



---

---

## PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO TIJUCO PRETO

Andreia Arruda de Oliveira Mosca, FFLCH/USP: [amosca@usp.br](mailto:amosca@usp.br) / [aaomosca@esalq.usp.br](mailto:aaomosca@esalq.usp.br)

Palavras Chave: Sub-bacia hidrográfica, recuperação ambiental, restauração.

Eixo Temático: Gestão de Bacia Hidrográfica

### APRESENTAÇÃO

**“É axiomático que a não restauração pode até ser perfeita; é impossível imitar a seqüência de eventos biogeoquímicos e climatológicos ao longo do tempo geológico que levou à criação de uma partícula de solo muito menos reproduzir, exatamente, todo um ecossistema. Portanto, todas as restaurações são exercícios, aproximados e em reconstrução, de naturalizar”.**

Berger.

Este trabalho é parte das atividades propostas pelo programa da disciplina ‘Recuperação Ambiental de Bacias Hidrográficas’, ministrada pelo Prof. Dr. Eduardo Mário Mendiondo, do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, durante o segundo semestre de 2003. Para sua confecção foram realizadas duas visitas a área de estudo, consulta a dados preliminares e bibliografia afim.

Trata-se de uma proposta de recuperação da sub-bacia hidrográfica do Córrego Tijuco Preto, localizada dentro da área urbana da cidade de São Carlos (SP), Brasil. As Unidades de Planejamento (UP’s) propostas, didaticamente, para facilitar no processo de monitoramento, recuperação e tomada de decisões são divididas pelas travessas, mas têm como unidade básica de planejamento a escala da bacia hidrográfica (Figura 1).

Admite-se, portanto, uma integração de escalas que deve nortear o monitoramento e as práticas de recuperação, a saber: uma escala macro, que abrangeria a cidade e as leis (federais, estaduais e municipais) que regem o uso e ocupação do solo urbano; uma escala meso, que seria a própria bacia hidrográfica e a escala micro, representada pelas UP’s através



dos quarteirões, ruas e extensão do córrego, onde se processarão as intervenções de recuperação. A idéia básica é propor mecanismos de monitoramento para cada uma destas escalas e identificar indicadores consistentes para auxiliar no processo de tomada de decisões, se possível, em tempo real e que possam ser aplicáveis a outras bacias urbanas degradadas.

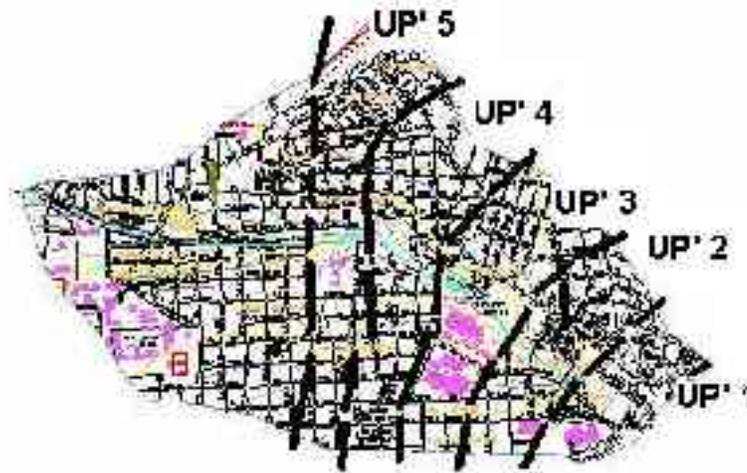


Figura 1. Divisão da sub-bacia do Córrego Tijuco Preto em 5 Unidades de Planejamento (UP's).

Pensar em restauração de cursos d'água urbanos vai, portanto, além da implementação mecânica de medidas estruturais e não-estruturais. É, principalmente, identificar quem são e como agem, quotidianamente, os agentes produtores e/ou consumidores do espaço urbano (CORREA, 1993), e como estes podem contribuir para a efetivação do projeto de restauração, em quais fases, de que forma e se estão abertos ou motivados para tal e os benefícios sócio-ambientais resultantes ao longo do processo para as diferentes escalas de abordagem.

Segundo informações da WWF (2003), na pior das hipóteses, a proteção de bacias tem sido uma desculpa esfarrapada para o re-assentamento ou controle social de grupos política ou culturalmente marginais. Isto tem resultado em rejeição, e muitos programas que estabeleceram reservas florestais rígidas ou tentaram reflorestar terras agrícolas ou de pastagem não conseguiram obter os objetivos para as bacias.

Isso levou a novas abordagens que buscam trabalhar com comunidades locais como orientadores para preservação de bacias. Tais abordagens reconhecem os direitos e a



capacidade de manejo, encorajam negociação e proporcionam apoio técnico e financeiro para as comunidades investirem em recuperação de bacias.

Segue, primeiramente, uma caracterização/diagnóstico da sub-bacia a partir das percepções apreendidas nas visitas a campo e, num segundo momento, a fundamentação teórica advinda das leituras e discussões propiciadas pelo curso e, por fim, as diretrizes propositivas para a recuperação da sub-bacia do Tijuco Preto desde sua nascente até a rua Rui Barbosa. Como trata-se de um resumo expandido as várias fotografias e desenhos que originalmente ilustram os itens “diagnóstico” e “proposições” foram subtraídas do texto.

Interessa esclarecer que este trabalho foi escolhido como uma das propostas a ser somada no projeto maior de restauração de bacias hidrográficas urbanas que está sendo implementado na cidade de São Carlos no contexto apresentado no item “Justificativas e fundamentação para a realização do projeto”. Este e os demais trabalhos envolvidos serão publicados em um livro através do Núcleo Integrado de Bacias Hidrográficas (NIBH).

## **LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A sub-bacia do Tijuco Preto insere-se na Unidade Geográfica de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos de número treze e compõe o Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, através do Comitê da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré. Está inscrita na zona urbana do Município de São Carlos, SP.

Segundo dados do Primeiro Relatório apresentado para a Recuperação do Tijuco Preto (2003), o processo histórico de ocupação urbana da sub-bacia hidrográfica do córrego do Tijuco à montante da Rua Rui Barbosa, com área de drenagem de 2,3 km<sup>2</sup>, se deu da seguinte forma: até 1940, 5% da bacia; entre 1940 e 1950, 10%; entre 1950 e 1970, aproximadamente 85%; e entre 1980 e 2002, 91%. Restando assim, 9% de área não ocupada concentrado próximo aos fundos do vale, com grande potencial de renaturalização. Em pesquisa realizada pelo IBGE, citada no referido relatório, essa bacia conta com aproximadamente 12.587 moradores, distribuídos em 4.859 domicílios.

Nas visitas realizadas em campo percebe-se que a maioria da população se concentra, em termos de distribuição de renda, numa faixa de classe média/alta.



---

## JUSTIFICATIVAS E FUNDAMENTAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DO PROJETO

A realização de obras com base na engenharia clássica tem gerado crescentes prejuízos materiais, muitas das vezes, com perdas inestimáveis. Com a urbanização e a impermeabilização das pequenas bacias contribuintes, a infiltração da água no solo diminui e as vazões nos cursos d'água aumentam pelo favorecimento do escoamento superficial. Como consequência torna-se, cada vez mais freqüente, as inundações e desabamentos que atingem as ocupações irregulares e mal planejadas que ocupam os fundos de vale e várzeas. O lançamento de esgotos *in natura*, aliado a ineficientes programas de coleta e disposição de lixo agravam a situação ecológica e sanitária destes ambientes.

Alguns destes fatos já são realidade na sub-bacia do Tijuco Preto.

Buscando reverter a situação, em função de um Termo de Ajustamento de Conduta exigido pelo Ministério Público, a atual gestão da Prefeitura Municipal de São Carlos, através da Secretaria Municipal de Obras, Transportes e Serviços Públicos, deverá apresentar uma proposta de recuperação ambiental das várzeas da sub-bacia do córrego Tijuco Preto e suas áreas de preservação permanente. O projeto de recuperação será implementado com o auxílio da Escola de Engenharia de São Carlos e insere-se, num contexto mais amplo, na “implantação e renaturalização de áreas de fundo de vale visando o Plano Diretor de Bacias Hidrográficas Urbanas Degradadas”.

O objetivo geral desta Proposta é indicar medidas estruturais e não-estruturais para a recuperação ambiental da sub-bacia hidrográfica do Tijuco Preto até a rua Rui Barbosa, considerando as escalas macro, meso e micro. Especificamente, buscar-se-á: identificar para cada escala os focos que contribuem para a degradação ambiental da sub-bacia; propiciar, junto à comunidade, espaços de diálogo com os órgãos de gestão, fomentando e valorizando sua participação enquanto co-responsável no processo de recuperação e na tomada de decisões; propor mecanismos de recuperação e monitoramento para as diferentes escalas; identificar indicadores consistentes da intervenção do uso e ocupação do solo urbano, em cada uma das escalas propostas, que possam ser aplicados, posteriormente, na recuperação de outras bacias urbanas degradadas.



## **METAS A SEREM ATINGIDAS**

Recuperar alguns dos serviços ambientais do ecossistema com base nos conceitos apresentados, em termos de produção de água em quantidade e qualidade favorecendo seus usos múltiplos, como recreação e lazer, conservação do solo, manutenção do clima, regularidade nos fluxos de vazão, conservação da diversidade biológica local e regional; e estimular a agregação de novos valores de uso e de não uso dos recursos ambientais.

## **REGULARIDADE AMBIENTAL**

A promulgação da Lei nº 9.866, de 28 de novembro de 1997<sup>1</sup>, que dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e a recuperação dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e dá providências correlatas, considera que as obras de recuperação poderão ser executadas nas hipóteses em que as condições ambientais e sanitárias apresentem riscos à vida e à saúde pública ou comprometam a utilização de mananciais para fins de abastecimento.

O Termo de Ajustamento de Conduta (TAC)<sup>2</sup>, como um instrumento previsto na Lei de Ação Civil Pública, objetiva a concluir um inquérito civil, mediante adequação ou correção da conduta por parte do infrator. Ao fixar compromissos e prazos para remediar um dano, o TAC, sempre com a participação do Ministério Público, que envolve ainda o poder público responsável pela área e o infrator, assegura o cumprimento do acordo evitando os desgastes de processos judiciais e, no caso de impactos ambientais, diminuir a sua extensão.

## **RENATURALIZAÇÃO: CONCEITOS E APLICAÇÕES PARA A SUB-BACIA DO TIJUCO PRETO**

Baseado em lições a serem aprendidas e que podem auxiliar no entendimento desta proposta KOBAYAMA et al. (1998), citado por MENDIONDO (1999), propôs o enfoque da geobiohidrologia, como uma estratégia para relacionar três elementos: homem, natureza e tecnologia. Estes três elementos estão fortemente ligados a áreas ripárias e devem levar em conta três aspectos: primeiramente, há a necessidade de parâmetros políticos que poderão criar construtivas relações entre as populações da América do Sul e seus rios, em uma maneira mais amigável e não somente como um caminho de exploração. Segundo, e por causa do anterior,

---

<sup>1</sup> [www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/lrh2000/LE/Leis/06\\_LEI\\_n\\_9866\\_de\\_28\\_de\\_novembro\\_de\\_1997.htm](http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/lrh2000/LE/Leis/06_LEI_n_9866_de_28_de_novembro_de_1997.htm).

<sup>2</sup> [http://www.aseac.com.br/jorn46\\_6.htm](http://www.aseac.com.br/jorn46_6.htm)



há um senso comum entre pesquisadores no sentido de resgatar o conhecimento adquirido pelas sociedades tribais ameríndias que têm interagido com os rios por mais de 10.000 anos. E terceiro, há uma urgência por analisar minuciosamente, também, o sucesso e as falhas que a população não índia tem acumulado ao longo desses 500 anos.

Sabe-se que a aplicação de técnicas da engenharia clássica na retificação de córregos e rios tem causado vários danos ambientais e sociais. Atualmente o processo tem se revertido: cursos d'água canalizados estão sendo renaturalizados. Em alguns países esse processo encontra-se em estágio mais avançado e em contraposição a engenharia clássica, a engenharia baseada na ecologia, *Biologically Based Engineering measures (BioBE)*, enfatiza técnicas baseadas na ciência da biologia, particularmente usando o conhecimento obtido através dos estudos biológicos e ecológicos das paisagens. O objetivo é a utilização de plantas ou partes delas como materiais de construção que sustentam. No curso d'água elas crescem junto com a terra e água, contribuindo para maior proteção e preservação permanente de todo o sistema. Serve também como elemento estético na paisagem, tanto quanto a função ecológica.

Algumas definições são, portanto, necessárias. Destaca-se o significado de perturbação, resiliência/resistência e a família dos conceitos de renaturalização. MENDIONDO (1999), cita que perturbação é qualquer evento relativamente discreto, no tempo, que rompe a comunidade do ecossistema ou estrutura da população, acarretando mudanças na disponibilidade dos recursos, ou ambiente físico. Em segundo lugar, resiliência refere-se a habilidade de uma comunidade perturbada retornar ao estado antes da perturbação. Inversamente, resistência como a forma relatada da estabilidade do sistema, é a habilidade de uma comunidade resistir inicialmente a uma perturbação.

GUNDERSON (2000) define que a resiliência, em sistemas de engenharia, é definida como o tempo de retorno a um equilíbrio global, simples. Resiliência, em termos de sistemas ecológicos, é a quantidade de perturbação que o sistema pode absorver sem mudar os domínios da estabilidade. O sistema, em perda gradual de resiliência, tornar-se-á cada vez mais vulnerável a perturbações que anteriormente poderiam ser absorvidas sem uma mudança na sua função, padrão e controles. A capacidade adaptativa, por sua vez, é descrita como a robustez do sistema a mudanças na resiliência. De qualquer modo, a resiliência ecológica é restabelecida por processos que contribuem para a "memória" daqueles envolvidos na regeneração e renovação que conectam aquele sistema presente a seu passado e seus vizinhos.



TILMAN (1996) tem demonstrado que, sobre períodos ecologicamente rápidos, um aumento no número de espécies aumenta a eficiência e estabilidade de algumas funções do ecossistema, mas diminui a estabilidade das populações da espécie.

Finalmente, têm-se definições referentes à recomposição da perturbação, conhecidas como a família dos conceitos de renaturalização, sendo que cada um deles apresentam ligeiras, mas importantes, diferenças. Recuperação é o processo das espécies retornarem aos níveis normais de população após a perturbação, em um caminho normal. Por outro lado, realce significa a melhoria do estado atual do ecossistema sem tomar como referência o seu estado inicial. De qualquer modo, restauração é um processo que envolve decisões de manejo e manipulação para realçar/aumentar a taxa de recuperação. Neste contexto, a restauração é um realce da recuperação e considera com uma técnica que permite estabilizar o ecossistema do rio perturbado a uma taxa muito mais rápida do que através dos processos de recuperação natural e biológica de desenvolvimento e colonização do habitat.

Há que se reconhecer, também, a diferença entre os termos natural e naturalizado. O primeiro relata um habitat virgem, não perturbado, com ecossistema característico, com sua flora e fauna. De qualquer modo, o último refere-se ao uso de medidas BioBE para reabilitar ou restaurar os corredores ripários degradados.

De acordo com LIMA (2002), o resgate de uma estratégia mais sistêmica de restauração e manejo passa, antes de tudo, pela agregação de resiliência aos ecossistemas ripários, que pode ser conseguido através dos seguintes mecanismos, sugeridos por GUNDERSON (2000), os quais não operam isoladamente: aumento de sua capacidade tampão, neste sentido é fundamental levar em conta as relações hidrológicas da zona ripária; sistemas de manejo que levam em conta os processos ecológicos em múltiplas escalas, ou seja, não basta apenas manter a mata ciliar; existência de fontes de renovação (núcleos de vida), isto é, manejo que leva em conta a permanência da biodiversidade na escala da paisagem. Outras estratégias de manejo das zonas ripárias incluem, por exemplo: identificar os limites da zona ripária, inclusive sua dinâmica temporal; minimizar as travessias dos cursos d'água e locais de sorte a minimizar os impactos ambientais.

## **DA PERCEPÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL**



Através das visitas realizadas no referido trecho da sub-bacia do córrego Tijuco Preto pôde-se perceber os impactos ambientais decorrentes do processo histórico de ocupação urbana não pautada na preocupação com o planejamento, valorização e conservação das áreas verdes remanescentes nos fundos de vale.

Entende-se que, antes de qualquer intervenção na área para finalidades de recuperação, é preciso eliminar os focos de degradação. Para o caso de urgência no início dos trabalhos de recuperação, avaliar os focos que possam ser eliminados concomitantemente ao processo.

A caminha pelo curso do Tijuco Preto até a Rua Totó Leite iniciou-se de montante para jusante, a partir da nascente (UP-1), seguindo sempre pela Margem Direita (MD), exceto no trecho da UP-2 já totalmente tamponado e embutido. A partir da UP-3, pela facilidade de acesso, foi possível percorrer as duas margens.

A paisagem urbana transmite, assim, sua história. A história de um curso de água que tem como testemunho de sua exuberância apenas alguns pequenos fragmentos da vegetação remanescente os quais lembram, de longe, a diversidade biológica da sub-bacia do Tijuco Preto. A sensação que ficou ao contemplar a suavidade com que o curso d'água chega ao final do percurso é que, embora a degradação encontre-se em estágio avançado e que o Tijuco Preto pareça gritar por socorro, ainda é possível revitalizá-lo.

## **BENEFÍCIOS AMBIENTAIS ADVINDOS DA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA SUB-BACIA: DIRETRIZES GERAIS**

A implementação do projeto de recuperação trará benefícios sócio-ambientais a curto, médio e longo prazos nas diferentes escalas de análise. No processo de recuperação ambiental da sub-bacia do Tijuco Preto, especialmente das áreas de várzea, conforme os conceitos apresentados anteriormente, as atividades de intervenção em cada UP devem ser antecipadas da identificação de suas características e funções e da contribuição que exercem para a resiliência do ecossistema como um todo. A partir disso, definir onde recuperar, onde restaurar, onde realçar, onde renaturalizar.

De um modo geral, as obras de engenharia necessárias na calha do rio devem ser realizadas de forma a evitar mudanças drásticas na condição original, exceto nos locais onde for requerido, e prejuízos ao ambiente, garantindo segurança contra possíveis rompimentos.



Devem, ainda, valorizar a faixa marginal remanescente e possibilitar o acesso da população ao rio. A utilização de obras de engenharia com o uso de concreto deverá ser restrita ‘a recuperação das travessias, com a construção de pontes que terão corrimão de madeira impermeabilizada. O projeto paisagístico, nas faixas de transição e ruas das UP’s, prevê ainda a implantação de uma iluminação viária adequada.

## **DOS SISTEMAS DE CONTROLE**

A renaturalização da bacia só será efetiva se houver um compromisso de controle dos fatores que levam a degradação do ecossistema. Para tal fim propôs-se a implementação de 5 programas descritos, resumidamente, a seguir.

### **Do programa de reuso da água**

Deverá ser implementado conforme sugerido no Primeiro Relatório Pró-Tijuco (2003).

### **Do programa de tratamento de esgoto**

O tratamento do esgoto deve ser condição inicial para recuperar rios e córregos, segundo SELLES et al. (2001).

Verificou-se no campo, vários focos de lançamento do esgoto *in natura* em todas as UP’s. Faz-se necessário que os efluentes sejam coletados em tubulação específica e transportados para uma estação de tratamento de esgoto.

### **Do programa de coleta seletiva e reciclagem de lixo - RECICLAR**

Faz-se necessário impedir a deposição de lixo e entulhos na escala micro. Para isso deve ser implementado um programa de coleta seletiva de lixo em todas as UP’s, respaldada num efetivo programa de educação ambiental, o qual deve estar em contínua avaliação.

### **Do programa de arborização urbana - ARBORIZU**

A arborização viária é fundamental para a interligação de todos os elementos naturais presentes numa bacia hidrográfica urbana. Sua qualidade, quantidade e distribuição influenciam a fauna associada, contribuindo em última instância para a conservação da natureza (SANCHOTENE, 1985; CAVALHEIRO, 1991).

Seus benefícios podem ser ampliados se considerarmos a sensação de conforto produzida no homem: 1) melhoria da paisagem, por fornecer o contraponto das paisagens construídas, por valorizar esteticamente o ambiente e por caracterizar e sinalizar os espaços,



tornando-se referência para atividades humanas; 2) conforto térmico e lumínico, interceptando a radiação solar e a luminosidade excessiva e fornecendo umidade ao ar, através da transpiração (DETZEL, 1992); 3) Redução do estresse, transmitindo harmonia, paz, tranqüilidade, sensações que o homem relaciona com paisagens naturais.

Recomenda-se, no geral, o uso de espécies nativas locais ou regionais pois a possibilidade destas terem maior sucesso na adaptação ao ambiente urbano é esperada. No entanto, ainda é pouco o que se conhece sobre elas, especialmente quanto ao seu comportamento na cidade. De qualquer modo, inserir elementos da flora nativa nesse ambiente tem efeito educativo e, à medida que a população os valorize, pode se tornar mais atuante na sua conservação. A conscientização de administradores municipais e dirigentes de concessionárias de energia elétrica sobre a importância da arborização urbana para a qualidade de vida também é fundamental, pois instiga medidas adequadas quanto ao planejamento e manutenção da arborização urbana, considerando as especificidades de cada UP e entorno da cidade.

No planejamento da comunidade arbórea de uma cidade ou região, deve-se favorecer a heterogeneidade, promovendo a variabilidade intra e interespecífica e a boa distribuição dos exemplares (MILANO e DALCIN, 2000). Dessa forma, diminui-se a possibilidade de danos por meio de pragas e doenças, colabora-se para o aumento da fauna associada, e obtêm-se paisagens mais ricas. Por outro lado, alguma homogeneidade deve ser favorecida, de modo a facilitar o manejo e reduzir custos (ANDRESSEN, 1976).

A escolha da árvore deve atender a outros quesitos como, por exemplo, o porte e a arquitetura da copa ser compatível com o espaço disponível e com a condução que se deseja obter.

O estudo da arborização viária pode ser feito por meio de inventários (MILANO, 1987) aplicados às comunidades das UP's com os objetivos, segundo NUNES (1992), de avaliar seu desempenho, caracterizar as condições realmente existentes e viabilizar suas funções e benefícios. Têm, ainda, as finalidades de: obter a composição e os principais problemas de cada espécie, de cada rua ou bacia hidrográfica; fornecer informações para novos plantios e para adequação das práticas de manejo; quantificar custos; identificar problemas passíveis de redefinição de diretrizes de manejo, de programas de conscientização ou de educação ambiental; divulgar os resultados obtidos, mostrando produtividade e buscando



apoio da população; monitorar a condição das árvores para gerenciar os recursos humanos e fiscais do Município em função de prioridades; prevenir problemas ao público e às construções, servindo, inclusive, como mecanismo legal, na defesa ou promoção de ações jurídicas; detectar problemas com pragas e doenças, priorizando ações preventivas; possibilitar a valoração de árvores individualizadas ou no seu conjunto para fins de cobrança; avaliar a qualidade das mudas fornecidas e sua sobrevivência no local.

A abundância de árvores poderá ser expressa em “número de árvores por quilômetro de calçada”, que é considerada uma importante variável para fins de inventários em arborização de ruas, podendo ser definida como a razão entre o número de árvores amostradas em toda a área e a somatória de todos os comprimentos de calçada. Há que se avaliar, também, a arborização dentro dos lotes e, na medida do possível, através de programas de educação ambiental, incentivá-la. A criação de mecanismos legais no PDDU também pode servir como instrumento eficiente afim de resguardar uma certa porcentagem da área do lote a ser destinada para tal fim. Nesse sentido, plantios voluntários devem ser estimulados.

Neste programa as praças de cada UP devem ser identificadas e arborizadas de modo a permitir uma maior infiltração da água no solo. Deve-se estimular a revitalização destes espaços, e também das ruas, como um lugar de encontro da população. Podem ser implementados equipamentos de lazer, no caso de ausência.

### **Do programa de educação ambiental**

O programa de educação ambiental deve permitir a capacitação de agentes multiplicadores para atividades educativas de mobilização, sensibilização ambiental e práticas sustentáveis nas comunidades das UP's. Está diretamente vinculado aos demais e pode ser implementado através das escolas particulares e públicas, associação de moradores, agentes comunitários de saúde, igrejas, e demais organizações governamentais e não-governamentais.

Podem ser desenvolvidos junto às escolas roteiros de trilhas e visitas de acompanhamento das fases de recuperação, resultando em exposições fotográficas, produção de textos e material didático, fitas de vídeo, entre outros.

## **DO SISTEMA DE APOIO À DECISÃO**



Através do Centro Cultural e de Capacitação Tecnológica (CCaT), o poder público municipal e a Associação da Bacia do Tijuco Preto e demais atores envolvidos, deverão gerar um banco de dados que alimente um sistema de informação geográfica e sirva de apoio à tomada de decisões.

## PRINCIPAIS GANHOS COM A REALIZAÇÃO DO PROJETO

### Ganhos de qualidade ambiental

Um estudo realizado por KISHOR e CONSTANTINO em 1994, citado por VEIGA NETO e MAY (2001)<sup>3</sup> para o Banco Mundial em Costa Rica, valorou os serviços ambientais de uma floresta, conforme mostra a Tabela 1.

**Tabela 1.** Valoração dos serviços ambientais de uma floresta

TIPO DE SERVIÇO AMBIENTAL	US\$/HA/ANO
Seqüestro de carbono	60 a 120
Proteção de biodiversidade	12.9 a 32.1
Ecoturismo	12.6 a 25.1
Proteção de águas	16.5 a 35.6
Água consumo humano	2.3 a 4.6
Água para hidroeletricidade	10 a 20
Para controle de inundações	4 a 9
TOTAL	102 a 212.8

Uma revisão de literatura internacional realizada pelo Ministério de Agropecuária e Florestal da Nicarágua<sup>4</sup>, sobre o valor de uma floresta tropical úmida, apresentou os resultados observados na Tabela 2, como segue.

**Tabela 2.** Valor de uma floresta tropical úmida

TIPO DE SERVIÇO AMBIENTAL	US\$/HA/ANO
Madeira e não madeiráveis	5
Ecológicos	35.6
Recreação	25.12
Fixação de carbono	120
Diversidade biológica	10
Não uso (beleza cênica, espiritual etc)	22.4
TOTAL	218.12

Embora os estudos citados acima refiram-se a florestas, a tendência é de uma maior valoração dos serviços do ecossistema com a restauração do trecho da sub-bacia do Córrego Tijuco Preto.

<sup>3</sup> VEIGA NETO, F.C., MAY, P.H. Barreiras à certificação florestal na Amazônia brasileira: a importância dos custos. Instituto Pró-Natura (IPN), International Institute for Environment and Development (IIED) e agência Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 2001.

<sup>4</sup> <http://www.ipef.br/servicos/listas/floresta-l/oct199/msg00025.html> Date: sat, 30 Oct, 1999 – 12:54:52-0200 (BR-EDT). From: "Thomas Schlemmermeyer" <termities@usp.br>



## **Ganhos de qualidade de vida**

Os ganhos de qualidade de vida, advindos da recuperação da sub-bacia do Tijuco Preto, serão diretos e indiretos. Alguns, referentes aos benefícios que os valores espirituais proporcionam, por exemplo, são de difícil mensuração.

A capacitação tecnológica e o desenvolvimento de programas de educação ambiental também são fatores positivos.

Além destas vantagens, a recuperação das margens de rios e córregos faz com que o poder público municipal tome posse de fato destas áreas, que a rigor, são fundos de vale naturalmente alagáveis em períodos de chuvas intensas de verão. Com isto, evita-se a ocupação com fins de moradia destas áreas de risco, o que acabaria por se tornar um problema social para o município a cada época chuvosa.

## **INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS**

As instalações da HERO serão recuperadas para a implantação de um Centro Cultural e de Capacitação Tecnológica (CCCaT) que deverá servir como base para o gerenciamento do programa de recuperação da sub-bacia do Tijuco Preto. Será, também, um espaço de múltiplos usos e poderá sediar uma Casa do Artesão, conforme o interesse da comunidade.

## **DURAÇÃO DO PROJETO E EMPREGOS GERADOS**

O projeto tem 4 anos para sua implantação. Serão gerados empregos diretos e indiretos tanto nas fases de implantação das medidas estruturais como das não estruturais e, também, durante o monitoramento.

## **SÍNTESE PRELIMINAR DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO TIJUCO PRETO**

A Tabela 3 apresenta um orçamento simplificado para o prazo de implantação do projeto em 4 anos.

**Tabela 3.** Orçamento simplificado para o prazo de implantação do projeto em 4 anos.

<b>ORÇAMENTO (US)</b>				
<b>ÍTEMS</b>	<b>Ano I</b>	<b>Ano II</b>	<b>Ano III</b>	<b>Ano IV</b>
Serviços preliminares	32747,80	----	----	----
Pavimentação	12391,67	----	----	----



Arte corrente	3157,65	----	----	----
Contenção	4168,34	----	----	----
Sinalização	417,90	----	----	----
Serv. Terceirizados	4648,97	----	----	----
Equipe projeto	14534,56	----	----	----
Cons. Rodov.	8793,34	----	----	----
Aluguel equipamento	12068,71	----	----	----
Terraplenagem	493,22	----	----	----
Serviço prot.meio	70667,81	----	----	----
Progr. Reuso água	47457,63	47457,63	47457,63	47457,63
Progr. Trat. Esgoto	37457,63	37457,63	37457,63	37457,63
Progr. Recicla	32203,39	18644,07	18644,07	18644,07
Progr. Arborizu	33898,31	27118,64	27118,64	27118,64
Progr. Ed. Ambiental	125423,70	125423,70	125423,70	125423,70
Centro Cultural e de Capacitação Tecnológica (CCCaT)	135593,20	135593,20	135593,20	135593,20
Iluminação	27118,64	13559,32	13559,32	13559,32
Manutenção e monitoramento	169491,50	67796,61	67796,61	67796,61
<b>Sub-totais</b>	<b>772734,00</b>	<b>473050,80</b>	<b>473050,80</b>	<b>473050,80</b>
<b>Total geral</b>				<b>2191887,00</b>

## BIBLIOGRAFIA DE APOIO

ANDRESEN, J.W. Selection of trees for endurance of high temperatures and artificial lights in urban areas. In: SANTAMOUR JÚNIOR, F.S.; GERHOLD, H.D.; LITTLE, S. (ed.) Better trees for metropolitan landscapes. Upper Darby, U.S. **For. Serv. Gen. Tech.** NE-22, 1976. p.65-75.

CAVALHEIRO, F. Urbanização e alterações ambientais. In: 1º SIMPÓSIO NACIONAL DE ANÁLISE AMBIENTAL, Rio Claro, 1990. **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar.** Tauk, S.M. et al. (orgs.). São Paulo, UNESP, FAPESP, 1991. p.88-99.

CORREA, R.L. O espaço urbano. Ática: São Paulo, 1993.

DETZEL, V.A. Arborização urbana: importância e avaliação econômica. In: 4º ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, Vitória, 1992. **Anais.** Vitória, Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. v. 2, p.327-42.

GUNDERSON, L.H. Ecological resilience - in theory and application. **Annual. Reviews. Ecological. System.** 2000. 31: 425-39.

LIMA, W.P. **Aspectos hidrológicos da recuperação de zonas ripárias degradadas.** Palestra preparada a convite do V Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas, SOBRADE, Belo Horizonte, MG, 18-22/11/2002.



MILANO, M. Planejamento e replanejamento da arborização de ruas. In: 2º ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, Maringá, 1987. **Anais**. Maringá, Prefeitura do Município de Maringá, 1987. p.1-8.

MILANO, M.S.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro, Light, 2000. 226p.

NUNES, M.L. Metodologias de avaliação da arborização urbana. In: 4º ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, Vitória, 1992. **Anais**. Vitória, Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. p.133-145.

SANCHOTENE, M.C.C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Porto Alegre, FEPLAM, 1985. 311p.

SILVA, M.A.M.L.; GAMA, Z.A.G.P.; RODRIGUES, E.. De volta ao tempo dos padrões? A manutenção da floresta em reservas extrativistas. Congresso de Direito Ambiental, 4, São Paulo. **Anais**. Procuradoria de Justiça e Meio Ambiente do Estado de São Paulo/Instituto “O direito por um planeta verde”: 2000.

TILMAN, D. Biodiversity: population versus ecosystem stability. **Ecology** 1996. 77(3): 350-63.