

# SUBSÍDIOS METODOLÓGICOS À GESTÃO DO MEIO AMBIENTE

*ANALÚCIA BUENO DOS REIS GIOMETTI*

*LÚCIA HELENA OLIVEIRA GERARDI*

*IANDARA ALVES MENDES*

## **Introdução**

É incontestável a existência de uma indissolúvel interligação entre o meio ambiente e o homem, e essa máxima independe do grau de desenvolvimento incorporado pela sociedade humana. Analisando-se a história da humanidade, é possível constatar que à medida que a complexidade da sociedade humana foi aumentando, a atividade antrópica, acompanhando esta evolução, foi se tornando mais expressiva, o que acarretou numa manipulação cada vez maior do Geossistema e como consequência, foram sendo introduzidas mudanças no meio ambiente.

O poder do homem em manipular o ambiente foi crescendo na mesma proporção que suas ações trouxeram deterioração ao Sistema Terrestre.

Os limiares ou limites críticos, a partir dos quais os fenômenos morfogênicos são desencadeados, cada vez mais são rapidamente atingidos, e sabe-se que estas mudanças encontram-se intrinsecamente vinculadas às atividades humanas.

Desenvolvimento para ser considerado sustentável, deve levar em conta os fatores ecológicos e os recursos renováveis e não renováveis dos ecossistemas. Ao mesmo tempo, deve se preocupar também com os fatores sociais e econômicos pertinentes aos Subsistemas Antrópicos, além de procurar, entre as ações executadas pelo homem, as que se traduzam em vantagens e desvantagens ao sistema, e isto numa escala temporal de curto, médio e longo prazo.

Dependendo do objetivo a ser alcançado, o recorte para a aplicação deste método aqui proposto, pode variar de escala, indo desde uma bacia hidrográfica, município, estado ou até mesmo um país. Objetivando a compreensão da dinâmica do sistema enfocado, são utilizadas técnicas tanto para a reprodução cartográfica

do recorte da área estudada, como para a identificação de atributos específicos de alguns dos elementos a ele vinculados, envolvendo trabalhos de campo, gabinete e laboratório. A delimitação da representação deste espaço tem como suporte de estudo fontes primárias. Com estas fontes em mãos, é possível a obtenção de subsídios que possibilitam diagnosticar o Subsistema Ambiental que compõem a organização deste espaço físico.

A etapa seguinte consta do levantamento da organização político-sócio-econômica, o que possibilita a compreensão da dinâmica populacional e ocupação do uso da terra na área de estudo.

Num segundo momento, levanta-se o uso da terra em pelo menos três períodos, o que possibilita a confecção das Cartas do Uso da Terra. Comparando-se estas informações com o levantamento realizado do cenário ideal determinado pelas Leis Ambientais, o que possibilita a confecção da Carta sob a Perspectiva da Legislação Ambiental, é possível gerar o desvio da utilização das terras frente a ocupação humana e o que determina a legislação.

O próximo passo consiste em montar um trabalho de campo com o intuito de monitorar a dinâmica pluvio-erosiva da região, através dos efeitos causados nos canais fluviais. Para este objetivo ser alcançado é realizado o monitoramento da quantificação do assoreamento e da carga detrítica em suspensão transportada nos canais principais. Ainda no trabalho de campo deve ser feito o acompanhamento dos dados climáticos de temperatura e precipitação diária, buscando a caracterização climática da sua área de abrangência.

Lançando mão do monitoramento das características químicas, físicas e biológicas das águas dos cursos principais das bacias hidrográficas inseridas neste contexto, é possível gerar dados que espelham a qualidade atual dos cursos d'água.

Dando continuidade aos estudos passa-se para a confecção das seguintes cartas: Classificação em Capacidade de Uso das Terras, Pedológica, Potencial Natural a Erosão, Compartimentação Geológica e Morfológica, a Carta de Energia do Relevo, o que possibilita atingir, com o cruzamento de todas estas informações, o Zoneamento Geoambiental da área.

Com todo este levantamento em mãos é possível atingir a fase metodológica seguinte, que diz respeito a divisão da região em áreas de suscetibilidade ambiental, classificando cada uma delas através da maior ou menor fragilidade à interferência do Subsistema Humano, e assim, zonedar as áreas mais susceptíveis aos impactos ambientais negativos.

A partir deste estudo pode-se chegar ao prognóstico ambiental como subsídio a gestão ambiental.

Para desenvolver este trabalho o referencial teórico foi embasado na Teoria Sistêmica, e na linha Funcional, de caráter dedutivo analógico que objetiva, apontar

como será conduzida esta pesquisa, de forma a elucidar os mecanismos de retroalimentação entre os elementos identificados na organização espacial da área de aplicação desta metodologia, representada neste trabalho pela drenagem do Ribeirão dos Pinheirinhos, principal afluente da bacia hidrográfica do Rio Tietê/SP, Brasil. Nesta perspectiva sistêmica, o espaço é aqui representado pela área de 258,00 km<sup>2</sup> que compõem a bacia em questão, no qual os inputs e output de matéria e energia que ocorrem entre os elementos que integram o sistema, e com o exterior, possibilitam classificar esta bacia como um sistema aberto.

Assim, a metodologia sistêmica servirá de back-ground tanto na identificação do arcabouço físico, como no levantamento das forças político-sócio-econômicas que atuaram no tempo e no espaço deste ambiente geográfico.

### **Subsídios Metodológicos e Técnicos**

Na área de estudo para se atingir a suscetibilidade ambiental, e assim, chegar a sua Gestão Ambiental, devem ser executados os passos metodológicos (Quadros 1 e 2) e as técnicas descritas a seguir.

A delimitação da representação deste espaço teve como suporte de estudo fontes primárias, tais como: a carta topográfica publicada em 1974 pelo IBGE, folha Brotas (SF-22-Z-B-III-4), na escala 1:50.000; a carta pedológica elaborada pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, inédita, na escala 1:50.000; a carta geológica do consórcio CESP/IPT de 1980, Folha Dois Córregos (SF-22-Z-B-III), escala 1:100.000; fotografias aéreas comercializadas pela BASE S/A, sobrevoos de 1972, na escala 1:25.000 e a de 1988, 1:40.000; imagem de satélite comercializada pelo INPE, datada de 1990 e na escala 1:100.000, além da realização de trabalho de campo.

Com estas fontes em mãos, foi possível a obtenção de subsídios que possibilitaram diagnosticar o Subsistema Ambiental que compõe a organização deste espaço físico.

Houve a preocupação de caracterizar o clima da área de estudo, e para atingir este objetivo, levantou-se dados de temperatura e precipitação que abrangeram o período de 1975 até 1995, com a Companhia Paulista de Força e Luz de Torrinhã - CPFL, os quais foram enriquecidos a partir do ano de 1995, com trabalho de campo que levantou os índices de temperatura máxima e mínima e pluviosidade diária até o ano de 1998. Com estes dados, que abrangeram um intervalo de 18 anos no elemento temperatura, foram inicialmente calculadas as médias diárias entre as oscilações máximas e mínimas no período de 24 horas. O passo seguinte foi o de calcular as médias mensais e anuais com o intuito de conhecer o ritmo climático da região



estudada. Os mesmos passos foram seguidos com os dados de precipitação, num intervalo de 23 anos. A observação da distribuição diária dos dados climáticos permitiu definir o ano padrão, através da variação média anual no período estudado.

Também foi possível acompanhar as tendências climáticas para o período estudado, o que possibilitou caracterizar a análise rítmica climática do Ribeirão dos Pinheirinhos.

A Carta Geológica da área de estudo foi organizada a partir dos mapas vinculados ao PROJETO PAULIPETRO – CONSÓRCIO CESP/IPT, Folha Dois Córregos (SF-22-Z-B-III), na escala 1:100.000, publicados pelo Governo do Estado de São Paulo, em 1980.

Para fins de análise optou-se pela escala 1:50.000, através da transposição mecânica das informações, o que foi possível a partir da utilização do pantógrafo.

Com o intuito de caracterizar o quadro geomorfológico da bacia dos Pinheirinhos, foram elaboradas as Cartas Geomorfológicas (Morfográfica e Morfométrica – Clinográfica, Dissecação Horizontal, Dissecação Vertical e Energia do Relevo), além de Perfis Topográficos.

A carta morfográfica foi elaborada a partir da interpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas do cenário de 1972, na escala 1:25.000.

Para os trabalhos de fotointerpretação optou-se pelo estereoscópio de bolso que foi escolhido por ser um aparelho que propicia acentuado exagero da escala vertical, o que facilita a extração das informações, pois o relevo da área apresenta, na maior parte, pequena diferença altimétrica.

Após a fotoleitura e fotoanálise dos pares estereoscópicos de fotografias aéreas, referentes ao cenário de 1988, constatou-se uma grande similitude com aquele relativo ao cenário de 1972. Em função desta constatação, optou-se por se manter apenas a carta geomorfológica do cenário de 1972. Esta fase do trabalho se encerrou após a montagem dos overlays em papel poliéster e conversão da escala através da utilização do aerosketchmaster, o que possibilitou a composição da carta final.

Para a elaboração das cartas morfométricas, utilizou-se como suporte a base cartográfica organizada no decorrer da pesquisa na escala 1:50.000, com equidistância de 20 (vinte) metros. Para a elaboração desta base utilizou-se a Carta do Brasil, Folha Brotas (SF-22-Z-B-III-4), publicada em 1974 pelo INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).

A carta clinográfica possibilitou a espacialização das diversas declividades observadas na área da bacia. Foram definidas seis classes escolhidas com base nas características morfoesculturais e no objetivo do trabalho, sem negligenciar as características morfoestruturais, através da fórmula definida por DE BIASI, 1970 e adaptada por SANCHES, 1993.

A carta de dissecação horizontal do relevo estabeleceu na bacia, classes de extensão de interflúvios, o que possibilitou identificar as diferentes áreas fornecedoras de água do escoamento pluvial.

Buscando identificar as classes de dissecação vertical na área de estudo, esta carta permite a identificação da altitude relativa em todos os setores da bacia.

Após estas etapas, foi iniciada a elaboração da carta de energia do relevo, a partir da integração dos dados relativos às cartas clinográficas, dissecação horizontal e dissecação vertical. A análise integrada destes dados possibilitou a elaboração da carta de energia do relevo (técnicas desenvolvidas por SPIRIDONOV, 1981 e adaptadas por MAURO et al., 1991 e MENDES, 1993).

Houve a preocupação de monitorar e quantificar os processos de assoreamento do canal principal, num período de 17 meses, ou seja, de abril de 1995 a setembro de 1996. A técnica utilizada para este intento foi desenvolvida neste trabalho. Este estudo contou com dados levantados em trabalho de campo, durante o período de monitoramento das águas do curso principal, que possibilitaram avaliar os sedimentos em suspensão (SSmg/l). Estes ensaios foram realizados no laboratório da Seção de Ecologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), com periodicidade bimestral.

Para a instalação das estacas visando o acompanhamento do nível de sedimentos transportados e depositados pelo fluxo fluvial, foram definidas duas parcelas experimentais ao longo do perfil longitudinal do Ribeirão dos Pinheirinhos. A escolha baseou-se nas características morfológicas do entorno, capazes de espelhar a dinâmica das macrozonas A – Região das Cuestas Basálticas e B – Região do Planalto Ocidental Paulista (GIOMETTI, 1993).

Assim, na primeira parcela experimental três estacas foram colocadas nas duas margens da lagoa formada pela barragem da Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL, após o fluxo dos Pinheirinhos ter passado por uma ruptura de relevo de aproximadamente 20 (vinte) metros de altura, posicionada a uma distância de noventa metros a montante deste sítio-controle. O uso do solo do entorno é de pastagem, associada à cana-de-açúcar e citrus.

A segunda parcela experimental foi estabelecida a 1,35 km da foz. Este local caracteriza-se por apresentar o uso do solo explorado pela pastagem e cana-de-açúcar. Pela dificuldade de acesso neste local, não foi possível colocar as estacas em ambas as margens, sendo, portanto, fixadas duas na margem esquerda dos Pinheirinhos.

Neste monitoramento, foram utilizadas estacas de madeira de 3,5m de altura. Estas estacas foram marcadas com espaçamentos de 10 (dez) em 10 (dez) centímetros até a altura de 3 metros. Nesta medida foi assinalada uma marca fixa que serviu de balisamento nos estudos. Com o intuito de facilitar o

acompanhamento dos processos de sedimentação na calha fluvial, as estacas foram fixadas próximas das margens, mas em setor relativo ao leito normal.

Definido o local do acompanhamento, passou-se para a fase seguinte. Nesta etapa, houve o cuidado de se adaptar uma régua móvel que servisse ao intento, ou seja, medir a deposição do fundo do leito sem que se removesse o material sedimentado. Para que o experimento lograsse êxito, fabricou-se um aparelho constando de duas réguas de material resistente que unidas possibilitassem medições a 2,5 m de profundidade. Ambas eram conectadas a uma base quadrada de metal de 30 centímetros, que atuava como uma superfície de apoio.

Com este instrumento, foi possível acompanhar a dinâmica de sedimentação que se processou ao longo do período de monitoramento, que abrangeu de 11 de abril de 1995 até 02 de setembro de 1996, portanto num intervalo de tempo de 17 meses, com periodicidade mensal.

Com este procedimento foi possível acompanhar a evolução da deposição na margem e fundo do canal fluvial.

Já, a carta pedológica da área de estudo foi organizada tendo como base a Carta Pedológica de Brotas, na escala 1:50.000, inédita, do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) identificando-se 10 (dez) classes taxonômicas e 9 (nove) associações de solos na área de estudo.

A etapa seguinte constou do levantamento da organização político-sócio-econômica, o que possibilitou a compreensão da dinâmica populacional na área da bacia dos Pinheirinhos.

Com a preocupação de contribuir com subsídios que possibilitem alcançar as metas do planejamento ambiental da bacia enfocada, foi dado destaque a um estudo temporal do uso e ocupação do solo da área do Ribeirão dos Pinheirinhos, abrangendo três décadas: - setenta, oitenta e noventa - o que permitiu acompanhar a evolução da ocupação humana na bacia de drenagem dos Pinheirinhos.

As cartas resultantes deste estudo buscaram registrar os usos predominantes em cada década, os quais se caracterizavam por apresentarem maior expressão areal. Para tanto foram analisadas fotografias aéreas datadas de 1972 e 1988 e imagem de satélite de 1990, sendo esta última atualizada para 1992, com trabalho de campo.

As fotografias aéreas datadas de 1972 apresentam-se na escala 1:25.000 e as de 1988, na escala 1:40.000. Por sua vez, a imagem TM LANDSAT 5, bandas 3 e 4, infravermelha falsa cor está na escala 1:100.000, é datada de 02/10/90.

Assim, para a confecção das cartas secundárias que registraram o uso do solo da bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, foram utilizadas diferentes técnicas de interpretação. Na primeira lançou-se mão da técnica de fotointerpretação, a qual

permite identificar classes de uso do solo através dos pares estereoscópios de fotografias aéreas. Na segunda, quando o estudo envolveu imagem de satélite, houve a necessidade de utilização da lupa de mesa iluminada para a identificação dos alvos.

Após esta etapa de trabalho, com o intuito de homogeneizar as escalas e assim compatibilizá-las, foi usado o pantógrafo nas cartas de uso vinculadas aos cenários de 1972 e 1992, o que possibilitou a aproximação das escalas para 1:50.000. Já, quando o estudo fundamentou-se na carta do uso de 88, a passagem da escala foi realizada pela redução xerox.

A Carta de Áreas de Preservação Permanente, Proteção Ambiental e Reservas Ecológicas da bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos é resultante de um trabalho de interpretação e espacialização das Leis Ambientais contidas no Código Florestal, no Decreto Estadual 20.960/83 e na Lei Estadual 7.438/91. Este documento demarcou áreas da bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, que por força da LEI deveriam estar preservadas em suas riquezas florestais.

Para atingir o objetivo foram observadas as seguintes etapas:

1. delineada a rede de drenagem através da fotointerpretação das fotografias aéreas de 1972, foi possível identificar os nichos de nascentes permanentes e temporárias, demarcar uma área com raio de 50 metros de largura, e assim assinalar área de preservação permanente de acordo com o Artigo 2º, letra **c**, do Código Florestal;
2. ao redor de lagoas, lagos e reservatórios artificiais foi delimitada uma área relativa a 100 metros, que obedece ao Artigo 3º, letra **b**, item II do Código Florestal;
3. foram marcadas áreas equivalentes a 30 metros ao longo das margens fluviais por toda a rede de drenagem. Esta homogeneidade se deve a ser esta rede de drenagem composta por cursos d'água com largura inferior a 10 metros (Artigo 2º, letra **a** do Código Florestal);
4. as áreas com declividades <sup>3</sup> 46% foram delimitadas, uma vez que em tais características não é permitida a retirada da cobertura florestal, só sendo nelas tolerada a extração de toros quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes (Artigo 10º, Código Florestal);
5. nos topos dos morros, montes, montanhas e serras são considerados de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural que estiverem em área delimitada a partir de curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima de elevação em relação à base, Artigo 2º, letra **d** e Artigo 3º, letra **b**, item IV do Código Florestal. Também nas montanhas e serras, quando ocorrerem dois ou mais morros cujos

cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a 500 metros, a área total será considerada Reserva Ecológica, abrangendo o conjunto de morros em tal situação e delimitada a partir da curva de nível correspondente aos seus 2/3 (dois terços) de altura em relação à base (Artigo 4º, Código Florestal). Em função do exposto, foram delimitados todos os topos com a característica mencionada.

Além do respaldo do Código Florestal, foram utilizadas as cartas geomorfológica, clinográfica e da rede de drenagem, o que possibilitou a interpretação, análise e confecção da carta de áreas de preservação.

Com base nos dados levantados no decorrer desta pesquisa, referentes às cartas: pedológica e clinográfica, foram calculados os índices de capacidade e uso desta bacia, o que gerou a Carta de Capacidade de Uso. Com estes dados em mãos, o passo seguinte foi o da espacialização dos mesmos.

Para confeccionar a Carta do Potencial Natural de Erosão, foi necessário cruzar os dados: pedológicos, clinográficos e de Erodibilidade da bacia de drenagem. Este potencial trabalha índices espaciais que não levam em conta a cobertura vegetal mesmo que natural, quando estabelecem as estimativas de perdas de solo. Neste enfoque é trabalhado o Subsistema Ambiental sem qualquer intervenção do Subsistema Humano.

Os dados de erodibilidade, por estarem associados às propriedades inerentes ao solo, levam em conta a porosidade, a textura e a permeabilidade. A combinação destes, associada à intensidade e duração das precipitações, aos diferentes graus de declividade do terreno, irá refletir os diferentes graus de suscetibilidade natural da área à ação erosiva. Para estabelecer o valor da erodibilidade do solo (fator K) utiliza-se a fórmula, extraída do trabalho de BUENO, 1994:  $K = A/EI$  onde: K = erodibilidade do solo; A = perda de solo da parcela; EI = unidade de índice de erosão da chuva. Assim foram levantadas áreas consideradas de alto, médio, baixo e nulo potencial erosivo natural, através da matriz que expressa os valores de erodibilidade e declividade.

Lançando mão do monitoramento das características químicas, físicas e biológicas das águas do curso principal, foi possível gerar dados que espelhassem a qualidade atual dos cursos d'água que compõem esta bacia de estudo.

Com o objetivo de monitorar a qualidade das águas do Ribeirão dos Pinheirinhos, visando a determinação da capacidade do rio de assimilar os efluentes domésticos-industriais e rurais, foram coletadas amostras de água ao longo do perfil longitudinal.

Este material coletado foi submetido a análises laboratoriais cujos resultados evidenciaram suas características físicas, químicas e biológicas, permitindo o diagnóstico em vários locais e momentos distintos da qualidade das águas do Ribeirão dos Pinheirinhos.

Para a escolha dos pontos de amostragem ou sítio-controles ao longo do perfil longitudinal, foram considerados os aspectos gerais da paisagem, principalmente aqueles relacionados à geomorfologia, à hierarquia da rede de drenagem e ao uso do solo. Além desses aspectos de caráter geográfico, considerou-se a proposta amplamente difundida pela WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO, (1988), a qual possibilita maior operacionalidade, menores custos e máxima representatividade das análises efetuadas. Neste contexto, na seleção dos pontos de amostragem, foram considerados os fatores relacionados à facilidade de acesso aos cursos d'água, onde as amostras de água foram obtidas próximas à margem, devido à pequena proporção do Ribeirão. Foram também levadas em conta a localização do sítio urbano e concentração industrial, que bem caracterizassem os elementos do sistema urbano-industrial, em oposição à presença marcante de elementos que formassem o agroecossistema.

O próximo passo constou da elaboração de um roteiro de campo, de forma a orientar os estudos nos locais previamente definidos, dando destaque aos quatro pontos de amostragem mais representativos, percorridos num único dia, e que apresentaram as seguintes características:

- 1º Ponto: a finalidade da escolha deste ponto no início do curso principal foi a qualidade da água na bacia de captação das nascentes principais, para que as análises efetuadas indicassem resultados os mais próximos das condições ambientais naturais, com o mínimo de interferência antrópica. Tendo em mente esta característica, o ponto foi demarcado a 2,50 km a jusante da principal nascente dos Pinheirinhos. Esta nascente está localizada em área de mata preservada e foi considerada o marco zero para servir de balizamento às medidas efetuadas ao longo do perfil longitudinal, e poder assim estabelecer as distâncias dos demais pontos.
- 2º Ponto: neste ponto foram levados em consideração as condições ambientais que refletissem características de região de domínio das atividades agropecuárias. Dista 16,50 km da nascente principal (marco zero), e localiza-se num ponto onde o Ribeirão apresenta corredeiras em seu leito e um pequeno salto. Este local apresenta ausência de mata ciliar, exploração do solo com citricultura e predominância de pastagens que expõem as margens a intenso pisoteio do gado, sendo atividade que utiliza a água deste ribeirão para fins de dessedentação da criação.
- 3º Ponto: Para o estudo dos efeitos poluentes dos efluentes domésticos e industriais sobre o Ribeirão dos Pinheirinhos, este ponto foi escolhido levando-se em conta a contaminação bacteriológica, pois foi estabelecido a 800 metros a jusante do local onde são lançados "*in natura*" os esgotos da zona urbana de Torrinha. Esta localização teve como finalidade detectar

as mudanças impostas à qualidade da água, após os dejetos serem lançados no curso principal. Localiza-se a 29,35 km do marco zero a 100 metros da barragem do represamento das águas pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). Apresenta ausência de mata ciliar e uso do solo com as culturas da cana-de-açúcar e citricultura.

4º Ponto: procurando um local que amostrasse em que condições a água deste Ribeirão chega à rede de drenagem principal – Jacaré-Pepira, rio de sexta hierarquia, e de cuja bacia o Pinheirinhos vem a ser o tributário da margem esquerda de maior importância, foi demarcado o último ponto do trabalho de campo. Este ponto de amostragem situa-se a 1,35 km à montante da foz e a 43,45 km do marco zero. Ali constata-se a presença da mata ciliar, embora aquém das dimensões recomendadas e estabelecidas por Lei, sendo o uso representado por pastagens e cultura da cana-de-açúcar.

Esses sítios-controles de amostragem foram monitorados quanto a possíveis transformações que viessem a apresentar em seu entorno, buscando acompanhar possíveis mudanças no uso e ocupação de seu solo. Neles foram feitas coletas de água que permitiriam análises químicas, físicas e biológicas com as quais foi possível visualizar a seqüência de distribuição dos elementos analisados, os quais possibilitaram formar um quadro da qualidade da água da rede hidrográfica estudada.

Houve o cuidado de se anotarem as informações relevantes que servissem de suporte ao trabalho de campo, dentre as informações que se fizessem necessárias ao bom andamento dos trabalhos, como por exemplo: pontos com fortes odores da água ou mudança de coloração, mortandade de peixes, mudanças acentuadas no entorno do curso fluvial, enchentes, queimadas.

As coletas eram iniciadas por volta da 8:30 horas e finalizadas aproximadamente às 15:00 horas, numa seqüência do primeiro para o quarto ponto, tendo o cuidado para que fossem realizadas praticamente no mesmo horário.

Após o término das coletas, somados os 4 pontos de amostragem, perfizeram um total de 104 amostras de água que resultaram no mesmo número de análises.

A retirada do material a ser analisado foi feita na superfície do curso d'água com o seguinte procedimento: 1. o mergulho, manual e rápido, do frasco de coleta com a boca voltada para baixo, até a profundidade máxima; 2. o frasco era direcionado de modo que sua boca ficasse em sentido contrário à correnteza e então retirado do corpo d'água, 3. imediatamente após o fechamento, os frascos eram etiquetados.

Com este procedimento, as amostras de água eram coletadas e acondicionadas em frascos autoclaváveis de polietileno com capacidade de 1.000 ml, em vidraria pirex transparente e âmbar esterilizados, com capacidade de 500 ml e garrafas de

plástico com capacidade de 2.000 ml, etiquetados e imediatamente acondicionados em caixas de isopor, onde as amostras permaneciam em banho de gelo, até serem introduzidas nos laboratórios, num prazo máximo de 8 horas desde sua coleta. Para cada ponto eram retirados 3,5 litros de água.

No próprio ponto de coleta eram feitas as medições de temperatura da água (°C), na própria correnteza do rio e do ar (°C), na sombra, utilizando o Termômetro de Mercúrio. O Oxigênio dissolvido (mg/l) era medido com o aparelho Oxigen Meter de fabricação da Yellow Spring, o qual possibilitava mergulhar o eletrodo diretamente no corpo d'água do Ribeirão e a profundidade e penetração dos raios solares eram assinalados com o disco de Secchi. Já a condutividade elétrica (mS/cm), era determinada pelo Condutivímetro Hach.

Após cada término de coleta das amostras, estas eram encaminhadas aos laboratórios que ficaram responsabilizados pelos processamentos. Desta maneira, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), da Universidade de São Paulo, "*Campus Luiz de Queiróz*", em Piracicaba, foram feitas análises em dois de seus laboratórios, sendo um da Seção de Química Analítica e Radioquímica e o outro da Seção de Ecologia, ambos trabalhando os dados numa periodicidade bimestral. Outro laboratório responsável pelas análises foi o do Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Rio Claro (DAAE), com periodicidade mensal. Complementando os exames laboratoriais, as amostras eram encaminhadas ao laboratório do Departamento de Bioquímica da UNESP/Campus de Rio Claro, que manipulava as coletas a cada três meses, aproximadamente.

Com este procedimento, as coletas e análises das amostras de controle seguiram três critérios de periodicidade, mas tomando os devidos cuidados para que fossem realizados dentro do mesmo período anual, ou seja, julho/1995 a setembro/1996.

No primeiro critério houve a avaliação mensal durante um período de 13 meses, correspondendo a julho – dezembro de 1995 e janeiro – setembro de 1996, buscando assim detectar os seguintes parâmetros: 1. características físicas e organolépticas; 2. características químicas e, 3. exames bacteriológicos, através do laboratório do DAAE. No segundo critério, a periodicidade baseou-se em um intervalo maior, ou seja, de 75 em 75 dias, aproximadamente, embora dentro do mesmo intervalo de meses, possibilitando obter dados referentes aos metais pesados junto ao Laboratório de Química Analítica e Radioquímica. Já os dados sobre a contaminação orgânica levantaram os compostos organoclorados, no Laboratório de Ecologia.

No terceiro critério foram feitas análises a cada 90 dias, buscando detectar bactérias heterotróficas no curso fluvial pelo Laboratório da Bioquímica.

Assim, no Laboratório do Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Rio Claro (DAAE), as técnicas empregadas para as determinações foram: 1. das

características físicas e organolépticas da água, realizadas segundo os parâmetros que observaram intervalos do Valor mais que Provável de detecção; 2. das características químicas; 3. Exames bacteriológicos obtendo a Contagem Padrão de Bactérias (Colônias/ml a 35°C em 48 horas) dos Coliformes Totais e Fecais pela Técnica dos Tubos Múltiplos para Quantificação de Coliformes Totais e Fecais, em amostras de água, obtendo-se assim através do Método da Determinação do Número mais Provável de Coliformes Totais e Fecais em cem mililitros – (NMP/100ml).

Todo o trabalho de campo, com periodicidade mensal, foi realizado num intervalo de tempo que possibilitou a divisão dos dados em dois períodos climáticos bem distintos, ou seja, entre os meses mais chuvosos e os mais secos, definidos pelo Método de Gausson e Bagnouls. Para tanto, foi realizado o acompanhamento diário dos dados climáticos de temperatura e precipitação, o qual possibilitou a obtenção dos respectivos dados mensais. Deste modo, foi possível comparar o comportamento dos níveis de poluição química e bacteriológica do fluxo fluvial apresentado na estação chuvosa com aqueles apresentados na estação seca.

Este estudo, assim subdividido possibilitou estabelecer comparações e conclusões sobre o processo de autodepuração da carga dos efluentes orgânicos, compostos pelos esgotos domésticos e agropecuários lançados sem prévio tratamento nos cursos d'água, além de acompanhar a descarga dos deflúvios industriais.

Já no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Laboratório da Seção de Química Analítica e Radioquímica, foram realizadas as determinações de íons estabelecidos sob os seguintes limites mínimos de detecção: 0,02 mg/l para Cobre (Cu), 0,01 mg/l para Zinco (Zn), 1,0 mg/l para Bário (Ba), 0,02 mg/l para Cádmio (Cd), 0,05 mg/l para Chumbo (Pb), 0,02 mg/l Cromo (Cr), 1,0 mg/l para Boro (B), 0,02 mg/l para Níquel (Ni) por ICP-AES. Estes íons foram determinados por Espectrofotometria de Emissão Atômica Acoplado Indutivamente – ICP/AES, modelo 975, Plasma AtomComp Jarrell – Ash. A determinação do Amônio foi realizada pelo método de difusão-condutividade, acoplado ao sistema FIA.

No segundo Laboratório do mesmo centro, as análises foram complementadas com os exames físico-químicos na Seção de Ecologia, sendo aí identificados a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO mg/l), os Sedimentos em Suspensão (SSmg/l) do curso principal levados para análises em seis coletas amostrais, mas dentro do mesmo intervalo de tempo, ou seja, agosto de 1995 a setembro de 1996, a Condutividade Elétrica (uS/cm) pelo Condutivímetro “Hach” e a contaminação por Pesticidas Organofosforados.

No Laboratório do Instituto de Biociências de Rio Claro – Departamento de Bioquímica, foram analisadas as amostras de água buscando quantificar o número de bactérias heterotróficas através do método de plaqueamento em superfície.

Considerando a necessidade de se classificarem os setores fluviais do Ribeirão dos Pinheirinhos, a fim de avaliar a evolução da qualidade de suas águas ao longo do monitoramento, no tocante às cargas poluidoras lançadas nos cursos d'água, foi estabelecido o nível de qualidade das águas igual ou superior a 80% do total das amostras colhidas em qualquer mês, total este estabelecido por Lei para cada parâmetro monitorado.

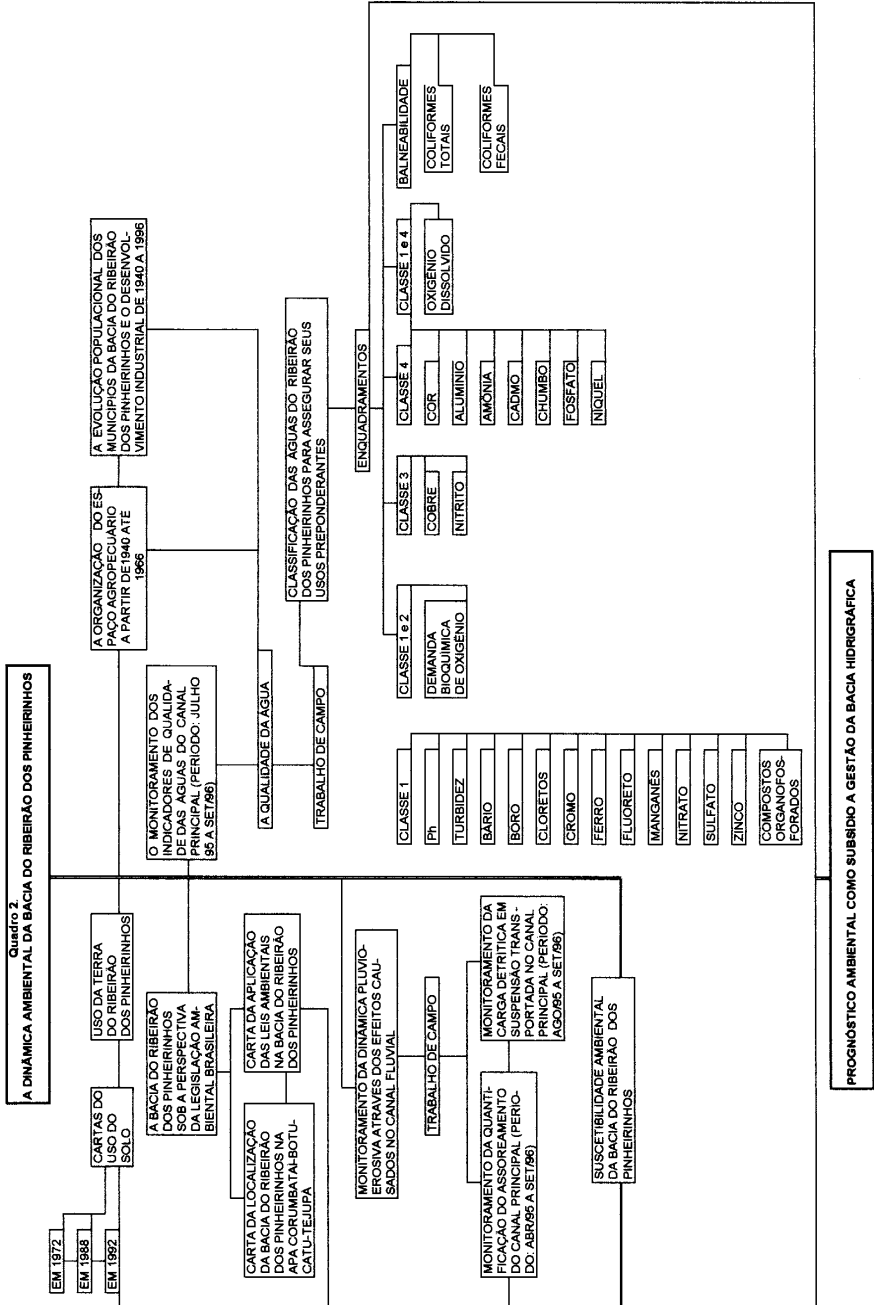
Desta forma, foram obtidos os Níveis Atuais da Qualidade das Águas do Ribeirão dos Pinheirinhos, sendo que a Classificação das Águas deste ribeirão, foi estabelecida segundo a adaptação da Resolução CONAMA nº 20, 10/06/86(SÃO PAULO-SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 1994, p.72-77 e atualizada através da SECRETARIA EXECUTIVA DO CONAMA (1998, [online]), enquadrando-se nas seguintes condições: classe 1=boa, classe 2=aceitável, classe 3= ruim, classe 4=péssima e a classe 5= inspira sérios cuidados (Artº 1 e Artº 26 da Resolução CONAMA nº 20, de 10/06/86).

Com todos esses dados e análises em mãos, foi possível determinar a Potabilidade da Água seguindo o Ministério da Saúde – Portaria nº 36 de 19/01/1990, o Padrão Microbiano de Qualidade da Água e a Balneabilidade. Com a adaptação dos Artigos 4º ao 9º da Resolução/CONAMA nº 20, de 10 de junho de 1986, e pela Portaria nº 36 do Ministério da Saúde (MS) de 19/01/1990, pode-se chegar a Classificar as Águas do Ribeirão dos Pinheirinhos segundo seus Usos Preponderantes.

Em 1993, GIOMETTI individualizou grandes áreas homogêneas na bacia do Rio Jacaré-Pepira da qual a bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos é afluente. Este trabalho foi o ponto inicial para a elaboração da carta de Suscetibilidade Ambiental da área enfocada nesta pesquisa (Quadro 1). Com o presente trabalho foi possível reduzir aquelas de maior significância para a representatividade dos diferentes compartimentos existentes na área, cujos atributos indicassem Classes de Suscetibilidades Ambientais.

O passo seguinte foi o de estabelecer as Classes de Suscetibilidade de acordo com a análise e correlação das informações até então obtidas.

Após a compreensão deste sistema hidrográfico, a etapa final foi estabelecer o seu prognóstico, tendo em vista subsidiar futuros trabalhos de gestão ambiental da região onde se insere o Ribeirão dos Pinheirinhos (Quadro 2).



PROGNÓSTICO AMBIENTAL COMO SUBSÍDIO A GESTÃO DA BACIA HIDRIGRÁFICA

## **Correlação dos Dados com Vistas ao Gerenciamento Geoambiental**

Nos planos de gestão ambiental, a emergência de soluções para os problemas ambientais vem conduzindo os trabalhos num enfoque que prioriza a conservação da qualidade do meio ambiente. Neste gerenciamento, o Subsistema Ambiental deve ser visto de forma global, tendo como meta a ser alcançada a manutenção de sua qualidade, através de diretrizes que norteiam as ações advindas do Subsistema Humano. Há, portanto, uma preocupação em se estabelecerem ações corretivas, mas também em se desenvolverem ações que previnam a degradação de sua qualidade.

Tais propostas objetivam contribuir para que mudanças significativas de posturas e atitudes venham a ocorrer e subsidiem a implementação dos mecanismos de proteção, conservação e recuperação do meio ambiente como instrumentos que conduzam à gestão ambiental da área de estudo.

Torrinha, única zona urbana da área deste estudo, permaneceu à margem do modelo industrial implantado no Estado de São Paulo, o que permitiu à área de seu município uma relativa situação de preservação ambiental, quando comparado aos municípios de seu entorno. Isto, se por um lado a beneficiou, pois permitiu a preservação de costumes e hábitos culturais tradicionais e relativa preservação de seu patrimônio ambiental, por outro manteve-a à margem do desenvolvimento industrial-comercial, o que gerou a estagnação econômica do município.

Cabe enfatizar que na bacia dos Pinheirinhos os estudos de desenvolvimento demográfico, social e econômico sempre a caracterizaram como sendo exemplo de uma região de inexpressiva concentração populacional, abrigando, inclusive, um parque industrial de pouca expressão, voltado para indústrias de pequeno porte que abastecem de gêneros de primeira necessidade o comércio local.

No entanto, apesar do incipiente parque industrial e pequena concentração populacional, o estudo já aponta a necessidade de compatibilizar as cargas poluidoras urbanas, industriais e agrícolas com os potenciais de assimilação dos corpos hídricos dos Pinheirinhos, para mantê-los com padrões de qualidade compatíveis com seus usos preponderantes. O monitoramento de qualidade das águas aponta também a necessidade de se construir estação de tratamento dos esgotos urbanos/industriais e de orientar o crescimento futuro do parque industrial.

Outra medida importante se refere à carga poluidora agrícola, que deve ser capaz de harmonizar o uso e a ocupação do solo com o potencial de assimilação dos corpos d'água, e os estudos apontam que não estão sendo tomadas as devidas precauções.

O estudo também levantou o problema referente ao controle da erosão, mostrando que devem ser tomadas medidas urgentes voltadas à normas de conserva-

ção do solo nas áreas agrícolas. A execução dessas medidas é essencial para a gestão da qualidade das águas e a preservação do solo agrícola da bacia dos Pinheirinhos.

Tendo em vista atingir o nível de detalhamento necessário à tomada de decisão e à reorientação na localização das atividades econômicas, além de medidas restritivas quanto ao uso do solo e da água, buscou-se analisar a dinâmica ambiental em três décadas. Para isto, houve a necessidade de caracterizar e analisar cada um destes cenários.

Espacializar cartograficamente as áreas cultivadas relativas aos cenários de 1972, 1988 e 1992, propiciou o embasamento necessário para a compreensão da interface entre os Subsistemas Ambiental e Humano. Ao levantar os usos do solo da bacia dos Pinheirinhos, foi possível acompanhar a dinâmica ambiental desta porção do território paulista.

O quadro levantado induz à implantação de programas de planejamento que tenham como meta consolidar a retomada do desenvolvimento econômico com bases claramente ambientais. Desta forma, para se atingir tais proposições, devem estas estar respaldadas no levantamento do diagnóstico e prognóstico ambiental da bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos.

Embora o quadro industrial seja de porte pequeno, aliado aos agroecossistemas é suficiente para impactar a bacia de modo a Classificar a Qualidade das Águas quanto aos usos preponderantes como de Classe 1, quando consideram seus elementos pH, turbidez, bário, boro, cloreto, cromo, ferro, fluoreto, manganês, nitrato, sulfato, zinco e compostos organofosforados. Esta condição foi encontrada desde o sítio-controle 1 até a foz do Ribeirão dos Pinheirinhos. Considerando estes aspectos poderiam ser enquadradas como destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que são ingeridas cruas sem remoção de película; à criação natural e/ou intensiva – aquicultura de espécies destinadas à alimentação humana. Porém, quando a análise recai nos parâmetros cor, alumínio, amônia, cádmio, chumbo, fosfato e níquel as águas do Ribeirão dos Pinheirinhos, são classificadas na Classe 4, o que indica serem destinadas apenas à navegação, à harmonia paisagística e aos usos menos exigentes em todos os pontos de controle.

Esta somatória dos índices dos agroecossistemas e do quadro urbano/industrial, refletindo em resultados que expressam alterações na qualidade das águas do Ribeirão dos Pinheirinhos, é novamente assinalada quando são considerados os elementos cobre e nitrito. A classe que indica o uso preponderante das águas é a Classe 3. Seriam estas águas, portanto, destinadas ao abastecimento doméstico,

após tratamento convencional; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras e à dessedentação de animais, condição que foi assinalada em todos os sítios-controle.

Devido ao caráter persistente e acumulativo dos metais pesados como o manganês, o alumínio, o cobre, o cromo, o cádmio, o chumbo, o zinco e o níquel nos ecossistemas, buscou-se levantar seus níveis na bacia, para assim pontuar áreas não poluídas, poluídas ou críticas que por ventura houvessem.

Tomando por base os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 20, de 10/06/1986, para as concentrações de metais pesados nas águas, visando ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, e à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho), tínhamos na bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos o seguinte quadro ambiental:

- os teores de cobre ultrapassaram o limite estabelecido para risco mínimo, portanto, enquadrando-se as águas como poluídas, apresentando toxicidade em altas concentrações;
- os teores de cromo apresentaram-se dentro do limite máximo estabelecido como risco mínimo, portanto, muito próximo de serem estas águas consideradas poluídas. Na forma hexavalente o cromo é tóxico e cancerígeno;
- os teores de cádmio ultrapassaram o limite estabelecido para risco efetivo, portanto, as águas tem qualidade crítica, sendo considerado elemento potencialmente muito tóxico;
- os teores de chumbo ultrapassaram o limite estabelecido para risco efetivo, portanto, a qualidade da água é crítica. O chumbo é altamente tóxico, cumulativo, devendo-se controlar rigorosamente a exposição pelo homem;
- os teores de zinco, não ultrapassam os limites mínimos estabelecidos, o que significa que as águas, deste ponto de vista são consideradas não poluídas.
- os teores de manganês encontram-se dentro do limite estabelecido para o risco mínimo, portanto, muito próximo de atingirem níveis preocupantes. Nos sítios-controles 3 e 4, os índices são bem mais elevados, chegando a ultrapassar os valores estabelecidos, portanto, as águas tornam-se poluídas.
- os teores de níquel sempre estiveram acima dos valores considerados como risco efetivo, o que classifica a água com qualidade crítica, pode causar dermatites nos indivíduos mais sensíveis, afetar nervos cardíacos e respiratórios;
- os teores de alumínio ultrapassaram os níveis estabelecidos pelo risco efetivo, portanto, as águas se enquadram dentro da qualidade crítica em todos os pontos.

Os valores dos metais pesados encontrados nas águas dos Pinheirinhos evidenciam uma contaminação que vem ocorrendo desde a região de captação das nascentes principais. É interessante observar que a fonte inicial da poluição está centrada nos agroecossistemas, pois os índices apontaram estes resultados desde o sítio-controle 1 de monitoramento em quase todos os casos. Quando as águas passam pelo sítio-controle 3 se vêem acrescidas de maior quantidade de material poluente, o que favorece o aumento das taxas ou simplesmente a manutenção do quadro crítico.

É interessante cruzar estes dados sobre os metais pesados encontrados nas águas dos Pinheirinhos com os tipos de indústrias que existem na bacia. Mesmo havendo contaminação por alguns destes metais pesados no sítio-controle 1, quando as águas recebem os efluentes urbano/industriais no sítio-controle 3, passam a confirmar os índices já levantados, pois o parque industrial é representado por unidades fabris de curtumes, vestuário, tingimento de jeans, refrigerantes e químicas representadas pelas sete destilarias de óleos e essências. Assim, a presença do cromo, cobre, níquel e zinco seria explicada, em parte, pelo tipo de indústria que se instalou no município de Torrinha.

As águas, por serem um ótimo solvente, quando expostas às substâncias químicas poluentes, ou em contato com os microrganismos e helmintos presentes nos esgotos domésticos produzidos pelo homem, pode ser contaminada e, assim, espalhar substâncias tóxicas e doenças nos seres vivos.

Buscando levantar alguns dos problemas de saúde aos quais as populações expostas a tais elementos estariam sujeitas, os estudos apontam desde danos ao fígado pela contaminação por cobre, até doenças carcinogênicas advindas da exposição ao cromo.

Já o cádmio, que é considerado tóxico em baixíssima concentração, atua no aparelho gastrointestinal, podendo causar intoxicação aguda e crônica de efeito cumulativo, responsável por doenças cardiovasculares e hipertensão.

O chumbo, por sua vez, é potencialmente perigoso aos seres vivos pois tem efeitos de veneno cumulativo, podendo levar ao saturnismo, a danos ao cérebro e convulsões. O zinco em dosagens superiores a 15mg/l é prejudicial à saúde provocando efeitos nos pulmões. Pequenas doses de alumínio, ingeridas a longo prazo, podem provocar a doença de Alzheimer.

No presente trabalho, a determinação da qualidade das águas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) baseou-se na poluição ocasionada pelo Grupo Coliforme e pelas bactérias Heterotróficas, o que permitiu concluir que a bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos está enquadrada na classificação de águas MÁS, segundo a Secretaria Especial do Meio Ambiente e na categoria IMPRÓPRIAS, segundo a Resolução CONAMA.

A dinâmica temporal e espacial dos valores levantados para Coliformes Fecais, espelham a afirmação de situação CRÍTICA para a qualidade das águas do Ribeirão dos Pinheirinhos, pois os valores ultrapassam 4.000 NMP/100 ml. Com este enquadramento, as águas do Ribeirão dos Pinheirinhos não apresentam condições de balneabilidade. Estas afirmações foram confirmadas na evolução da contagem do padrão de bactérias heterotróficas.

É oportuno lembrar que desde o sítio-controle 1 até o sítio-controle 4, os índices de coliformes permaneceram elevados, indicando contaminação tanto pelos agroecossistemas como pelos esgotos urbanos de Torrinha, que só vieram a agravar as péssimas condições de qualidade das águas.

Uma série de microrganismos patogênicos poderão ser veiculados pelo sistema aquático através do esgoto, desde que nele estejam presentes. Assim, doenças como a febre tifóide, salmoneloses, shigeloses, gastroenterites, cólera, leptospirose, poliomielite, gastroenterites tipo A, hepatite A, amebíase, giardíase, verminoses são algumas das conseqüências advindas das águas contaminadas pelos efluentes urbanos. Com as altas taxas de contaminação pelo Coliforme Total e Coliforme Fecal, levantadas neste estudo, há grande possibilidade da população que reside na bacia estar exposta a tais doenças.

Embora estudos mais detalhados devam ser realizados na área para a real constatação da fonte poluidora, ao que tudo indica a principal contaminação por Coliformes Totais e Fecais no agroecossistema advém das granjas e da pecuária aí desenvolvida associadas aos efluentes urbanos.

Buscando avaliar a perda dos solos agrícolas da bacia, nas duas macrozonas: Domínio Geoambiental do Reverso das Cuestas e Domínio Geoambiental do Planalto Ocidental, foram realizadas medições da deposição do material detrítico acumulado no leito normal e margens dos Pinheirinhos, objetivando identificar a necessidade ou não de contenção dos processos erosivos na forma laminar e em sulcos. No trabalho de campo não foi levantada nenhuma área que apresentasse erosão em vossoroça, em 1997/1998.

No Domínio Geoambiental do Reverso das Cuestas, em área da primeira parcela experimental, montada neste estudo para monitorar a sedimentação no curso principal, foi comprovado que estava havendo, no período entre 1995/1996, aceleração da erosão laminar, pois constatou-se o carreamento de uma quantidade considerável de sedimentos para o leito fluvial. Esta carga detrítica já é bastante expressiva, a tal ponto que os moradores locais, em trabalho de campo, mostraram-se preocupados com a profundidade da lâmina d'água dos Pinheirinhos, alegando que trechos, antes com profundidades entre 2 e 3 metros, não mais ultrapassavam 0,80 metros nas medições efetuadas neste estudo. Houve também a preocupação de levantar dados que espelhassem a carga detrítica transportada em suspensão, o que veio a confirmar a aceleração dos processos erosivos neste domínio.

É importante afirmar que o quadro natural, nesta região, oscilou entre as Suscetibilidades Ambientais que indicaram desde a Classe Fraca, na região das nascentes principais, passando para a Classe Média na parte central do alto curso, até a Classe Forte, já em área do médio curso. Aliando estas características com a intervenção antrópica, que se mostra indiferente com o meio ambiente, mas preocupada com lucros imediatos, têm-se os ingredientes necessários para promover o desequilíbrio ambiental, que numa curta escala temporal traria efeitos negativos no Subsistema Ambiental. Como consequência desta postura, haverá a perda da qualidade de vida do homem inserido neste contexto.

A importância de se manterem manchas de vegetação natural na bacia advém do fato de que elas atuam como agentes estabilizadores do solo ao refrearem os processos erosivos. A degradação da cobertura vegetal natural espelha os impactos de uma ocupação intensa, restando dela apenas manchas esparsas. A mata ciliar praticamente desapareceu deste domínio geoambiental. Este fato foi amplamente observado em trabalho de campo, que detectou raras exceções da presença desta vegetação marginal aos rios, que quando existe aparece em esparsas e ralas manchas de árvores sem que seja mantida a largura de 30 metros para os cursos d'água com menos de dez metros de largura, como estabelecido por Lei. Independente de serem topos ou terrenos com inclinações maiores, as áreas são ocupadas pelo agroecossistema. A margem direita no alto curso ainda preserva algumas manchas de cerrado e mata ciliar, mas ao que tudo indica é por estarem na área da APA e, portanto, sofrerem maior fiscalização.

Este quadro ambiental se repete no Domínio Geoambiental do Planalto Ocidental, pois nele está havendo uma aceleração da erosão laminar, o que vem provocando uma contribuição excessiva de sedimentos, que estão acelerando o processo de assoreamento do Ribeirão dos Pinheirinhos e de seus tributários. A dinâmica da deposição do material detrítico e o transporte dos sedimentos em suspensão no curso do Ribeirão dos Pinheirinhos, apresentou dados elevados nesta segunda parcela experimental, embora tenha sido esta uma região demarcada como de Média Fraca Suscetibilidade Ambiental. Desta maneira, é possível afirmar que, durante o período de 1995/1996, foram registrados os índices de 0,55m e 0,59m de material depositado no leito fluvial, correspondendo a 0,07m e 0,03m de aumento das margens, com conseqüente diminuição da calha fluvial. Quanto ao material transportado em suspensão, foram registrados os valores que oscilaram entre 0,1 a 0,2 S.S.mg/l, sendo que estes expressam a dinâmica da bacia, não havendo discrepância destes dados em relação aos demais levantados neste estudo para um curso d'água que tem a vazão média mensal em 1,59m<sup>3</sup>/s. Essa deposição no leito foi nitidamente notada durante os trabalhos de campo, pois a lâmina d'água foi diminuindo de profundidade a olhos vistos, chegando no final dos trabalhos a possibilitar caminhar-se por sobre este trecho fluvial sem que a água ultrapassa-se o tornozelo,

quando antes, no mínimo, chegava acima do joelho no período climático seco. Disto deduz-se que está havendo aceleração dos processos erosivos na forma de sulcos e laminar, chegando mesmo, em alguns casos, junto às margens dos Pinheirinhos, já aparecem sulcos profundos.

Vale ressaltar que, à medida em que as análises eram realizadas ao longo da escala temporal, foram sendo registradas degradações no Subsistema Ambiental advindas do impacto das ações praticadas pelo homem, que está introduzindo, com esta postura, situações de destruição total da paisagem original, ou possibilitando que processos irreversíveis que conduzam à sua degradação se instalem na região.

Assim, em ambos os Domínios Geoambientais (Reverso das Cuestas e Planalto Ocidental) houve um pequeno cuidado com o Subsistema Ambiental, não havendo o respeito com a manutenção da mata ciliar, mata em áreas mais declivosas ou topos, que indicassem maior preservação e preocupação com este sistema fluvial.

Mas a atuação do homem não se restringe apenas às degradações provocadas no Subsistema Ambiental, vai mais além, pois os próprios elementos por ele construídos, em sua maior parte, se transformam em agentes de degradação e modificação do espaço por ele habitado. Neste enfoque, os resíduos sólidos urbanos e rurais produzidos pelo Subsistema Humano são responsáveis pela carga poluidora que se instala nos recursos hídricos. Os estudos e dados estatísticos mostram com sentido de “*alerta*” a carência da água para o próximo milênio, tanto para o abastecimento doméstico como para a agricultura, quer pela escassez quer por problemas na gestão destes recursos hídricos.

Deste estudo pode-se concluir que, ao longo das décadas, a dinâmica do Subsistema Ambiental da bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos foi passando por um processo acelerado de degradação que aponta a necessidade de se buscar soluções emergenciais para os problemas ambientais levantados. Há necessidade de se reformular o enfoque de planejamento, buscando incorporar diretrizes que norteiam não somente as ações corretivas, mas principalmente aquelas que teriam em seu bojo o gerenciamento dos problemas ambientais, buscando a prevenção da degradação da qualidade de vida do homem inserido neste contexto, aliada à manutenção da qualidade do meio ambiente. Ao buscar a harmonia entre os Subsistemas Ambiental e Humano, esta área de estudo caminharia para o desenvolvimento sustentável.

Caso os moradores locais continuem explorando o sistema hídrico dos Pinheirinhos, como vem ocorrendo na década atual sentirão, num futuro próximo, as conseqüências da perda de sua qualidade ambiental, o que trará, conseqüentemente, a perda da qualidade de vida.

Diante do exposto, face à necessidade de reorganização dos espaços deste sistema hídrico, este trabalho espera ter dado um enfoque metodológico que contribua com futuros estudos que visem à compreensão da dinâmica ambiental.

## **Bibliografia**

BUENO, C.R.P. *Zoneamento da suscetibilidade à erosão dos solos da alta e média bacia do rio Jacaré-pepira, com vistas ao planejamento ambiental*. Rio Claro: UNESP, 1994.

DE BIASI, M. Cartas de declividade: confecção e utilização. *Geomorfologia*, São Paulo, n.21, 1970.

GIOMETTI, A. B. R. *Contribuição do Diagnóstico e Macrozoneamento da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Pepira /SP*. 1993. 187 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

MAURO, C. A, et al. Contribuição ao planejamento ambiental de Cosmópolis. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICALATINA, 3, 1991.

MENDES, I. A . *A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do Córrego Lafon*. São Paulo: EDUSP, 1993.

BRASIL. Resolução n.20 do CONAMA, de 18 de junho de 1986: estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. Disponível em: <URL:<http://www.cetesb.br/cet0702.htm>>. Acesso em 23 abril 1998.

SANCHES, M.C. A propósito das cartas de declividade. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 5., São Paulo. Anais... São Paulo: AGB, 1993.

SPIRIDONOV, A.L. *Princípios de la metodologia de las investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico*. Havana: Facultad de Geografia, 1981.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. *Manual on water quality monitoring: WMO operational hydrobiology*. Geneva: WMO, 1988. 680p. (Report. n.27).