

ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE:

ORGANIZADORES

**ADEMAR RIBEIRO ROMEIRO BASTIAAN PHILIP REYDON
MARIA LUCIA AZEVEDO LEONARDI**

PREFÁCIO: IGNACY SACHS

COM A COLABORAÇÃO DE: **ADEMAR RIBEIRO ROMEIRO ALFREDO JOSÉ BARRETO LUIZ
ALPINA BEGOSSI ANTÔNIO EVALDO COMUNE ARIIVALDO LUCCHIARI JÚNIOR BASTIAAN P.
REYDON CLAYTON CAMPANHOLA CLÓVIS CAVALCANTI FRANCISCO EDUARDO MENDES
GILBERTO DE MARTINO JANNUZZI JOÃO FERNANDO MARQUES JOSÉ ALMEIDA DE SOUZA JR.
MAGDA APARECIDA DE LIMA MARIA LUCIA AZEVEDO LEONARDI PAULO CHOJI KITAMURA
PETER MAY RACHEL NEGRÃO CAVALCANTI RIVALDO CHAGAS MAFRA RONALDO SERÔA DA
MOTTA SERGIO SALLES FILHO VANESSA FLEISCHFRESSER WILAME TORRES JANSEN**



Meio Ambiente



UNICAMP

INSTITUTO DE ECONOMIA

Planejamento urbano: utilização de Sistema de Informação Geográfica – SIG na avaliação socioeconômica e ecológica – um estudo de caso

Magda Aparecida de Lima

Introdução

O planejamento ambiental constitui requisito básico para o desenvolvimento sustentado em ecossistemas urbanos. Este instrumento deve ser apoiado por uma orientação técnica e política de gestão municipal voltada à valorização de atributos como a diversidade da paisagem, a manutenção de processos ecológicos essenciais, a utilização sustentada de recursos naturais e a outros princípios fundamentais relacionados à qualidade de vida de pessoas e da vida silvestre, à conservação de recursos hídricos, solos e atmosfera.

A aplicação do conceito de sustentabilidade ao desenvolvimento urbano tem sido um processo muito lento. A conservação de paisagens e áreas verdes naturais como componentes do sistema urbano é pouco explorada em grande parte dos municípios da região, decorrendo muitas vezes da imposição da legislação para preservá-las ou de movimentos preservacionistas. Desconhece-se o valor econômico destas áreas como ambientes cênicos, bem como dos benefícios de sua conservação, a longo prazo, para a comunidade. O enfrentamento de problemas ambientais, que surgem do crescimento urbano desordenado dá-se quase sempre à luz do conhecimento de técnicas de engenharia, como as empregadas no controle de inundações através da canalização de rios, nos tratamentos de rejeitos e efluentes urbanos, assim como na drenagem de várzeas, provocando alterações no funcionamento dos sistemas naturais.

A importância do planejamento urbano, como medida preventiva da degradação ambiental e de conseqüentes prejuízos econômicos para

sua reparação, é tratada aqui, utilizando-se de uma experiência de trabalho feita para o Município de Rio Claro, em especial para uma bacia hidrográfica de pequena grandeza, já comprometida com a ocupação urbana. Este trabalho visa propor um procedimento metodológico no contexto do planejamento urbano, utilizado no Município de Rio Claro, com a possibilidade de ser adaptado para áreas passíveis de serem urbanizadas e, ao mesmo tempo apontar para medidas de recuperação ambiental a serem adotadas para a bacia hidrográfica em questão.

1 Planejamento: medida de prevenção e controle da degradação ambiental

A degradação ambiental deve ser entendida como o resultado de um conjunto de ações e processos impactantes sobre o ambiente que, não respeitando a sua capacidade de suporte e/ou a sua aptidão, acarreta o comprometimento dos recursos naturais e, conseqüentemente, a qualidade de vida.

O planejamento ambiental constitui o instrumento básico para a prevenção ou redução deste processo, por conseguinte, dos custos associados à recuperação ambiental. Ele deve integrar, por sua vez, os diferentes componentes da estrutura dos ecossistemas, sejam estes naturais, semi-artificiais ou artificiais (segundo um gradiente de influência antrópica). Ou seja, deve considerar as condições físicas, químicas, biológicas e socioeconômicas do lugar, de forma integrada, visando oferecer um ambiente mais equilibrado, no tempo e no espaço.

No caso de sistemas urbanos, cuja expansão se sobrepõe de modo quase sempre dominante sobre os demais usos da terra, ainda que seu crescimento se apresente delimitado em planos diretores municipais, através de zoneamento urbano, há que adequar as atividades ora em desenvolvimento às potencialidades e restrições do terreno, se o objetivo da sustentabilidade do sistema é pretendido.

Planos diretores municipais, sobretudo os concebidos a partir da obrigatoriedade para cidades com mais de 20.000 habitantes, segundo a

Constituição Federal de 1988, têm sido elaborados para municípios muitas vezes já extremamente comprometidos na sua qualidade ambiental, sendo, assim, moldados a uma condição decorrente do processo de desenvolvimento econômico já estabelecido. É nestes casos que se identifica a necessidade de se avaliar a adoção de medidas de recuperação ambiental, frente aos custos envolvidos em sua implementação, assim como de antever riscos de degradação em áreas urbanas em fase inicial de expansão. Em projetos e estudos de manejo e planejamento físico do meio ambiente, nas décadas mais recentes, já se evidencia a preocupação com as medidas de reparação ou minimização dos impactos, como exemplificado em trabalhos de Prandini et al. (1982); Bahia (1987); Silva et al. (1989) e outros.

Visando a conservação dos recursos naturais e o reparo dos danos ambientais causados pelo uso inadequado das terras e das águas, tem-se procurado dar atenção às bacias hidrográficas, sendo estas muitas vezes adotadas como unidades de gerenciamento ambiental. A própria legislação ambiental brasileira incorporou este conceito, fato este considerado por Machado (1989) como uma evolução sobre o enfoque isolado que se dava, até recentemente, ao recurso hídrico, quando na verdade se deveria englobar toda a sua área de drenagem. Este enfoque já é verificado na Resolução n. 001 do CONAMA, de 1986, onde se definiu, como uma das diretrizes para elaboração de estudo de impacto ambiental, a necessidade de considerar a bacia hidrográfica na qual uma determinada área se localize.

1.1 O caso de Rio Claro

Ao longo da sua história de ocupação, a exemplo de outros municípios da região, no estado de São Paulo, Rio Claro formou-se a partir de um núcleo de colonização e de escoamento de produtos, segundo uma ordem de expansão física impulsionada pelas atividades econômicas empreendidas. Este município teve, de fato, um início marcante de ocupação no século passado, durante o ciclo do ouro, uma vez que a área se apresentava no caminho da busca do metal.

A cultura de cana-de-açúcar, iniciada na segunda metade do século dezoito, expandiu-se na região, substituindo as matas e cerrados. O apogeu desta cultura deu-se em 1835, sendo que, após 1862, a mesma foi cedendo espaço para a cultura cafeeira, que foi acompanhada por um contínuo processo de desmatamento. O café permaneceu em Rio Claro como a principal cultura desde 1850 até 1930, projetando o Município econômica e politicamente e influenciando a expansão do espaço urbano. A instalação da Estrada de Ferro em 1876, no Município, assumiu grande importância econômica, sobretudo para a expansão dessa cultura.

A partir de 1920, observa-se uma acentuada variação da produção agrícola no Município, cuja evolução pode ser visualizada pela Tabela 1.

Tabela 1
Área cultivada, em hectares, dos principais produtos agrícolas do Município de Rio Claro.

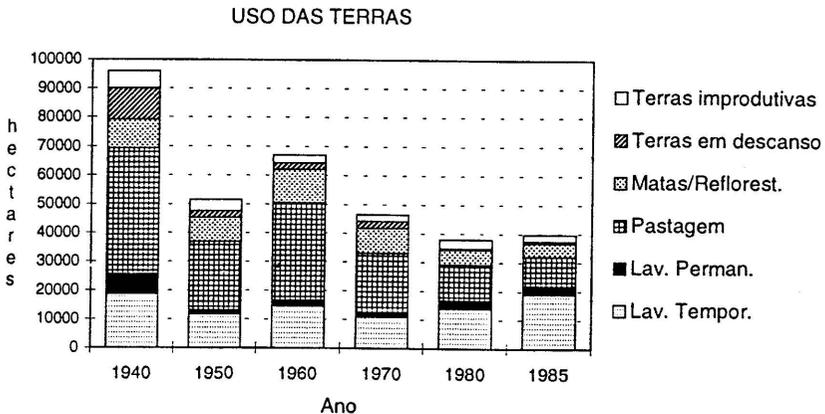
Ano	Algodão	Arroz	Cana	Feijão	Milho	Café
1920	312	1.792	153	1.471	4.419	14.831
1935	6.108	1.317	-	914	4.879	5.642
1938	6.201	2.553	1.401	751	6.690	4.700
1950	471	3.266	392	545	3.882	1.296
1960	332	3.865	4.192	818	5.066	1.273
1962	696	2.500	2.800	1.178	2.333	980
1970	609	1.719	3.869	304	3.712	427
1980	1.078	1.247	6.198	104	1.978	287

Fonte: Sanches (1978); IBGE (1984).

A Figura 1 mostra a evolução da utilização das terras, com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, onde as áreas das classes de uso, dada em hectares, compreendem:

- áreas de lavouras permanentes;
- áreas de lavouras temporárias;
- áreas cobertas com matas e reflorestamento, agrupadas;
- pastagens naturais e pastagens plantadas, agrupadas;
- terras em descanso e terras produtivas não-utilizáveis;
- terras incultas, terras não-aproveitáveis.

Figura 1
Evolução da utilização das terras no Município de Rio Claro, de 1940 a 1985,
segundo dados do IBGE.



Dados do censo agropecuário de 1985 mostram que, na zona rural de Rio Claro, ocorre uma frequência maior de pequenas propriedades (de menos de 10 a menos de 50 hectares = 557 estabelecimentos) e de médias propriedades (de 50 a menos de 200 hectares = 137 estabelecimentos). Ao mesmo tempo, observa-se uma proporção maior de habitantes na zona urbana. De 11.000 habitantes, em 1870, a população passou a um total de 137.509 habitantes no ano de 1990, sendo que, em 1940, a população urbana (31.571) era 62,83% e, em 1990, era 96,03%.

Em função do uso inadequado das terras pelas atividades agrícola e urbano-industrial, é possível detectar sinais evidentes de processos erosivos, em grande parte causados pela retirada de cobertura vegetal protetora, bem como a diminuição da qualidade de recursos naturais, com a deposição de rejeitos domésticos e industriais, assoreamento de corpos d'água, entre outros problemas.

Especialmente, o processo de urbanização constitui uma ameaça à qualidade ambiental no Município de Rio Claro. Desta constatação, resulta a necessidade da elaboração do planejamento físico da área, tendo

como etapa inicial a análise dos atributos naturais de terreno e dos aspectos culturais e econômicos, ou seja, o diagnóstico ambiental, e a avaliação de sua adequabilidade ao uso urbano. Para esta finalidade, o emprego de técnicas de geoprocessamento constitui um recurso valioso, pois permite o manuseio de uma variedade de informações georeferenciadas.

1.1.1 Sistemas de Informação Geográfica – SIG como ferramenta para o planejamento ambiental

O sistema de informação geográfica tem sido uma reconhecida ferramenta para o manuseio de informações ambientais, bem como para conhecer e resolver os problemas de organização espacial (Nistal, 1987). A razão de seu emprego cada vez mais freqüente, por órgãos de pesquisa e diferentes instituições, reside no fato de que ele permite que dados georeferenciados possam ser armazenados, manipulados e analisados (Walsh, 1985), permitindo uma maior rapidez na obtenção de informações e evidenciando facilmente a superposição ou não de características relevantes.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) evoluíram como meios de reunir e analisar dados espaciais diversos (Star & Estes, 1990), dentre os quais muitos foram desenvolvidos para fins de planejamento e de manejo de recurso natural a nível urbano, regional, estadual e nacional de órgãos governamentais. Eles encontram uma gama de outras aplicações, como a avaliação de áreas suscetíveis a riscos geológicos, manejo da qualidade de água (Adams et al. 1982), elaboração de mapas de riscos de erosão (Pelletier, 1985; Lima et al. 1992; Murty & Venkatachalam, 1992), mapas de aptidão agrícola (Formaggio, 1992 e Lima, 1994), planejamento rural (Ventura et al. 1988) e mesmo, no gerenciamento de infra-estrutura bancária (Cuétera & Buzai, 1995).

1.1.2 Aplicação de SIG no planejamento da ocupação urbana no Município de Rio Claro

Uma análise de atributos de terreno do Município de Rio Claro foi efetuada por Lima (1994), envolvendo a coleta de dados cartográficos, documentos descritores, fotos aéreas e imagens orbitais. Uma vez organizados os dados, referenciados por uma base de coordenadas geográficas, o tratamento automatizado destas informações foi conduzido através do Sistema de Informação Geográfica – SGI desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Com o auxílio desta ferramenta e das técnicas acima citadas, e tendo como base critérios de adequabilidade das terras em função das características geológicas, de solo, drenagem, declividade e outros parâmetros físicos de terreno, gerou-se um cenário de ocupação urbana para o município de Rio Claro (Figura 2).

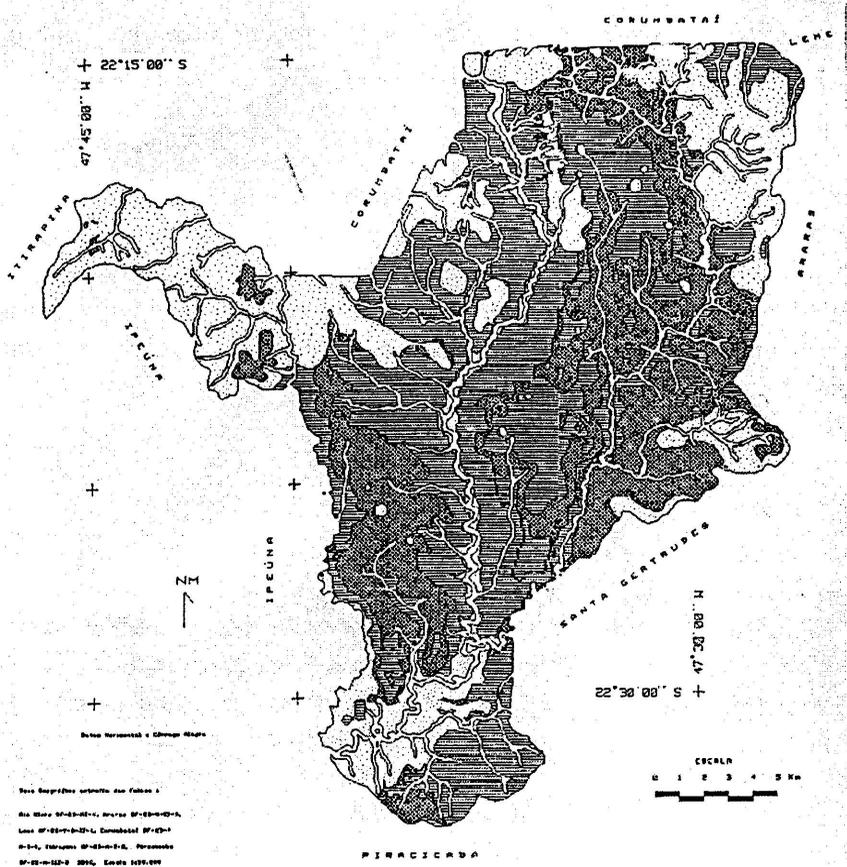
Pela confrontação deste cenário com a evolução sofrida pela paisagem e o contexto econômico, social e político existente, é possível detectar uma série de incongruências na utilização das terras no município. Como exemplo, pode-se citar a ocupação de terrenos, cujos solos apresentam alta suscetibilidade à erosão, acompanhada pela insuficiência de cobertura vegetal; a localização inadequada de área industrial em cabeceiras de bacias hidrográficas, a invasão de áreas de preservação permanente por infra-estrutura viária e edificações. Em termos gerais, para o ano de 1993, 68,8% das terras ocupadas com uso urbano apresentavam-se moderadamente expostas à degradação, 3,3% mais expostas, e 27,8% menos expostas. Este procedimento permitiu, dentro de uma proposta preliminar, identificar áreas sujeitas a processos erosivos, cuja remediação pode ser prevista em planejamento, segundo a prioridade dos níveis de degradação em que se apresentam.

Em uma escala de maior detalhe, o planejamento urbano em bacias hidrográficas tem despertado o interesse de estudiosos, desde que são consideradas unidades naturais da paisagem, que contêm uma organização de recursos e atividades interligados e interdependentes, e não relacionados com limites políticos (Irwin & Williams, 1986). Seu

equilíbrio dinâmico pode ser rompido com mudanças no uso da terra, pela falta de manejo e uso inadequado de recursos naturais.

Figura 2

Adequabilidade das terras do Município de Rio Claro ao uso urbano



Legenda:



Uso inadequado ou com severas restrições (solos hidromórficos, declividades maiores que 30%, planície aluvial)



Uso moderado, com restrições quanto à declividade muito plana (0 a 2%, solos muito argilosos e/ou rasos)



Uso adequado, com restrições menores (solos de textura média ou argilosa, declividades de 2 a 15%, depósitos cenozóicos)

A Bacia do Córrego da Servidão no Município de Rio Claro apresenta-se quase que inteiramente ocupada com o uso urbano (Figura 3). Um estudo de avaliação da qualidade ambiental desta bacia de pequena grandeza, desenvolvido por Lima (1994), mostra os impactos ambientais causados pelo processo de ocupação caótica, impulsionada desde o início por um modelo de desenvolvimento determinado por interesses econômicos imediatistas.

O Córrego da Servidão, tributário de um dos principais rios de Rio Claro – o Rio Corumbataí, tem uma área de drenagem estimada em cerca de 21,27 Km². Desta área, 94,03% apresentam-se inseridos no perímetro urbano municipal. Segundo um levantamento do uso do solo efetuado com fotografias aéreas a esta área, 39,05% corresponderam à área urbana densamente edificada, e 32,42% corresponderam à área urbana com poucas edificações. As áreas verdes urbanas foram encontradas apenas em 0,57% da microbacia, sendo que áreas verdes naturais (várzeas, mata ciliar, capoeiras) representaram 4,26% da mesma.

Observa-se também que, nesta bacia, a urbanização invadiu espaços que deveriam ser destinados à preservação natural, como regiões ribeirinhas e pequenas várzeas. Em diversos trechos do Córrego, freqüentemente são registrados eventos de inundação, durante as fortes chuvas. Cronicamente, consideráveis despesas públicas com obras de drenagem, limpeza e repavimentação decorrem da inobservância destes fenômenos naturais.

Não obstante as obras de reconstituição da paisagem requeiram, muitas vezes, técnicas de engenharia para sua segurança e manutenção, é fato que tais obras são perecíveis no tempo, necessitando de constantes reparos. Sob esta perspectiva, Hough (1984) comenta que, a resolução dos problemas com recursos exclusivos da engenharia é determinista, atendendo a um crescimento limitado pela infra-estrutura que cria e envolvendo custos de implantação e de manutenção. Contudo, a percepção da comunidade local sobre a necessidade de se resgatar recursos da natureza, visando a da paisagem, com conseqüente redução de gastos públicos, a médio e longo prazos, ainda não tem sido efetivamente estimulada.

A Bacia do Córrego da Servidão representa um caso característico de ocorrência de impacto ambiental causado pelo crescimento urbano mal orientado, não adequadamente planejado, e onde problemas hídricos crônicos são resolvidos com obras de engenharia não fundamentadas em um planejamento orgânico ou mesmo estético da Bacia.

Utilizando-se de sistema de informação geográfica e com base em uma análise ambiental, Lima (1994) elaborou um cenário de usos mais recomendados para aquela microbacia, segundo um planejamento orgânico, voltado para a sustentabilidade e valorização da paisagem. Estes usos se classificam em cinco categorias:

- uso urbano com pouca edificação,
- uso urbano com moderada edificação,
- uso recreacional ou de conservação,
- reflorestamento,
- áreas de preservação permanente. A partir deste cenário de ocupação adequada da microbacia, pode-se visualizar melhor a problemática da recuperação ambiental a ser implementada para a área como um todo.

Um trabalho de reconhecimento do perfil socioeconômico das comunidades locais, bem como do contexto legal da evolução de bairros e vilas na área, mostra-se fundamental para a formulação de estratégias de recuperação ambiental. Um levantamento objetivando a análise da percepção dos moradores de elementos e fenômenos da paisagem pode, também, ser empreendido através de técnicas de entrevistas e consultas aos moradores da Bacia, para conhecer seus valores, preferências e opiniões.

2 Recuperação ambiental: medida corretiva da degradação ambiental

2.1 Bases da legislação brasileira para a recuperação ambiental

As primeiras iniciativas legais no país sobre a questão ambiental fundamentaram-se na questão da conservação de recursos naturais e do controle da poluição hídrica (Código das Águas, de 1934; Estatuto da Terra, de 1964; Código Florestal, de 1965; Medidas de Proteção à Fauna, de 1967; Política Nacional de Saneamento, de 1967).

O Plano Nacional de Desenvolvimento – PND, de 1974, prevê o desenvolvimento de sistemas de recreação, controle de enchentes e a recuperação de vales nos centros urbanos. Em 1975, é criada a política de Controle da poluição do meio ambiente, e em 1978 é instituído o Comitê Especial de Estudo integrado e de acompanhamento da utilização racional dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios federais. A Lei n.6.766, de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, tem como um dos seus principais objetivos o de definir diretrizes para a ocupação do solo urbano.

Na década de 80, a legislação ambiental brasileira apresenta seu marco principal, através da Lei n. 6.039 de 31 ago. 1981, que expressou maior preocupação com a recuperação da qualidade ambiental paralelamente ao desenvolvimento econômico, ao estabelecer que 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 socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana”, atendidos os princípios de acompanhamento, pelo Estado, da qualidade ambiental; de recuperação de áreas degradadas; da proteção de áreas ameaçadas de degradação; educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para a participação ativa na defesa do meio ambiente”.

O Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA, do estado de São Paulo, ao responsabilizar-se pela Política Estadual do Meio

Ambiente e dos Recursos Naturais, tratou mais especificamente da recuperação ambiental nos itens que se seguem:

“1. Desenvolvimento sustentado:

- Promover a recuperação das atuais áreas degradadas;
- Garantir a integridade e, quando for o caso, a recuperação das áreas legalmente protegidas, objetivando a proteção de recursos hídricos, a conservação da diversidade genética e a auto-regulação do meio ambiente.

2. Recursos naturais:

- manejar e recuperar as bacias hidrográficas estaduais, com especial atenção às que se encontram em situação crítica de deterioração.

3. Solos: Implementar programas de recuperação de áreas degradadas

4. Flora

- Conservar todas as áreas de mangue, recuperando as, hoje, degradadas
- Conservar e recuperar as áreas de banhados
- Conservar e recuperar áreas de paisagens de excepcional beleza cênica
- Incentivar o reflorestamento com essências nativas
- Incentivar o reflorestamento de áreas urbanas ociosas e a conservação das áreas verdes existentes nas grandes cidades
- Incentivar a recuperação das áreas desmatadas, protegidas pelo Código Florestal, bem como o reflorestamento em terras desgastadas e marginais e a arborização municipal.

5. Planejamento ambiental

- Basear todo o planejamento em um enfoque integrado, com a finalidade de assegurar a compatibilidade do desenvolvimento com a proteção e a melhoria do meio ambiente, tendo essas duas metas como finalidade o benefício da população;
- Assessorar os municípios, para que desenvolvam atividades de planejamento ambiental, respeitando as particularidades regionais.

6. Participação comunitária

- Promover o comprometimento entre o Estado e a população na gestão do meio ambiente e dos recursos naturais.”

A importância da recuperação ambiental é firmada definitivamente na Constituição Brasileira de 1988, em seu artigo 225, Cap. VI, Tít. VIII, que assegura que, para a efetivação do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, é incumbência do Poder Público “preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas”. A Constituição preceitua ainda, em seu artigo 210 que,

“para proteger e conservar as águas e prevenir seus efeitos adversos, o Estado incentivará a adoção, pelos Municípios, de medidas no sentido: I -

da instituição de áreas de preservação das águas utilizáveis para abastecimento às populações e da implantação, conservação e recuperação de matas ciliares; II - do zoneamento de áreas inundáveis, com restrições a usos incompatíveis nas sujeitas a inundações frequentes e da manutenção da capacidade de infiltração do solo”.

A nova política estadual de recursos hídricos, de 1991, adota a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento, criando, como um de seus instrumentos, os Planos de Bacias Hidrográficas, que, por sua vez, integram o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH. As diretrizes, objetivos e metas deste Plano compreendem a realização de programas de proteção, recuperação, controle e conservação dos recursos hídricos.

2.2 Recuperação de áreas urbanas degradadas

Os problemas enfrentados na recuperação de áreas urbanas degradadas não são poucos, nem tão simples de solucionar a curto prazo. Por exemplo, a questão da utilização de medidas estruturais e não-estruturais, na resolução dos problemas de natureza hídrica nos sistemas urbanos, é bem delicada. Há ainda uma forte tendência de seguir os métodos tradicionais, com o emprego de medidas estruturais, em detrimento das não estruturais, com raras exceções.

Ab’Saber (1978) chamou a atenção para o problema de como se conciliar o desenho de canais retilíneos previstos no projeto de recuperação do Rio Tietê, na cidade de São Paulo, com o delicado complexo fisiográfico e ecológico da planície aluvionar meândrica deste rio, referindo-se à impossibilidade de alcançar-se um quadro paisagístico próximo das condições naturais, ecologicamente equilibrado. Ele sugeriu que se evitassem as canalizações retilíneas e que se valorizassem os efeitos visuais das largas planícies inundáveis, resguardando a vegetação e a paisagem características.

Para Uehara (1985), a solução para a drenagem de várzeas urbanizadas é mais estrutural do que não estrutural, ao passo que, em várzeas em vias de urbanização, há a possibilidade de implantar-se um

sistema de drenagem com menor volume de obras estruturais, deixando a várzea para o rio extravasar durante as cheias.

A CETESB (1986) assinala que a recuperação das baixadas ou planícies de inundação deve ser planejada e projetada de maneira adequada, sendo dependente de vários fatores como:

- custo das alternativas de uso das baixadas, sob os aspectos financeiro e econômico;
- condições locais de proteção contra a inundação e os riscos potenciais;
- disponibilidade de áreas alternativas;
- repercussão em outras áreas, a montante e a jusante.

Por outro lado, há que se admitir a dificuldade prática de manter-se um nível adequado de cobertura vegetal nas cidades, frente à ocupação desordenada do solo (Cavalheiro, 1982).

A conservação de sistemas naturais em ambientes urbanos constitui um problema ainda maior. O Código Florestal Brasileiro de 1965, através de seu artigo 2, estabelece uma faixa mínima de 30 metros ao longo das margens de cursos d'água com menos de 10 metros de largura, e de 50 metros ao longo de cursos d'água com 10 a 50 metros de largura, bem como ao redor de cabeceiras, lagos, lagoas e outros corpos d'água. Na Bacia do Córrego da Servidão, estas correspondem a cerca de 1,30 Km² (130 hectares). Estas áreas têm sido ocupadas, em maior proporção, pelo uso urbano pouco edificado (21,13%) e densamente edificado (12,68%). Contam apenas com 2,35% de matas ciliares residuais, 4,69% de capoeiras e 8,45% de várzeas e depressões úmidas.

O parágrafo único do artigo segundo do Código Florestal dispõe ainda que, “no caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo”. Assim, a preservação de sistemas naturais em áreas de preservação permanente, nestes casos, parece ficar dependente das tendências de políticas ambientais no âmbito da localidade, ao mesmo tempo que é influenciada pelas pressões dos setores imobiliários e industriais.

A conservação das terras úmidas (brejos, várzeas), estas freqüentemente impactadas pelas atividades agrícolas e urbano-industriais, tem se mostrado uma meta difícil atualmente. A recuperação destes sistemas é um processo muito complexo, senão impossível. Estas áreas apresentam, entre outros benefícios, proteção ambiental (através da regularização do escoamento de águas superficiais, capacidade de estocagem, mitigação de enchentes, absorção de sedimentos, nutrientes e produtos químicos e controle de erosão), abrigo e refúgio para a vida silvestre, recreação, atividades de pesca e educação. Os valores destes benefícios, em sua maior parte, são quase sempre subestimados, em termos econômicos, até porque a percepção de sua importância como sistemas ecológicos essenciais para o equilíbrio hídrico não se constitui uma realidade, entre os diferentes segmentos da população.

A conservação e a recuperação desses sistemas naturais dependem, sim, de uma forte política de proteção ambiental, desde o nível nacional até ao nível local. Neste sentido, destaca-se a importância de uma política de incentivos para a preservação da vegetação natural, assim como a necessidade de instrumentos legais que permitam endereçar os problemas de degradação da terra à sua própria fonte.

2.3 Parâmetros a serem levantados na estimativa de custos de recuperação da Bacia do Córrego da Servidão

Os custos da recuperação e reconstrução da paisagem nesta bacia hidrográfica relacionam-se a um conjunto de ações, envolvendo medidas de saneamento ambiental, inventário de espécies regionais para recomposição vegetal, treinamento e consultorias de técnicos, meios de comunicação para divulgação e implantação do projeto de recuperação, entre outros. São listados a seguir alguns tópicos a serem considerados e contabilizados na recuperação da Bacia do Córrego da Servidão, no Município de Rio Claro.

- Tratamento de efluentes domésticos
 - Estação de tratamento de esgoto

- Tratamento de resíduos sólidos (sistema de limpeza pública e destinação de resíduos sólidos): entulhos, resíduos domésticos, resíduos industriais, resíduos de praças, resíduos de vias públicas, etc.
- Recuperação de solos:
 - contenção e estabilização de voçorocas
 - canalização de águas pluviais
 - estruturas de retenção e de sedimentação
 - recomposição vegetal das áreas destinadas à preservação permanente
 - recuperação de áreas de empréstimo
- Material de pavimentação
 - cascalho e pedregulhos para pavimentação de áreas verdes e vias não pavimentadas;
 - rejeito de mineração (de calcário, argila e areia) para pavimentação de vias e caminhos – paralelepípedos – para áreas de escoamento superficial mais intenso, nas valetas e canais de escoamento de águas pluviais
- Integração de áreas verdes
 - Integração da arborização de ruas, canteiros centrais, margens de estradas e ferrovias, praças e terrenos destinados às áreas de lazer de bairros e loteamentos, bem como de áreas verdes naturais residuais e/ou após recomposição vegetal
- Desapropriações
 - Terrenos de interesse para a implantação de pomares comunitários e áreas verdes públicas.
- Inventário de espécies de sistemas naturais regionais, formação de viveiros de mudas, banco de sementes e obras de paisagismo ecológico
- Revegetação do Córrego da Servidão, desde seu nascedouro até seus afluentes, preferencialmente com espécies nativas, adaptadas ao ambiente de várzea original (envolvendo a obtenção de sementes, transporte de mudas, equipamentos, preparo do terreno, plantio, mão-de-obra especializada e não-especializada)

- Cinturão verde ao redor do Distrito Industrial
 - Plantio de espécies de árvores e arbustos ornamentais e/ou frutíferas nas áreas não edificadas do lote industrial
- Serviços de drenagem em praças, ruas, limpeza de bocas-de-lobo
 - Mão-de-obra, utensílios e equipamentos de limpeza
- Controle de tráfego em áreas residenciais
 - Lombadas, faixas de trânsito, restrições de ruas, para controle de velocidade em zonas residenciais e áreas verdes
- Projeto e implantação de programas de educação ambiental e divulgação à comunidade
 - A implantação de planos de recuperação de áreas urbanas degradadas depende, fundamentalmente, da motivação e participação das comunidades locais envolvidas
 - Veiculação de informações através de reuniões com associações de bairro, de cursos nas escolas e associações comunitárias, de programas radiofonados, de imprensa, e meios informais
- Incentivos fiscais aos proprietários de terrenos vagos ou pouco edificados que plantarem espécies arbóreas e arbustivas
- Equipe de técnicos especializados
- Mão-de-obra geral
- Manutenção de obras.
Uma vez elencadas as obras e operações destinadas à recuperação da bacia hidrográfica, uma estimativa dos custos envolvidos a curto e longo prazos deve ser conduzida, de tal modo que a implementação dessas ações se adapte ao orçamento da municipalidade.

Conclusões

Este trabalho enfocou a necessidade do planejamento, enquanto medida preventiva de degradação ambiental, e da recuperação como medida corretiva deste processo. Os Sistemas de Informações Geográficas foram apresentados como um instrumento potencial para apoiar ambas

estas operações. Sobretudo, quando aliados à aplicação de modelos matemáticos, estes sistemas podem auxiliar em muito a tomada de decisões ao nível administrativo local, pela obtenção de cenários ou projeções de condições socioeconômico-ecológicas possíveis frente aos diferentes processos que se desenvolvem nos sistemas urbanos (urbanização, migração, importações/exportações de energia, produtos e informações, entre outros). A possibilidade de antever situações críticas e de demandas futuras, através desses recursos, deve ser vista, neste contexto, como uma alternativa a mais na busca de mecanismos que visem a sustentabilidade dos sistemas urbanos.

Referências bibliográficas

- AB'SABER, A.N.. A planície do Tietê no planalto paulistano. *Geomorfologia*, n.57, 1978.
- ADAMS, J.R. et al. A land resource information quality management in the Lakje Erie Basin. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 37, n.1, p. 45-50, 1982.
- BAHIA. CEL. *Qualidade ambiental na Bahia; Recôncavo e regiões limítrofes*. Salvador: 1987. 48p.
- BRASIL. *Constituição Brasileira 1988*/coord. por J. Cretella Jr. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1988. 185p.
- CAVALHEIRO, F. O planejamento de espaços livres. O caso de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. *Silvicultura em São Paulo*. 1982, Campos de Jordão. *Anais...* São Paulo: Instituto Florestal, 1982, v. 16A, n. 3, p. 1819-30.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Drenagem urbana: manual de projeto*. São Paulo: 1986. 464p.
- CUÉTERA, O.; BUZAI, G. D. O SIG no sistema bancário. *Fator GIS*, v. 3, n. 11, p. 42-3, 1995.
- DEAN, W. *Rio Claro: um sistema brasileiro de grande lavoura, 1820-1920*. Trad. Waldivia Portinho. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977. 205 p.
- FIBGE. *Recenseamento Geral do Brasil 1980*: São Paulo. Censo Agropecuário. Rio de Janeiro: 1984. v. 2, t.3.

- FORMAGGIO, A.R.; ALVES, D.S.; EPIPHANIO, J.C.N. Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, v. 16, n. 2, p. 249-56, 1992.
- HOUGH, M. *City form and natural process*. Beckenham: Croom Helm, 1984. 281p.
- IRWIN, F.; WILLIAMS, I.R. Catchments as planning units. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 42, n. 1, p. 6-9, 1986.
- LIMA, E.R.V.; KUX,H.J.H.; SAUSEN, T.M. Sistema de informações geográficas e técnicas de sensoriamento remoto na elaboração de mapa de riscos de erosão no sertão da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, v. 16, p. 257-63, 1992.
- LIMA, M.A. *Avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no Município de Rio Claro, SP*. Rio Claro: UNESP, 1994. 264p.
- MACHADO, P.A.L. *Direito ambiental brasileiro*. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 1989. 478p.
- MURTY, C.V.S.S.B.R.; VENKATACHALAM, P. Delineation of erosion cells in a watershed using GIS. *Journal of Environmental Management*, v. 36, p. 167-84, 1992.
- NISTAL, M.A.I. Criterios para la creacion de um sistema de informação territorial. In: CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA SOBRE INFORMÁTICA EM GEOGRAFIA, San Jose, 1987. *Anais...* p.347-74.
- NOVO, E.M.L.M. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. São Paulo: Edgard Blucher, 1992. 308p.
- PELLETIER, R. E. Evaluating nonpoint pollution using remotely sensed data in soil erosion models. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 40, n. 4, p. 332-5, 1985.
- PENTEADO, M.M. Condições geomorfológicas ao abastecimento da água na área de Rio Claro. *Notícia Geomorfológica*. Campinas: v.6, n.12, p.15-41, 1966.
- PRANDINI, F.L. et al. Uso e ocupação do solo no Alto Paraíba (I): contribuição ao conhecimento de sua evolução. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. Silvicultura em São Paulo, Campos de Jordão, 1982. *Anais...* São Paulo: Instituto Florestal, 1982. v. 16A, n. 3, p. 1929-35.
- RODRIGUES, M. Introdução ao geoprocessamento. In: GEOPROCESSAMENTO. São Paulo: Universidade de São Paulo. Escola Politécnica, 1990. p. 1-26.

- SANCHEZ, M. C. Agricultura e industrialização - características econômicas. In: RIO Claro Sesquicentenária. Rio Claro: Museu Histórico e Pedagógico Amador Bueno da Veiga, 1978. p. 91-101.
- SILVA, A. B. et al. Estudo da dinâmica dos recursos hídricos para planejamento urbano - região característica de Lagoa Santa. MG. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 3, 1989, Nova Friburgo. *Anais...* Rio de Janeiro: UFRJ, 1989. v. 1, p. 238-54.
- STAR, J.; ESTES, J. *Geographic Information Systems*. New Jersey: Prentice Hall, 1990. 303p.
- TEIXEIRA, A. et al. Qual é a melhor definição de SIG. *Fator GIS*, v. 3, n.11, 1995. p.20-4.
- UEHARA, K. Necessidade de estudos de novos critérios de planejamento de drenagem de várzea de regiões metropolitanas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 6, 1985, São Paulo. *Anais...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos, 1985. v.3, p.112-9.
- VENTURA, S.J., NIEMANN, B.J., MOYER, D.D. A multipurpose land information system for rural resource planning. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 43, n. 3, p. 226-9, 1988.
- WALSH, S.J. Geographic information systems for natural resource management. *Journal of Soil and Water Conservation*. v. 40, n. 5, p. 202-5, 1985.

Glossário

Geoprocessamento – conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento e uso de sistemas que as utilizam (Rodrigues, 1990)

Sistema de Informação Geográfica - SIG – Conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas, integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georeferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação (Teixeira et al. 1995)

Sensoriamento remoto – Utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações (Novo, 1992)

Bacia hidrográfica – Qualquer área de terra determinada por aspectos topográficos, na qual as águas superficiais drenam para seu nível mais baixo. Uma bacia hidrográfica pode ser formada por um conjunto de bacias hidrográficas + menores (secundárias) (Irwin & Williams, 1986)