, tanto pelos problemas técnicos que causam como pelos impactos ambientais negativos que produzem.

Os grandes impactos negativos da urbanização se integram nos cursos d'água da cidade. O grau de degradação do córrego, rio, etc. se evidencia em função de diversos elementos: o aspecto do seu traçado, a condição de ocupação de suas áreas marginais, a qualidade das suas águas, o lixo lançado nas suas águas, a condição de sua vida aquática (se houver), etc. tudo isso fornece um retrato da sua condição presente. Portanto, as medidas de renaturalização buscam reverter esse quadro de degradação. Tem destaque, sobretudo, as interferências feitas no leito e nas margens dos rios. A relação com a engenharia de drenagem é direta: a recuperação da suas marginais e a recomposição da vegetação ripária, a recuperação do seu leito e das suas zonas de inundação, dentre outras medidas. Cabe destacar aqui o papel que os chamados parques lineares têm no processo de renaturalização. Os parques lineares são em geral projetados ao longo dos córregos e rios e, essencialmente, exercem múltiplos papéis ambientais, destacando: a conservação de ambientes urbanos verdes (fauna e flora), a preservação de matas ciliares, o controle da poluição difusa da cidade, a manutenção de áreas de inundação naturais dos rios, áreas de lazer, etc. Enfim, é uma obra de que produz uma série de benefícios ambientais. Cabe destacar o papel de parque linear associado aos reservatórios de detenção, na medida do possível essas obras devem estar conectadas, pois provocam uma sinergia ambiental positiva muito importante no meio urbano.

Enfim, é preciso que os projetistas de drenagem urbana se conscientizem dessas novas práticas de projeto que consideram os aspectos ambientais da renaturalização. Soluções tradicionais de canalização, de cortes de meandros, de diminuição da rugosidade natural, etc. devem ser revistas à luz dessa nova filosofia de projeto. É lógico que determinadas condicionantes técnicas poderão exigir soluções mais tradicionais do ponto de vista hidráulico, mas a tendência daqui para frente será adotar medidas mais próximas daquelas que objetivam preservar as condições naturais dos canais e o do uso do solo.

Como foi ressaltado anteriormente, as medidas de renaturalização devem estar integradas com outros fatores sociais e ambientais intervenientes. Às medidas propostas se antecedem estudos e levantamentos de dados dos mais variados tipos, para execução dos estudos. Isso requer, por exemplo, um amplo trabalho de monitoramento hidrológico, de geologia, de pedologia, de qualidade da água, botânico, ecológico, geológico, etc. A qualidade dos estudos e, conseqüentemente, dos projetos de renaturalização está diretamente associada à disponibilidade de informações disponíveis. Esse é de fato um grande problema relacionado aos estudos ambientais urbanos. O EPA (2002) publicou importante documento sobre o monitoramento e a avaliação das práticas de bom gerenciamento das águas urbanas.

Finalmente cabe comentar dois aspectos significativos sobre a renaturalização, principalmente em megacidades brasileiras. O primeiro diz respeito à tradicional análise benefício-custo. A eficiência econômica dos projetos é algo que deve sempre orientar a decisão, contudo a renaturalização trata de vários aspectos ambientais que muitas vezes se enquadram nos chamados custos/benefícios intangíveis, para os quais a mensuração monetária é de difícil avaliação. Certamente as obras de renaturalização quando confrontadas com outras obras tradicionais da engenharia não devem ser tratadas considerando o enfoque puramente econômico, mas devem ser analisadas, por exemplo, com o enfoque de múltiplo critério, sobre isso consultar Barros (2005). O segundo ponto tem relação direta com a saúde pública. As propostas de renaturalização em megacidades pobres devem ser vistas com ressalvas quando defrontadas com as péssimas condições sanitárias das bacias, principalmente com os esgotos lançados in natura nos rios e com o lixo urbano não coletado, que acaba sendo depositado nos cursos d'água. A renaturalização passa necessariamente pelas obras de saneamento básico, essa é uma condição necessária, obrigatória, para que as medidas produzam os resultados esperados.

Outro ponto importante diz respeito à participação pública no processo de desenvolvimento do projeto de renaturalização. Isso é essencial porque, em geral, a renaturalização envolve uma grande parcela da população que vive na bacia hidrográfica. No caso das cidades brasileiras envolvem principalmente a população de baixa renda que vive nas margens de córregos, em zonas de morro, etc. enfim em áreas de enorme importância de restauro ambiental, mas que apresentam enormes riscos ambientais, como inundação, erosão e escorregamento de solo, etc. É fundamental que os projetos apresentem solução definitiva para relocalizar essa população. Além disso, o processo de discussão e de decisão deve ser feito em parceria com as comunidades da região para viabilizar o empreendimento e principalmente para que ele obtenha o retorno desejado em termos sociais, ambientais e econômicos.

A seguir, apresenta-se sumariamente um projeto experimental para uma pequena bacia urbana que introduziu no seu desenvolvimento muito dos conceitos aqui discutidos. É um projeto que possibilita avaliar a implantação das medidas de renaturalização em bacias de megacidades brasileiras.

### **3. ESTUDO DE CASO: CÓRREGO BANANAL EM SÃO PAULO**

A figura 1 apresenta a bacia do Alto Tietê, onde está localizada a Região Metropolitana de São Paulo, com destaque para o mais importante que é o rio Tietê. Um dos afluentes do Tietê na cidade de São Paulo, adentrando seu canal pela margem direita, é o rio Cabuçu de Baixo. Um dos afluentes de cabeceira do Cabuçu de Baixo é o córrego Bananal. Sua área de drenagem está em destaque na mesma figura 1.

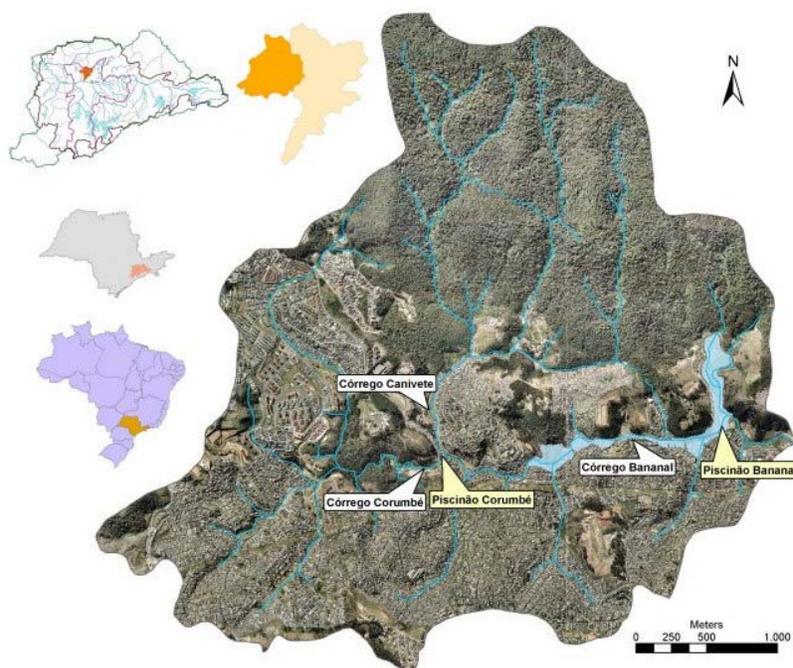


Figura 1 – Alto Tietê, rios Cabuçu de Baixo e Córrego Bananal (em destaque)

O estudo do Bananal foi feito com recursos do CTHIDRO/CNPq/FINEP do MCT, detalhes do projeto podem ser vistos em Barros (2005). O projeto foi intitulado de *Plano de Bacia Urbana*. A idéia desse estudo surgiu em função de dois aspectos técnicos fundamentais, primeiro desenvolver um plano de bacia com a mesma filosofia de gestão da água adotada para as grandes bacias hidrográficas, conforme preconizado pela lei federal 9433/97, segundo, introduzir uma nova filosofia de projeto envolvendo água urbana a partir dos conceitos da renaturalização, considerando todos os aspectos sociais, ambientais e econômicos. Desse modo, objetivou-se dar subsídios técnicos para dar suporte às ações relativas à água urbana num plano diretor da cidade.

O córrego Bananal foi escolhido para estudo pela suas características físicas e pelos seus problemas sociais e ambientais, típicos da cidade de São Paulo. É uma bacia que do ponto de vista hidrológico pode ser classificada como de cabeceira, com terrenos e cursos d'água rápidos, de elevada declividade, produzindo cheias instantâneas de elevado pico e de pequena duração. A Tabela 1 apresenta algumas características físicas relevantes da bacia do Cabuçu de Baixo, com destaque para o córrego Bananal.

Tabela 1 - Características Físicas das Sub-Bacias do Cabuçu de Baixo, com destaque para o Córrego Bananal

| Sub-Bacia       | Área de Drenagem (km <sup>2</sup> ) | Declividade Média do Talvegue (m/m) | Comprimento do Curso Principal (km) | Perímetro (km) | Tempo de Concentração (horas) |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------|
| <b>Bananal</b>  | <b>13,61</b>                        | <b>0,0330</b>                       | <b>6,5</b>                          | <b>17,5</b>    | <b>1,6</b>                    |
| Itaguaçu        | 7,11                                | 0,0376                              | 6,5                                 | 11,5           | 1,2                           |
| Bispo           | 3,70                                | 0,0371                              | 8,3                                 | 10,1           | 0,8                           |
| Guaraú          | 9,67                                | 0,0267                              | 8,0                                 | 19,4           | 1,8                           |
| Cabuçu de Baixo | 8,36                                | 0,0017                              | 7,5                                 | 19,9           | 1,0                           |

Do ponto de vista ambiental é uma área importante para a cidade de São Paulo uma vez que quase 50% da região (margem esquerda) encontra-se em estado natural, florestada, protegida por lei estadual, é a chamada Serra da Cantareira. A outra metade da bacia (margem direita) está totalmente ocupada por moradias, a maioria de baixa renda, instaladas muitas vezes em regiões íngremes sujeitas a escorregamentos. Destaca-se também o problema social de ocupação das áreas marginais dos córregos e de morros com favelas, sem as mínimas condições de higiene e de segurança para a população que aí reside. Hoje também se destacam as áreas invadidas na Serra da Cantareira, existe uma grande população que já consolidou a sua ocupação na margem esquerda. Essa ocupação é considerada hoje praticamente irreversível. O próprio poder público já vem realizando obras de infra-estrutura nas regiões ocupadas. Resta à área ambiental evitar que as invasões continuem e que a mata ainda existente possa ser preservada. A figura 2 apresenta a ocupação atual da bacia.

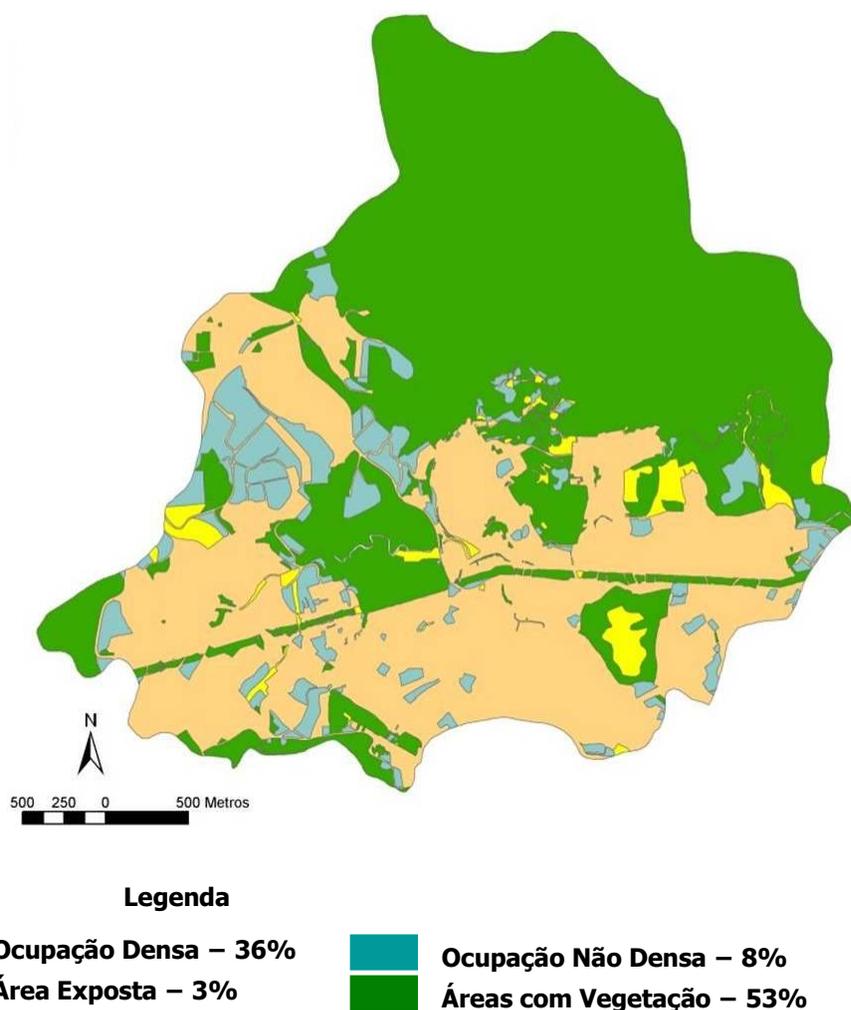


Figura 2 – Ocupação do Solo na Bacia do rio Bananal

O estudo do Bananal foi precedido por um grande trabalho de monitoramento ambiental, com destaque para a hidrologia, para a qualidade da água (poluição difusa) e para a cobertura vegetal remanescente na bacia e na Serra da Cantareira. Cabe salientar o trabalho pioneiro realizado para caracterização da cobertura vegetal, natural e exótica, da bacia. Os dados foram reunidos num sistema de informação geográfica (SIG), talvez único no Brasil em termos de pequena bacia urbana. Com base nesses dados foi feito um amplo diagnóstico da bacia, apontando os grandes problemas existentes. A figura 3 apresenta um dos produtos desse diagnóstico que foi um mapa de risco da bacia, onde se cruzam informações relativas à falta de saneamento básico, risco de escorregamento de solo e risco de inundação. As cores indicam as áreas críticas, conforme a combinação dos três elementos.

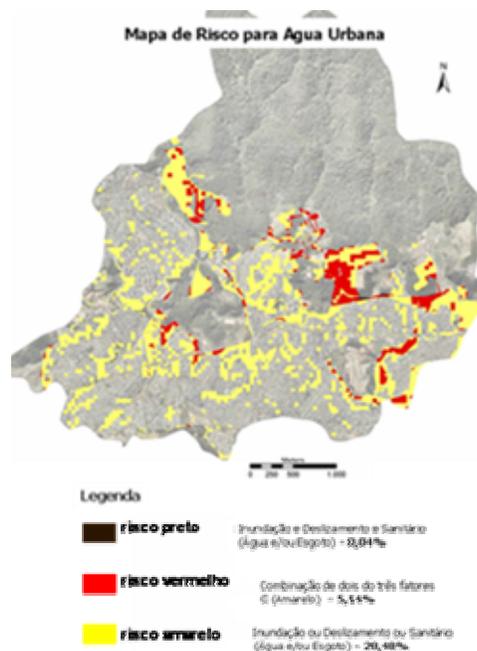


Figura 3 – Mapa de Risco relativo à Água Urbana na bacia do córrego Bananal

Verifica-se que a zona ribeirinha é a mais crítica devido ao risco de inundação e ao escorregamento, na região invadida da Serra da Cantareira faltam obras de saneamento, além disso, são áreas de grande declividade, sofrendo erosão e escorregamento.

A figura 4 apresenta a região mais problemática que é a área ribeirinha, praticamente coberta por favelas, totalmente insalubres. Essa população não possui qualquer tipo de proteção sanitária. Na foto da esquerda pode-se observar detalhe do córrego com as moradias ribeirinhas, existem algumas casas de alvenaria, mas a maioria são barracos de madeira, construídos com material descartado, sem qualquer tipo de estrutura e segurança. A foto da direita mostra uma escola construída na região, na área de inundação do córrego, esta escola foi desativada dado o risco para seus alunos.

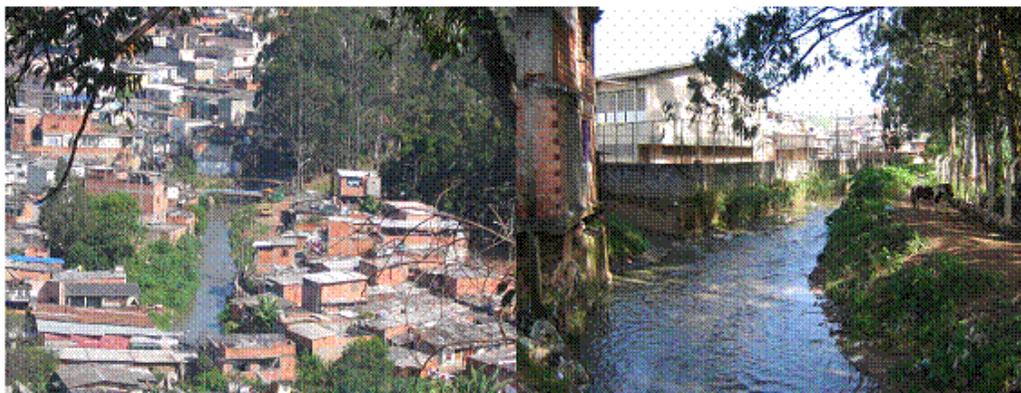


Figura 4 – Ocupação Irregular das Margens do Bananal

A fase seguinte do estudo foi o desenvolvimento do plano de bacia do Bananal. Cerca de seis programas foram propostos para a bacia: controle de cheias, preservação e recuperação ambiental, parque linear, relocação de pessoas em áreas de risco e em áreas de conservação ambiental, educação ambiental e controle da poluição difusa e saneamento básico. Os programas são bastante extensos e não cabe aqui descrevê-los na totalidade. Importante é salientar que a linha mestra que orientou a elaboração dos programas foi o aspecto de renaturalização da área.

Pela sua importância ambiental, cabe destacar a proposta de recuperação das áreas ribeirinhas com a construção de um parque linear e obras complementares de controle de cheias. A área crítica considerada no estudo, com a mancha de inundação de 25 anos, pode ser vista na figura 5. Observa-se que a jusante do trecho projetado existe hoje um reservatório de detenção, chamado também de Bananal. A área de inundação para 25 anos cobre praticamente todas as casas e barracos construídos ao longo do eixo do córrego.

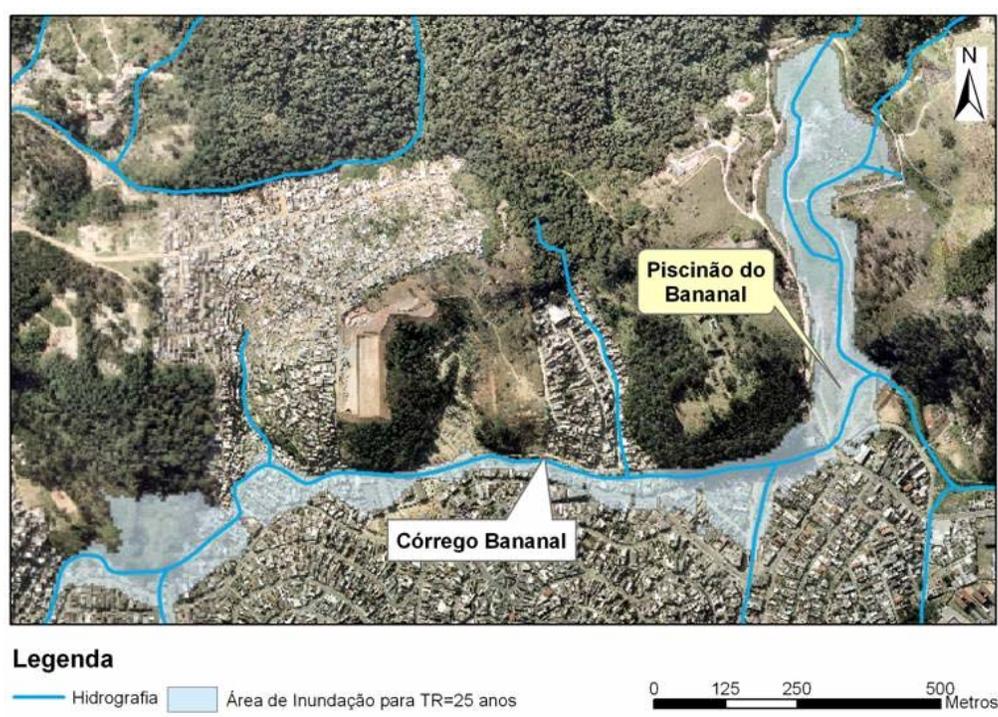


Figura 5 – Área Prevista Para Implantação do Parque Linear e Programa de Controle de Cheias (Mancha de Inundação para 25 anos)

Foram exaustivamente analisadas pelo grupo de trabalho diferentes propostas de obras, concluindo-se com o desenvolvimento do parque linear cobrindo a mancha de 25 anos, juntamente com melhorias nas condições hidráulicas do canal e a construção de um novo reservatório de detenção a montante deste trecho, chamado de Parque Corumbé. Este reservatório também está agregado ao

parque linear e possui lago permanente. Cabe ressaltar que na proposta de renaturalização o Reservatório Bananal passa a ser um alagado construído (wetland).

O parque linear do Bananal foi projetado de forma a compor um parque de acesso ao público, servindo tanto de área de lazer como área de preservação ambiental. O paisagismo do parque foi devidamente tratado com espécies nativas e totalmente conectado com o parque da Serra da Cantareira. A figura 6 apresenta um resumo do projeto, cobrindo não só a área do parque, mas toda a integração deste com outras ações de conservação ambiental da bacia. Este projeto compõe o Plano de Recuperação Ambiental e de Paisagem do Bananal (PRAP).

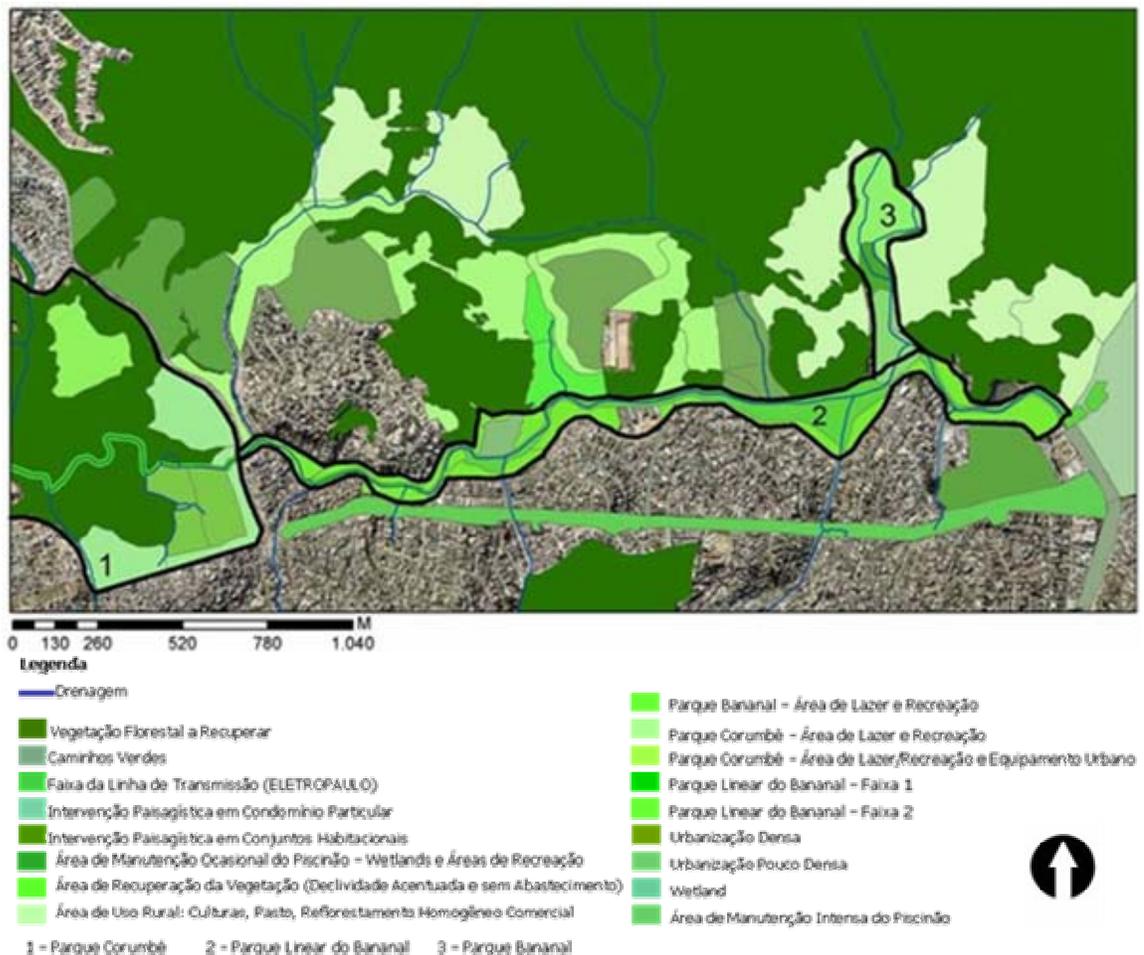


Figura 6 – Plano de Recuperação Ambiental e de Paisagem do Bananal

Foram também montadas diversas figuras ilustrativas para servirem de material de divulgação e de discussão do projeto com a população local e com os administradores municipais. Elas permitem visualizar a inserção do parque na região e desse modo, apresentar mais claramente os impactos ambientais positivos que essas ações podem promover. A figura 7 mostra uma vista frontal da região hoje e o parque linear implantado.



**Antes**



**Depois**

Figura 7 – Situação do Córrego Bananal Hoje a Após as Ações de Recuperação Ambiental e Paisagística

A figura 8 é uma ilustração do Parque Linear. Observar que o parque atua como um elemento de retardo das cheias rápidas da bacia, preservando áreas de inundação para 25 anos. Dependendo dos recursos disponíveis a área pode ser ampliada para a mancha de 100 anos. O aspecto lúdico do desenho é proposital tendo em vista facilitar a discussão com a população local os benefícios ambientais da obra.

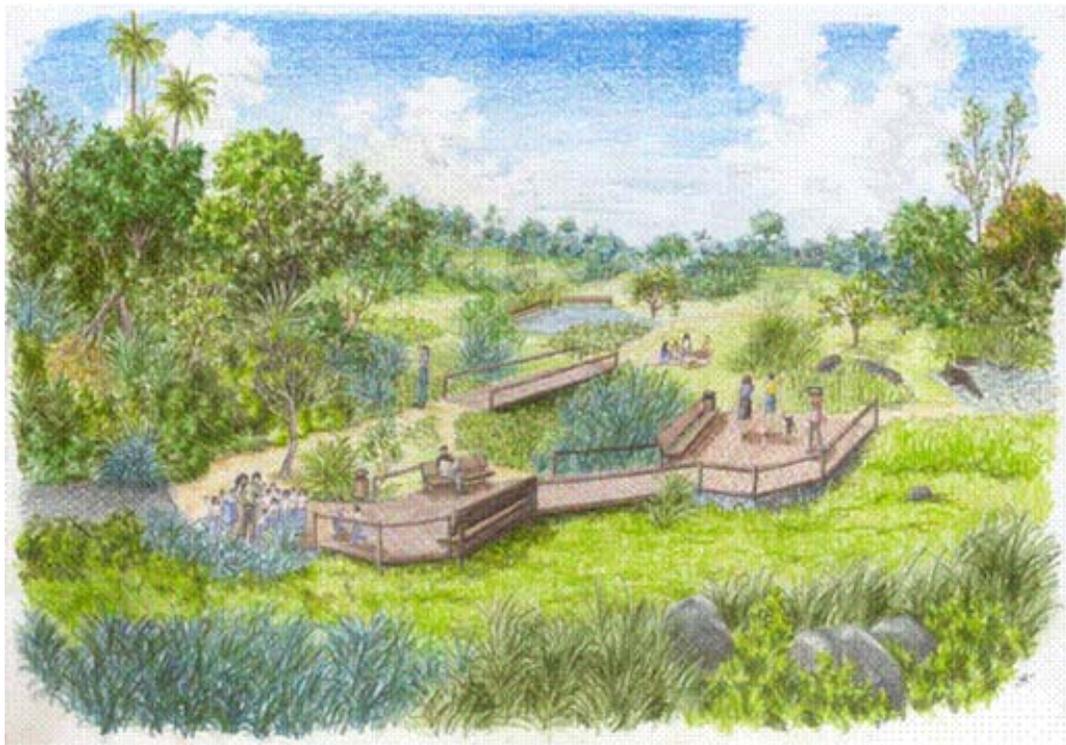


Figura 8 – Detalhe do Parque Linear do Bananal

A figura 9 apresenta um detalhe interessante das ruas arborizadas, com calçadas ecológicas, ou seja, com trincheiras e jardins para infiltração. Percebe-se nesta imagem como a arborização alivia a impermeabilização, além de proporcionar sombreamentos que irão certamente diminuir a temperatura ambiente. Este tipo de intervenção é também importante para conectar a cidade com a Serra da Cantareira. A fauna da Serra da Cantareira pode se movimentar com este tipo de conexão, percorrendo as áreas urbanizadas.



Figura 9 – Arborização da Bacia e Conexões com as Áreas Verdes

A figura 10 é também importante, pois a construção do parque irá exigir a relocação da população hoje residente nas áreas marginais do córrego. O estudo propõe que essa população seja removida para edificações na região, por exemplo, para prédios de baixo custo na própria área marginal do parque. É fundamental que a relocação da população seja feita na própria região, uma vez que ela já está adaptada ao local. Na imagem da direita observa-se ao fundo exemplos dessa construção. Estima-se que seja necessário relocar cerca de 800 pessoas que vivem hoje nas áreas ribeirinhas do córrego.



**Antes**



**Depois**

Figura 10 – Imagem do Bananal Antes e Depois do Parque com detalhe das Novas Moradias para a População Relocada (lado direito).

O custo do projeto verde e de controle de cheias, na sua totalidade, ou seja, incluindo todas as ações previstas nos seis programas, foi estimado em R\$ 23 milhões de reais. Foram adotadas tabelas de custo usuais do poder municipal paulista, valores de outubro de 2005.

#### **4. COMENTÁRIOS FINAIS**

Ao longo deste trabalho foram apresentadas diversas questões que certamente irão propiciar discussões sobre o conceito de renaturalização quando aplicado a bacias hidrográficas de grandes cidades brasileiras. As cidades do chamado primeiro mundo já há anos vêm implantando essas medidas de melhoria do ambiente urbano, com muito sucesso. As cidades brasileiras, por outro lado, resistem em implantar medidas desse tipo. O estudo experimental feito para a bacia do córrego Bananal mostrou que uma série de medidas voltadas ao controle da água urbana pode seguir os elementos projetuais da renaturalização, com custos razoáveis e com impactos ambientais bastante positivos.

As proposições aqui sumariamente apresentadas podem ser perfeitamente incluídas nos planos diretores das cidades. Elas permitem que em curto e/ou em médio prazo alguns dos mais importantes problemas ambientais urbanos, como inundações, qualidade ambiental, riscos de erosão e escorregamento, etc. possam ser reduzidos. Além disso, as medidas de renaturalização recuperam e preservam a fauna e flora urbana, tão essenciais para a melhoria da qualidade de vida da população e dos ecossistemas urbanos. Cabe ressaltar que esse processo no caso brasileiro é parte de um plano maior voltado à redução dos impactos da pobreza e da sub-moradia nas grandes cidades.

Do ponto de vista técnico muitos elementos da renaturalização urbana ainda requerem pesquisas. Os impactos da renaturalização no ciclo da água das bacias urbanas precisam ser melhor avaliados, nesse sentido, é fundamental investir em monitoramento ambiental, tanto de qualidade como de quantidade. Aliás, melhoria da qualidade ambiental dos ecossistemas significa investimentos em monitoramento, na maior escala possível. Outro ponto é a necessidade de integração dos estudos de água urbana com outras áreas do conhecimento. A experiência do trabalho multidisciplinar do Bananal mostrou a importância de se correlacionar as pesquisas em ciências exatas com as ciências humanas. Enfim, a renaturalização é um tema ainda aberto a pesquisas no meio acadêmico. Os autores estão envolvidos com projetos de pesquisa nesse tema, contatos podem ser feitos via e-mail.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASCE, USEPA, Urban Stormwater BMP Performance Monitoring, USA, April, 2002.

BARROS, M.T.L. (coordenador), Plano de Bacia Urbana do Córrego Bananal, CTHIDRO/CNPq/FINEP, EPUSP, São Paulo, Outubro de 2005.

Field, R., Struck, S.D., Tafuri, A.N. and Ports, M.A., BMP Technology in Urban Watersheds, ASCE, 2006.

Lei 9433/97 – Política Nacional de Recursos Hídricos.

Lei 10.257/2001 – Estatuto da Cidade.

MOREIRA, I., SARAIVA, M.G. e CORREIA, F.N., Gestão Ambiental de Sistemas Fluviais Aplicação à Bacia Hidrográfica do rio Sado, ISA Press, 2004.

RILEY, A.L., Restoring Streams in Cities, Island Press, Washington DC, Covelo, California, 1998.

SCHUELER, T., An Integrated Framework to Restore Small Urban Watersheds, USEPA, Washington DC, February, 2005.

TUCCI, C.E.M., Gestão das Inundações Urbanas, GWP, UNESCO, Junho, 2005.