UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

VIVIAN DALLAGNOL DE CAMPOS

DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DOS PEREIRAS EM IRATI – PR E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.

PONTA GROSSA
2008

VIVIAN DALLAGNOL DE CAMPOS

DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DOS PEREIRAS EM IRATI – PR E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.

Dissertação de mestrado apresentada para obtenção do título de Mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Mestrado em Gestão do Território.

Orientadora: Profª. Dr.ª Sílvia Méri Carvalho

PONTA GROSSA
2008

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

C198d

Campos, Vivian Dallagnol de
Dinâmica de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Arroio dos Pereiras em Irati - PR e sua influência na qualidade das águas superficiais. / Vivian Dallagnol Campos. Ponta Grossa, 2008.
110f.
Dissertação (Mestrado em Geografia) - Gestão do Território), Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientadora: Profa. Dra. Silvia Méri Carvalho

1. Análise socioambiental. 2. Bacia hidrográfica. 3. Uso da terra. 4. Arroio dos Pereiras. I. Carvalho, Silvia Méri. II. T.

CDD: 551.48

TERMO DE APROVAÇÃO

VIVIAN DALLAGNOL DE CAMPOS

"DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DOS PEREIRAS EM IRATI – PR E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS"

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Geografia – Mestrado em Gestão do Território, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientador — Profª. Drª. Silvia Méri Carvalho
UEPG

Prof. Dr. Lindon Fonseca Matias
Unicamp/UEPG

Prof. Dr. Wilson Costa
UEPG

Ponta Grossa, 26 de maio de 2008

Aquele que ama tudo sofre, tudo crê, tudo espera, tudo suporta...
Coríntios 13:7

À Deus e aos espíritos de luz;

À meu amado esposo e filha;

Aos amigos e familiares...

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Ponta Grossa e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia pela oportunidade do Mestrado;

À Profª Dr.ªSílvia Méri Carvalho orientadora e parceira, pelo apoio e cumplicidade;

Ao Prof º Dr.º Ciro Zimermann pelo auxílio nas análises e apoio técnico;

Ao Prof º Dr.º Wilson Costa pelas valiosas conversas e participação na banca;

Ao Prof º Dr.º Gilson Burigo Guimarães pelos esclarecimentos relativos aos aspectos geológicos;

À Everaldo Skalinski Ferreira pelo auxílio técnico na produção do material cartográfico;

À Andreza Rocha de Freitas pelo auxílio no Geoprocessamento, pelos valiosos ensinamentos e pela amizade;

À Água Viva Tecnologia na pessoa de Rosa Helena Garlet Trentin pelas análises laboratoriais e pelo apoio técnico tão precioso;

À Prefeitura Municipal de Irati pelo apoio na construção das bases documentais e também pelo apoio técnico;

Ao Instituto Ambiental do Paraná – IAP – Regional de Irati, por viabilizar as análises da água e em especial à Juarez Bacil pelo apoio técnico e pessoal durante o desenvolvimento desta pesquisa;

À Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Paraná – SEMA pelo fornecimento do material para a pesquisa;

À todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste projeto.

RESUMO

Diante da complexidade das relações sociedade/natureza têm-se buscado estudos que visem apreender a dinâmica destas relações, integrando nestes estudos a dinâmica do sistema físico, no caso a bacia hidrográfica e as relações sociais que se desenvolvem neste ambiente. Neste sentido, a análise socioambiental tem se mostrado eficiente ao propor estudos abrangentes que contemplam tanto a dinâmica física quanto a humana sem dissociá-las. Este trabalho teve por objetivo realizar uma análise do uso da terra na bacia do Arroio dos Pereiras em Irati – PR, entre 1980 – 2004, com base na Geografia Socioambiental, afim de compreender a dinâmica de uso e ocupação existente na bacia e como esta exerce influência na qualidade da água. Para tanto, realizou-se o mapeamento do uso da terra, a fim de identificar as classes existentes, bem como analisar sua distribuição. A classe de uso que apresentou um aumento mais significativo foi a classe urbano (9,0%) e a que teve maior retração foi a classe agrícola (-11,3%). A partir dos dados levantados de qualidade da água, foi possível verificar que as atividades e usos implantados na bacia têm influência direta na qualidade da água, sendo a maior fonte de poluentes o esgotamento doméstico. Pode-se verificar ainda a contaminação por metais pesados em dois pontos da bacia e a ocorrência de compostos HPA'S. Posteriormente gerou-se um mapa dos conflitos ambientais, a partir do cruzamento dos mapas temáticos (Potencial Erosivo, APP e Uso da Terra). A bacia apresentou 38,9% de sua área em desacordo com os aspectos físicos e legais. Pretende-se com os resultados obtidos demonstrar a importância dos trabalhos de cunho socioambiental e como estes podem servir de subsídios para o planejamento territorial, uma vez que na atualidade, se faz imprescindível a busca de formas mais racionais de uso, as quais minimizem os impactos do homem sobre o ambiente.

Palavras-chave: análise socioambiental – bacia hidrográfica – uso da terra – Arroio dos Pereiras.

ABSTRACT

Face the complexity of the society / nature relations, it has have been searched studies that aim at understanding the dynamics of these relationships, integrating in these studies the dynamics of the physical system, in that case the river basin and the social relationships that are developed in this environment. In this sense, the socio-environmental analysis has proved effective in proposing covered studies that include both the physical and human dynamics without separating them. This study also aimed to achieve an analysis of land use in Arroio dos Pereiras basin in Irati - PR, between 1980 - 2004, based on socio-environmental geography in order to understand the dynamics of use and occupation in the basin and how it performs influence on water quality. For that, it was carried out the mapping of land use to identify the existing classes, as well as examining their distribution. The class of use that showed the most significant increase was the urban class (9,0%) and the one that had the most retraction was the agricultural class (-11,3%). From the collected data of water quality, it was possible to verify that the activities and uses implanted in the basin have direct influence on water quality and the largest source of pollutants is the domestic drain. It is also possible to check the contamination by heavy metals in two points of the basin and the occurrence of HPA'S compounds. Subsequently it was generated a map of environmental conflicts, from crossing the thematic maps (Erosive Risk, APP and Land Use). The basin showed 38,9% of its area in disagreement with the physical and legal aspects. With the obtained results it is intended to demonstrate the importance of socio-environmental nature and how they might serve as input for territorial planning, since at present, it is essential the search for more rational ways of use, which minimize the impacts of man on the environment.

Key words: socio-environmental analysis - river basin – land use - Arroio dos Pereiras.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Importância da Cobertura Vegetal para o Equilíbrio do Sistema.. **45**

FIGURA 2 Localização da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati – PR)..... **56**

FIGURA 3 Geologia da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati – PR)..... **57**

FIGURA 4 Hipsometria da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati – PR)..... **59**

FIGURA 5 Clinografia da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati – PR)..... **60**

FIGURA 6 Classes do Relevo da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati – PR).. **62**

FIGURA 7 Potencial Erosivo dos Solos da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati – PR)..... **66**

FIGURA 8 Uso da Terra 1980 da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati – PR).. **71**

FIGURA 9 Uso da Terra 2004 e Áreas de Preservação Permanente da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati –PR)..... **72**

FIGURA 10 Detalhe da Área - Uso Agrícola em 1980..... **73**

FIGURA 11 Detalhe da Implantação do Loteamento Pabis e Ouro Verde **73**

FIGURA 12 Detalhe da Área de Coleta do Ponto 1 ..... **83**

FIGURA 13 Detalhe da Área de Coleta do Ponto 2 ..... **84**

FIGURA 14 Detalhe da Área de Coleta do Ponto 3 ..... **87**

FIGURA 15 Detalhe da Área de Coleta do Ponto 4 ..... **88**

FIGURA 16 Detalhe da Área de Coleta do Ponto 5 ..... **91**

FIGURA 17 Conflitos Ambientais na Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati–PR)..... **97**

FIGURA 18 Município de Irati – Área Urbana, Zona de Transição Urbano – Rural..... **100**

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Valores máximos permitidos para fósforo em detergentes em pó.. **34**

TABELA 2 Pontos de amostragem e tipos de uso relacionados..... **52**

TABELA 3 Matriz de identificação – declividade, classes do relevo e geologia da bacia do Arroio dos Pereiras (Irati – PR)..... **64**

TABELA 4 Matriz de integração dos dados (declividade, geologia e classes do relevo)..... **65**

TABELA 5 Variação das classes de uso da terra da bacia do Arroio dos Pereiras 1980 – 2004..... **70**

TABELA 6 Valores de Coliformes totais, fecais e *Escherichia coli* obtidos nos pontos amostrados..... **93**

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 Conceito de bacia hidrográfica e suas aplicações..... **18**

QUADRO 2 Distribuição das classes de relevo..... **64**

QUADRO 3 Pontos de coleta, variáveis analisadas e características do local de amostragem..... **80**

QUADRO 4 Valores obtidos no ponto 1..... **82**

QUADRO 5 Valores obtidos no ponto 2..... **85**

QUADRO 6 Valores obtidos no ponto 3..... **86**

QUADRO 7 Valores obtidos no ponto 4..... **89**

QUADRO 8 Valores obtidos no ponto 5..... **92**

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 Variação do OD e DBO_5 nos Pontos Amostrados..... **93**
GRÁFICO 2 Variação do pH nos Pontos Amostrados..... **94**
GRÁFICO 3 Ocorrência de Óleos e Graxas nos Pontos Amostrados..... **94**
GRÁFICO 4 Ocorrência de Mercúrio nos Pontos Amostrados..... **95**

LISTA DE FOTOS

FOTO 1 Edificações nas margens do arroio..... **75**
FOTO 2 Edificações sobre as margens do arroio..... **75**
FOTO 3 Ocupação irregular das margens..... **75**
FOTO 4 Muretas de contenção nas proximidades da foz do arroio..... **76**
FOTO 5 Construção sobre o canal..... **76**

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS..... 08

LISTA DE TABELAS..... 09

LISTA DE QUADROS..... 09

LISTA DE GRÁFICOS..... 10

LISTA DE FOTOS..... 10

INTRODUÇÃO 12

CAPÍTULO 1 - ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL E BACIAS HIDROGRÁFICAS: INTERAÇÕES SOCIEDADE–NATUREZA E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS..... 15

1.1 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ANÁLISE NOS ESTUDOS DE CUNHO SOCIOAMBIENTAL..... **17**

1.2 MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E UTILIZAÇÃO DO SIG NA ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL..... **21**

1.3 O USO DA TERRA E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS..... **23**

1.4 VARIÁVEIS PARA A ANÁLISE DA QUALIDADE DE UM CORPO HÍDRICO..... **27**

1.5 A IMPORTÂNCIA DA VEGETAÇÃO PARA A PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS..... **42**

CAPÍTULO 2 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA A ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL..... 46

2.1 PROCEDIMENTOS PARA A ELABORAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS..... **47**

2.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA PARA VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA..... **51**

2.2.1 Procedimentos de Coleta e Transporte da Amostras..... **53**

CAPÍTULO 3 - A BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DOS PEREIRAS – LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO..... 55

3.1 POTENCIAL EROSIVO DOS SOLOS DA BACIA DO ARROIO DOS PEREIRAS..... **61**

CAPÍTULO 4 - A DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA E A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS..... 68

4.1 ANÁLISE DA DINÂMICA DE USO DA TERRA – 1980 – 2004..... **70**

4.2 INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA: AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS..... **78**

4.2.1 Resultados das Amostras e Discussão dos Resultados..... **81**

4.2.2 Relação entre os Valores Obtidos nos Pontos Amostrados..... **92**

4.3 CONFLITOS E USO NA BACIA DO ARROIO DOS PEREIRAS..... **95**

4.4 ANÁLISE E INTEGRAÇÃO DOS DADOS..... **96**

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 102

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 104

INTRODUÇÃO

Ao longo da história o homem tem se apropriado do ambiente natural a fim de promover sua sobrevivência e reprodução. Essa relação dialética, base do desenvolvimento e da transformação das sociedades humanas, embora necessária, gera impactos, sendo importante repensar a forma de consumir o espaço a fim de promover uma relação mais harmônica e sustentável com o mesmo. Embora se reconheça a necessidade de apropriação do espaço, deve-se procurar direcionar estudos para a conservação deste meio em que a sociedade é parte integrante e, onde as ações humanas sobre este, bem como seus impactos, precisam ser mensuradas. O quadro atual, onde os impactos tornam-se mais evidentes, é reflexo do uso desordenado da terra, da ausência de legislação eficaz e operante, bem como da frágil consciência conservacionista da sociedade como um todo.

A discussão em torno dos temas ligados à problemática ambiental reflete a emergência de se realizarem estudos voltados para a relação sociedade-natureza que possibilitem a compreensão da dinâmica socioambiental atual, a qual é complexa e repleta de contradições.

A busca por respostas que viabilizem uma melhor utilização dos recursos naturais e uma relação mais harmônica entre sociedade e natureza tem levado à novas abordagens nas pesquisas geográficas; se não com relação ao método, mas na concepção do objeto de pesquisa. Passa-se a buscar um enfoque mais abrangente, que integre em um só estudo a dinâmica física e humana, reconhecendo sua indissociabilidade.

Diante desta realidade, surgem os estudos de cunho socioambiental, sob a perspectiva da Geografia Socioambiental (MENDONÇA, 2001) marcados por contradições no campo teórico-metodológico, uma vez que possuem características multidisciplinares, mas que buscam preencher as lacunas existentes até então nos estudos geográficos.

A forma como o homem se espacializa influencia diretamente no funcionamento do meio, devido as alterações realizadas para a implantação de suas atividades e, também, na qualidade dos corpos hídricos, que recebem os despejos destas atividades e usos, evidenciando, portanto, as incompatibilidades existentes entre a capacidade de suporte do meio físico e os usos implantados.

Desta forma, conhecer o funcionamento, a capacidade de suporte do meio e, a forma de ocupação existente, constitui em importante ferramenta para a análise socioambiental, bem como para o planejamento e gestão do território.

A bacia hidrográfica do Arroio dos Pereiras possui usos diversos, desde o agrícola até o industrial e os impactos gerados a partir destes usos se refletem na qualidade das águas superficiais que recebem cargas difusas de poluentes, provenientes tanto do escoamento superficial, conseqüente das características físicas do terreno, quanto de fontes pontuais, como as indústrias, os postos de combustíveis e os efluentes domésticos.

Assim sendo, é de fundamental importância identificar e mapear as diferentes classes de uso da terra, bem como as atividades nestas desenvolvidas, a fim de gerar subsídios para a análise da dinâmica sócio-espacial na bacia, visando identificar e quantificar os impactos gerados e suas conseqüências para o bem estar da população.

A relevância desta pesquisa está centrada também na ausência de estudos que tenham como enfoque a utilização e organização do espaço em Irati, e os impactos decorrentes dessa apropriação.

O presente trabalho foi estruturado em quatro capítulos. No primeiro capítulo foi realizada uma revisão de literatura que centra-se na discussão em torno dos principais conceitos estruturadores da pesquisa tais como os de bacia hidrográfica como unidade de análise, uso da terra, qualidade da água, variáveis de análise e indicadores ambientais.

O segundo capítulo traz uma descrição quanto à metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa bem como informações e bases utilizadas, instrumentos de coleta e análise, e os procedimentos adotados para a confecção e cruzamento dos mapas temáticos.

No terceiro capítulo apresenta-se a caracterização da área de estudo e um breve esboço do processo de ocupação da mesma.

O quarto capítulo traz os resultados da pesquisa com uma análise da dinâmica de ocupação da bacia (1980 – 2007), as áreas de expansão urbana, os conflitos existentes no uso, as condições de qualidade da água e a relação existente entre a qualidade da água e o atual uso da terra, com o intuito de ressaltar os impactos causados por determinadas atividades sobre o ambiente aquático.

Esta pesquisa buscou, portanto, trazer uma análise quanto à relação existente entre a qualidade da água e o uso da terra na bacia, apontando como as atividades implantadas podem afetar o ambiente e de que forma a racionalização do uso pode amenizar tais impactos.

CAPÍTULO 1

ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL E BACIAS HIDROGRÁFICAS: INTERAÇÕES SOCIEDADE – NATUREZA E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Partindo da premissa de que o ambiente não está dissociado da sociedade e sofre influência direta das ações desta, evidencia-se a necessidade de realizar estudos abrangentes que possam ir além do rigor do método e busquem respostas às questões socioambientais atuais as quais transcendem a desgastada discussão quanto à dualidade da geografia. Não se trata de renegar a dicotomia existente no conhecimento geográfico e que o faz enriquecedor, mas, enfatizar seu caráter trans e interdisciplinar (MENDONÇA, 1998, 2001).

Neste sentido Mendonça (2001) aponta a Geografia Socioambiental como alternativa para se preencher as lacunas existentes nos estudos geográficos, os quais não alcançam êxito no que diz respeito à compreensão das interações entre homem e ambiente sob a perspectiva de uma visão totalizadora, que busca nas diferentes áreas do conhecimento geográfico as respostas para seus estudos, que compreendem elementos e interações *físicas* e *humanas*.

A geografia socioambiental apresentada por Mendonça (2001) e adotada nesta pesquisa, pauta-se, portanto, na concepção de que:

> O objeto de estudo da geografia socioambiental, constructo contemporâneo da interação entre a natureza e a sociedade, não pode ser concebido como derivador de uma realidade na qual seus dois componentes sejam enfocados de maneira estanque e como independentes, pois a relação dialética entre eles é que dá sustentação ao objeto (MENDONÇA, 2001, p. 128).

O autor destaca a necessidade de se romper com o paradigma da ciência moderna que é o rigor do método, pois “a busca para solução dos problemas socioambientais do planeta deve estar acima de quaisquer ideologias” (MENDONÇA, 2001, p. 119) buscando a real compreensão das interações sociedade-natureza e devendo “trafegar nos limites de marcos disciplinares” (MORAES, 1994, p. 50 *apud* MENDONÇA, 2001, p. 126).

A interação entre sociedade e natureza, devido ao seu caráter dialético, tem ao longo dos tempos resultado na degradação de ambas. De um lado se altera a dinâmica dos sistemas naturais, a partir dos impactos gerados pela apropriação do meio pela sociedade, de outro, a sociedade vem perdendo qualidade de vida ao se

deparar com os efeitos negativos que os impactos causados sobre o ambiente tem desencadeado como o aumento da freqüência das inundações, a poluição do ar e da água, as oscilações do clima, entre outros.

Tais resultados provêm da forma pela qual o homem se apropria do espaço e o transforma, sendo esta apropriação expressa pelos diferentes usos da terra. Casseti (1995) enfatiza que a existência dos problemas ambientais ligados à forma de apropriação e transformação da natureza (aqui expressas pelo uso) tem sua origem na própria forma com que o homem se relaciona em sociedade, ou seja, é determinada pelas relações sociais. O autor aponta ainda que o relevo reflete o "jogo das interações naturais e sociais" (CASSETI, 1995, p. 34).

A produção do espaço se dá, portanto, a partir da ação dos atores sociais sobre o espaço, que definem a forma como este espaço será apropriado e produzido.

Neste sentido, Corrêa (2004) aponta cinco agentes sociais na construção do espaço urbano: os proprietários fundiários, os promotores imobiliários, o Estado e os grupos sociais excluídos. Na bacia estudada, destaca-se o papel dos proprietários fundiários na organização do espaço, condicionando a expansão urbana nas áreas de uso anteriormente agrícola.

O autor aponta ainda para a complexidade envolvida no processo de produção do espaço urbano e ao constante processo de reorganização espacial que ocorre, com a incorporação de novas áreas, a densificação do uso do solo, a realocação de infra-estrutura, dentre outros.

Passos (2003) aponta que esta intervenção no meio passa a ocorrer desde o estágio mais primitivo das sociedades humanas. Esta onda de agressão ao ambiente traz consigo a necessidade de se repensar as formas de apropriação do meio, de se (re) produzir enquanto sociedade, fazendo nascer uma consciência conservacionista e o reconhecimento da inter-relação entre sociedade e natureza.

A análise destas alterações e dos desequilíbrios socioambientais gerados pelas atividades humanas é evidenciada na Bacia Hidrográfica, uma vez que esta, enquanto um "sistema natural" comporta toda uma dinâmica dos fenômenos físicos, em que qualquer alteração antrópica é facilmente observável. Botelho (1999, p. 269) aponta para essa importância ao colocar a bacia hidrográfica como a unidade de análise mais adequada para os estudos ambientais, por apresentar a "inter-relação existente entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na

sua esculturação", dentre os quais se enfatizam o uso da terra e seu potencial poluidor.

No presente estudo a relação sociedade-natureza é concebida a partir da apropriação do espaço pelo homem através das diferentes classes de uso da terra, partindo da premissa de que todo uso, seja ele qual for, tem seu potencial de degradação e deixa marcas nos ambientes "naturais", como a poluição das águas, que é tema abordado neste trabalho.

1.1 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ANÁLISE NOS ESTUDOS DE CUNHO SOCIOAMBIENTAL

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise apresenta inúmeras vantagens nos estudos ambientais uma vez que esta reflete as conseqüências diversas da ação humana sobre o ambiente. Sua viabilidade está em permitir uma análise detalhada dos fenômenos ocorridos no âmbito da bacia como os impactos gerados a partir da implantação de determinados usos, aumento dos processos erosivos desencadeados pela retirada da vegetação, diminuição da vazão e aumento dos picos de cheia devido à impermeabilização da bacia no processo de ocupação, degradação dos recursos hídricos, entre outros.

Isto se dá pelo fato da bacia representar um "sistema", em que os elementos (geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos, climáticos, etc.) interagem, com seus *inputs* e *outputs*, e no qual a água assume papel primordial pois representa a entrada e saída de energia. Ela apresenta-se também como o sistema mais representativo para a análise das alterações ocorridas por expressar as conseqüências diretas da intervenção (natural ou antrópica) e as mudanças no ciclo, no qual a água assume novamente papel de destaque.

Cabe ressaltar que, embora a adoção da bacia como unidade de análise tenha ampla aplicação nos estudos ambientais (dado suas características), a mesma pode não se apresentar viável em estudos que envolvam variáveis sociais, tais como: circulação de pessoas, mercadorias e capitais, em que um recorte espacial que considere a circulação do fenômeno estudado é mais apropriado (SANTOS, 2004). Cabe ao pesquisador a escolha pelo recorte espacial adequado à pesquisa e à dinâmica que o objeto de estudo apresente.

O termo “bacia hidrográfica” tem aparecido ligado a dois ramos principais: o da análise e planejamento e ao da gestão, principalmente dos recursos hídricos.

Carvalho (2004, p. 35) aponta que a primeira estaria relacionada ao meio “técnico–científico”; já a segunda estaria ligada diretamente à gestão, sendo esta eminentemente “político-administrativa”. Segundo a autora, o processo de gestão de uma bacia significa, antes de tudo, analisar as mais diversas formas de relações compreendidas na bacia, tanto as inerentes ao funcionamento da bacia (drenagem) quanto as de origem antrópica.

Entre as diversas definições de bacia hidrográfica encontradas na literatura, bem como sua aplicabilidade, destacam-se os conceitos apresentados no quadro 1:

Autor/ data	**conceito**	**Potencialidades /aplicações**
Christofoletti (1980, p. 102-103)	Área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, onde a drenagem é “composta por um conjunto de escoamento inter-relacionado que forma a bacia de drenagem”	Os fatores que compõe a BH interagem entre si definindo as paisagens geográficas e o seu potencial de utilização (usos).
Faustino (1996**)**	Bacia hidrográfica é um espaço de terreno limitado pelas partes mais altas de montanhas, morros ou ladeiras, onde existe um sistema de drenagem superficial que concentra suas águas em um rio principal o qual está ligado ao mar, a um lago ou a outro rio maior.	É o conjunto de técnicas que se aplicam para a análise, proteção, reabilitação, conservação e uso da terra das bacias hidrográficas com fins de controlar e conservar o recurso água proveniente das mesmas.
Fleischfresser (1999)	Unidades naturais de drenagem.	Espaço privilegiado para gestão dos recursos naturais e implementação de políticas públicas conservacionistas.
Botelho et al.(1999, p. 269)	Área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos seus divisores de água.	Unidade natural de análise da superfície terrestre, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua estruturação. Caracteriza-se assim como unidade ideal de planejamento e usos da terra.
Botelho e Silva (2004, p. 153-4)	Bacia como um sistema aberto em termos de *inputs* e *outputs* de energia.	Célula básica de análise ambiental, permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem[...]onde a visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção desta unidade fundamental.

Quadro 1: Conceito de bacia hidrográfica e suas aplicações.
Org: CAMPOS, 2007.

Observa-se no quadro acima que o conceito de bacia hidrográfica pode abranger, além de seus aspectos hidrológicos, as relações existentes entre os mais diversos componentes, como: a geologia, o clima, a vegetação, o relevo, o uso, os quais determinarão os fluxos de entrada e saída de energia da bacia e seu funcionamento.

A análise socioambiental no âmbito das bacias não deve ater-se apenas na delimitação e caracterização da rede de drenagem mas também aos processos que atuam sobre as mesmas e que influenciam no seu funcionamento. Deve-se considerar, portanto, toda a ocupação e uso existente sobre as bacias a fim de estabelecer as relações existentes entre o uso e os impactos gerados a partir destes e caracterizados aqui como problemática socioambiental.

A discussão quanto às questões voltadas à problemática ambiental ganham espaço na discussão acadêmica, mais notadamente a partir da década de 1970, com a Convenção de Estocolmo ocorrida em 1972, onde se estabeleceram diretrizes para um desenvolvimento econômico compatível com a capacidade de suporte do ambiente. Porém, é a partir de 1992 com a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), a ECO 92, que a temática passa a ganhar força (SANTOS, 2004), e a bacia hidrográfica passa a ser adotada então, para se avaliar e monitorar os impactos sobre os ambientes.

Botelho (1999) enfatiza que a utilização da bacia hidrográfica como unidade formal de planejamento passou a ser adotada nos Estados Unidos a partir de 1933 e que apenas após algumas décadas os estudos no Brasil apresentaram esta característica de forma mais significante.

Guerra e Cunha (2003), destacam que nos países desenvolvidos os estudos em que a bacia é adotada como unidade de planejamento e gestão, tem como foco associar os interesses econômicos do uso da água com a sustentabilidade deste recurso. No Brasil, em decorrência de estudos estanques que valorizam aspectos isolados como projetos para irrigação, saneamento ou produção de energia, os problemas socioambientais apenas recentemente passaram a ser difundidos.

Neste sentido, Botelho (1999, p. 270-272) ressalta que:

> No Brasil, a década de 80 e, principalmente, a de 90 são marcadas por inúmeros trabalhos que têm na bacia hidrográfica sua unidade fundamental de pesquisa, em detrimento das áreas de estudo, anteriormente muito utilizadas, como as unidades político administrativas (distritos, municípios, etc).

Esta mudança na unidade de análise é justificada pela necessidade atual de estudos mais abrangentes e integradores, como os de cunho socioambiental, que consideram as relações entre o meio físico e o social.

Tais estudos têm outra característica importante a ser destacada: a dimensão temporal dos fenômenos estudados. Para se compreender o quadro atual deve-se conhecer a dinâmica ocorrida para a constituição do mesmo, ou seja, analisar a evolução do mesmo no tempo/espaço.

Rosa (1990) traz a importância de se avaliar e monitorar os impactos causados com as mudanças dos ambientes naturais em conseqüência da ação antropogênica através da dinâmica de uso e ocupação da terra. Enfatiza, ainda, a necessidade de se estabelecer um recorte espacial e temporal adequado, e aponta a bacia hidrográfica como unidade ideal para esta análise.

A necessidade de promover a recuperação ambiental e enfrentar problemas como poluição, escassez e conflitos pelo uso da água, trouxe a necessidade de reconhecer a bacia hidrográfica como um sistema socioambiental, o qual abrange todos os organismos e elementos que funcionam em conjunto e que estão interligados numa relação intrínseca de dependência.

Assim sendo, os efeitos de ações localizadas podem refletir em diferentes pontos e sob diferentes formas na bacia. Toda a ação no ambiente deve, portanto, ser analisada e planejada, considerando sempre todos os elementos que compõe o ambiente e quais as conseqüências que a ação terá no funcionamento do sistema.

A exemplo disto, Cunha (2005, p. 232) ressalta que as “atividades humanas desenvolvidas em um trecho do rio podem alterar de diferentes formas e escalas de intensidade, a dinâmica desse equilíbrio”. Destaca ainda que, dentre as principais alterações antrópicas nos sistemas naturais estão as alterações nos canais por obras infra-estruturais e a ocupação das planícies de inundação.

Desta forma, o planejamento e gestão no âmbito das bacias hidrográficas, permitem minimizar as contradições existentes entre as atividades humanas e a sustentabilidade dos ambientes naturais.

1.2 MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E UTILIZAÇÃO DO SIG NA ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL

O uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) nos últimos anos tem apresentado grande crescimento devido à sua viabilidade e aplicação nas análises espaciais.

Matias et al (1995) define o SIG segundo uma visão mais abrangente, em que este é composto por vários elementos como os softwares, os equipamentos, as metodologias, os dados e o usuário, de forma que este conjunto permita coletar, armazenar, processar, analisar dados georreferenciados e produzir informações a partir de sua aplicação. Neste caso, o SIG não se configura apenas como um software, mas sim como todo o processo envolvido, podendo o conceito de SIG absorver os demais conceitos.

Entende-se, portanto, que as geotecnologias e o geoprocessamento são partes integrantes de um mesmo conjunto, sintetizados aqui no conceito de SIG.

A partir desta perspectiva, os estudos voltados para a análise socioambiental encontram no SIG importante instrumento por facilitar a análise espacial e permitir o cruzamento de diferentes informações, como as características do meio físico *versus* distribuição da ocupação e das atividades implantadas, criação e integração de banco de dados, viabilizando, por fim, análises complexas.

A utilização de SIG na análise socioambiental e na gestão de bacias e a possibilidade de conjugar informações é também enfatizado por Dos Santos (2001, p. 225), ao apontar que:

> [...] os Sistemas de Informações Geográficas permitem integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados geo-referenciados, dando a possibilidade ao analista de realizar análises espaciais complexas, sendo portanto, um ótimo instrumento de aplicação [...]

Câmara e Medeiros (2001) destacam cinco aplicações básicas do SIG nos estudos ambientais (ou socioambientais): o Mapeamento Temático, o Diagnóstico Ambiental, a Avaliação de Impacto Ambiental, o Ordenamento Territorial e os Prognósticos Ambientais. Segundo os autores, estas aplicações, viabilizadas através das técnicas do geoprocessamento, vêm crescendo largamente nos últimos anos e são de extrema importância para o processo de desenvolvimento sustentado.

A viabilidade do uso das geotecnologias na análise socioambiental e no planejamento e gestão é enfatizada por Botelho (1999, p. 292), ao colocar que:

> O desenvolvimento de técnicas de modelização, computação e dos Sistemas Geográficos de Informação (SGI's), a partir da década de 80, tem permitido manusear um grande volume de informações sobre o meio físico, uso do solo, sistemas de cultivo e rede viária, entre outras, possibilitando estabelecer estratégias para facilitar a tomada de decisões.

Ainda, segundo a autora, o uso do geoprocessamento permite conjugar as cartas temáticas, pois cruza um grande número de informações o que facilita a análise, podendo ainda ser geradas cartas sínteses, que resultam numa melhor apresentação do trabalho final e expressa a complexidade existente na paisagem.

A partir do mapeamento dos diferentes usos da terra de uma dada área de estudo, aliado a um banco de dados com informações sobre as características desta ocupação e uso, o pesquisador pode averiguar as peculiaridades existentes na apropriação do espaço, a espacialização e percentual das diferentes classes, os conflitos existentes, quer seja com relação a fragilidade do ambiente ou com as leis de zoneamento.

Tucci (1993) ressalta que o mapeamento de uso da terra para identificar suas potencialidades e fragilidades, permite chegar ao uso racional, o qual leva em conta as características naturais da bacia como a cobertura vegetal, topografia, drenagem, tipo de solo, entre outros. Neste caso as ferramentas do Geoprocessamento são importantes aliadas na análise.

O georreferenciamento, conjugado a um banco de dados, possibilita a armazenagem de um grande número de dados, a alteração de cenários e diversas combinações dos diferentes elementos espaciais. Pode ser utilizado também, dentre outras aplicações, no controle de poluição, proteção de espécies, planejamento e análise da ocupação de terras e gerenciamento do uso dos solos (DOS SANTOS, 2001).

É, portanto, o Geoprocessamento uma ferramenta indispensável nos estudos socioambientais, uma vez que quase todos os fenômenos e processos existentes podem ser representados e sobrepostos para facilitar a análise.

Para Campos et al (2004), o sensoriamento remoto e o geoprocessamento são técnicas fundamentais para a identificação e análise do uso da terra, principalmente em análises multi-temporais, pois permitem avaliar as mudanças ocorridas na paisagem, bem como realizar mapas de tendências de mudanças.

A partir dos mapas de uso da terra é possível planejar o uso de forma racional, de acordo com as potencialidades e fragilidades da área estudada, e ainda estabelecer diretrizes para mitigar eventuais impactos.

O levantamento do uso da terra, através do mapeamento, é tido como uma importante etapa de pesquisas voltadas para a análise socioambiental, para o planejamento territorial e gestão dos recursos naturais. Isto porque o conhecimento da ocupação da terra, considerando os aspectos naturais, localização, forma de ocorrência, mudanças ocorridas em determinados períodos, são de grande valia para o estabelecimento de um plano de ações sobre dada área (POLITANO et al, 1980).

No mapeamento do uso da terra não se deve considerar apenas os aspectos quantitativos, como área ocupada por cada classe, por exemplo, mas também os aspectos qualitativos, como as mudanças ocorridas na área estudada, na busca de uma relação de causa-efeito na análise, como tipo de uso e impactos gerados.

1.3 O USO DA TERRA E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

O processo de ocupação gera, em diferentes instâncias, impactos ao meio. Estes impactos, por sua vez, causam alterações na dinâmica dos sistemas físicos, gerando prejuízos não só ao meio, mas à sociedade como o aumento da freqüência de inundações, poluição das águas, alterações no micro-clima, além do fator estético da paisagem.

Na presente pesquisa são enfatizados os impactos sobre os recursos hídricos, caracterizados pela poluição das águas superficiais e provenientes das diferentes atividades implantadas na bacia estudada.

Nieweglowski (2006, p. 14) enfatiza a importância de estudos sobre a qualidade das águas, quando aponta que estes “proporcionam um amplo campo de participação e divulgação de conhecimentos na sociedade, fornecendo ferramentas para a compreensão do meio ambiente e tomada de decisões”.

Derísio (2000) ressalta a importância de se considerar tanto os aspectos quantitativos como os qualitativos ao analisar a água, uma vez que ambos os aspectos é que definirão o uso ou conjunto de usos adequados para a água.

As fontes de poluição[1] da água podem ser **pontuais** ou **não pontuais** (difusas) e referem-se à forma como o poluente chega ao meio aquático. As fontes difusas ou não pontuais são aquelas em que não se pode identificar a origem do poluente que é carreado para os canais após eventos de chuva. Já as fontes pontuais são aquelas em que se pode observar os pontos de despejo das diferentes atividades e usos (MANSOR, 2005), como no caso de efluentes industriais e de esgotamento doméstico. A poluição das águas superficiais pode ter sua origem ligada às diferentes classes de uso, como o agrícola, residencial e industrial. Aquele que mais se destaca é o uso residencial, devido à grande carga de despejos de esgoto doméstico nos canais.

Somado às cargas de esgoto têm-se ainda o escoamento superficial urbano, o qual contém os mais diversos poluentes, que se depositam na superfície do solo e que são carreados pelas águas das chuvas para os canais, aumentando assim, a poluição das águas superficiais.

O uso urbano que compreende as atividades e uso característico deste como comércio, serviços e residencial, é apontado na literatura como sendo o de maior potencial de impactos sobre o meio devido à compactação e impermeabilização do solo, alterações no relevo e nos canais, retirada muitas vezes total da cobertura vegetal, inclusive a ciliar e a poluição do ar e das águas.

Neste sentido, Christofoletti (1993) salienta que o fenômeno da urbanização pode ser interpretado como o mais direto e imediato sobre o meio ambiente, por consistir na mudança da paisagem ao substituir a cobertura vegetal pelas edificações e com a aglutinação de um grande contingente populacional. Todas essas mudanças causam sérios impactos nas condições climáticas, hidrológicas, morfológicas e biogeográficas.

Tundisi (2002) aponta as principais fontes de contaminação das águas, a destacar:

1º - os resíduos sólidos, despejos de vários tipos (esgotos domésticos, etc.);

2º - os nutrientes de origem agrícola e os defensivos químicos ;

[1] **Poluição:** efeito que um poluente produz no ecossistema. Qualquer alteração do meio ambiente prejudicial aos seres vivos, particularmente ao homem. Ocorre quando os resíduos produzidos pelos seres vivos aumentam e não podem ser reaproveitados (SEMA, 2002).

3º - um dos componentes importantes da degradação é a mineração de areia, de ouro e todo tipo de mineração que causam a contaminação.

4º- a poluição industrial, a poluição química que também causam a degradação de sistemas aquáticos, sendo eles rios, lagos, represas, etc.

Ainda, segundo o autor, um dos problemas mais sérios enfrentados pela sociedade atualmente é a eutrofização das águas, causada pelo aumento de nitrogênio e fósforo no sistema aquático por despejos de resíduos, principalmente esgotos não tratados, o que leva a uma saturação do oxigênio e a conseqüente morte dos organismos aeróbios.

Botelho e Silva (2004, p. 177), destacam que as principais fontes de poluição urbana são: “esgoto (poluição orgânica), lixo (poluição por resíduos sólidos), e industriais, cujos despejos são os mais poluentes devido à presença de substâncias tóxicas”.

Estas substâncias tóxicas são representadas pelos metais pesados que têm efeitos negativos no ambiente e nos organismos vivos em função de seu efeito cumulativo. Outras substâncias tóxicas provenientes das atividades industriais e de serviços comuns no uso urbano são os óleos e graxas, oriundos de despejos de postos de gasolina, empresas de lavagem de automóveis, lavagem de pátios de empresas de ônibus, oficinas, lavagem pela chuva de vias públicas e esgotamento doméstico (SEMADS, 2001).

Quanto ao uso e as intervenções antrópicas nas bacias hidrográficas, Chorley (1962) *apud* Coelho Netto (1995, p. 98-100) ressalta a necessidade de se adotar uma visão sistêmica, uma vez que a bacia hidrográfica, enquanto um sistema aberto, tem como característica a busca do equilíbrio (*inputs/outputs*) através de certa porção da bacia, repercutindo em todo o sistema

O mesmo se aplica à poluição das águas causada pelos diferentes usos da terra encontrados na bacia, pois os efluentes despejados à montante repercutirão em toda a extensão dos canais ao serem transportados pelas águas, o que compromete a qualidade da água de toda a bacia.

Com relação as bacias hidrográficas urbanizadas, Ono et al (2005), ressaltam que a aceleração do processo de urbanização que marcou as últimas décadas foi acompanhado por profundas transformações no uso e ocupação do solo. Esta aceleração resultou também em impactos diversos nas bacias hidrográficas, dentre eles, alterações na dinâmica da paisagem e na qualidade do ambiente, causados

principalmente pela ocupação irregular e pela falta de planejamento na gestão territorial urbana.

O lançamento de esgotos domésticos, a poluição industrial, os efluentes de atividades agrícolas, a disposição inadequada de resíduos sólidos e o manejo inadequado do solo, causam impactos significativos na qualidade das águas, implicando em riscos à saúde pública, uma vez que a saúde da população está ligada diretamente com a qualidade e quantidade da água disponível.

Outra atividade bastante impactante ao meio, principalmente no que tange os recursos hídricos, é a atividade agrícola, devido as grandes alterações necessárias para o seu desenvolvimento, como a mecanização intensiva e monocultura, o pastoreio, o desmatamento com a retirada da mata ciliar e o uso de agroquímicos. Como conseqüências destas ações têm-se diversos impactos, dentre os quais se destacam: a erosão, o assoreamento e poluição de rios e a diminuição de fertilidade dos solos.

Guerra e Cunha (2003) chamam a atenção para o possível aumento destes efeitos negativos, se, somados ao mau uso, houver condições físicas desfavoráveis, como: encostas desprovidas de vegetação, encostas íngremes, solos frágeis, condições climáticas desfavoráveis, como chuvas concentradas em determinados períodos, dentre outros.

Com relação a este último fator, a bacia estudada apresenta eventos de chuvas concentradas nos meses de maio e julho, sendo comum a ocorrência de inundações nestes períodos, quando há um aumento dos picos de vazão desencadeados por chuvas concentradas, como documentados pela prefeitura municipal, corpo de bombeiros e imprensa local. Foram sete os eventos de expressiva magnitude para um período de 30 anos, em que foi decretado Situação de Emergência e / ou Estado de Calamidade Pública, quatro ocorreram no mês de maio e um no mês de julho[2] (IRATI, 2006).

Quanto aos impactos no meio rural, destaca-se a poluição dos corpos hídricos causada pela utilização cada vez mais intensa de fertilizantes, o que ocasiona a eutrofização das águas, que é caracterizada pelo super enriquecimento do meio

[2] Dados levantados pela autora para pesquisa realizada na disciplina de Estudo e Avaliação de Áreas de Risco Geoambiental ministrada pela professora Edna Lindaura Luiz no Programa de Pós-Graduação em Geografia, Mestrado em Gestão do Território, 2006.

aquático, causado pelo aumento das taxas de fósforo e nitrogênio, o que acarreta no aumento da proliferação de plantas aquáticas que, com seu apodrecimento, eleva a DBO_5 causando a queda das taxas de oxigênio dissolvido (NIEWEGLOWSKI, 2006).

1.4 VARIÁVEIS PARA A ANÁLISE DA QUALIDADE DE UM CORPO HÍDRICO

As águas doces superficiais no Brasil são Classificadas pela Resolução CONAMA 357/05 de acordo com os tipos de uso verificados, e podem ser enquadradas em cinco classes:

> - Classe Especial – destinada ao abastecimento para consumo humano com desinfecção, preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, preservação do equilíbrio natural em unidades de conservação de proteção integral;
> - Classe 1 – podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, proteção das comunidades aquáticas, à recreação, à irrigação de hortaliças consumidas cruas e à proteção de comunidades aquáticas em áreas indígenas;
> - Classe 2 - podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas, à recreação, à irrigação de hortaliças, frutíferas, parques e jardins e à aqüicultura ou atividade pesqueira;
> - Classe 3 – podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento avançado, à irrigação culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário e dessedentação de animais;
> - Classe 4 - pode ser destinada à navegação e à harmonia paisagística.

Os parâmetros utilizados para aferição da qualidade da água são os estabelecidos pela resolução acima citada e determinam os valores máximos permitidos para cada variável.

As águas da bacia estudada de acordo com os usos observados, enquadram-se na classe 2, não estando este enquadramento relacionado aos resultados obtidos, mas exclusivamente aos usos atuais. Segundo a Resolução CONAMA 357/05, as águas enquadradas na Classe 2 são destinadas:

a) ao abastecimento para o consumo humano após tratamento convencional;
b) <u>à proteção das comunidades aquáticas;</u>
c) à recreação de contato primário [..];
d) <u>à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer com os quais o público possa vir a ter contato e;</u>
e) <u>à aqüicultura e atividades de pesca.</u>

Os itens sublinhados correspondem aos usos encontrados na bacia, o que justifica o enquadramento na Classe 2 (BRASIL, 2005).

A escolha das variáveis de análise para verificar a qualidade da água do corpo hídrico deve estar de acordo com o propósito da pesquisa. No caso estudado, as variáveis foram escolhidas de acordo com os possíveis poluentes lançados a partir das atividades e usos encontrados na bacia.

De acordo com FAO (1996) *apud* Nieweglowski (2006), os usos residencial, comercial e industrial teriam como principais poluentes: fósforo, nitrogênio, metais pesados, agentes patogênicos, sedimentos, aumento da demanda bioquímica de oxigênio, óleos e graxas, material fecal, contaminantes orgânicos (compostos aromáticos polinucleares), PAHs, dentre outros, e que chegam aos canais através do escoamento urbano e pelos despejos diretos.

Neste sentido Derísio (2000, p. 34) enfatiza que a “seleção dos indicadores deverá sempre levar em conta os usos previstos para o corpo d’água e as fontes de poluição existentes na área de drenagem.”

A avaliação da qualidade da água serve para investigar a observância ou violação dos padrões de qualidade da água e pode ser obtida basicamente a partir de três formas: por **Monitoramento** - muito utilizado na construção de índices, **Vigilância** - com fins de fiscalização, e em **Estudos Especiais** – para estudos de necessidades específicas (DERÍSIO, 2000). A presente pesquisa consiste na avaliação para Estudos Especiais, uma vez que visa atender a necessidades específicas, na busca da relação entre a qualidade da água e os usos implantados na bacia.

Na presente pesquisa foram adotadas as seguintes variáveis: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Potencial Hidrogeniônico (pH), Temperatura, Óleos e Graxas, Sólidos Sedimentáveis, Turbidez, Coliformes Totais, Coliformes Fecais (*Escherichia coli*), Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Zinco, Mercúrio, Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAHs) e Hidrocarbonetos Totais de Petróleo.

No intuito de esclarecer o significado ambiental de cada variável adotada nesta pesquisa, sua importância, fontes de origem e as características destas no ambiente, buscou-se fazer um levantamento teórico minucioso.

OD – Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO_5:

O OD é apontado por autores e pesquisadores como sendo a principal variável a ser considerada, pois, juntamente com o DBO_5[3], reflete o quadro de poluição de um corpo hídrico por aporte orgânico. Por ser condição indispensável à manutenção de toda vida aeróbica, é o primeiro parâmetro a ser analisado.

Segundo o Standard of Methods for the Examination of Water and Wastewater (1988) o OD é um teste-chave na análise ambiental para verificar a qualidade das águas de uma bacia, uma vez que sua variação revela o grau de poluição existente.

O OD é um importante indicador de poluição por resíduos orgânicos (BRANCO; ROCHA, 1977; DERÍSIO, 2000). Em águas poluídas a concentração de oxigênio dissolvido é baixa enquanto que em águas limpas a concentração de oxigênio é elevada, próxima à saturação (NIEWEGLOWSKI, 2006).

São vários os fatores que levam a variação de OD no ambiente aquático, um deles é a presença de efluentes domésticos e industriais.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5) é a quantidade de oxigênio utilizada para oxidar a matéria orgânica presente na água (DERÍSIO, 2000), assim sendo, quanto maior a carga de matéria orgânica na água, maior será a DBO_5, e, conseqüentemente, menor será a concentração de OD.

Branco e Rocha (1977, p. 94) expõem de forma simples como ocorre a redução da matéria orgânica. Segundo os autores, DBO_5 seria “a quantidade de oxigênio que a matéria poluidora biodegradável ‘rouba’ da água receptora em seu processo de biodegradação”.

A decomposição da matéria orgânica é realizada por bactérias aeróbicas, sendo os dejetos orgânicos alimentos para estas bactérias. Portanto, quanto maior for a oferta de alimento, maior será a concentração destas bactérias.

Como este processo consome oxigênio, pode ocorrer o desaparecimento de OD na água e ocasionar a morte de toda a vida aeróbica, inclusive das bactérias decompositoras.

---

[3] A DBO_5 é um teste padrão para verificar as condições de um corpo hídrico e avalia o consumo de OD necessário para a redução da matéria orgânica por bactérias aeróbicas num período de incubação de 5 dias a uma temperatura de 20º C.

O teor de OD presente na água varia de acordo com as características do ambiente onde está inserido o corpo hídrico, como temperatura e altitude (MOTA, 1997), mas de um modo geral, a água é naturalmente pobre em OD se comparada às concentrações de oxigênio presentes na atmosfera, que é de 21%.

Demanda Química de Oxigênio - DQO:

A DQO, segundo Derísio (2000, p. 35) pode ser definida como “a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica através de um agente químico”, ou seja, enquanto que na DBO_5 a oxidação é realizada por bactérias, na DQO a oxidação ocorre a partir de reações químicas.

Potencial Hidrogeniônico pH:

O pH é a concentração de átomos de hidrogênio eletricamente carregados em uma solução de água. Os valores do pH indicam se a água é ácida, alcalina ou neutra. A variação do pH é de 0 a 14 e considera-se o valor de pH 7,0 como neutro (DERÍSIO, 2000).

Quando a amostra apresenta índices abaixo de 7.0, a água pode ser considerada ácida, caso o valor encontrado seja acima de 7.0, ela é alcalina. O pH neutro mantém o equilíbrio entre as substâncias alcalinas e ácidas de um corpo d’água (BRANCO; ROCHA, 1977).

Valores extremos de pH podem causar sérios danos a biota aquática, influenciando diretamente na fisiologia das espécies aquáticas e indiretamente na precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados que têm influência sobre a solubilidade dos nutrientes (CETESB, 2007).

Os valores de pH são de fundamental importância para diversas etapas do tratamento de água, quer seja potável ou residual (coagulação, desinfecção, remoção de dureza, controle da corrosividade), uma vez que suas variações podem provocar corrosão (se o pH for muito baixo) ou incrustação (se o pH for muito alto) nas tubulações e também podem afetar a vida aquática e o tratamento biológico de esgoto (CETESB, 2007).

Coliformes Totais, Coliformes fecais e *Escherichia coli:*

As bactérias do grupo Coliformes são as bactérias presentes no intestino dos animais, e sua presença em um corpo d’água indica a presença de poluição por

fezes. Estas bactérias, segundo Resolução CONAMA 274 de 2000 dividem-se em totais e fecais. A primeira engloba todas as bactérias do grupo Coliformes, já as bactérias fecais indicam a contaminação da água por esgoto doméstico, uma vez que estas estão presentes nas fezes humanas.

Estas bactérias, embora possam não causar danos ao seu portador, quando despejadas em grandes quantidades nos corpos d'água causam grandes prejuízos à biota aquática, devido ao consumo de oxigênio necessário para sua depuração e seu potencial patogênico.

O texto da Resolução CONAMA 274 de 2000 traz a especificação quanto as bactérias do grupo Coliformes, aponta a diferença entre estas e a que tipo de poluição (efluentes) estão ligadas, como segue:

> [...] d) Coliformes fecais (termotolerantes): **bactérias pertencentes ao grupo dos** Coliformes **totais** caracterizadas pela presença da enzima ß-galactosidade e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes. Além de **presentes em fezes humanas e de animais podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica**;
>
> e) *Escherichia coli*: bactéria pertencente à família *Enterobacteriaceae*, caracterizada pela presença das enzimas ß-galactosidade e ß-glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44-45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. **A *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente;** (BRASIL, 2000. grifo nosso).

A Resolução CONAMA 357/05 substituiu o indicador Coliformes Fecais pela *Escherichia coli* para indicar a poluição por fezes de animais de sangue quente, incluindo o homem (BRASIL, 2005).

A *Escherichia coli* é uma bactéria do grupo *coli*forme, e é tida como um indicador mais específico da poluição fecal humana recente e é amplamente utilizada para comprovar a ocorrência de lançamento de esgotos em rios (BRANCO; ROCHA, 1977).

A análise bacteriológica da água permite, portanto, identificar a contaminação por fezes, a qual pode estar associada aos microorganismos patogênicos. A concentração máxima de Coliformes fecais nos rios de classe 2 é de 1000 NMP/100mL.

Temperatura:

A vida aquática pode ser afetada devido à variações bruscas na temperatura da água. Esta variação pode ser provocada, dentre outros, pelo despejo de efluentes industriais (processo de refrigeração de equipamentos industriais sem o prévio resfriamento) e domésticos (esgotos) levando a diminuição da retenção do gás oxigênio (OD) o que prejudica a capacidade de depuração do corpo d'água, agravando o problema da poluição ao diminuir a capacidade de oxidação da matéria orgânica (DERÍSIO. 2000).

As mudanças de temperatura (elevação) podem ser causadas pelo desmatamento das margens, o que leva a uma maior incidência dos raios solares na água. Este processo de desmatamento das margens leva também ao aumento da turbidez, devido ao maior transporte e acúmulo de sedimentos no corpo d'água.

Embora variações de temperaturas sazonais sejam normais nos ambientes (aquáticos ou não), sua elevação brusca, normalmente provocada por despejos industriais, tem influência direta na vida aquática, uma vez que estes organismos possuem limites de tolerância térmica, necessitando de temperaturas "ótimas" para seu crescimento e desenvolvimento (CETESB, 2007)

Nitrogênio-total:

O nitrogênio é encontrado naturalmente no ar e na água, sendo um elemento indispensável à manutenção da vida, mas, em concentrações altas, leva à eutrofização da água, com a proliferação de plantas aquáticas e algas.

Os efluentes de esgotos sanitários são a principal fonte de nitrogênio lançado nas águas superficiais, devido a forte presença de nitrogênio orgânico presente nos esfíncteres. A indústria e a agricultura também são fontes de nitrogênio, despejando grandes concentrações deste elemento nas águas. Conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes, provocam o enriquecimento do meio, possibilitando o crescimento de seres vivos que os utilizam, em especial as algas, eutrofizando as águas. Em níveis ideais contribui para o equilíbrio do sistema aquático, mas em níveis

excessivos, compromete a vida aquática e contribui para a proliferação de agentes patogênicos, podendo causar sérias doenças, como a metahemoglobinemia infantil, que é letal (CETESB, 2007; UNIVERSIDADE DAS ÁGUAS, 2007).

Nitrito, Nitrato e o ciclo do Nitrogênio:

Segundo Branco e Rocha (1977, p. 25) os nitratos, assim como o nitrogênio, ocorrem naturalmente em baixas concentrações nas águas, como “produto de estabilização aeróbica de matéria orgânica nitrogenada”, não representando danos ao ambiente aquático, porém, a elevação deste elemento indica a presença de poluição por esgoto, drenagem de áreas fertilizadas, ou, ainda, oxidação de amônia de origem industrial.

Como colocado anteriormente, o nitrogênio e suas variações ocorrem naturalmente nos ambientes, representando risco à saúde apenas quando ocorrerem em altas concentrações.

Estas variações são expressas no ciclo do nitrogênio, o qual começa com a presença de matéria orgânica na água, que ao ser decomposta por bactérias, transforma-se em amônia, um composto tóxico para os peixes e para o homem.

Com o prosseguimento do ciclo do nitrogênio, a amônia é oxidada a nitrito e a nitrato por bactérias aeróbicas Nitrossomas, ou bactérias nitrificantes. Estes compostos têm um baixo grau de toxidade e representam riscos apenas em altas concentrações (CETESB, 2007).

O nitrato serve de nutriente para as plantas e algas, mas em grandes concentrações leva ao crescimento exagerado destas, aumentando a demanda bioquímica de oxigênio e conseqüentemente o consumo de OD. O nitrato influencia também na temperatura, no pH e na incidência da luz, dificultando a vida dos demais organismos.

A determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição: recente – nitrogênio amoniacal ou orgânico, poluição remota – nitrito ou nitrato (BRANCO; ROCHA, 1977).

Fósforo total:

O fósforo, juntamente com o nitrogênio, é um dos principais nutrientes encontrados nas águas naturais, sendo essencial à vida aquática por ser um macro-nutriente, mas em níveis elevados leva à eutrofização das águas. Teores elevados

de fósforo podem estar relacionados a contaminação por fertilizantes e efluentes domésticos, sendo o segundo, a principal fonte deste nutriente devido à grande presença de matéria orgânica presente nas fezes e resíduos de detergentes fosfatados. (CETESB, 2007).

Diante desta questão, o Ministério do Meio Ambiente, por meio da Resolução CONAMA 359 de 29 de abril de 2005 regulamentou o percentual de fósforo permitido na fabricação de detergentes em pó no Brasil, a fim de diminuir os efeitos negativos no ambiente.

A referida Resolução considera a necessidade de reduzir a emissão deste nutriente nos corpos hídricos e estabelece critérios para sua utilização (BRASIL, 2005):

> [...] o aporte de fósforo no meio ambiente proveniente de várias fontes, como esgotos domésticos e efluentes industriais, fertilizantes, erosão do solo, fontes difusas, entre outras, está aumentando substancialmente as concentrações de fósforo em corpos hídricos, intensificando o efeito de eutrofização, afetando negativamente os ecossistemas naturais, o abastecimento de água e demais usos; [...]Art. 1º Estabelecer os critérios para a utilização de fósforo na formulação de detergentes em pó para o uso no mercado nacional, visando a redução e eventual eliminação do aporte de fósforo dessa fonte nos corpos de água. [...]Art. 3º O aporte de fósforo oriundo de detergentes em pó será controlado por meio do estabelecimento de limites da concentração máxima de fósforo por produto e da média ponderada de fósforo por grupo fabricante/importador.

Os valores máximos permitidos para o fósforo nos detergentes em pó estabelecidos pela Resolução CONAMA 359/05 são destacados na tabela 1:

Tabela 1: Valores máximos permitidos para fósforo em detergentes em pó.

Prazo de adequação a partir publicação desta Resolução	**Limite máximo de P_2O_5 por formulação (%)**	**Limite máximo de P por formulação (%)**	**Média ponderada máxima de P por GFI (%)**	**Média ponderada máxima de STPP por GFI (%)**
6 meses	12,71	5,55	3,91	**15,5**
18 meses	12,14	5,30	3,41	**13,5**
36 meses	**10,99**	**4,80**	**3,16**	**12,5**

Fonte: Resolução CONAMA 359/05.
NOTA: GFI – Grupo Fabricante/Importador; STPP – Tripolifosfato de Sódio.

Sólidos totais e Sólidos Sedimentáveis:

Não podendo ultrapassar 500mg/l, os sólidos totais são principalmente compostos por sais minerais e sua concentração é medida pela massa de sólidos

em suspensão grosseira, coloidal e dissolvidos, num processo de evaporação e secagem entre 103° e 105°C (FERREIRA, 2005).

Na presente pesquisa a variável Sólidos Totais foi substituída por Sólidos Sedimentáveis (todo o resíduo sólido que pode ser sedimentado), para uma adequação à metodologia utilizada pelo IAP, órgão que realizou as análises. O significado ambiental de ambas as variáveis são próximos e não causaram alterações nos resultados da pesquisa.

Turbidez:

Causada especialmente pela erosão, a turbidez se caracteriza pela quantidade de partículas em suspensão que interfere na penetração da luz na água, o que dificulta e encarece o processo de tratamento, afeta esteticamente o corpo hídrico e diminui a temperatura da água, ao bloquear a entrada da energia proveniente da luz do sol (DERÍSIO, 2000).

Segundo o autor, a turbidez é uma característica comum nas águas correntes e apresenta-se baixa nas águas com pouco ou sem movimento.

Branco e Rocha (1977, p. 20) definem a turbidez da água como sendo “ o grau de redução que a luz sofre, ao atravessá-la, por efeito da presença de matéria orgânica em suspensão”.

Nas áreas onde a atividade agrícola e a expansão urbana levaram à diminuição ou ausência da vegetação ciliar, a turbidez apresenta-se mais elevada devido ao aumento da erosão das margens e do maior carreamento de partículas e sedimentos das margens para os canais.

Metais Pesados:

Entre as substâncias tóxicas lançadas nos corpos d’água, os metais pesados ganham destaque, devido a sua ação residual (baixa biodegradabilidade) e seu efeito cumulativo na cadeia trófica, como destacado por Pelaéz-Rodriguez et al (2000, p. 96):

> Entre as substâncias tóxicas que chegam aos ecossistemas aquáticos, os metais pesados levados diretamente por despejo de efluentes ou transportados indiretamente pela chuva e/ou, pela atmosfera, merecem especial interesse devido à ação residual (baixa biodegradabilidade) e principalmente seu efeito cumulativo na cadeia trófica.

Segundo o autor, os níveis de contaminação dos ecossistemas aquáticos por metais pesados têm crescido nas últimas décadas, resultado da concentração de atividades geradoras deste poluente nos grandes centros.

Borrely et al (2000) corroboram com tal afirmação ao destacar que a contaminação dos ambientes aquáticos por metais pesados tem crescido nas últimas décadas devido ao aumento de efluentes industriais sem tratamento adequado que são despejados nos corpos d'água, deteriorando assim, a qualidade da água em vários países.

O maior ou menor grau de toxidade que estes elementos apresentam, está ligado diretamente as características do corpo receptor, como capacidade de depuração e dissolução e, ainda, dos processos de assimilação que este terá com relação aos demais elementos presentes na água. Tonissi (2000) ressalta que os metais pesados podem ser tóxicos só por sua presença na água, ou mesmo ganhar toxidade através do processo de degradação, pois liberam compostos que, ao serem assimilados pelos diferentes organismos presentes no corpo hídrico, passam a interferir nos processos fisiológicos, alterando os aspectos reprodutivos e a estrutura da comunidade local, e seus efeitos podem ser distribuídos por toda a cadeia trófica.

Dentre os metais pesados encontrados nas águas e provenientes das mais diversas atividades, mas com atenção especial à indústria, temos:

Chumbo – constitui-se como um composto tóxico, devido à seu caráter cumulativo. Pode ser encontrado na composição de produtos industrializados tais como: tintas, tabaco, baterias e cerâmicas esmaltadas, entre outros (BAIRD, 2002). Seus efeitos no organismo ainda não são totalmente conhecidos, mas ressalta-se seu potencial cancerígeno. Segundo Martins Júnior e Pinese (2003), o chumbo seria mais tóxico às crianças, que o assimilam mais rápido que os adultos.

Salgado et al (1987) aponta a toxicodinâmica do chumbo no organismo humano e destaca sua ação no sistema nervoso, onde a exposição crônica pode causar encefalopatias, irritabilidade, cefaléia, tremor muscular, perda de memória e de concentração, delírios, convulsões, dentre outros efeitos e, no sistema renal, pode se observar casos de deficiência renal e fibrose.

A ocorrência de chumbo tetraaquilado no ambiente indica a contaminação por combustíveis. Embora nas últimas décadas o chumbo tetraaquilado tenha sido substituído por álcool anidro nos combustíveis, sua presença é atribuída a resíduos

persistentes destes no ambiente, uma vez que pouca ou nenhuma metilação do chumbo inorgânico ocorrem na natureza (BAIRD, 2002).

Isto pode ocorrer devido às características do meio, como a baixa permeabilidade das rochas, o que dificultará a percolação à nível de rocha e acarretará o retardo da chegada deste composto nos corpos d'água, ou ainda, pela presença de tanques de combustíveis desativados que, vindo a sofrer corrosão pelo tempo, podem liberar resíduos de combustíveis com adição de mercúrio.

Baird (2002) aponta que o chumbo pode ser aerotransportado (óxido de chumbo) e se depositar no solo, nas águas superficiais e na superfície das folhas e frutos e podem, então, entrar na cadeia alimentar. O chumbo acumula-se no sangue e, posteriormente, nos ossos e no cérebro causando sérios danos à saúde. Em crianças pequenas (menores de sete anos) e nos fetos, a contaminação por chumbo é mais acentuada devido ao rápido crescimento dos ossos (que absorvem o chumbo) e desenvolvimento do cérebro. O chumbo pode ainda ser passado para criança pela amamentação. O autor destaca ainda a necessidade de medidas que diminuam gradualmente as emissões de chumbo no ambiente, devido à seus efeitos nocivos à saúde.

Cobre – As principais fontes de emissão de cobre no meio ambiente incluem corrosões de tubulações feitas em material metálico, efluentes de esgoto, algicidas aquáticos, escoamento superficial e usos de pesticidas e fungicidas utilizados na agricultura, e a contaminação atmosférica, proveniente da indústria. Os efeitos do cobre no organismo humano podem acarretar, dentre outros, a irritação e corrosão da mucosa, danos capilares generalizados, problemas hepáticos e renais e irritação do sistema nervoso central seguido de depressão (IMGA, 2007).

Cádmio – Os sais de cádmio estão presentes nos organismos vivos, animais e vegetais, sendo encontrados também nos alimentos, na atmosfera, pela emissão de gases de algumas indústrias (SALGADO, et al*,* 1987).

O Cádmio ocorre usualmente junto com o Zinco, sendo por vezes resultado da fusão deste segundo elemento. Pode ainda ter origem da queima de carvão, através da incineração de produtos que o contenham em sua formulação, como no caso de baterias e eletrodos. É também bastante utilizado como pigmento para

fabricação de plásticos coloridos, dispositivos fotovoltaicos, acessórios fotográficos, monitores de TV e tintas (BAIRD, 2002).

Baird (2002) destaca que embora o Cádmio seja altamente solúvel em água, sua presença não oferece sérios riscos ao homem devido à baixa absorção através da ingestão direta da água ou por inalação. Sua toxidade se dá pelo caráter bioacumulativo e persistente no ambiente, no acúmulo em organismos aquáticos, o que possibilita sua entrada na cadeia alimentar. Pode ser um fator desencadeante para vários processos patológicos como disfunção renal, hipertensão, arteriosclerose, doenças crônicas em idosos e câncer (IMGA, 2007).

Salgado et al (1987) ressaltam que a exposição prolongada ao cádmio pode causar danos pulmonares, tais como: enfisemas, fibrose peribronquial e perivascular e ainda, a descalcificação óssea, aumento da litíase renal e cálculos urinários.

Zinco – O zinco pode ter sua origem tanto natural (na composição de algumas rochas) como a partir de atividades antrópicas como combustão de madeira, indústrias de cimento e concreto, indústrias têxteis, efluentes domésticos dentre outras.

Embora o zinco seja um elemento essencial para o bom funcionamento do organismo humano, altas concentrações deste elemento pode levar à perturbações do trato gastrintestinal e, a exposição prolongada, desencadear outras patologias. (IMGA, 2007).

Cromo - Derivações de Cromo são largamente utilizadas nas indústrias de galvanoplastia, de fabricação de couro, de processamento de tintas e corantes (DERÍSIO, 2000).

É utilizado na fabricação de panelas de aço inoxidável sem haver indícios de prejuízo à saúde, embora existam evidências de que em altas concentrações, teria efeito corrosivo no aparelho digestivo (MARTINS; PINESE, 2003).

O cromo está presente nas águas nas formas tri e hexavalente. O cromo em sua forma trivalente se constitui em um elemento essencial ao metabolismo humano, mas, na forma hexavalente é um elemento altamente tóxico e cancerígeno sendo, portanto, estabelecidos teores máximos para a presença de cromo hexavalente nas águas (IMGA, 2007; DERÍSIO, 2000).

Em casos de intoxicação aguda por cromo, por via oral, ocorrem vômitos e diarréias, que por serem persistentes, podem levar a hemorragia intestinal grave, devido ao poder corrosivo do metal sobre a mucosa, podendo ainda, levar a necrose tubular renal (SALGADO et al*,* 1987).

Mercúrio – A ocorrência deste composto é muito rara em sua forma natural na água e a sua ocorrência, indício de contaminação por alguma atividade. Destaca-se, neste caso, a mineração de ouro.

O mercúrio é o mais volátil de todos os metais e ocorre mais comumente na forma de vapor, o qual é altamente tóxico. Após ser lançado na atmosfera na forma de vapor, pode ser aerotransportado por longas distâncias, oxidado e dissolvido na água da chuva e, por fim, ser depositado nos solos e cursos d'água onde fixam-se em partículas em suspensão e sedimentam-se (BAIRD, 2002).

O autor ressalta que as principais fontes de mercúrio são lâmpadas fluorescentes, as quais liberam o vapor de mercúrio ao serem descartadas no ambiente e baterias que contém óxido de mercúrio como as utilizadas em aparelhos auditivos.

Embora seja muito utilizado na odontologia em restaurações de amálgama, que é uma mistura de limalha de metais e mercúrio, estudos apontam que as concentrações utilizadas são pequenas e não oferecem riscos à saúde.

No ambiente, o mercúrio prejudica o poder de autodepuração das águas ao perturbar o metabolismo microbiano através de inibição enzimática. O peixe é uma das principais fontes contribuintes para o acúmulo de mercúrio no organismo humano, através de sua ingestão.

Embora seja pouco comum a intoxicação aguda por mercúrio, ocorrendo geralmente a contaminação de forma cumulativa no homem, quando ocorre, pode ser diagnosticada pela presença de náuseas, vômitos, dores abdominais, diarréia, danos nos ossos e morte. Já a intoxicação crônica afeta as glândulas salivares, rins e altera as funções psicológicas e psicomotoras (IMGA, 2007).

As intoxicações em humanos causadas por mercúrio estão normalmente ligadas à ocupação do indivíduo, ou seja, à exposição diária em ambiente de trabalho aos gases de mercúrio, uma vez que este elemento é altamente volátil. Seus efeitos no organismo se manifestam através de enfermidades neurológicas e danos ao sistema nervoso central (SALGADO et al, 1987; BAIRD, 2002).

Óleos e Graxas:

São substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Segundo Resolução CONAMA 357/2005, os óleos e graxas devem estar virtualmente ausentes, devido à sua grande dispersão na água.

Segundo Branco e Rocha (1977), uma pequena quantidade de óleos e graxas são suficientes para causar sabor e odor na água, dificultando seu tratamento e inviabilizando seu consumo, além de promover a formação de espuma, que se adere nas paredes dos reservatórios e encanamentos.

Os óleos e graxas são raramente encontrados em águas naturais, sendo normalmente oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas. Dada sua pequena solubilidade, constitui-se em fator negativo no que se refere a sua degradação.

A presença de óleos e graxas diminui a transferência do oxigênio da atmosfera para a água, por formar uma película entre os dois ambientes. Destaca-se ainda a redução dos níveis de oxigênio dissolvido no processo de decomposição, o que eleva a DBO_5 e a DQO, e causam grandes prejuízos ao ambiente aquático (IMGA, 2007)

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA's) e Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (THP):

Os HPA's e os THP's são compostos encontrados em óleos lubrificantes, aditivos de combustíveis, dentre outros, e são provenientes da queima incompleta.

Dentre os compostos químicos que compõem os HPA's, destacam-se os derivados de Benzeno (Benz(a)antraceno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno, Benzo(a)pireno, e Benzo(g,h,i)perileno), e outros como Fluoreno, Criseno, Pireno, Fenantreno.

A presença destes compostos nas águas indica a contaminação por resíduos provenientes de postos de gasolina, empresas de lavagem de automóveis, ou mesmo de origem diversa, e carreados pela chuva para os canais.

Os HPAs e os BTXEs são indicadores específicos de contaminação por gasolina, pois a gasolina é uma mistura de derivados de petróleo, constituída por

uma extensa composição, totalizando mais de 200 componentes. Dentre os compostos aromáticos presentes na gasolina estão o benzeno, o tolueno, o etilbenzeno e os xilenos – BTEX (VALENTIN, 2006).

O óleo queimado que contém compostos HPA's é considerado produto maléfico ao meio ambiente e a saúde pública, e está inserido na Classe I dos Resíduos Perigosos por apresentar alta toxidade, conforme Norma da ABNT, NBR, 10004.

Os hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA) são produtos primários, provenientes da queima incompleta de materiais que contém carbono (BAIRD, 2002).

Baird (2002, p. 383) aponta as principais fontes de PAHs (sigla em português HPAs) no ambiente, como segue:

> Os PAHs são introduzidos no ambiente a partir de numerosas fontes: os motores de exaustão à gasolina e especialmente os de combustão à diesel, o "alcatrão" da fumaça de cigarro, a superfície de alimentos chamuscados ou queimados, a fumaça da queima de madeira ou carvão, e outros processos de combustão nos quais o carbono ou o combustível não são completamente convertidos em CO ou CO_2.

Segundo Netto et al (2000) os Estados Unidos, através da EPA (Environmental Protection Agency), determinou, em nível mundial, a inclusão dos HPAs na lista dos contaminantes orgânicos prioritários devido à sua alta toxidade e seu potencial carcinogênico e mutagênico, e ainda, pela sua baixa taxa de biodegradação.

Celino & Queiroz (2006) advertem que, devido à essa toxidade, faz-se necessário conhecer as fontes de emissão de HPA'S, seu comportamento e distribuição no ambiente, afim de haver um maior controle sobre as atividades humanas responsáveis por sua emissão. Enquadram-se, neste caso, os postos de combustíveis, as empresas de lavagem de automóveis e as empresas de ônibus (garagem).

Netto et al (2006) destaca que os HPAs estão associados ao aumento de incidência de câncer no homem sob as diversas formas de exposição (dérmica, por inalação ou ingestão). As principais fontes de contaminação são os acidentes ambientais com derramamento de óleo, os efluentes de postos de combustíveis, a emissão por combustão incompleta de combustíveis fósseis e a lixiviação do solo urbano.

Dentre os hidrocarbonetos com maior potencial carcinogênico, destaca-se o benzo [a]pireno e o benzo[a]antraceno (BAIRD, 2002).

A contaminação da água por estes compostos pode se dar a partir da deposição das partículas de HPAs na água (aerotransporte), pelo derramamento direto no corpo d'água (acidental), por infiltração (vazamento de reservatórios) ou ainda pelo escoamento urbano.

Os parâmetros escolhidos para compor esta pesquisa refletem as necessidades encontradas na área de estudo e estão ligados ao uso da terra, e constituem-se em importante instrumento para análise socioambiental proposta.

1.5 A IMPORTÂNCIA DA VEGETAÇÃO PARA A PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A cobertura vegetal tem um papel imprescindível na proteção dos recursos naturais, principalmente dos solos e das águas.

O aumento das áreas impermeabilizadas pelas atividades antrópicas, tanto no meio agrícola quanto urbano, tem gerado grandes impactos ao ambiente caracterizados principalmente pelo aumento dos processos erosivos e poluição das águas.

A cobertura vegetal atua como um elemento balanceador no sistema que garante o equilíbrio dos *inputs- outputs* de energia, além de ter influência no micro-clima e na qualidade das águas superficiais.

Drew (1994) destaca ainda a importância da vegetação no equilíbrio da armazenagem e transferência da água. Segundo o autor, a diminuição da capacidade do solo em reter e infiltrar água devido a retirada da vegetação faz com que haja um desequilíbrio em todo o ciclo, a começar pela diminuição da retenção de água pelas folhas e a conseqüente perda de água por evapotranspiração, além da diminuição da infiltração, o que gera em primeiro lugar, uma deficiência na recarga dos aqüíferos e um aumento no escoamento superficial e dos picos de vazão. Desta forma, têm-se um excesso de água em determinados pontos do ciclo e deficiência em outros, o que traz efeitos negativos ao ambiente além de comprometer o aproveitamento da água pelo próprio homem.

Toda a cobertura vegetal tem importância na conservação e proteção do ambiente, principalmente quanto a diminuição dos efeitos negativos da chuva sobre o solo e regularização da circulação e transferência da água. Portanto, destaca-se neste trabalho a vegetação ciliar, uma vez que esta possui grande influência na qualidade da água.

Não existe um consenso em torno da terminologia utilizada para designar as formações vegetais que ocorrem ao longo dos corpos d'água. Esta discordância, fruto da utilização de diferentes critérios e escalas para sua classificação, como aponta Rodrigues (2004), coloca, em muitos casos, os termos: mata ciliar, floresta e /ou vegetação ripária, mata de galeria, floresta beiradeira, floresta ripícola e floresta ribeirinha como sinônimos (MARTINS, 2001). Mas destaca-se que elas se diferem de acordo com sua largura, ocorrência, fisionomia da vegetação, dentre outros fatores (RIBEIRO et al, 1999).

Neste sentido, Rodrigues (2004, p. 94) contribui para a discussão ao afirmar que:

> [...] formações florestais ribeirinhas não se constituem como um tipo vegetacional único, já que representam fisionomias distintas, condições ecológicas muito heterogêneas e composições florísticas diversas, com valores de similaridade baixos entre si, tendo em comum apenas o fato ocorrerem na margem de um curso d'água de drenagem definida ou não.

O autor destaca ainda que o termo floresta / mata ciliar é definido como as estreitas formações de floresta que ocorrem às margens dos rios, as quais não chegam a formar corredores fechados e possuem certa deciduidade. Por questões práticas e de aplicabilidade da legislação o termo mata ciliar foi adotado pelo Código Florestal (Lei 4771, de 1965) para designar de forma genérica todo tipo de formação florestal existente ao longo dos cursos d'água, incluindo as **florestas de galeria**, as **florestas de brejo** e as **florestas / matas ripárias** (RODRIGUES, 2004).

Para a presente pesquisa, optou-se em utilizar o termo genérico "mata ciliar", uma vez que o intuito da pesquisa é o de levantar o percentual de mata na área estudada, sem diferenciar o tipo de formação.

A Mata Ciliar possui papel estratégico na conservação da biodiversidade, na preservação da qualidade da água e evita o assoreamento dos mananciais (VIEIRA, 2003). Atua, também, como um filtro ambiental, na retenção dos poluentes e dos sedimentos que chegariam aos cursos d'água, garantindo assim, o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. A mata ciliar protege, ainda, o terreno contra a erosão das

margens e o conseqüente assoreamento dos recursos hídricos, e contribui para a conservação da qualidade e o volume das águas, considerada pelo Código Florestal Federal (Lei nº 4.771/65) como área de preservação permanente (BRASIL, 1965).

Lima & Zakia (2000) destacam que a mata ciliar tem algumas funções primordiais como:

> função protetora (diminui a erosão das águas e os impactos, permite maior infiltração e a recarga dos aqüíferos), influencia no manejo da água dentro da bacia hidrográfica, evita o assoreamento do canal e reduz a chegada de produtos químicos, além de manter a fauna (aves e peixes) com o fornecimento de alimentos e sombra.

Segundo a SEMA – Secretaria de Meio Ambiente (2002), dentre as funções desempenhadas pela mata ciliar, estão:

- diminuição dos processos de erosão e assoreamento, melhorando a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos;
- regularização da vazão das águas superficiais pela redução de sua velocidade de escoamento;
- aumento da infiltração das águas provenientes das chuvas para o abastecimento dos lençóis freáticos;
- formação de corredores naturais que garantam o fluxo entre populações silvestres que sofreram fragmentação e isolamento pela perda dos seus habitats.

Neste sentido, Botelho e Silva (2004) ressaltam que em ambientes urbanos, a ausência de uma vegetação ribeirinha, aliada às alterações dos canais, propicia o aumento da sedimentação e assoreamento dos canais, o que leva ao aumento de riscos a enchentes em função da diminuição dos canais.

É, portanto, a vegetação, de fundamental importância por reter os nutrientes no solo e manter a umidade, exercer uma função protetora das margens e vertentes, diminuir o efeito do escoamento superficial e, conseqüentemente, os processos erosivos, além de diminuir a quantidade de sedimentos que chegam aos canais e, com isto, diminuir o processo de assoreamento destes.

A Figura 1 destaca a importância da cobertura vegetal e os impactos desencadeados por sua retirada:

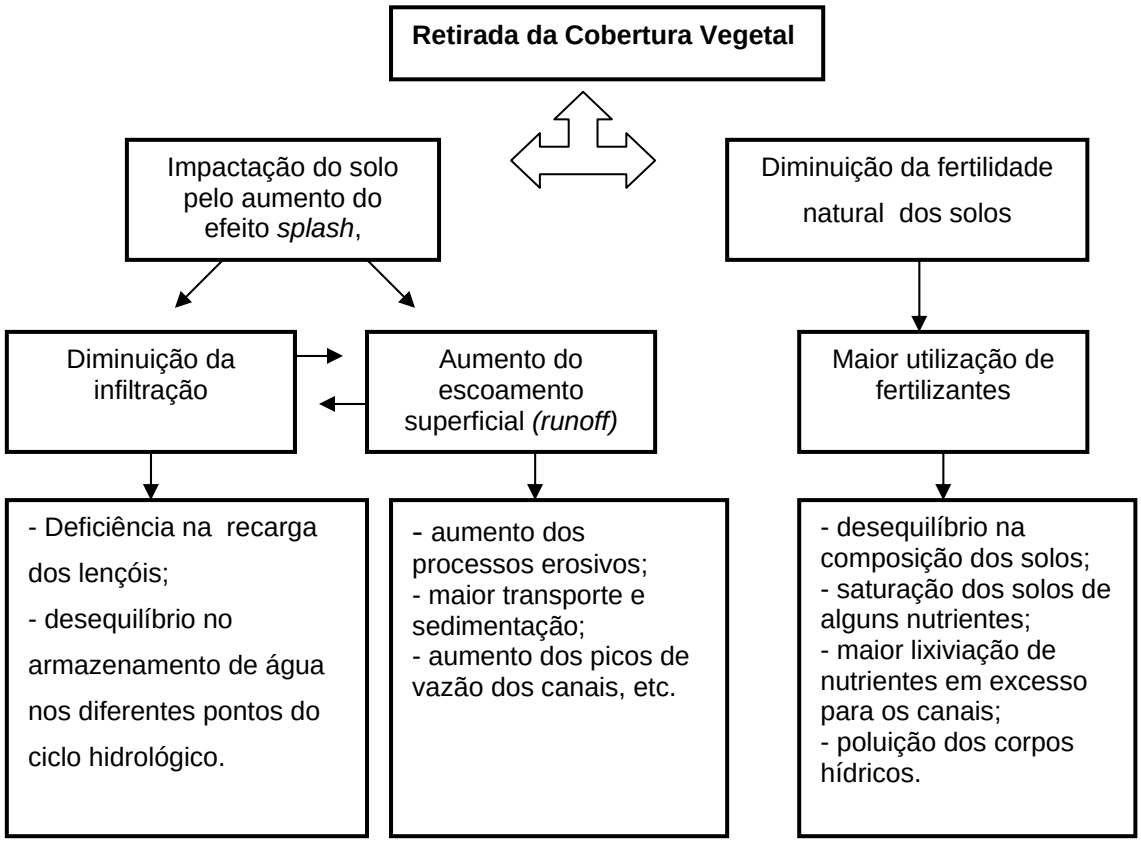

Figura 1 – Importância da Cobertura Vegetal para o Equilíbrio do Sistema.
Org: CAMPOS, 2007.
Fonte: Botelho (1999).

A partir da revisão de literatura é possível observar a adequação da bacia como recorte espacial nos estudos socioambientais, por esta permitir a análise integrada dos aspectos físicos e humanos. Neste sentido, o mapeamento temático e a utilização do SIG são importantes ferramentas por viabilizar o cruzamento das diferentes informações que compõe o objeto de estudo.

Buscou-se demonstrar também a relação existente entre a qualidade da água e os diferentes usos da terra, com destaque na importância da adequação das atividades e dos assentamentos humanos com as características do meio a fim de tornar mais harmônica a relação sociedade-natureza.

CAPÍTULO 2

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA A ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL

Devido à complexidade da problemática abordada nesta pesquisa, houve a necessidade de fazer uso de diferentes metodologias, a fim de desenvolver cada etapa da pesquisa. Buscou-se, para isto, subsídios inter, intra e multidisciplinares.

Mendonça (2001) afirma que diante da problemática ambiental apresentada na atualidade é impossível realizar uma análise ambiental eficaz sob um enfoque ora puramente físico, ora humano, e que é imprescindível transcender esta barreira teórico metodológica, na busca de uma visão mais holística e integradora, como forma de obter resultados mais palpáveis e que permitam reconhecer as relações entre sociedade-natureza e a atual indissociabilidade entre dinâmica física e social. Para isto, a análise socioambiental aparece como possibilidade de análise devido ao seu caráter integrador trans e interdisciplinar.

O autor faz uma ressalva quanto ao cuidado no que diz respeito ao método, para não esquecer que o funcionamento do meio, e, neste caso sua análise, deve ser baseado nas leis naturais (dinâmica da natureza) que o regem. A análise, assim como a análise dos processos sociais deve também estar pautada em seu método próprio de investigação.

Neste sentido, Ross (1998) corrobora com a questão e destaca que nos estudos ambientais é necessário pensar no todo, que é natural e social e deve buscar uma visão holística da problemática apresentada. Para o autor, só seria possível atingir esta visão holística, ou seja, contemplar um problema de forma global e totalizadora, dentro de uma perspectiva dinâmica dos aspectos naturais, sociais, econômicos e culturais, considerando ainda a evolução do problema no tempo - espaço.

Os trabalhos sob a perspectiva da Geografia Socioambiental devem analisar seu objeto de estudo tal qual ele o é: abrangente e complexo, ou seja, devem considerar sua dinâmica física e social, a qual ocorre ao mesmo tempo separada, porém, interligada.

Para uma melhor compreensão quanto aos procedimentos metodológicos adotados, dividiu-se a pesquisa em etapas, descritas a seguir:

2.1 – PROCEDIMENTOS PARA A ELABORAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS

Para a análise multi-temporal da dinâmica de uso da terra, levantou-se junto aos órgãos pertinentes (Prefeitura Municipal de Irati e seus departamentos, Secretaria do Meio Ambiente – SEMA, Instituto Ambiental do Paraná, dentre outros), documentos e bases cartográficas digitais, para confecção dos mapas de uso, fotografias aéreas referentes ao levantamento aerofotogramétrico de 23/07/1980 (ITC), em escala de 1:25.000, carta topográfica digitalizada SG 22-X-C-I-4 em escala 1:50.000 (SEMA); imagem de satélite QuickBird de 2004, com resolução de 0,61cm e mapas do meio físico do município (Prefeitura Municipal de Irati).

Para a definição das classes temáticas, utilizou-se uma adaptação da metodologia proposta pelo Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em que foram estabelecidas as classes de uso a serem trabalhadas. São eles:

- Urbano – foram consideradas as áreas residenciais, comerciais e de serviços, bem como o arruamento já estabelecido e que o caracteriza como urbano (quadras);

- Mata - Para a classe mata considerou-se toda mancha de vegetação remanescente, incluindo a vegetação ciliar e um bosque público. Não foi levado em conta o grau de antropização;

- Agrícola – para a classe de uso agrícola, foram consideradas as áreas destinadas ao cultivo e criação de animais;

- Campo – a classe campo não considerou se este seria natural ou antropizado, destaca-se, portanto, as várzeas nas áreas mais baixas e as áreas próximas às sedes das propriedades, onde a vegetação foi substituída por gramíneas e algumas árvores para sombra, formando um campo antropizado;

- Industrial - a classe de uso industrial considerou as áreas de instalações das indústrias existentes na bacia, dentre as quais destaca-se uma indústria de concreto.

Para a confecção dos mapas de uso, primeiramente delimitou-se a bacia hidrográfica, através da carta topográfica do exército SG 22-X-C-I-4 em escala 1:50.000 , a partir dos divisores de água.

O segundo passo foi identificar e vetorizar a rede de drenagem. Para isso, além da carta planialtimétrica, foram checadas à campo as nascentes com o auxílio de um GPS (Global Positioning System – sigla em inglês para Sistema de

Posicionamento Global), uma vez que a escala da carta topográfica 1:50.000 não permitia um maior grau de detalhamento.

Posteriormente, realizou-se a vetorização manual das classes de uso da terra a partir das fotografias aéreas de 1980 (ITC) em escala 1:25.000.

Para isto, foi realizada a correção radiométrica das imagens, a fim de minimizar as distorções existentes e, posteriormente, foi realizada a correção geométrica, a partir de pontos de controle obtidos na carta topográfica digital.

Crósta (1992, p.96), aponta que a correção geométrica se dá a partir de três etapas:

> [...] determinação da relação entre o sistema de coordenadas geográficas de um mapa e imagem; estabelecimento de um conjunto de pontos de controle, para definir a posição dos pixels na imagem corrigida, sendo que este conjunto define um 'grid' com as propriedades cartográficas do mapa; cálculo dos valores de intensidade dos pixels na imagem corrigida, por interpolação das intensidades dos pixels da imagem original.

Todo o procedimento de correção e registro da imagem foi realizado com o auxílio do software Spring 4.3.1.

A partir da imagem, identificaram-se as respectivas classes de usos previamente estabelecidas, através das técnicas de fotointerpretação.

A fotointerpretação é "o processo que utiliza raciocínio lógico, dedutivo e indutivo, para compreender e explicar os objetos, feições ou condições estudadas" (ROSA et al, 2006, p. 141), ou ainda: "é o ato de analisar as imagens fotográficas com o propósito de identificar objetos ou alvos e deduzir seu significado" (ANDRADE et al 1998, p. 91).

Para o mapeamento do uso da terra de 1980 e 2004 foram considerados os seguintes elementos: cor, textura, forma, tamanho, sombra e padrão.

COR - A cor está relacionada com a intensidade da radiação eletromagnética refletida pelos alvos. Trata-se do elemento de fotointerpretação mais fácil de ser visualizado (ROSA et al, 2006).

TEXTURA - É o padrão do arranjo espacial dos elementos texturais. A textura varia de lisa a rugosa (ROSA et al, 2006). O elemento textural é a menor superfície contínua e homogênea possível de repetição distinguível na imagem (ANDRADE et al, 1998).

FORMA - A forma relaciona-se com a feição dos elementos terrestres. No geral, formas irregulares estão associadas aos objetos ou conjunto de objetos

naturais e as formas regulares estão relacionadas aos objetos ou conjunto de objetos artificiais, como um fragmento florestal e um campo cultivado, respectivamente (MARQUES, 2006).

TAMANHO - Está relacionado ao volume ou dimensão de um determinado componente. Em função do tamanho pode–se distinguir, por exemplo, uma residência de uma indústria (MARQUES, 2006). O tamanho pode ser utilizado para identificar feições individuais, dependendo da escala utilizada, e pode indicar o tipo de ocupação, e de uso, o tamanho de uma propriedade, entre outros (ROSA et al, 2006).

SOMBRA - As sombras são resultantes da iluminação obliqua do sol. Confere as imagens de satélite a impressão da reprodução da visão tridimensional (SOARES FILHO, 2000) e permite também estimar a altura de objetos (MARQUES, 2006).

PADRÃO - Refere-se ao arranjo espacial ou à organização espacial dos objetos na superfície. Pode-se, por exemplo, associar a fileiras sucessivas a culturas plantadas em fileira, ou ainda observar o padrão de drenagem de uma bacia (MARQUES, 2006).

Após identificados os elementos de acordo com as características citadas, as classes foram vetorizadas manualmente, uma a uma. Este procedimento foi realizado em ambiente Spring 4.3.1 e contou com o conhecimento prévio da área estudada, bem como várias visitas à campo a fim de confirmações.

Buscou-se também, através de fotos antigas e entrevistas com moradores e proprietários rurais, certificar do uso na época do levantamento. Por tratar-se de uma área pequena (354ha) não houve maiores dificuldades.

Para o uso da terra de 2004, utilizou-se de imagem orbital Quick Bird®[4] do mesmo ano, em que vetorizou-se as classes manualmente.

Na confecção do mapa de localização, foi utilizada base cartográfica digital disponibilizada pelo IBGE (2002) do Estado e do Município, e ainda, o perímetro da bacia montando um layout contendo as 3 representações.

Para a caracterização do meio físico da bacia foram utilizadas bases cartográficas digitais cedidas pelo Departamento de Geoprocessamento, Arquitetura

[4] O satélite Quick Bird® lançado em 2001, foi o primeiro satélite comercial de sensoriamento remoto a produzir imagens com resolução abaixo de um metro e permite as mais diversas aplicações auxiliando em trabalhos que exigem um maior grau de detalhamento,como o mapeamento de uso e ocupação da terra em maior escala (BATISTA & DIAS, 2005).

e Urbanismo da Prefeitura Municipal de Irati, foi empregado o Software Arc View GIS®, versão 3.2, do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

A caracterização do meio físico, segundo Botelho (1999), é uma das etapas mais complicadas da pesquisa, devido à inexistência ou dificuldade de acesso aos dados primários, o que demanda um grande tempo para sua confecção e/ou obtenção. Outro fator destacado pela autora, é a escala original das bases cartográficas, em sua maioria, incompatíveis com a escala do trabalho, com um baixo grau de detalhamento, o que dificulta a execução.

Ainda, segundo Botelho (1999, 2004), a caracterização do meio físico e a análise dos diferentes fatores ou elementos que o compõe, são de extrema importância no processo de planejamento, pois permite a compreensão da complexidade existente na paisagem, os fatores limitantes para o uso ou mesmo as áreas mais adequadas para dadas atividades. Estes estudos podem, ainda, estarem voltados para o planejamento e ordenação do território.

Geologia:

Para a composição deste tema utilizou-se a base digital de geologia do Município cedido pela Prefeitura Municipal de Irati, o qual teve a área da bacia recortada.

Hipsometria e Clinografia:

Os mapas de hipsometria e de clinografia foram gerados a partir das curvas de nível, com eqüidistâncias de 20m.

Áreas de Preservação Permanente - APP:

A delimitação das áreas de APP se deu a partir de um *buffer* da hidrografia de 30m das margens e 50 nas nascentes, conforme estipula a Lei 4.771 do Código Florestal.

Classes de Relevo:

Foi confeccionado o mapa de Classes do Relevo em ambiente Spring 4.3.1 a partir da metodologia utilizada por Carvalho (2004), a qual estabelece quatro classes do relevo: Platô, Meia Encosta, Meia Encosta Suave e Áreas Baixas. Esta classificação se dá a partir de fotografias aéreas, por meio de estereoscopia, em que

são identificadas a ocorrência das Classes de Relevo e sua distribuição. Na área em estudo, a classe de relevo Platô não foi encontrada.

Após a elaboração dos mapas, foi realizada a sobreposição dos temas a fim de obter os mapas intermediários e, posteriormente o mapa síntese.

Para o mapa de potencial erosivo foram cruzados os temas de Classes do Relevo, de Geologia e Declividade. O parâmetro do Potencial Erosivo estabelece, a partir das características da geologia (resistência), das formas do relevo e da declividade, o potencial erosivo dos solos (BELTRAME, 1994, CARVALHO, 2004).

Conflitos de Uso da Terra:

A elaboração do mapa de conflito de uso consiste no cruzamento dos mapas temáticos do uso da terra de 2004, das áreas de APP (código Florestal) e o mapa de potencial erosivo. Tal cruzamento permitiu identificar as áreas de uso correspondente, as áreas subutilizadas e as áreas sobre-utilizadas.

2.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA PARA VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Os procedimentos adotados para verificar a qualidade das águas superficiais da bacia do Arroio dos Pereiras, consistiu num primeiro momento, no levantamento e construção das bases teóricas.

Nesta fase, buscou-se na literatura, reconhecer as principais variáveis de análise utilizadas e o significado ambiental de cada uma delas, no intuito de adequar a escolha aos poluentes gerados a partir das diferentes classes de uso implantadas na bacia e, posteriormente, os parâmetros estabelecidos pelos órgãos competentes; neste caso, a Resolução CONAMA 357/05.

Para mensurar a qualidade das águas superficiais foram definidos os pontos amostrais relevantes para cobertura dos usos e os principais poluentes gerados a partir destes, em que estabeleceu-se as variáveis que pudessem indicar a poluição por estas atividades/usos.

A definição dos pontos de coleta deu-se após a análise do uso da terra atual e das atividades implantadas na bacia. Procurou-se, na escolha dos pontos, contemplar as diferentes classes de uso e as principais atividades desenvolvidas na bacia.

Foram estabelecidos cinco pontos de coleta ao longo da bacia, e para cada ponto, foi realizada amostragem à montante e à jusante, com uma distância média entre os pontos de montante e de jusante de aproximadamente 30m, de forma a comprovar as alterações causadas por dada atividade, conforme destacado na tabela 2.

Este procedimento de amostragem à montante e à jusante permite relacionar o despejo (poluentes) com as atividades desenvolvidas, através da variação das características físico-químicas e bacteriológicas da água da montante em relação à jusante; o chamado “ponto branco”.

Tabela 2 – Pontos de amostragem e tipos de uso relacionados.

Ponto de coleta	***Usos relacionados***
Ponto 1	Área de uso agrícola e indústria de concreto.
Ponto 2	Área residencial de baixa densidade, presença de oficina mecânica.
Ponto 3	Área central, com concentração de serviços, comércio e residencial de alta densidade. Garagem de empresa de ônibus, onde ocorre a lavagem, manutenção e abastecimento da frota.
Ponto 4	Área central, com concentração de serviços, comércio e residencial de alta densidade. Posto de gasolina, e empresa de lavagem de automóveis.
Ponto 5	Área residencial de média densidade, com a ocorrência de oficinas mecânicas.

Org: CAMPOS, 2007.

A metodologia para a coleta das amostras de água utilizada nesta pesquisa segue as normas estabelecidas pelo IAP (Manual para Coleta e Preservação de Amostras de Água, Solo, Efluentes e Animais, 2005), que se baseia nos Procedimentos Técnicos PT169 e 174 do Sistema de Gestão da Qualidade do DEPAM e que são complementares ao “Procedimento Geral para Atendimento a Acidentes Ambientais”, divulgado pela Coordenadoria Estadual de Acidentes Ambientais – CEAA, vinculada à Diretoria de Controle de Recursos Ambientais – DIRAM.

2.2.1 Procedimentos de Coleta e Transporte da Amostras

Os procedimentos adotados para a coleta das amostram partiram do planejamento da coleta, em que levantaram-se os materiais necessários, bem como os horários ideais para a realização da coleta, de forma a permitir uma logística rápida para não comprometer a qualidade das amostras.

Os materiais utilizados, seguindo as recomendações contidas no Manual para Coleta e Preservação de Amostras de Água, Solo, Efluentes e Animais, confeccionado pelo IAP, foram:

- veículo para transporte e logística;
- equipamentos e materiais de apoio como corda, relógio, foice e / ou facão, máquina fotográfica;
- baldes descartáveis para a coleta das amostras;
- béquer (50 a 2000 mL);
- caixas de Coleta (padrão, utilizadas pelo IAP);
- caixa de isopor com capacidade para 20 L para armazenagem de amostras (com gelo);
- fita adesiva par lacrar as caixas;
- Frascos (vidro comum e tampa teflon, vidro âmbar e de pote de polipropileno), todos padrão, estéreis e quando necessário já com a solução conservante, de uso do IAP;
- gelo para preservação;
- pipetas graduadas;
- pissetas;
- oxímetro;
- termômetro;
- GPS;
- pranchetas e fichas de coleta;
- caneta;
- etiquetas com a descrição, localização dos pontos e variáveis a serem analisadas;
- luvas;
- botas;
- máscaras;
- óculos de segurança.

Seguindo as normas de coleta do IAP, órgão que realizou a coleta e parte das análises, iniciou-se a coleta partindo da montante em direção à jusante. Ressalta-se que a distância média entre os pontos (montante e jusante) foi de aproximadamente 30 metros, de acordo com a metodologia adotada pelo IAP. As coletas foram realizadas no dia 24 de abril de 2007, com início às 14h30min e término às 17 h.

As análises laboratoriais[5] foram realizadas em laboratório próprio do IAP seguindo as recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998), com exceção das análises referentes aos pontos dois e cinco, as quais foram realizadas por um segundo laboratório, particular, uma vez que as análises disponibilizadas pelo IAP, não cobririam o uso residencial, apenas os demais usos.

A medição da concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) e temperatura foram realizadas *in loco,* com a utilização de um aparelho para medição de OD portátil (Dissolved Oxygen YSI - Incorporated - # 55-12 FT - Serial Number SN: 05D1743) e de termômetros cedidos pelo IAP.

Cabe ressaltar que o intuito das análises não foi o de estabelecer um Índice de Qualidade da Água, o qual requer de metodologia específica e de acompanhamento, através de amostragens e análises periódicas, por um período mínimo de um ano em intervalos máximos de 2 meses entre as coletas (CONAMA, 2005).

O intuito das análises foi apenas o de estabelecer a relação entre as atividades encontradas na bacia e a qualidade das águas superficiais, bem como apontar o potencial poluidor destas atividades, enquadrando-se, portanto, na categoria de Estudos Especiais destacada por Derísio (2000).

[5] As análises constituem-se em uma etapa do projeto de revitalização do Rio das Antas, do qual a bacia do Arroio dos Pereiras faz parte, sendo um projeto desenvolvido pela Secretaria do Meio Ambiente, em parceria com o IAP e Instituições de Ensino, do qual a autora participa. Os resultados foram disponibilizados pelo IAP para o desenvolvimento da presente pesquisa.

CAPÍTULO 3
A BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DOS PEREIRAS – LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

A bacia hidrográfica do Arroio dos Pereiras, situada no município de Irati- PR entre as coordenadas 533976E/71799410N e 539906E/7185815N UTM (Figura 2) abrange uma área de 354ha e constitui uma bacia de 3ªordem, com um total de 27 canais.

O município de Irati – PR está localizado na mesorregião sudeste do Paraná (segundo classificação do IBGE), a cerca de 150 Km da Capital do Estado Curitiba e possui uma área total de 901,808 km^2 estando a uma altitude média de 812 metros acima do nível do mar. Sua população total é de 54.151, segundo censo de 2007 do IBGE.

Possui clima, segundo classificação de Köppen, do tipo Cfb (subtropical úmido, mesotérmico, com verões frescos e geadas severas e freqüentes). Com relação aos solos, ocorrem no município várias classes de solos, entre elas os Cambissolos Distróficos, Litossolos, Latossolos Vermelho-Escuros, Argissolos, Gleissolos e Neossolos, com predominância dos Cambissolos, Neossolos e Gleissolos [6], desenvolvidos sobre material sedimentar do tipo folhelho (IRATI 2006).

A classe de relevo que mais se destaca na bacia é a classe de Meia Encosta Suave, ocupando 54,0% da bacia.

O relevo é considerado um elemento fundamental na análise ambiental devido a sua influência nos processos de apropriação do espaço e na dinâmica dos sistemas de drenagem (CASSETI, 1995).

Para Botelho (1999, p. 280), o uso de informações geomorfológicas permitem "representar a fisionomia da paisagem, tendo em vista a identificação dos elementos ou ambientes de acumulação e transporte, caracterização dos processos morfogenéticos, e implicações da ação antrópica".

As formações geológicas (Figura 3) encontradas na bacia são as formações Irati (Permiano Médio a Superior), Serra Alta (Permiano Médio a Superior), Palermo (Permiano Médio) e de Intrusivas Básicas (Jurássico – Cretáceo).

---

[6] adaptado por Laércio Pereira de Oliveira, professor e diretor do Colégio Florestal Presidente Costa e Silva de Irati – PR.

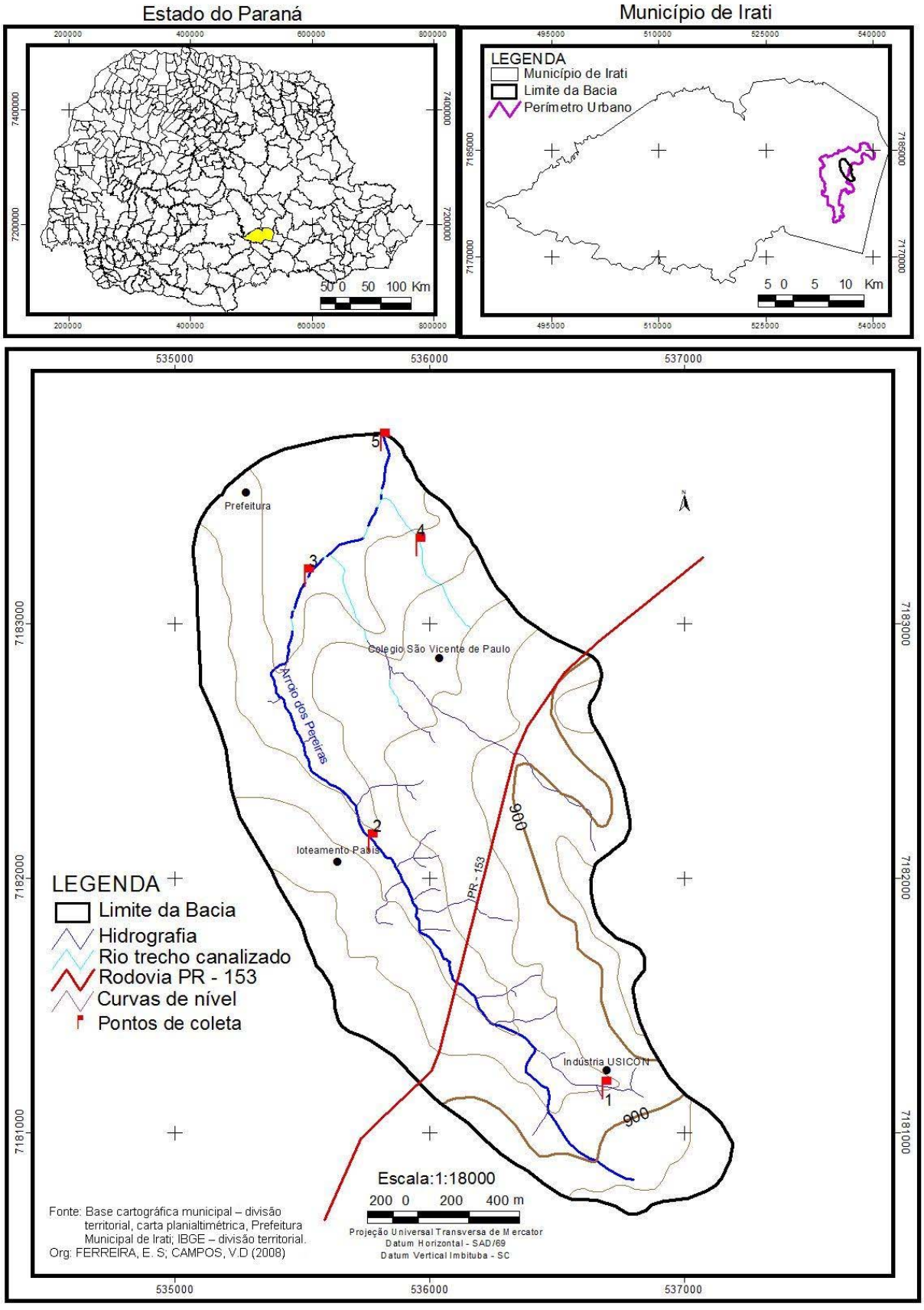

Figura 2: Localização da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati - PR).

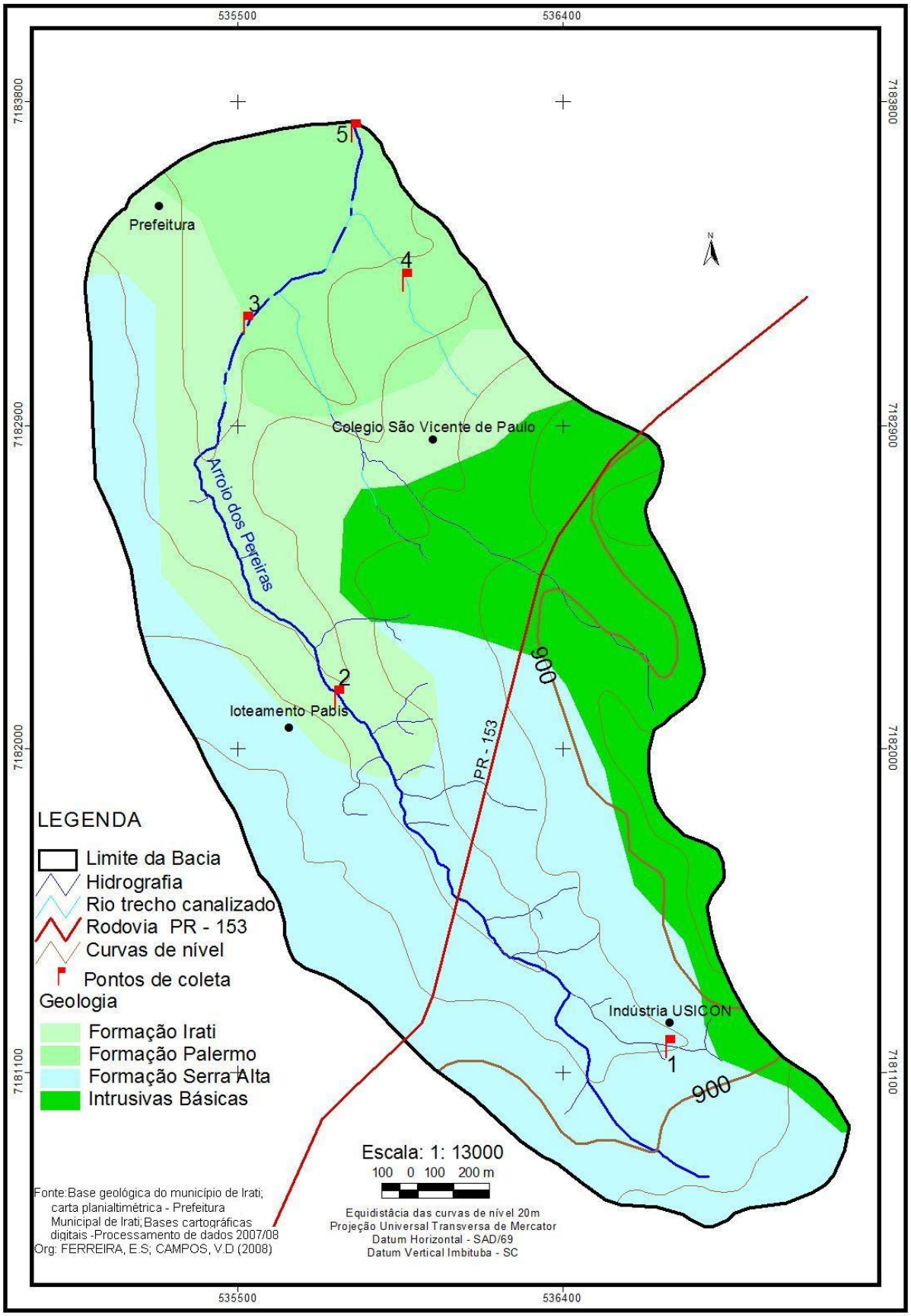

Figura 3: Geologia da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati – PR).

Na formação Irati ocorrem argilitos e folhelhos pirobetuminosos, cinza escuro a preto, com intercalações de lentes de calcário cinza claro. Na formação Palermo ocorrem siltitos cinzentos, predominantemente bioturbados e laminações inclinadas. Para a formação Serra Alta, predominam lamitos e folhelhos cinza escuro a esverdeados e a formação Intrusivas básicas é constituída basicamente por soleiras de diabásio.

Na área em estudo predominam a ocorrência de folhelhos, os quais possuem permeabilidade relativamente baixa e um alto grau de desagregação, e, que a retirada da cobertura vegetal, e a ocupação das encostas constituem um fator de aceleração dos processos erosivos.

Neste sentido, Botelho (1999) destaca a importância de se realizar um levantamento detalhado das características geológicas, por esta ter influência direta nas formas do relevo e tipos de solo, além das diferentes estruturas e tipos de rocha responderem de forma diferenciada aos processos endógenos, como as ações antrópicas.

A altitude na bacia varia entre 820 à 920 metros (Figura 4) possuindo um desnível de 100m da montante em relação à foz.

Com relação à declividade (Figura 5), predomina na bacia a classe de 0% – 8%, ocorrendo em toda a sua extensão, seguida pela classe de 8% - 20% a qual ocorre principalmente na porção à montante e na porção média da bacia. A classe de 20% - 45%, é pouco expressiva, ocorrendo apenas em alguns pontos à Leste e à Nordeste da bacia. Já a classe de declividade acima de 45% ocorre apenas em um pequeno ponto à Nordeste da bacia.

A declividade, juntamente com as feições geológicas e pedológicas, atua como um elemento acelerador dos processos erosivos, uma vez que quanto maior for o desnível, maior será a desagregação dos materiais e transporte, devendo o processo de ocupação considerar tais características a fim de amenizar os impactos.

Na área estudada, embora a declividade não apresente de forma expressiva áreas de declive acentuado (acima de 45%), predominando declividades baixas (0%-8%) à intermediárias (8%-20%), o uso desordenado das encostas, somado à impermeabilização do solo e retirada da vegetação, contribuem para o aumento do transporte e sedimentação, além de diminuir a infiltração.

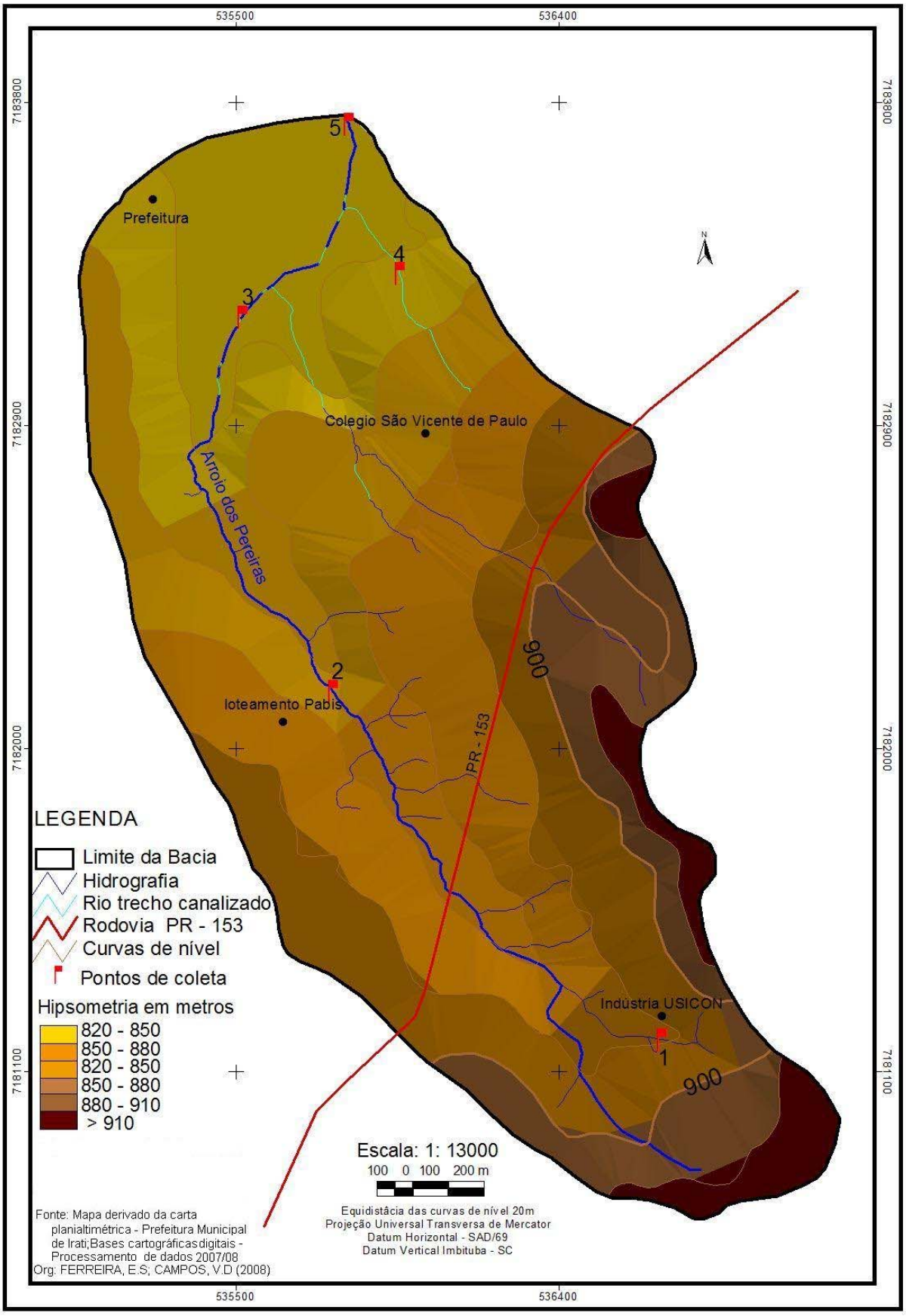

Figura 4: Hipsometria da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati – PR).

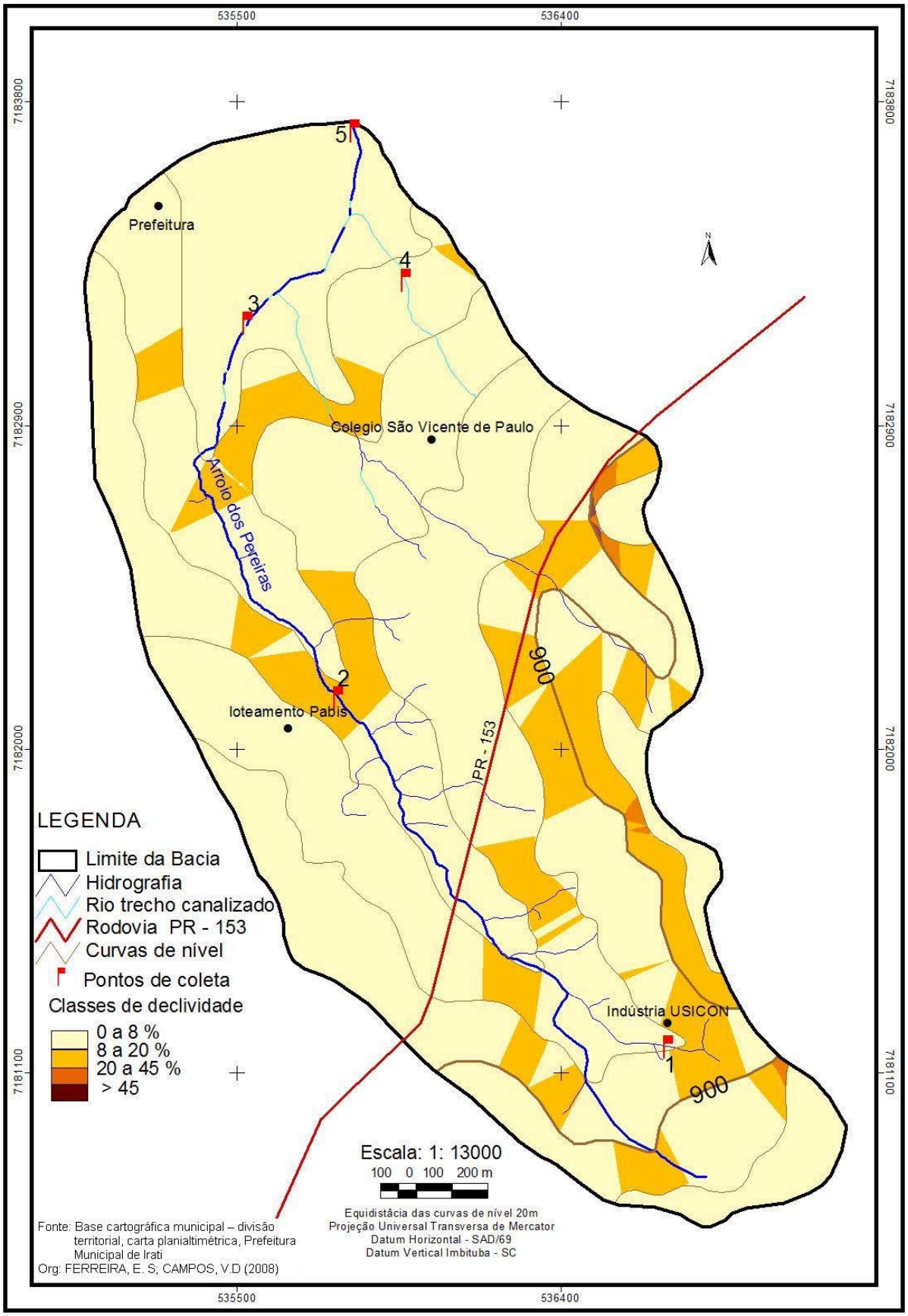

Figura 5: Clinografia da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati – PR).

3.1 POTENCIAL EROSIVO DOS SOLOS DA BACIA DO ARROIO DOS PEREIRAS

Para a confecção do mapa de Potencial Erosivo dos Solos adotou-se a metodologia proposta por Beltrame (1994) e adaptada por Carvalho (2004), a qual cruza os dados de Geologia, Declividade e Classes do Relevo, e, estabelece a partir das combinações deste cruzamento as classes de potencial erosivo.

Considera-se neste processo, as características geológicas, bem como a fragilidade dos extratos aos processos erosivos, as classes de relevo encontradas e que atuam neste processo, e, ainda, os dados clinográficos, os quais têm influência na aceleração dos processos erosivos.

Para a construção do mapa das Classes do Relevo (Figura 6), a partir da metodologia proposta por Carvalho (2004), foram definidas 3 classes de relevo, conforme detalhado a seguir:

Áreas Baixas (Classe 1) - as áreas de baixas altitudes, representadas pelas planícies aluviais e também as áreas com suaves inclinações, onde os processos erosivos atuam de forma menos intensa. Ocorre mais na porção à jusante da bacia.

Áreas de Meia Encosta Suave (Classe 2) - são representadas pelas áreas com cotas altimétricas intermediárias, com relevo pouco ondulado e rampas levemente inclinadas. É a classe de maior representatividade na bacia, e ocorre em toda a extensão da bacia, principalmente na porção central e jusante.

Áreas de Meia Encosta (Classe 3) - são aquelas que apresentam cotas altimétricas mais elevadas, relevo mais acidentado, por vezes escarpado e onde os processos erosivos são mais acentuados. É a segunda classe do relevo de maior representatividade na bacia. Predomina na porção à montante, à oeste da bacia nos divisores de água e na porção central da bacia .

Na área estudada, a classe do relevo Platô (Classe 4) proposta por Carvalho (2004) não foi encontrada.

Para cada classe foi estabelecido um símbolo, sendo: Áreas Baixa (Classe 1) **C1**, Meia Encosta Suave (Classe 2) **C2** e Meia Encosta (Classe 3) **C3**.

A distribuição de área das Classes do Relevo, demonstra que a classe do relevo predominante na bacia são as áreas de Meia Encosta Suave -Classe 2, com 54,0%, seguida da classe do relevo Meia Encosta - Classe 3, com 35,5% e 10,5% da área é constituída de Áreas Baixas - Classe 1 (Quadro 2).

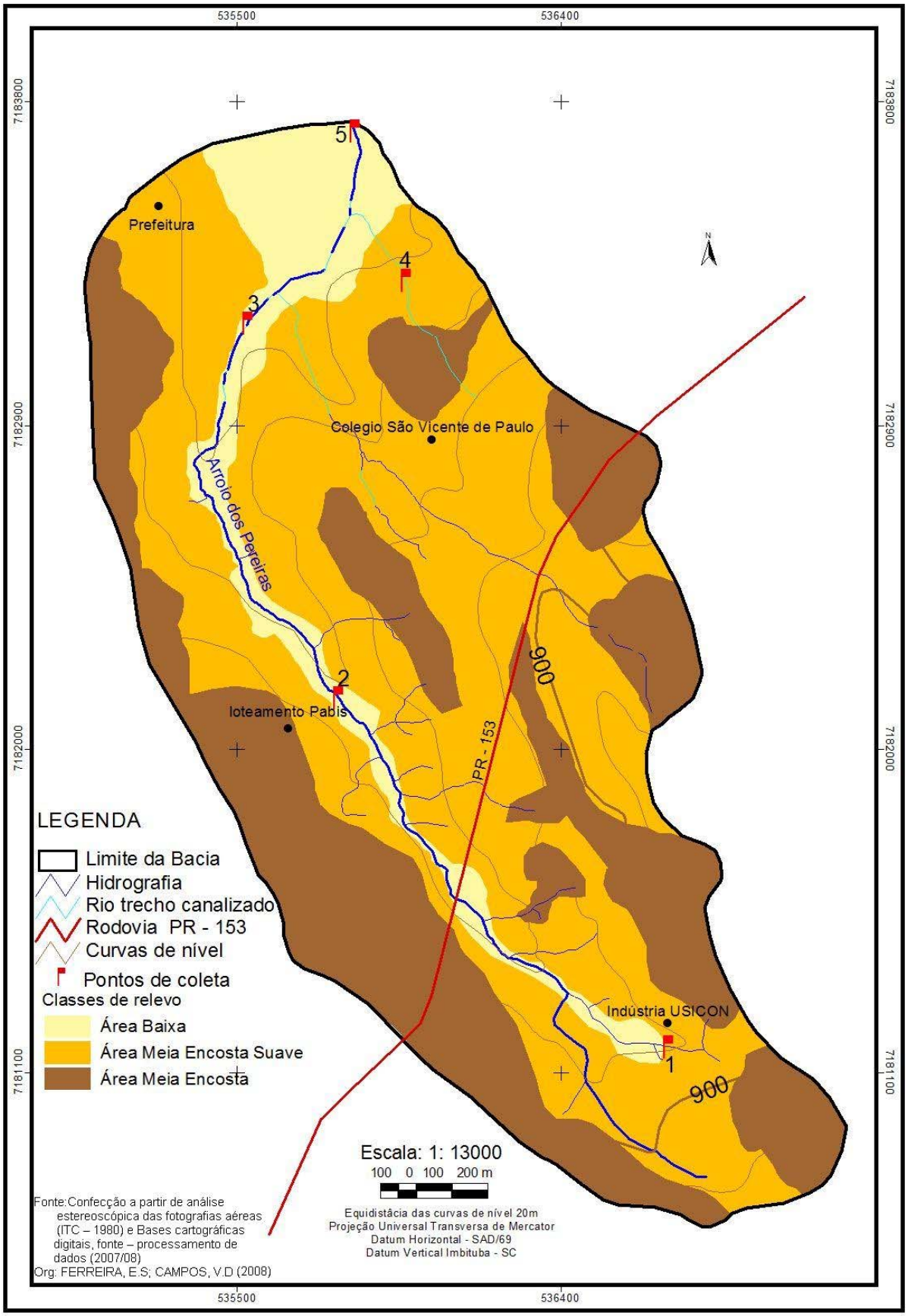

Figura 6: Classes do Relevo da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati – PR).

Classes	Símbolo	Área (ha)	Percentual (%)
Áreas Baixas (Classe 1)	C1	37,0	10,5
Áreas de Meia Encosta Suave (Classe 2)	C2	191,5	54,0
Áreas de Meia Encosta (Classe 3)	C3	125,5	35,5

Quadro 2: Distribuição das classes de relevo.
Org: CAMPOS, 2008.

Para estabelecer a erodibilidade de cada formação geológica, determinou-se, de acordo com suas características, quais seriam as mais resistentes (1) e as menos resistentes (4), ficando definida a seguinte ordem:

- Formação Intrusivas Básicas (1);
- Formação Irati (2);
- Formação Palermo (3);
- Formação Serra Alta (4).

A Clinografia (declividade) foi considerada também como fator de intensificação dos processos erosivos. Considerou-se, portanto, que quanto maior a declividade, mais esta contribuiria para o potencial erosivo dos solos.

Com base nos dados clinográficos, das classes do relevo e da geologia, foi montada então uma matriz, em que se combinaram as diferentes informações, conforme detalhado na tabela 3.

Para definir as classes do potencial erosivo foi feita uma análise dos dados contidos na tabela 3, considerando as combinações entre as classes de geologia, declividade e classes do relevo encontradas, as quais foram distribuídas entre as classes de potencial erosivo Baixo (1), Médio (2), Alto (3) e Muito Alto (4), como se destaca na tabela 4.

Para uma melhor compreensão da metodologia utilizada, foram descritas de forma mais detalhada as características de cada classe de Potencial Erosivo dos Solos encontradas (Figura 7).

Tabela 3: Matriz de identificação

declividade, classes do relevo e geologia da bacia do Arroio dos Pereiras.

CLASSES DO RELEVO		GEOLOGIA		DECLIVIDADE		SÍMBOLO
Áreas Baixas	C1	Formação Irati	FI	0 - 8 % 8 – 20%	1 2	C1FI1 C1FI2
		Formação Serra Alta	FA	0 - 8 % 8 – 20%	1 2	C1FA1 C1FA2
		Formação Palermo	FP	0 - 8 %	1	C1FP1
Meia Encosta suave	C2	Intrusivas básicas	IB	0 - 8 % 8 – 20% 20 – 45%	1 2 3	C2IB1 C2IB2 C2IB3
		Formação Irati	FI	0 - 8 % 8 – 20%	1 2	C2FI1 C2FI2
		Formação Serra Alta	FA	0 - 8 % 8 – 20%	1 2	C2FA1 C2FA2
		Formação Palermo	FP	0 - 8 % 8 – 20%	1 2	C2FP1 C2FP2
Meia Encosta	C3	Intrusivas básicas	IB	0 - 8 % 8 – 20% 20 – 45% > 45 %	1 2 3 4	C3IB1 C3IB2 C3IB3 C3IB4
		Formação Irati	FI	0 - 8 % 8 – 20%	1 2	C3FI1 C3FI2
		Formação Serra Alta	FA	0 - 8 % 8 – 20%	1 2	C3FA1 C3FA2
		Formação Palermo	FP	0 - 8 % 8 – 20%	1 2	C3FP1 C3FP2

Org: CAMPOS, 2008.

Tabela 4: Matriz de integração dos dados

(declividade, geologia e classes do relevo).

CLASSES	POTENCIAL EROSIVO	CRUZAMENTO DE INFORMAÇÕES
1	BAIXO	C1FI1, C1FA1, C1FP1, C2IB1, C2IB2, C2IB3, C2FI1, C2FP1,
2	MÉDIO	C1FI2, C1FA2, C2FI2, C3IB1, C3IB2,
3	ALTO	C2FP2, C3FI1, C3FI2
4	MUITO ALTO	C3IB3, C3IB4, C3FA1, C3FA2, C3FP1,C3FP2

Org: CAMPOS, 2008.

Classe 1 – Potencial Erosivo Baixo: Compreende as áreas baixas e as áreas de meia encosta suave, associadas a declividades que variam em torno de 0% a 20%, ocasionalmente ocorrendo declividades de 20% a 45% (C2IB3). Está presente em todas as formações geológicas, e destacam-se as Intrusivas Básicas (IB). Ocorrem em toda a extensão da bacia, principalmente nas porções à jusante e central da bacia. Nestas áreas as restrições de uso seriam para as margens dos canais, devido a ocorrência de inundações e ao aumento dos processos erosivos das margens pela retirada da vegetação.

Classe 2 – Potencial Erosivo Médio: ocorrem nas classes de relevo Baixa, Médio e Alto, combinadas à declividades que variam em torno de 8% a 20%. Há restrições na área onde ocorre a Formação Serra Alta combinada a declividades de 8% a 20% (C1FA2) devido à baixa resistência desta formação geológica e na área com classe de relevo de Meia Encosta, sobre a Formação de Intrusivas Básicas e declividades de 8% a 20% (C3IB2). Nas demais áreas, devido à maior resistência da geologia, não ocorrem maiores restrições.

Classe 3 – Potencial Erosivo Alto: Compreende as áreas em que ocorrem as classes do relevo de Meia Encosta Suave combinadas à declividade de 8% a 20% sobre a Formação Palermo (C2FP2), a qual é pouco resistente e as áreas com a ocorrência da classe de relevo de Meia Encosta com declividades entre 0% e 20% sobre as Intrusivas Básicas (C3FI1, C3FI2). Embora as Intrusivas Básicas

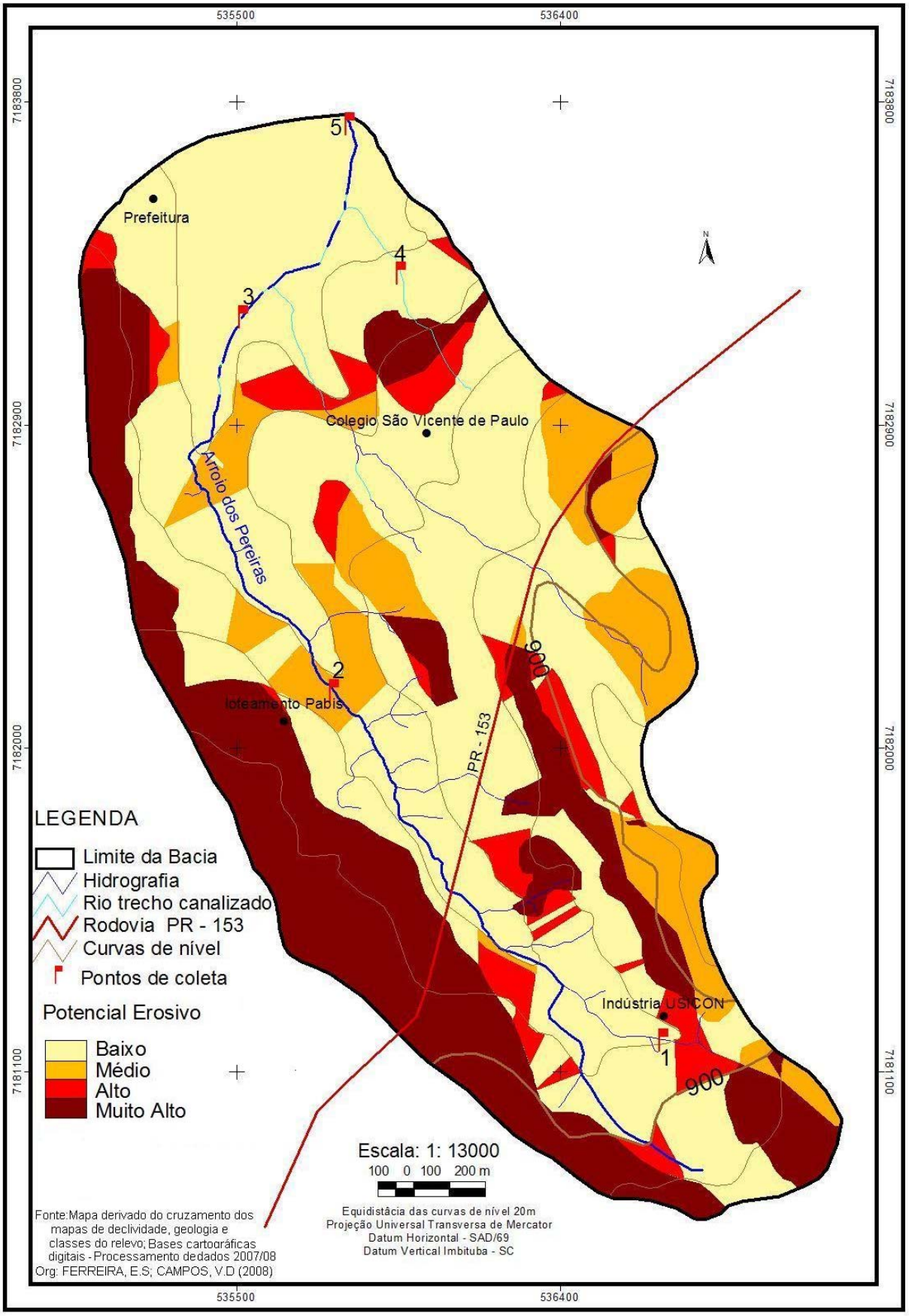

Figura 7: Potencial Erosivo dos Solos da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati – PR).

possuam maior resistência à erosão, quando combinadas à declividades mais acentuadas e relevo acidentado podem ocorrer processos erosivos e demandar um estudo mais criterioso para sua ocupação.

Classe 4 – Potencial erosivo Muito Alto: São as áreas em que ocorrem as classes de relevo de Meia Encosta com declividades que variam a partir de 0 a 8% quando combinadas à Formação Geológica Palermo e Serra Alta(C3FP1, C3FP2, C3FA1, C3FA2), ambas com baixa resistência, e, nas áreas de Meia Encosta sobre a formação de Intrusivas Básicas com declividades superiores a 20%.

Guerra e Mendonça (2004) apontam que os processos erosivos são causados tanto por processos naturais, ligados à quantidade e distribuição das chuvas, declividade, comprimento e forma das encostas, propriedades do solo, tipo de cobertura vegetal, dentre outros, quanto por processos antrópicos, destacando o uso e ocupação da terra. Ressaltam ainda que, embora o clima, o solo, as formas de relevo e a cobertura vegetal interajam e determinam as taxas de erosão, é a cobertura vegetal que prepondera para a proteção do solo, sendo, neste caso a ação antrópica aceleradora deste processo.

Deve-se, portanto, considerar o potencial erosivo dos solos no processo de ocupação, uma vez que este parâmetro pode apontar as melhores áreas para implantação de determinadas atividades, as quais tenham como característica a intensificação dos processos erosivos, como, por exemplo, a agricultura, considerando ainda, os fatores que atuam na diminuição destes processos, como a preservação da cobertura vegetal.

CAPÍTULO 4

A DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA E A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

A Bacia do Arroio dos Pereiras possui um histórico de ocupação antigo, anterior à criação do município. Isto se deu devido a implantação da Estação Ferroviária Irati, em 1899, o que levou à ocupação de toda a área adjacente à estação, localizada à jusante da bacia, e, onde hoje se localiza a área central (ORREDA, 1972).

Este fato fez com que a dinâmica de ocupação na bacia se desse de forma desordenada, sem o devido planejamento, gerando desequilíbrios nos sistemas naturais e conflitos no uso.

O processo de ocupação, que se iniciou nas áreas mais baixas da bacia devido às características do relevo menos acidentado, com o passar dos anos, foi se expandindo em direção à montante, e ocupa atualmente a bacia em toda a sua extensão, sendo quase a metade, com o uso urbano. Este adensamento urbano sobre a bacia trouxe sérios impactos ambientais[7], como retirada da vegetação original, ocupação das margens, alterações na morfometria dos canais e a poluição das águas superficiais.

Segundo Guivant e Jacobi (2003, p. 7), as bacias urbanizadas, no geral, apresentam um baixo ordenamento territorial o que leva, dentre outros, a:

> [...] contaminação aguda dos cursos d'água; ampliação de ocorrências de cheias de maiores dimensões, caracterizando limitações da macrodrenagem, usualmente associadas às altas taxas de impermeabilização; intensificação de cheias urbanas de impactos localizados devido a restrições de microdrenagem; problemas de erosão, especialmente de encostas com presença de urbanização de baixo padrão de renda; [..] pressão crescente sobre os recursos hídricos disponíveis para a finalidade de abastecimento público; [...] limitações de qualidade da água bruta nas captações, por poluição doméstica, industrial e agrícola [...].

[7] **Impacto ambiental:** qualquer alteração das propriedades físico-químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, enfim, a qualidade dos recursos ambientais (SEMA, 2002).

A partir dos mapas, pode-se observar a divisão da bacia ao meio pela PR 153, sendo a porção situada à jusante da bacia de uso predominantemente urbano e a porção à montante com predomínio do uso agrícola. O que condicionou tal divisão foi o processo de ocupação no município, que se iniciou nas áreas mais baixas, próximas à estação ferroviária, ficando as áreas mais altas, destinadas à produção agrícola.

Uma das hipóteses levantadas para esta dinâmica de uso, com uma concentração mais expressiva à jusante da bacia, está relacionada com a presença da estação ferroviária, responsável ainda neste período pelo transporte da produção das pequenas propriedades de toda a região, o que levava à concentração dos transportes, comércio e serviços nesta área. Esta centralização do escoamento da produção agrícola por via férrea permanece até início da década de 1980, quando são finalizadas as obras de construção da rodovia BR 277, descentralizando o transporte de Irati, com a substituição do transporte ferroviário pelo rodoviário (ORREDA, 1987).

A partir deste marco, o processo de ocupação da bacia ganha nova dinâmica, e inicia-se o processo efetivo de expansão urbana na mesma. As atividades, até então predominantemente agrícolas, passam a ser substituídas, paulatinamente pelas atividades urbanas, convertendo as áreas de uso agrícolas em áreas de uso urbano. Um dos fatores que influenciaram nesta passagem de uso agrícola para urbano, foi a pressão sofrida sobre estas áreas, as quais por estarem em área convertida para uso urbano, passam a ser tributadas com o IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) o qual é mais elevado que o ITR (Imposto Territorial Rural). Este processo passou a inviabilizar a utilização das terras para o uso agrícola, forçando seus proprietários a loteá-las.

Sobre esta questão, Corrêa (2004) afirma que os proprietários fundiários têm interesse na expansão do espaço da cidade, uma vez que a terra urbana possui um valor maior que a terra rural, ou seja, buscam o *valor de troca* e não o *valor de uso* da terra. Assim sendo, passam a exercer pressão sobre o Estado, a fim de nortear as leis de zoneamento de forma a beneficiá-los.

4.1 ANÁLISE DA DINÂMICA DE USO DA TERRA – 1980 – 2004

Em ambos os períodos (Figura 8 e 9) observa-se uma concentração maior da classe de uso urbano na porção à jusante da bacia, com a presença de algumas indústrias e a diminuição do uso urbano na medida em que a ocupação segue em direção à montante. Destaca-se, também, a expansão urbana na porção média da bacia, uma vez que em 1980 esta área apresentava-se quase que em sua totalidade com uso agrícola, passando a apresentar uso urbano em 2004.

A tabela 5 aponta as variações ocorridas em cada classe no período compreendido entre 1980 e 2004.

Tabela 5 - Variação das classes de uso da terra da bacia do Arroio dos Pereiras 1980-2004.

Classe	**Área 1980 (ha)**	**(%)**	**Área 2004 (ha)**	**(%)**	**Variação%**
Agrícola	129,0	**36,5**	**89,5**	**25,2**	**- 11,3%**
Campo	35,0	**10,0**	**37,0**	**10,5**	**+ 0,5%**
Mata	53,5	**15,0**	**55,5**	**15,6**	**+ 0,6%**
Urbano	132,5	**37,5**	**164,0**	**46,5**	**+ 9%**
Industrial	4,0	**1,0**	**8,0**	**2,2**	**+ 1,2**
Total	354	100	354	100	

Org. CAMPOS, 2008.

A variação do percentual das classes aponta para a diminuição significativa da classe agrícola (-11%) e o conseqüente aumento da classe urbano (+9%). Outra classe que apresentou um aumento significativo foi a classe industrial, com um aumento de 1,2%, também a classe mata com aumento de 0,6%.

A classe agrícola: apresentou maior variação no período entre 1980 - 2004, com um decréscimo de -11%. Atribui-se a este decréscimo a expansão urbana a qual ocorre em direção à montante da bacia. Predominam nestas áreas o cultivo de batata, cebola e verduras.

A classe urbano: teve um aumento de 9%, tendo a expansão urbana ocorrida principalmente na porção média da bacia, com a abertura de novos loteamentos.

Destaca-se o Loteamento Pabis, o qual teve início com o processo de abertura em 1997, sendo finalmente aprovado em 2002 (IRATI, 2007).

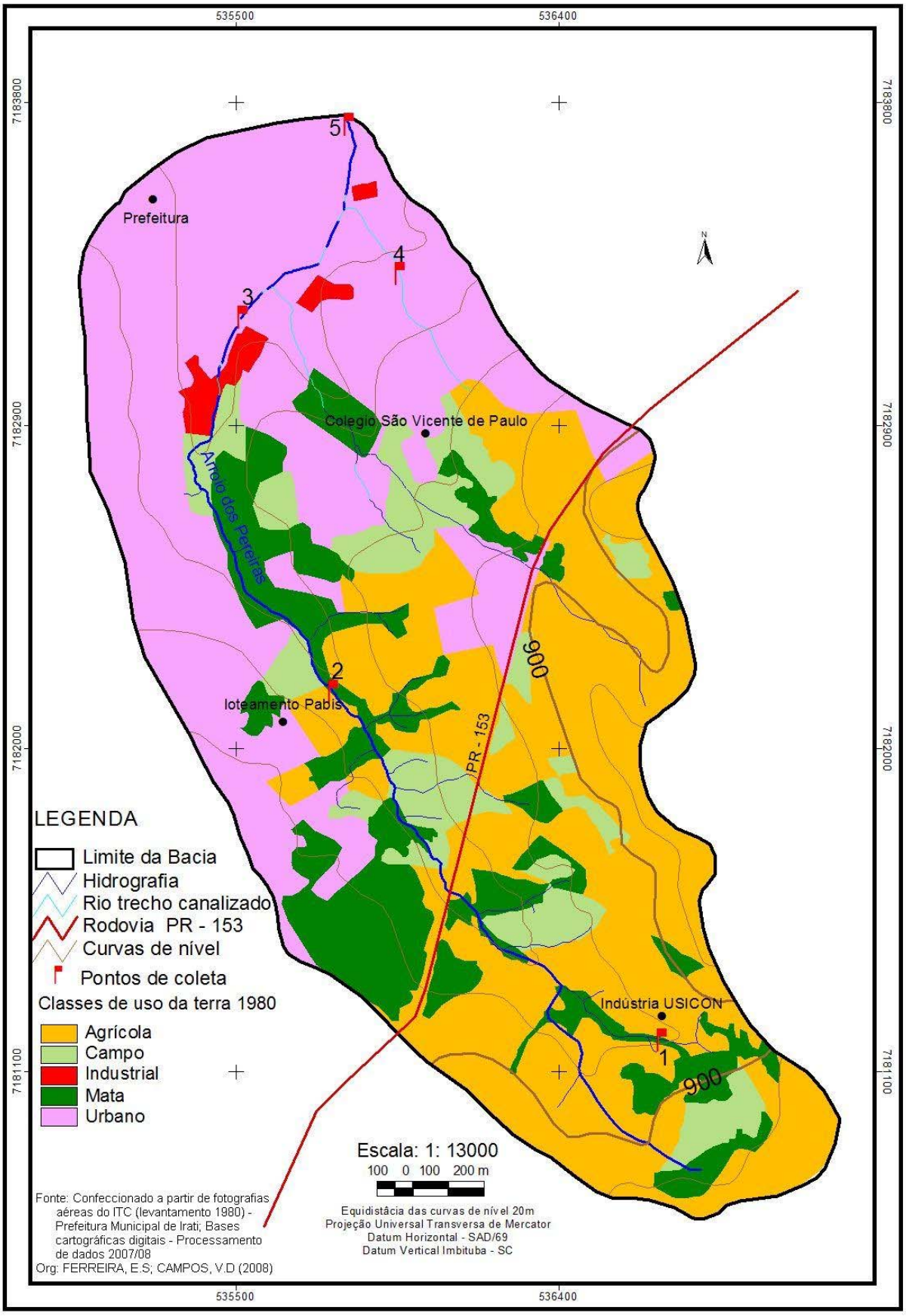

Figura 8: Uso da Terra 1980 da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati – PR).

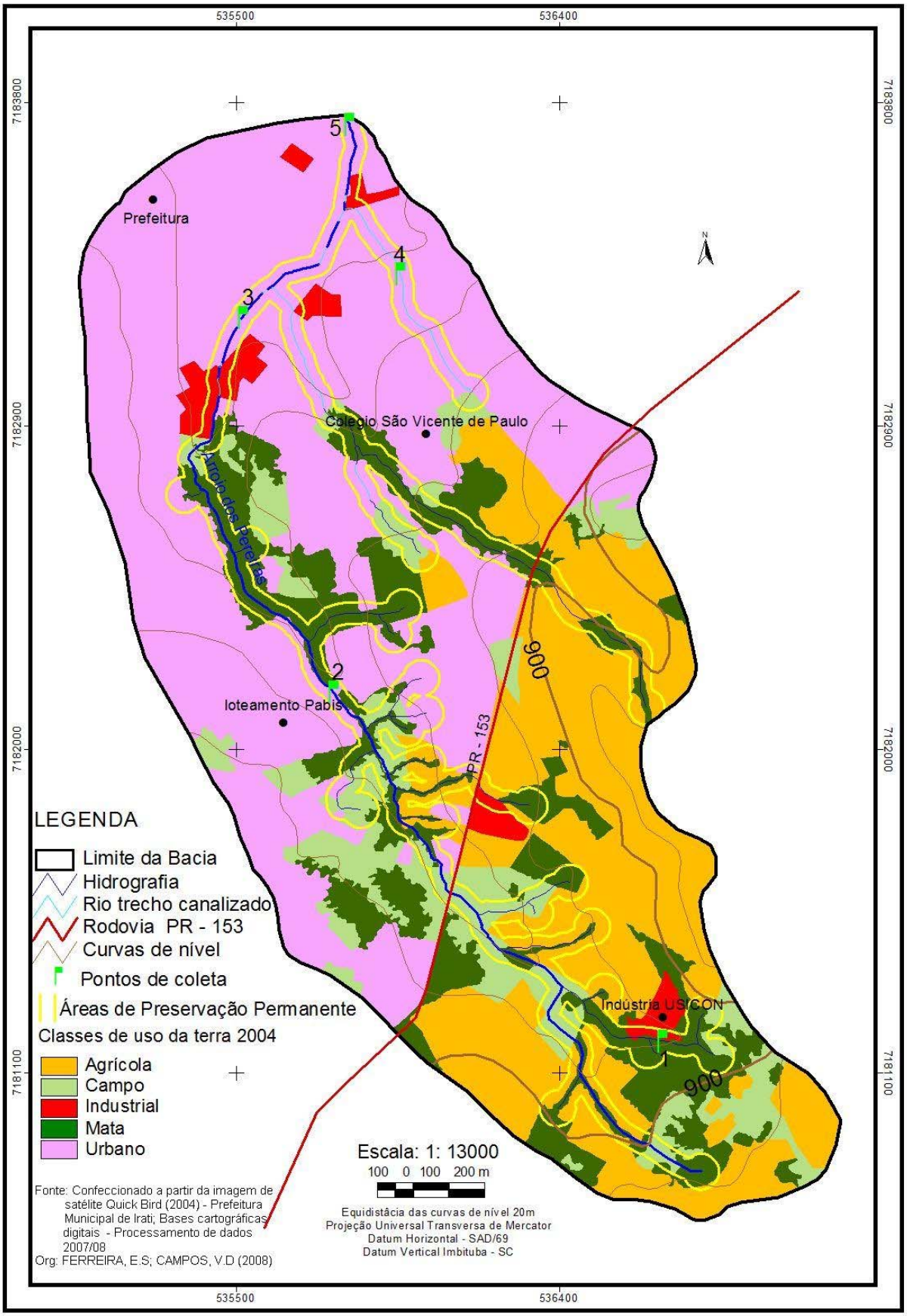

Figura 9: Uso da Terra 2004 e Áreas de Preservação Permanente da Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati –PR).

As figuras 10 e 11 demonstram o processo de expansão urbana sobre esta área da bacia, a qual encontrava-se totalmente ocupada pelo uso agrícola em 1980 e já com o loteamento aberto, e em início de ocupação em 2004.

Atualmente, o loteamento encontra-se, quase que em sua totalidade, ocupado, tendo em alguns pontos, iniciada a implantação de pavimentação.

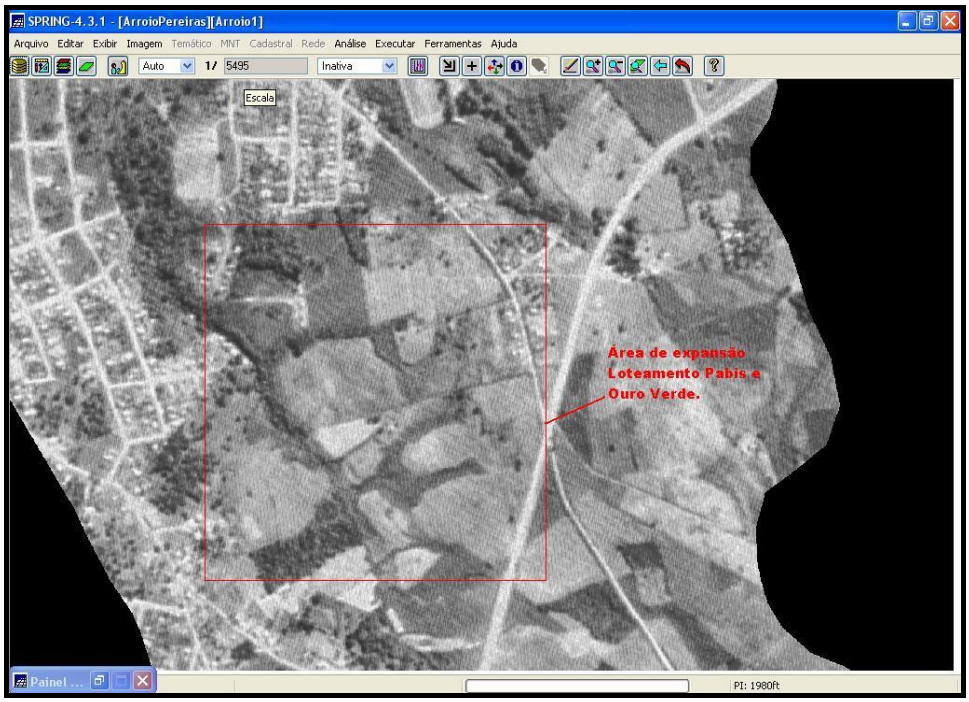

Figura 10 – Detalhe da Área - Uso Agrícola em 1980.

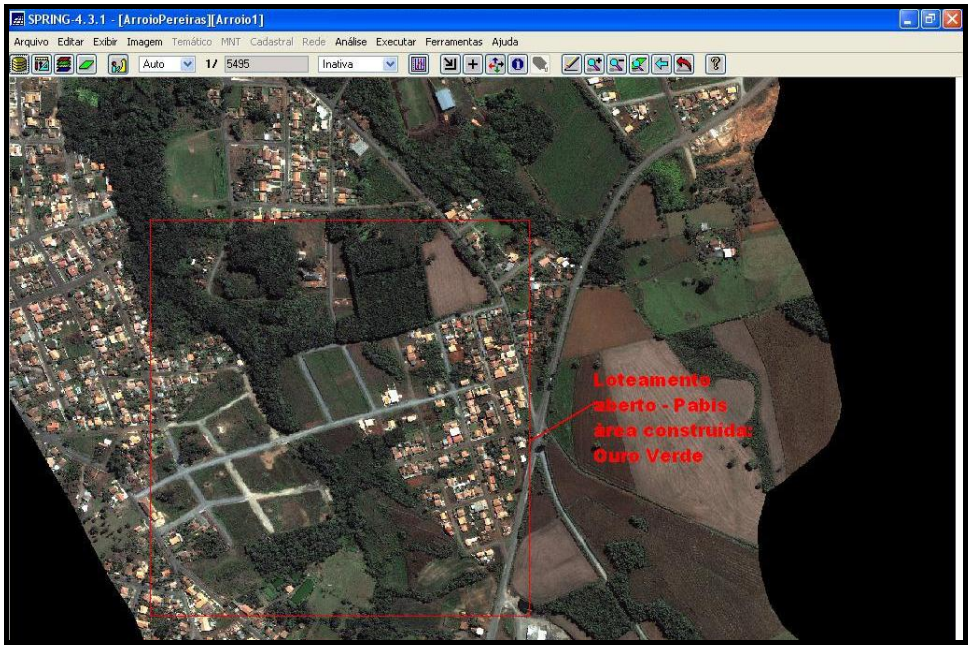

Figura 11 – Detalhe da Implantação do Loteamento Pabis e Ouro Verde.

No caso estudado, percebe-se claramente a atuação dos proprietários fundiários na conversão das terras de uso agrícola para urbano, ao exercerem pressão sobre o Estado, a fim de aprovar novos loteamentos e garantir assim uma maior lucratividade sobre suas terras.

O loteamento Pabis, aberto em 2002, se destaca, não apenas por ter sua implantação recente, mas por transformar drasticamente a paisagem desta porção da bacia. Percebe-se, em sua implantação, a retirada da vegetação ciliar e a falta de preocupação com a preservação das margens. Os terrenos fazem divisa junto à estas e há o corte das cabeceiras de drenagem por vias públicas, dentre outras irregularidades.

Outro ponto a ser destacado com relação à ocupação diz respeito às mudanças realizadas na rede de drenagem, como as canalizações, retilinizações e represamentos. Tais ações têm influência direta na vazão dos canais, aumentando a velocidade e quantidade do fluxo.

Estas alterações crescem à medida que o quadro urbano se expande e se adensa, demandando cada vez mais espaço e ocupando todas as áreas possíveis, inclusive as planícies de inundação (leito maior) e as encostas. Este quadro se reflete no percentual de uso urbano da bacia (46,5%), onde as margens do canal são as paredes das edificações (Fotos 1, 2, 3 e 4), e, em muitos casos, as construções são praticamente sobre o rio (Foto 5), que é totalmente canalizado.

Pode-se observar na foto 1 a edificação que invade o leito do canal e serve de margem, e na foto 2 a ocorrência da mesma situação, em que é possível observar na parede a marca deixada por um evento de cheia, demonstrando a incidência de tais eventos. Na foto 3, observa-se as ligações clandestinas de esgoto e a ocupação irregular das margens. A foto 4 demonstra as medidas de contenção realizadas, como a construção de muretas nas margens, a fim de impedir a erosão destas, o que representaria risco às residências localizadas ao lado do canal. Já na foto 5 é possível observar a canalização total do canal, como forma de aproveitar todo o terreno. Neste caso, parte da construção avança por sobre o arroio, totalmente canalizado.

Em eventos extremos de precipitação, quando a capacidade de vazão do canal excede, aumentam os riscos de acidentes nestas áreas onde a ocupação assume o leito maior do canal com edificações, criando riscos não apenas materiais,

mas também à vida, pois aumenta o risco de desmoronamento das paredes destas edificações e de contaminação por patógenos de veiculação hídrica.

Foto 1 – Edificação na margem do arroio.
Fonte: CAMPOS, 2007

Foto 2 – Edificações sobre as margens do arroio.
Fonte: CAMPOS, 2007

Foto 3 – Ocupação irregular das margens.
Fonte: CAMPOS, 2007.

Foto 4 – Muretas de contenção nas proximidades da foz do arroio.
Fonte: CAMPOS, 2007.

Foto 5 – Construção sobre o canal.
Fonte: CAMPOS, 2007.

Neste sentido, Souza (2004) aponta para as intervenções antrópicas no sistema de drenagem como condicionante de risco a desastres naturais, e coloca que as próprias medidas infra-estruturais, quando mal dimensionadas, podem gerar transtornos, tais como: enchentes/inundações, queda de barragens ou pontes, e rompimento de canalizações.

No caso em estudo, as conseqüências destas alterações se expressam de forma mais evidente nos corpos d'água ao apresentar um ganho efetivo de velocidade nos eventos pluviométricos devido à impermeabilização do solo, ocupação das vertentes, retirada da vegetação original, retilinização, ocupação das margens, dentre outros, levando à inundações em suas áreas mais baixas (fundos de vale), onde a ocupação antrópica é mais adensada, e, a poluição das águas, ligada diretamente aos tipos de usos da terra (agrícola, residencial, industrial, serviços).

A classe industrial: embora tenha tido uma variação pequena, de apenas 1,2%, esta merece atenção especial devido à implantação de indústrias em áreas agrícolas, próximas às nascentes do arroio (ver detalhe na Figura 9), o que implica num aumento da poluição das águas. Cabe ainda destacar que uma indústria de concreto gera resíduos altamente poluentes, como metais pesados, o que inviabiliza sua presença em áreas de nascentes e próximas de corpos d'água.

A classe mata: teve um aumento de 0,6%, já apontado por Disperati et al (2002), que verificaram um aumento de 0,9% da classe de uso mata para o Município de Irati para o período entre 1986 e 1999.

Esse aumento apresentado nas áreas ocupadas por mata deve-se ao fato da intensificação da fiscalização pelos órgãos responsáveis nos últimos anos, o que tem inibido a derrubada da vegetação em áreas de APP.

Na área estudada, esta intensificação da fiscalização por parte do IAP, pode ser observada pela notificação dos proprietários rurais que estão ocupando de forma irregular as áreas de mata ciliar. Até o momento, seis proprietários da área da bacia foram notificados, e têm um prazo de 180 dias para regularizar a situação de sua área e recuperar a vegetação ripária.

Após este prazo, que pode ser prorrogado por mais 90 dias, os proprietários que não cumprirem as determinações do IAP, sofrerão sanções em forma de multa, que variará de acordo com o caso. O prazo cedido foi para que os proprietários que

já haviam feito a adubação do terreno pudessem utilizar o mesmo e aproveitar esta adubação, no intuito de não perder os investimentos realizados. (IAP, 2007).

No decorrer da pesquisa, com as incursões à campo, observou-se que a maioria dos notificados já abandonaram o uso das áreas e começam a preparar o terreno para o plantio das mudas de espécies nativas, as quais serão cedidas pelo IAP.

Embora a classe de uso mata tenha apresentado um aumento de 0,6%, pode-se observar, através do mapa de uso da terra 2004 (Figura 10), onde foi criado um *buffer* para as áreas de APP, a não observância do Código Florestal, que estipula 30m de preservação permanente de cada margem e 50m para as áreas de nascente.

A classe campo: apresentou uma variação de apenas 0,5%, pode-se atribuir a isto, o fato das áreas de campo estarem localizadas em pequenas propriedades, as quais ainda resistem ao processo de expansão urbana, e permanecem, assim, conservadas.

4.2 INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA: AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS

A partir do mapeamento do uso da terra e sua posterior análise, identificou-se as possíveis fontes poluidoras, as quais comprometem a qualidade da água na bacia.

Esta etapa da pesquisa contou com o auxílio do IAP, o qual subsidiou as coletas e análises, dispondo ainda, de técnico para a realização das mesmas.

Os procedimentos realizados seguiram as normas adotadas pelo IAP, contidas no Manual para Coleta e Preservação de Amostras de Água, Solo, Efluentes e Animais.

Embora o uso agrícola mereça atenção especial, por estarem nessa área a maior parte das nascentes e também pelo seu alto potencial poluidor, não foi possível realizar amostras que cobrissem a presença de fertilizantes, inseticidas, praguicidas, entre outros, devido a seu alto custo.

Foram estabelecidos cinco pontos para amostragem, os quais cobrem os diferentes usos da terra encontrados na bacia, bem como toda a sua extensão. A definição destes pontos, deu-se após a análise dos mapas de uso, características do

terreno e reconhecimento *in situ*. Os pontos estabelecidos para coleta e as variáveis analisadas são destacados no quadro 3:

PONTO (COORDENADA UTM)	**VARIÁVEIS**	**USO/ATIVIDADE RELACIONADA**	**CARACTERÍSTICAS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM**
Ponto 1 montante (536673E / 7181104N)	Temperatura, OD, DBO, DQO, pH, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, Coliformes totais, *Escherichia coli*, Cádmio, Cobre, Chumbo, Cromo, Mercúrio, Zinco, HPA's, THP.	Uso predominantemente agrícola, com a existência de **indústria de concreto.**	À sombra, com vegetação ciliar relativamente preservada, canal com fundo argiloso (barrento) e raso.
Ponto 1 jusante (536606E / 7181112N)	Temperatura, OD, DBO, DQO, pH, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, Coliformes totais, *Escherichia coli,* Cádmio, Cobre, Chumbo, Cromo, Mercúrio, Zinco, HPA's, THP.		Ao sol, pouca vegetação, desembocadura de um tanque, fundo do canal argiloso.
Ponto 2 montante (535744E / 7182110N)	Temperatura, OD, DBO, DQO, pH, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, Coliformes totais, Coliformes fecais, turbidez, fósforo total, nitrito, nitrato, nitrogênio total.	Uso predominantemente urbano **residencial de média densidade.**	Ao sol, vegetação relativamente densa em uma das margens ("original") e na outra menos densa e bastante degradada. Fundo rochoso (diques de diabásio).
Ponto 2 jusante (535744E / 7182109N)	Temperatura, OD, DBO, DQO, pH, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, Coliformes totais, Coliformes fecais, turbidez, fósforo total, nitrito, nitrato, nitrogênio total.		À sombra com vegetação nas margens densa e relativamente bem preservada, fundo argiloso com a presença de rochas. Alguns pontos de despejo de esgoto doméstico aparente.
Ponto 3 montante (535490E / 7183159N)	Temperatura, OD, DBO, DQO, pH, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, Coliformes totais, *Escherichia coli*, Cádmio, Cobre, Chumbo, Cromo, Mercúrio, Zinco, HPA's, THP.	Uso urbano, residencial de alta densidade, com a ocorrência de atividades de serviços, comércio.	À sombra, vegetação densa nas margens e dentro do canal , fundo de folhelhos e argila.

Ponto 3 jusante (535537E / 7183230N)	Temperatura, OD, DBO, DQO, pH, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, Coliformes totais, *Escherichia coli,* Cádmio, Cobre, Chumbo, Cromo, Mercúrio, Zinco, HPA's, THP.	**Empresa Garagem de ônibus** com lavagem, manutenção e abastecimento da frota.	À sombra, canal retilinizado e com muretas, fundo folhelho e argila, sem vegetação nas margens.
Ponto 4 montante (535937E / 7183280N)	Temperatura, OD, DBO, DQO, pH, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, Coliformes totais, *Escherichia coli,* Cádmio, Cobre, Chumbo, Cromo, Mercúrio, Zinco, HPA's, THP.	Uso urbano, residencial de alta densidade com a presença de atividades de serviços, comércio e **posto de gasolina**.	À sombra, pouca vegetação, entrada de um tanque (posto de gasolina desativado) na saída da canalização. Ainda se capta água represada ali, a qual é bombeada para outro posto.
Ponto 4 jusante (535736E / 7183940N)	Temperatura, OD, DBO, DQO, pH, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, Coliformes totais, *Escherichia coli*, Cádmio, Cobre, Chumbo, Cromo, Mercúrio, Zinco, HPA's, THP.		Ao sol, vegetação densa nas margens e dentro do canal, fundo argiloso. Área bastante degradada, despejo esgoto doméstico aparente.
Ponto 5 montante (535736E / 7183940N)	Temperatura, OD, DBO, DQO, pH, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, Coliformes totais, Coliformes fecais, turbidez, fósforo total, nitrito, nitrato, nitrogênio total.	Uso urbano predominantemente **residencial de média densidade** com a ocorrência de atividades de serviço mecânico.	Ao sol, vegetação densa nas margens e dentro do canal, fundo argiloso. Área bastante degradada, despejo de esgoto doméstico aparente.
Ponto 5 jusante (535791E / 7183757N)	Temperatura, OD, DBO, DQO, pH, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, Coliformes totais, Coliformes fecais, turbidez, fósforo total, nitrito, nitrato, nitrogênio total.		Ao sol, retilinizada (o canal foi desviado e retilinizado), muretas nas margens, sem vegetação, desnível e velocidade aumentada na desembocadura, fundo rochoso, pontos de despejo de esgotamento doméstico aparente.

Quadro 3: Pontos de coleta, variáveis analisadas e características do local de amostragem.
ORG: CAMPOS, 2007.
***** Os usos destacados em negrito referem-se às possíveis fontes poluidoras que foram priorizadas nas análises.

4.2.1 Resultados das Amostras e Discussão dos Resultados

Após a coleta, descrita nos procedimentos metodológicos e posterior análise laboratorial, procedeu-se uma análise sobre os resultados obtidos, a fim de averiguar a ligação entre a qualidade da água e os usos implantados sobre a bacia.

A análise considerou, primeiramente, os resultados encontrados em cada ponto separadamente para, posteriormente, estabelecer uma relação entre a variação dos valores encontrados entre todos pontos, identificando para isto, as variáveis mais relevantes, ou seja, as que apresentaram uma ligação aparente entre os valores encontrados (variação simultânea), destacando-se o OD e a DBO.

As variáveis representadas pelos metais pesados tiveram uma análise aprofundada devido à sua alta toxidez e pelos riscos à população e ao ambiente, em que buscou-se realizar, através de um levantamento teórico minucioso, as principais fontes de origem destes poluentes, bem como suas conseqüências para o ambiente e para o homem.

Nos pontos onde seria avaliada a ocorrência de metais, foram analisados os principais metais citados na bibliografia: Chumbo, Cromo, Cádmio, Zinco, Cobre e Mercúrio.

Ponto 1:

Os resultados obtidos neste ponto de coleta (Quadro 4), o qual tem como característica principal estar em uma área rural, mas, com a presença de uma indústria de concreto (Figura 12), revelam a presença de mercúrio, tanto no ponto à montante (0,15 μg/L) como no ponto à jusante (0,39 μg/L) do ponto de despejo (indústria de concreto), o que indica a contaminação por este composto por alguma atividade implantada na área de abrangência do ponto.

De acordo com Nascimento e Chasin (2001), o Mercúrio era muito utilizado como fungicida, inseticida e herbicida na agricultura, mas, teve seu uso banido a algumas décadas, devido à seu caráter poluidor e à sua acumulação no ambiente. Os autores destacam, ainda, que o Mercúrio pode permanecer no ambiente aquático por cerca de cem anos, mesmo quando suas fontes de poluição são eliminadas. Neste caso, a presença de Mercúrio neste ponto, pode estar ligada à poluição remota, por fungicidas, inseticidas e herbicidas.

Quanto à provável contaminação, neste ponto, pela presença da indústria de concreto, não existem estudos que demonstrem a efetiva contaminação oriunda desta atividade, embora autores como Nascimento e Chasin (2001) apontem contaminação por Mercúrio na fabricação de cimento.

O mercúrio é um dos metais pesados de maior toxidade, isto devido a seu caráter cumulativo, e pode causar sérios riscos à biota aquática e, conseqüentemente, ao homem pela ingestão de peixes e ou ingestão de água contaminada (BAIRD, 2002).

VARIÁVEL ANALISADA	VALOR MONTANTE	VALOR JUSANTE	PARÂMETRO (CONAMA)
Temperatura	18,5ºC	23ºC	----
OD	6,1mg/L	6,4 mg/L	Ñ infeiror a 5 mg/lO_2
DBO_5	10 mg/L	2,2 mg/L	Até 5 mg/lO_2
DQO	29 mg/L	20 mg/L	-------
Óleos e Graxas	<5 mg/L	<5 mg/L	Virtualmente ausentes
PH	6,73	7,20	De 6,0 a 9,0
Sólidos Sedimentáveis (sólidos dissolvidos totais)	1,50 mL/L	<0,10 mg/h/L	Até 500mg/L
Coliformes totais	80.000 NMP/100mL	110.000 NMP/100mL	1000 NMP/100mL
Escherichia coli	28.000	110.000	1000 NMP/100mL
METAIS			
Cádmio	<0,002	<0,002	0,001 mg/L
Chumbo	<0,01	<0,01	0,01 mg/L
Cobre	<0,008	<0,008	0,009 mg/L
Cromo	<0,02	<0,02	0,05 mg/L
Mercúrio	0,15	0,39	0,0002 mg/L
Zinco	<0,03	<0,10	0,18 mg/L
HPA'S			
Acenafetileno	<0,02	<0,02	----
Antraceno	<0,02	<0,02	----
Benz(a)antraceno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Benzo(b)fluoranteno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Benzo(a)pireno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Benzo(g,h,i)perileno	<0,02	<0,02	0,05 µg/L
Criseno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Dibenz(a,h)antraceno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Fluoreno	<0,02	<0,02	----
Indeno(1,2,3cd)pireno	<0,02	<0,02	----
Fenantreno	<0,02	<0,02	----
Pireno	<0,02	<0,02	----
THP (Hidrocarbonetos Totais de Petróleo)	<200,0	<200,0	----

Quadro 4**:** Variáveis analisadas - ponto 1.
ORG: CAMPOS, 2007.

Figura 12: Detalhe da Área de Coleta do Ponto 1.
Fonte: Imagem Quick Bird 2004 – Prefeitura Municipal de Irati.

O ponto 1 à montante apresentou um valor de DBO_5 de 10 mg/L quando o máximo permitido pela CONAMA é de até 5 mg/L, já a jusante, o valor reduziu para 2,2 mg/L.

O valor encontrado na DBO_5 neste ponto revela a presença de aporte de matéria orgânica, embora o ponto esteja localizado em área agrícola. Tal fato pode estar relacionado a presença de lignina (proveniente da madeira), a qual é de difícil decomposição, resultando em taxas relativamente altas de DBO_5 e DQO. Por se tratar de uma área onde a vegetação ciliar é preservada, há um acúmulo de restos vegetais na água, troncos e galhos, o que explica a presença da lignina. O decréscimo da DBO_5 à jusante reforça tal teoria, uma vez que o ponto de coleta não possui vegetação ciliar a qual contribui para o aumento dessa variável.

Cabe destacar que o OD não sofreu maiores alterações, permanecendo estável (6,1 e 6,4 mg/L) entre os pontos (montante e jusante), provavelmente devido às trocas com o ambiente e à carga de matéria orgânica consideravelmente baixa.

Os teores de Coliformes totais e fecais (*Escherichia coli*) apresentaram-se elevados, estando muito acima do permitido para a classe II da Resolução CONAMA 357/05 que é de no máximo 1000 NMP/100mL Coliformes termotolerantes por mililitros (com exceção do uso para recreação conforme Resolução CONAMA 274). Atribui-se aos valores encontrados o uso das áreas próximas para criação de

animais (cavalos, vacas) e ainda, a possibilidade de despejo doméstico (“patentes” e esgoto) direto no arroio.

Ponto 2 :

Por tratar-se o ponto 2 de uma área residencial (Figura 13), foram priorizadas nas amostras as variáveis que indicassem a presença de matéria orgânica, proveniente de esgotamento doméstico.

Figura 13: Detalhe da Área de Coleta do Ponto 2.
Fonte: Imagem Quick Bird 2004 – Prefeitura Municipal de Irati.

Os resultados obtidos neste ponto (Quadro 5) confirmam a hipótese que em áreas onde o urbano é pouco adensado é menor o aporte de matéria orgânica. As taxas de OD apresentaram-se altas, variando entre 8,3 a 8,5 mg/L, fato que pode ser atribuído tanto aos baixos valores de Coliformes encontrados (entre 8 a 17 NMP/100ml), quanto as condições físicas do meio, o qual apresenta um trecho com relativo desnível, formando em alguns pontos pequenas corredeiras, o que dá ao fluxo maior velocidade e movimentação da água, propiciando maiores trocas com o a atmosfera.

Embora as taxas de OD tenham se apresentado altas, notou-se que a DBO_5 e a DQO apresentaram-se altas, conforme pode ser observado no quadro abaixo, o que indica a presença de outros materiais na água. Neste caso, pode-se relacionar

a ocorrência de óleos e graxas (16 e 9 mg/L), o que elevou a DBO_5 e a DQO uma vez que os óleos e graxas são materiais de difícil degradação.

VARIÁVEL ANALISADA	VALOR MONTANTE	VALOR JUSANTE	PARÂMETRO (CONAMA)
Temperatura	21ºC	20ºC	----
OD	8,5 mg/L	8,3 mg/L	Ñ infeiror a 5 mg/lO_2
DBO_5	4,4 mg/L	3,2 mg/L	Até 5 mg/lO_2
DQO	11mg/L	8 mg/L	-------
Óleos e Graxas	16 mg/L	9 mg/L	Virtualmente ausentes
pH	7,70	7,74	De 6,0 a 9,0
Sólidos Sedimentáveis (sólidos dissolvidos totais)	<o,1 mg/h/L	<0,1 mg/h/L	Até 500mg/L
Coliformes totais	8 NMP/100ml	17 NMP/100ml	1000 NMP/100ml
Coliformes fecais	4 NMP/100ml	17 NMP/100ml	1000 NMP/100ml
Fósforo total	0,0 mg/L	0,0 mg/L	*0,050 mg/L
Nitrato	0,10 mg/L	0,12 mg/L	10,0 mg/L
Nitrito	0,01 mg/L	0,01 mg/L	1,0 mg/L
Nitrogênio total	0,38 mg/L	0,40 mg/L	0,5 a 3,7 mg/L
Turbidez	1,5 UT	1,5 UT	Até 100 UT

Quadro 5**:** Variáveis analisadas - ponto 2.
ORG: CAMPOS, 2007.

Por tratar-se de uma área de baixa ocupação, buscou-se identificar as eventuais fontes de despejo dos óleos e graxas encontrados nas análises, onde se verificou a existência de uma oficina mecânica, que realiza também lataria e pintura de automóveis, sendo, possivelmente a fonte do despejo. Por tratar-se de uma área de terreno acidentado, e, a oficina estar no topo de uma vertente, o relevo atua como um maximizador da dispersão e do carreamento dos materiais e despejos para o canal. Outro fator condicionante é a geologia da área, onde a ocorrência de diques de diabásio diminui a infiltração aumentando o escoamento e carreamento dos materiais produzidos para o canal.

Ponto 3:

Os resultados obtidos no ponto 3 (Quadro 6) destacam o grande aumento de matéria orgânica na água e valores altíssimos de Coliformes, tanto totais quanto fecais.

VARIÁVEL ANALISADA	VALOR MONTANTE	VALOR JUSANTE	PARÂMETRO (CONAMA)
Temperatura	22ºC	21ºC	----
OD	1,8 mg/L	2,9 mg/L	Ñ infeiror a 5 mg/lO_2
DBO_5	75 mg/L	40 mg/L	Até 5 mg/lO_2
DQO	90 mg/L	90 mg/L	-------
Óleos e Graxas	0 mg/L	0 mg/L	Virtualmente ausentes
pH	7,30	7,24	De 6,0 a 9,0
Sólidos Sedimentáveis (sólidos dissolvidos totais)	<0,1 mg/h/L	<0,1 mg/h/L	Até 500mg/L
Coliformes totais	>1.600.000 NMP/100ml	>1.600.000 NMP/100ml	1000 NMP/100ml
Escherichia coli	>1.600.000 NMP/100ml	1.600.000 NMP/100ml	1000 NMP/100ml
METAIS			
Cádmio	<0,002	<0,002	0,001 mg/L
Chumbo	<0,01	<0,01	0,01 mg/L
Cobre	<0,008	<0,008	0,009 mg/L
Cromo	<0,02	<0,02	0,05 mg/L
Mercúrio	0,10	0,10	0,0002 mg/L
Zinco	0,04	< 0,03	0,18 mg/L
HPA'S			
Acenafetileno	<0,02	<0,02	----
Antraceno	<0,02	<0,02	----
Benz(a)antraceno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Benzo(b)fluoranteno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Benzo(a)pireno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Benzo(g,h,i)perileno	<0,02	<0,02	0,05 µg/L
Criseno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Dibenz(a,h)antraceno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Fluoreno	<0,02	<0,02	----
Indeno(1,2,3cd)pireno	<0,02	<0,02	----
Fenantreno	<0,02	<0,02	----
Pireno	<0,02	<0,02	----
THP (Hidrocarbonetos Totais de Petróleo)	<200,0	<200,0	----

Quadro 6**:** Variáveis analisadas - ponto 3.
ORG: CAMPOS, 2007.

Localizado em área baixa (Figura 14) onde o fluxo d'água perde velocidade, e, onde o canal assume feições mais meândricas (acarretando em acúmulo de sedimentos e materiais), o aumento do aporte de matéria orgânica contribui para o declínio da qualidade da água. A capacidade de suporte do meio fica ainda mais comprometida com a diminuição da velocidade da água que diminui as trocas do corpo d'água com a atmosfera dificultando a renovação do OD.

Figura 14: Detalhe da Área de Coleta do Ponto 3.
Fonte: Imagem Quick Bird 2004 – Prefeitura Municipal de Irati.

Neste ponto da bacia está assentada a área central da cidade, sendo a ocupação bastante antiga, anterior ainda à criação do município, o que faz com que a densidade residencial seja alta e, conseqüentemente, as cargas de despejos domésticos. Por tratar-se de uma área de ocupação antiga, e também pela proximidade com o canal, as residências em sua maioria apresentam ligações irregulares de esgoto, diretas no canal, mesmo já existindo a rede de coleta.

As taxas de Coliformes tanto totais quanto fecais (*Escherichia coli*) são extremamente elevadas, ultrapassando a 1.600.000 NMP/100ml. Estes valores comprovam a existência de grande aporte de matéria orgânica, chegando a DBO_5 a 75 mg/L e a DQO a 90 mg/L.

Embora no local esteja localizada uma “empresa-garagem” de ônibus, onde é realizado o abastecimento, lavagem e manutenção da frota, os resultados não apontam para uma contaminação do corpo hídrico por HPA’s, óleos e graxas, nem demonstrou um aumento do aporte de matéria orgânica proveniente desta atividade. Tal fato permite inferir que nesta área da bacia, o principal uso que contribui para a degradação do recurso hídrico é o uso residencial, uma vez que as taxas de Coliformes apresentaram grande aumento com o adensamento urbano e residencial.

Em decorrência das altas taxas de DBO_5, o teor de OD é extremamente baixo, chegando a quase zero, o que indica a impossibilidade de haver vida aquática aeróbica neste trecho do arroio.

Cabe destacar que nesta área da bacia ocorrem freqüentes inundações, estando atribuídas á estas, tanto as características físicas (planície de inundação) como as alterações ocorridas na bacia, como a impermeabilização do solo, o que leva ao aumento do escoamento superficial e dos picos de vazão, e, ainda, das alterações no próprio canal, como retilinizações, canalizações as quais, mal dimensionadas não suportam a vazão ampliada nos eventos de chuva intensa.

Ponto 4:

O ponto 4 está localizado em área bem próxima a foz do arroio (Figura 15), e apresenta ainda um adensamento urbano com a concentração de comércio e serviços.

Figura 15: Detalhe da Área de Coleta do Ponto 4.
Fonte: Imagem Quick Bird 2004 – Prefeitura Municipal de Irati.

A escolha deste ponto deu-se pela existência na área de três postos de gasolina, o que indica um grande fluxo de automóveis e uma provável concentração de HPA’s. As análises procuraram priorizar a contaminação do corpo hídrico pelos HPA’s, os quais têm origem na queima de combustíveis e também por chumbo, que, embora não seja mais utilizado na fabricação de combustíveis, tendo sido

substituído pelo álcool anidro (BAIRD, 2002), pode ainda persistir no ambiente, devido à acumulação deste, aos aspectos geológicos e, ainda, levantou-se a possibilidade de ocorrer a contaminação do corpo hídrico pelos tanques subterrâneos desativados.

Os resultados das amostras (Quadro 7) confirmam a hipótese inicialmente levantada, ao apresentar valores de compostos de HPA's acima dos valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005).

VARIÁVEL ANALISADA	VALOR MONTANTE	VALOR JUSANTE	PARÂMETRO (CONAMA)
Temperatura	22ºC	20ºC	----
OD	4,7 mg/L	4,3 mg/L	Ñ infeiror a 5 mg/lO_2
DBO_5	10 mg/L	33 mg/L	Até 5 mg/lO_2
DQO	33 mg/L	48 mg/L	-------
Óleos e Graxas	<5 mg/L	<5 mg/L	Virtualmente ausentes
pH	7,61	7,60	De 6,0 a 9,0
Sólidos Sedimentáveis (sólidos dissolvidos totais)	3,0 mg/h/L	4,0 mg/h/L	Até 500mg/L
Coliformes totais	1.600.000 NMP/100ml	>=1.600.000 NMP/100ml	1000 NMP/100ml
Coliformes fecais ou *Escherichia coli*	900.000 NMP/100ml	>=1.600.000 NMP/100ml	1000 NMP/100ml
METAIS			
Cádmio	<0,002	<0,002	0,001 mg/L
Chumbo	0,15	0,09	0,01 mg/L
Cobre	0,125	0,165	0,009 mg/L
Cromo	0,03	-----	0,05 mg/L
Mercúrio	<0,10	0,47	0,0002 mg/L
Zinco	0,18	0,42	0,18 mg/L
HPA'S			
Acenafetileno	<0,02	<0,02	----
Antraceno	<0,02	0,10	----
Benz(a)antraceno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Benzo(b)fluoranteno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Benzo(a)pireno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Benzo(g,h,i)perileno	<0,02	<0,02	0,05 µg/L
Criseno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Dibenz(a,h)antraceno	<0,02	<0,02	0,05µg/L
Fluoreno	<0,02	0,06	----
Indeno(1,2,3cd)pireno	<0,02	<0,02	----
Fenantreno	<0,02	0,10	----
Pireno	<0,02	0,08	----
THP (Hidrocarbonetos Totais de Petróleo)	<200,0	<200,0	----

Quadro 7**:** Variáveis analisadas - ponto 4.
ORG: CAMPOS, 2007.

Dentre os compostos encontrados no ponto quatro, destaca-se a ocorrência do antraceno (0,10 μg/L), fluoreno (0,06 μg/L), fenantreno (0,10 μg/L) e pireno (0,08 μg/L), todos compostos de alta toxidade (BAIRD, 2002).

Estes compostos são considerados maléficos ao meio ambiente e a saúde pública, estando inserido na Classe I dos Resíduos Perigosos, por apresentar alta toxidade, conforme Norma da ABNT/ NBR, 10004.

Os compostos citados ocorreram apenas no ponto à jusante do ponto de despejo, o que indica que a eventual fonte poluidora seja o posto de gasolina.

Embora o mesmo possua caixa de coleta e realize o pré-tratamento dos efluentes, destaca-se a possibilidade de vazamento dos tanques subterrâneos (por corrosão), ou ainda, pelo carreamento destes poluentes pela lixiviação do solo pela precipitação até o canal.

Neste sentido, Baird (2002) aponta ainda para o aerotranporte destes compostos, os quais chegariam aos corpos d'água após a chuva, atingindo o corpo hídrico de forma indireta.

Outras variáveis que apresentaram valores elevados neste ponto, foram os metais pesados como o chumbo (0,15 mg/L à montante), o cobre (0,125 mg/L à montante e 0,165 mg/L à jusante), o mercúrio (<0,10 μg/L à montante e de 0,47μg/L à jusante) e o zinco (0,42 mg/L) à jusante do ponto de despejo.

Os resultados indicam também a contaminação do corpo hídrico por metais pesados, e esta poluição pode ser atribuída a um eventual vazamento dos tanques de combustíveis subterrâneos (ativos ou não), pelo escoamento urbano, ou ainda à atividade de serigrafia presente bem próximo ao ponto de coleta à montante, o que explicaria a ocorrência do chumbo, uma vez que este metal pesado é muito utilizado na fabricação de tintas.

As taxas de Coliformes continuaram elevadas, e houve, um pequeno decréscimo à montante (1.600.000 NMP/100ml) do ponto anterior para 900.000 NMP/100ml, podendo esta queda estar relacionada a uma propriedade que possui um lago artificial com roda d'água, o que levaria à uma elevação do OD na água (de 2,9 mg/L para 4,7 mg/L) e uma maior capacidade de decompor a matéria orgânica presente neste trecho.

A DBO_5 caiu de 40 mg/L para 10 mg/L, o que expressa a diminuição do aporte de matéria orgânica entre os dois pontos citados.

Ponto 5:

Por ser a área de uso residencial (Figura 16), foram priorizadas as variáveis que avaliassem o aporte de matéria orgânica, proveniente do esgotamento doméstico.

Figura 16: Detalhe da Área de Coleta do Ponto 5.
Fonte: Imagem Quick Bird 2004 – Prefeitura Municipal de Irati.

Os resultados apontaram para um declínio da DBO_5 e um considerável aumento do OD, como pode ser observado no Quadro 8. Isto revela uma diminuição da emissão de matéria orgânica, bem como uma maior capacidade de decomposição desta causada pelo aumento da velocidade do fluxo e, conseqüentemente, das trocas entre o corpo hídrico e a atmosfera. Outro fator que pode ter contribuído para este declínio é a diminuição do adensamento residencial.

A variável óleos e graxas apresentou-se elevada no ponto à jusante, o que explica a DBO_5 e a DQO ainda elevada em relação à quantidade de matéria orgânica a ser decomposta (que diminuiu de >= 1.600.000 NMP/100ml para 33 NMP/100/ml). Isto se explica pelo fato de que os óleos e graxas são de difícil decomposição e demandam uma maior DBO_5 e DQO.

A origem dos óleos e graxas encontrados pode estar relacionada à existência de uma oficina mecânica de tratores próxima ao ponto de coleta, o que também confirma a influência desta atividade na ocorrência de óleos e graxas no ponto 2, ou

VARIÁVEL ANALISADA	VALOR MONTANTE	VALOR JUSANTE	PARÂMETRO (CONAMA)
Temperatura	20,5ºC	20,5ºC	----
OD	4,3 mg/L	5 mg/L	Ñ infeiror a 5 mg/lO_2
DBO_5	33 mg/L	15 mg/L	Até 5 mg/lO_2
DQO	48mg/L	38 mg/L	-------
Óleos e Graxas	<5 mg/L	17 mg/L	Virtualmente ausentes
pH	7,60	7,31	De 6,0 a 9,0
Sólidos Sedimentáveis (sólidos dissolvidos totais)	4,0 mg/h/L	<0,1 mg/h/L	Até 500mg/L
Coliformes totais	>=1.600.000 NMP/100ml	33 NMP/100ml	1000 NMP/100ml
Coliformes fecais e/ou *Escherichia coli*	>=1.600.000 NMP/100ml	26 NMP/100ml	1000 NMP/100ml
Fósforo total	----	0,6 mg/L	*0,050 mg/L
Nitrato	0,73 mg/L	0,68 mg/L	10,0 mg/L
Nitrito	0,03 mg/L	0,02 mg/L	1,0 mg/L
Nitrogênio total	----	10,8	0,5 a 3,7 mg/L
Turbidez	1,5 UT	1,5 UT	Até 100 UT

Quadro 8**:** Variáveis analisadas - ponto 5.
ORG: CAMPOS, 2007.

seja, em ambos os pontos onde ocorreu a contaminação por óleos e graxas havia oficinas mecânicas nas proximidades.

O nitrogênio total apresentou-se elevado à jusante do ponto 5 (10,8 mg/L), o que indica a presença de matéria orgânica.

4.2.2 Relação entre os Valores Obtidos nos Pontos Amostrados.

Os valores obtidos nos pontos amostrados revelam a correlação de três principais variáveis: OD, DBO_5 e os Coliformes (totais e fecais e /ou *Escherichia coli*).

Estas três variáveis sofreram alteração simultaneamente, aumentando seus valores de montante em direção à jusante (foz). Os resultados das amostras coincidem com o adensamento urbano, o qual cresce em direção à foz da bacia, e, conseqüentemente os despejos domésticos.

O gráfico 1 ilustra a variação do OD e da DBO_5 na bacia, sendo possível observar a drástica diminuição do OD no ponto 3 (montante) e ao aumento da DBO_5. A partir do ponto 3 observa-se também o aumento dos valores de Coliformes

presentes na água (Tabela 5), indicando um grande aporte de matéria orgânica, proveniente de efluentes domésticos.

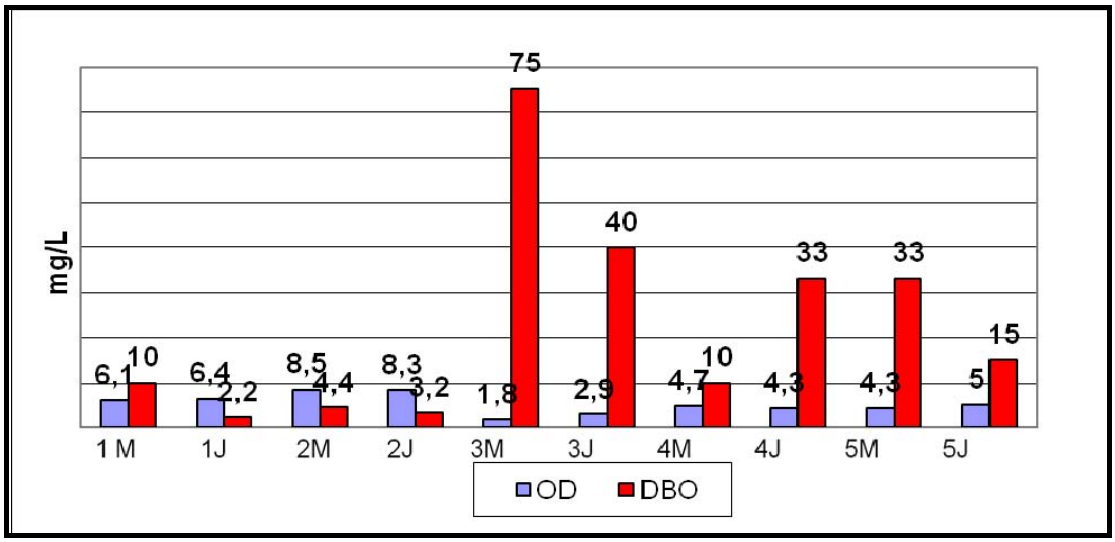

Gráfico1: Variação do OD e DBO_5 dos Pontos Amostrados

A confecção dos gráficos foi enumerada de 1 a 5, sendo que para cada ponto, há um ponto de montante (representado pela letra M) e um de jusante (representado pela letra J).

Os valores de Coliformes totais e fecais (*Escherichia coli*) apresentaram-se bastante elevados, conforme pode se observar na tabela 6, tendo aumento à medida que se aproxima da foz do Arroio. Os altos valores de Coliformes, estão diretamente relacionados às taxas de DBO_5 elevadas e, as taxas de OD, bastante reduzidas.

Tabela 6: Valores de Coliformes totais, fecais e *Escherichia coli* obtidos nos pontos amostrados.

Ponto	Coliformes ***Totais***	Coliformes ***Fecais e / ou Escherichia coli***
1 Montante	80.000 NMP/100ml	28.000 NMP/100ml
1 Jusante	110.000 NMP/100ml	110.000 NMP/100ml
2 Montante	8 NMP/100ml	4 NMP/100ml
2 Jusante	17 NMP/100ml	17NMP/100ml
3 Montante	>=1.600.000 NMP/100ml	>=1.600.000 NMP/100ml
3 Jusante	>=1.600.000 NMP/100ml	>=1.600.000 NMP/100ml
4 Montante	>=1.600.000 NMP/100ml	900.000 NMP/100ml
4 Jusante	>=1.600.000 NMP/100ml	>=1.600.000 NMP/100ml
5 Montante	>=1.600.000 NMP/100ml	>=1.600.000 NMP/100ml
5 Jusante	33 NMP/100ml	26 NMP/100ml

Org: CAMPOS, 2007.

Com relação ao pH, todos os pontos apresentaram um pH levemente alcalino (gráfico 2), sendo esta variação pouco relevante.

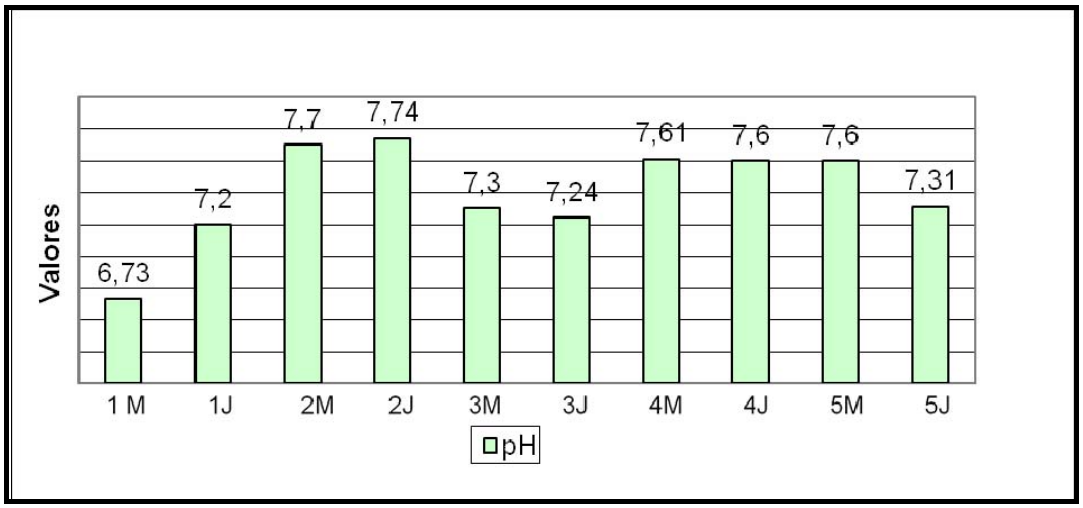

Gráfico 2: Variação do pH nos Pontos Amostrados

As variáveis: óleos e graxas e a DBO_5, apresentaram também relação entre si. Nos pontos onde foi registrada a ocorrência de óleos e graxas (Gráfico 3) a DBO_5 se apresentou elevada (ver Gráfico 1), mesmo com a baixa significativa do aporte de matéria orgânica.

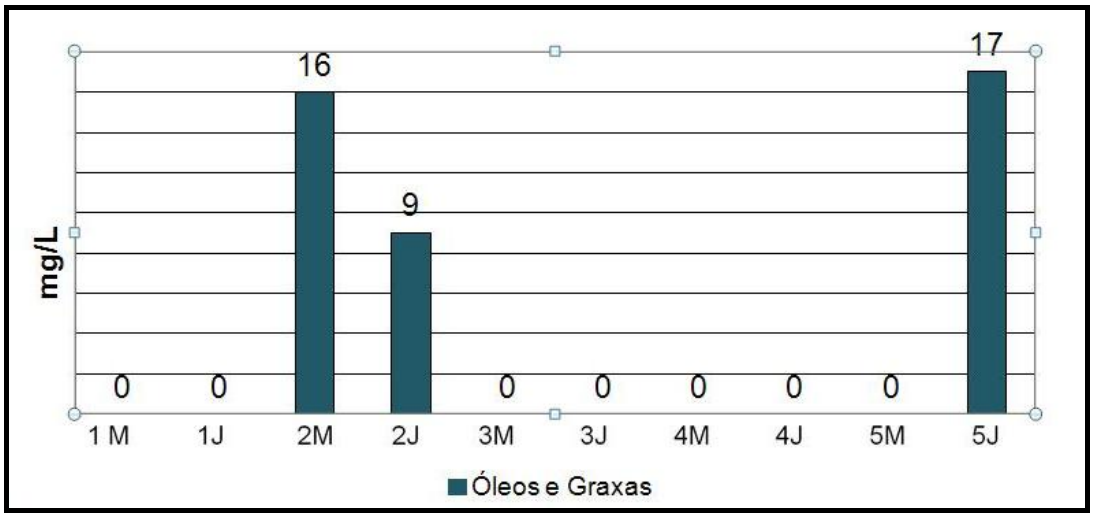

Gráfico 3: Ocorrência de Óleos e Graxas nos Pontos Amostrados
* os valores inferiores a <5 foram considerados nulos na confecção do gráfico.

De acordo com os resultados das amostras, a água da bacia apresenta-se imprópria para os usos verificados, isto devido ao grande aporte de matéria orgânica, a incidência de metais pesados em alguns trechos, bem como a contaminação por compostos HPA's (Gráfico 4). Tais fatores inviabilizam qualquer

forma de vida aquática aeróbica, comprometem a estética, além de trazer riscos à saúde da população.

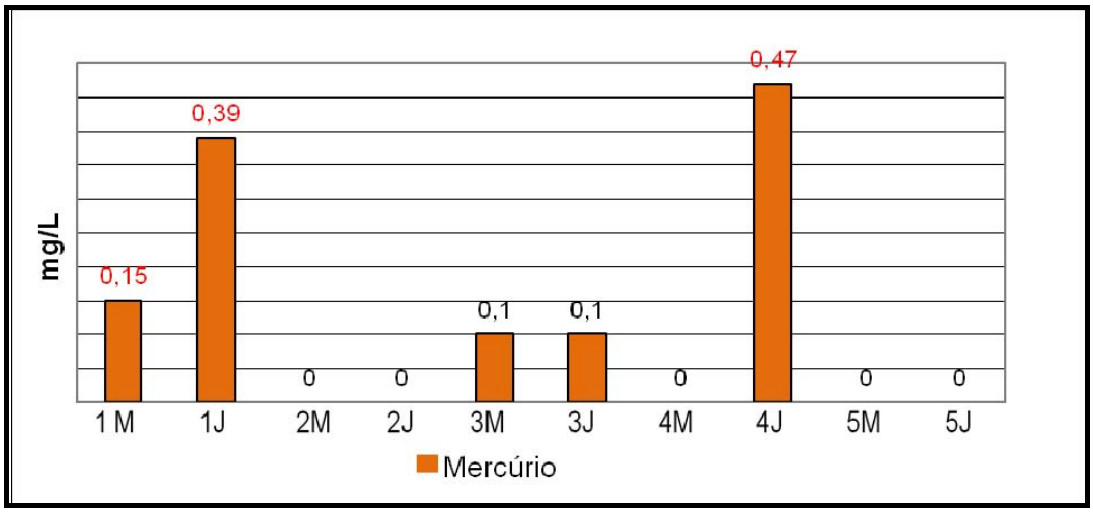

Gráfico 4: Ocorrência de Mercúrio nos Pontos Amostrados

Os valores inferiores a cinco (<5) não foram representados na confecção dos gráficos, uma vez que o editor de planilhas não trabalha com esta expressão (< que), e, por ser impossível precisar qual o real valor correspondente.

Segundo Costa (2007, p. 25), a definição de qualidade de um produto, no caso a água, se dá quando este se enquadra “dentro de um conceito normativo, aprovado para um determinado fim” sendo para isto “reconhecidas suas características e especificadas suas aplicações”, sua qualidade e quantidade bem como sua viabilidade e manutenção. Ainda, segundo a autora, **a qualidade da água está diretamente ligada ao seu uso** (grifo nosso).

O Arroio dos Pereiras, alvo deste estudo, enquadrou-se de acordo com os usos da água verificados, na Classe 2, como descrito no referencial teórico, mas, a qualidade da água, obtida através das análises, o enquadra na Classe 3, estando os valores máximos permitidos de algumas variáveis, ainda acima dos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.

4.3 CONFLITOS E USO NA BACIA DO ARROIO DOS PEREIRAS

O mapa de conflito de uso (Figura 17) visa detectar a ocorrência de situações de conflito nos uso da terra e é gerado a partir do cruzamento dos dados do Potencial Erosivo, das Áreas de Preservação Permanente e do Uso Atual (2004).

Para tanto são estabelecidas as classes de uso Correspondente, Sobre-utilizada e Subutilizada (áreas de uso potencial, não utilizadas).

As áreas de uso Correspondente são aquelas em que o uso atual está de acordo com a capacidade de suporte do meio (Potencial Erosivo Baixo) e a legislação vigente (Código Florestal). Foi considerada como de uso correspondente toda a área ocupada pelo uso urbano, agrícola e industrial que não estivesse sobre área de APP ou sobre área de potencial erosivo alto ou muito alto, correspondendo a 61,1% da área total da bacia.

As áreas Sobre-utilizadas são representadas pelas áreas em que o uso atual está em desacordo com a legislação e que se apresentam impróprias para o uso devido ao potencial erosivo alto ou muito alto e por estarem sobre as áreas de APP. Cobrem 30,0% da área da bacia.

A classe Subutilizada representa 8,9% da área total da bacia estudada e corresponde às áreas ocupadas por mata e campo, com exceção das áreas de APP e de potencial erosivo alto e muito alto. Beltrame (1994) aponta estas áreas como áreas de potencial de uso, ou seja, poderiam receber outros usos como urbano ou agrícola, desde que adotadas as técnicas de manejo e consideradas as leis que regem o zoneamento urbano, mas, ressalta-se a importância de preservar estas áreas, destinando-as para a criação de áreas verdes, parques e bosques públicos, a fim de minimizar os efeitos da impermeabilização do solo urbano, melhorando a qualidade ambiental.

4.4 ANÁLISE E INTEGRAÇÃO DOS DADOS

A análise dos dados obtidos nesta pesquisa permite verificar que a forma de ocupação e uso da terra na bacia não está em conformidade com a capacidade de suporte do meio. Primeiramente, observou-se a expansão urbana em direção à montante da bacia a qual está ocorrendo de forma desordenada, sem respeitar as áreas de APP e as características do relevo, o que pode implicar, dentre outros, num aumento do transporte e carreamento de sedimentos para o canal e poluição da águas superficiais por resíduos gerados pelas atividades implantadas.

As áreas com potencial erosivo alto e muito alto deveriam ser destinadas à usos que não acarretassem num aumento deste potencial erosivo. Neste sentido,

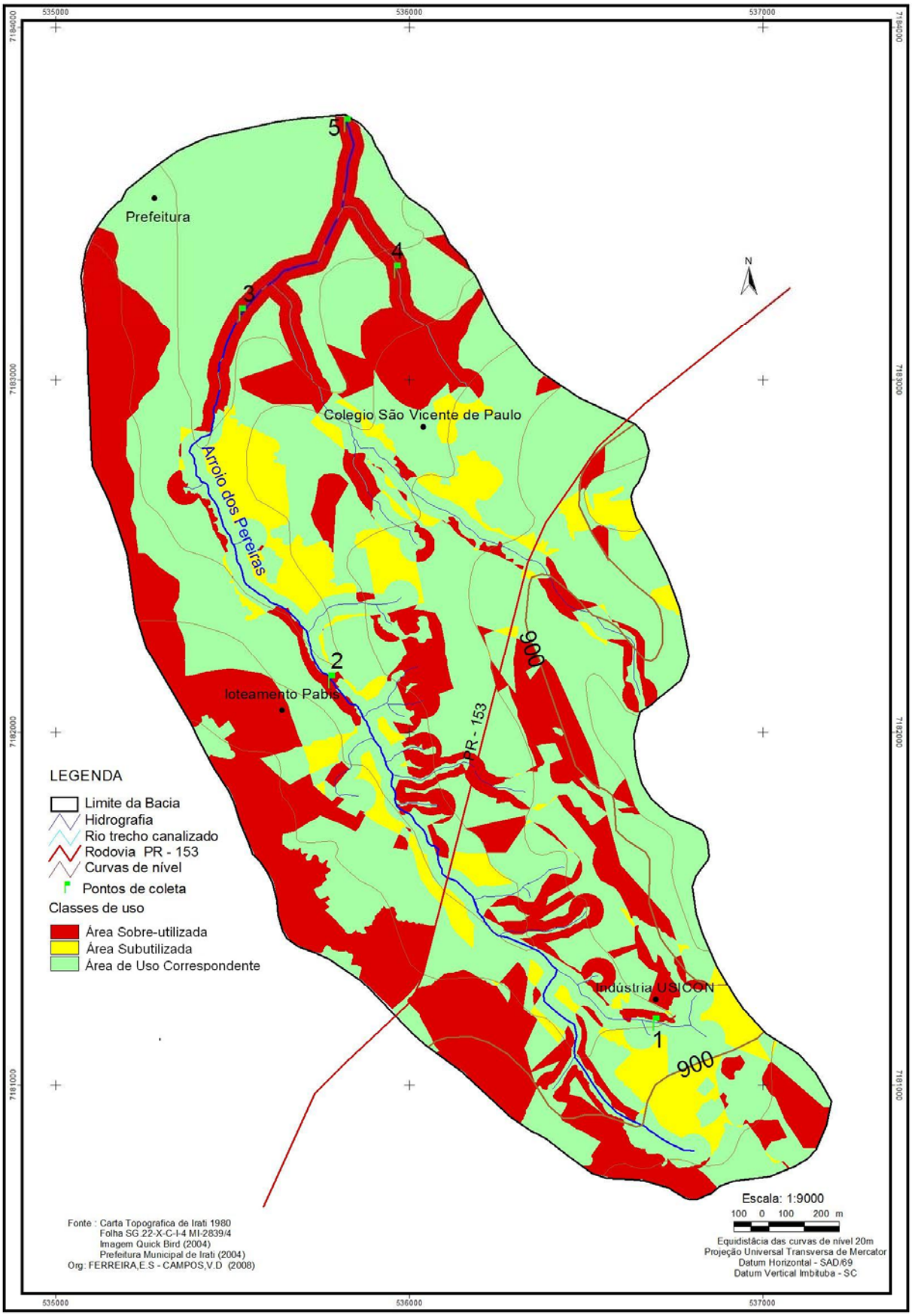

Figura 17: Conflitos Ambientais na Bacia do Arroio dos Pereiras (Irati–PR).

aponta-se como solução viável o reflorestamento, a partir de técnicas de manejo e preservação dos solos adequados e a criação de áreas verdes.

Pode-se observar ainda que os resultados de qualidade da água verificados indicam um aporte muito grande de matéria orgânica, proveniente do esgotamento doméstico, o que compromete a qualidade do ambiente aquático e também a qualidade ambiental na bacia. Foram encontrados, também, resíduos de metais pesados em alguns pontos da bacia, destacando-se o Mercúrio e o Chumbo, os quais representam sérios riscos ao ambiente e á saúde da população, e, ainda resíduos de compostos HPA'S (Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos), provenientes de combustíveis (queima incompleta), os quais chegam aos canais devido ás características do relevo carreados pela chuva, por aerotransporte e/ou mesmo pelo despejo direto de resíduos de postos de gasolina, representando também riscos à saúde.

O Plano Diretor Municipal prevê ações para recuperação dos rios e arroios do município, destacando o Arroio dos Pereiras. Este documento aponta as seguintes irregularidades com relação ao Arroio:

> **- Arroio dos Pereiras** — proteção natural (legal) negligenciada, barra (foz) com geometria inadequada, falta de integração urbanística (grande potencial nesse sentido, tendo em vista um parque urbano, equipamento do qual a cidade de Irati muito se recente), correções de leito e liberação de margens. (IRATI, 2004).

A fim de amenizar tais irregularidades, o documento traz as seguintes diretrizes:

> [...]- Reassentar progressivamente as habitações existentes na faixa de preservação permanente ao longo das margens do Rio das Antas e seus afluentes, tendo em vista garantir a recuperação das matas ciliares com formação do corredor vegetativo;
> - Promover a recuperação dos rios nos aspectos físicos e químicos através da intensificação e ampliação de redes de esgoto e coibição do lançamento de esgotos clandestinos de qualquer natureza;
> - Transformar as nascentes dos rios existentes no município de Irati de patrimônio natural associados aos programas de remanejamento habitacional e recuperação ambiental;
> - Recuperar os rios, através da redução dos níveis de poluição da água, reconstituição das matas ciliares e reassentamento das habitações existentes nas faixas de preservação permanente [...] (IRATI, 2004).

Ainda com relação à poluição dos recursos hídricos, o Plano Diretor Municipal traz a informação de que as águas subterrâneas também estariam contaminadas, tendo 100% das análises realizadas nos últimos 4 anos apresentado contaminação fecal, o que reforça a tese da poluição por esgotamento doméstico, havendo a

necessidade de implementar ações de fiscalização e infra-estrutura para a regularização do esgotamento doméstico.

Outra questão a se destacar com relação à ocupação da bacia é a utilização irregular das margens e as alterações feitas nos canais, o que aumenta os problemas relacionados às inundações nas áreas baixas, comuns na bacia estudada. Pode se relacionar a este fato o mau dimensionamento das canalizações que, somado ao aumento do fluxo d'água nos canais devido à impermeabilização do solo urbano, pode ocasionar eventos de cheia mais freqüentes e de maior magnitude.

Com relação a vegetação ciliar na bacia, esta é praticamente inexistente na porção à jusante, estando ainda relativamente preservada na porção central devido à existência de uma grande propriedade particular, e sofre decréscimo novamente na área de uso agrícola na porção à montante da bacia, necessitando de uma intensificação na fiscalização pelos órgãos competentes e um maior rigor na concessão de licenças para abertura de novos loteamentos.

Embora os proprietários rurais já venham sendo notificados, em que recomenda-se o abandono das áreas de APP e o replantio de vegetação nas margens, o percentual da classe mata na bacia é ainda pequeno, estando boa parte das áreas de APP desmatadas, demandando uma maior conscientização por parte dos proprietários rurais da importância da vegetação na manutenção dos recursos hídricos, indispensáveis para a produção agrícola.

Dentre as atividades rurais possíveis e menos impactantes (se adotado um plano de manejo), estão a piscicultura e o turismo rural, ambos possíveis de serem implantados na área estudada.

As indústrias existentes na bacia, de uma forma geral, encontram-se em áreas impróprias, pois estão localizadas na área central, destinada ao uso residencial, de comércio e serviços e em áreas de uso agrícola, sendo neste último caso, uma atividade altamente imapactante (indústria de concreto) em área próxima às nascentes. Segundo o zoneamento do município (Lei nº 2164), esta indústria estaria na zona de transição urbano-rural (Figura 18). Na referida Lei, o artigo 7º estabelece os usos permitidos nesta área a destacar:

- Parques e Reservas Municipais;
- Chácaras, sítios e similares;
- Pousadas, hotéis-fazenda, atividades de lazer e ecoturísticas;
- Centros educacionais especiais;

- Produção de hortigranjeiros com estímulo à produção orgânica;
- Estabelecimentos específicos à critério do colegiado gestor do Plano Diretor Municipal;
- Depósitos de GLP – Gás Liquefeito de Petróleo;
- Retiros, Seminários e outras ações de caráter religioso;
- Depósitos de produtos químicos para fins agrícolas;
- Camping;
- Piscicultura;
- Unidade de terapia complementar. (IRATI, 2004)

De acordo com a Lei citada, a indústria está em área imprópria e necessita, portanto, de uma realocação, preferencialmente, para o distrito industrial, o que minimizaria os possíveis impactos causados por esta atividade.

O Plano Diretor Municipal prevê, também, a necessidade de transferência das indústrias presentes na área urbana, de forma a adequar o que está previsto no zoneamento urbano, concentrando todas as indústrias no distrito industrial, para diminuir os problemas causados pela permanência destas na área central, como o tráfego de caminhões e poluição visual, sonora e das águas, ressaltando a necessidade de uma legislação que iniba a geração de poluição (IRATI, 2004).

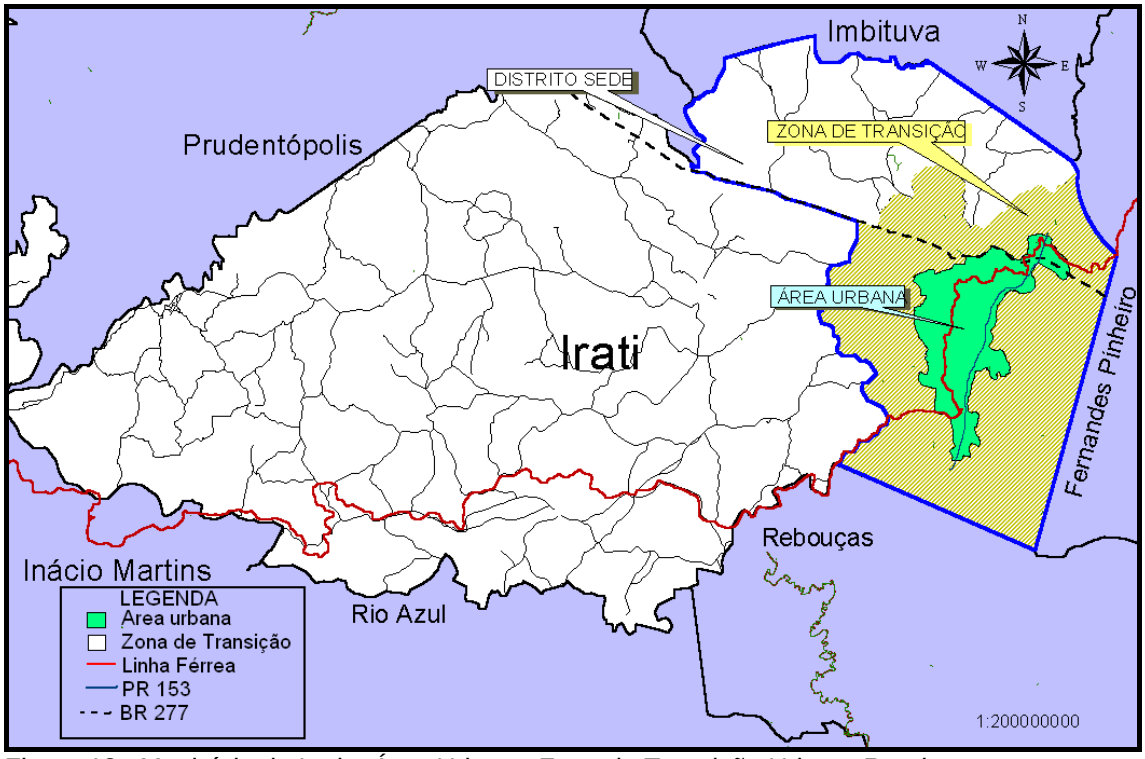

Figura 18: Município de Irati – Área Urbana, Zona de Transição Urbano Rural.
Fonte: IRATI – Plano Diretor Municipal, 2004.

Percebe-se, portanto, uma mobilização do poder público em torno dos problemas apresentados, necessitando agora a implementação de planos de desenvolvimento, que transformem as diretrizes previstas em ações concretas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da presente pesquisa foi possível verificar a dinâmica de uso da terra na bacia do Arroio dos Pereiras, onde constatou-se que entre 1980 e 2004 , a classe de uso que apresentou maior aumento foi a classe urbano, apontando a expansão urbana ocorrida sobre a bacia e a diminuição das áreas de uso agrícola. Tal resultado demonstra a conversão de áreas de uso agrícola para uso urbano.

Com relação a classe de uso industrial, observa-se que a expansão da indústria ocorreu sobre área agrícola, ou seja, de forma inadequada devido às características físicas da área, necessitando neste caso de uma realocação destas atividades.

A classe de uso mata teve um pequeno aumento, o que indica a intensificação da fiscalização sobre a área e leis de zoneamento mais rígidas, embora o percentual total de mata, bem como sua distribuição, não esteja ainda consonante com o que estipula o Código Florestal.

A classe de uso campo sofreu a menor variação em função de estar distribuída entre as propriedades urbano-rurais, ou seja, aquelas propriedades que ainda conservam características tipicamente rurais, mas inseridas no contexto urbano e também aquelas áreas próximas as sedes das propriedades.

No que diz respeito a qualidade da água na bacia e sua relação com os usos implantados, pode-se concluir que o esgotamento doméstico é a principal fonte de poluição da água e que sua qualidade sofre deterioração conforme se aproxima da foz, área onde a concentração urbana e residencial é maior. Verificou-se ainda que a indústria de concreto implantada em área rural (zona de transição) e próximo às nascentes representa sério risco ao ambiente, por estar assentada sobre área frágil de nascentes, sendo necessária sua realocação em outra área a fim de minimizar os efeitos no ambiente, tornando também o uso adequado ao que estipula a legislação (Lei nº 2164).

A incidência de HPA’S em um dos pontos permitiu também relacionar a contaminação da água por estes compostos, os quais são provenientes da queima de combustíveis, do escoamento urbano (fonte difusa) e também do despejo de postos de combustíveis sem o devido tratamento. Destaca-se, ainda, a inadequação destas atividades em áreas altas, o que leva ao maior carreamento dos resíduos para o canal. Verificou-se também a ocorrência de óleos e graxas em dois pontos

amostrais, o que permitiu relacionar à presença de oficinas mecânicas em ambos os pontos, sendo a localização destas no relevo, um fator agravante por permitir um maior escoamento destes resíduos para os canais.

A partir da identificação das áreas de conflito da bacia hidrográfica do Arroio dos Pereiras foi possível observar que as áreas que apresentam conflito de uso (sobre-utilizadas e subutilizadas) compreendem 38,9% da área total da bacia e que estas áreas tendem a ser ampliadas caso não sejam tomadas medidas que contenham a expansão dos usos agrícola e urbano sobre as áreas de APP e de potencial erosivo alto ou muito alto e necessitam de adoção de critérios de zoneamento e parcelamento do solo que contemplem o bom funcionamento do meio físico e uma intensificação da fiscalização sobre as áreas rurais e sobre as atividades industriais.

Destaca-se, por fim, as iniciativas da Prefeitura Municipal, que ao construir seu Plano Diretor, prevê ações para minimizar os efeitos da urbanização, da atividade industrial e da agricultura e estabelece diretrizes para o zoneamento e parcelamento do solo a fim de tornar o desenvolvimento e o ambiente mais harmônicos, embora estes planos ainda estejam em fase de construção, necessitando de tempo para serem postos em prática.

Espera-se com este trabalho, realizado sobre uma das mais importantes bacias do município, devido à sua localização, criar subsídios que possam auxiliar no ordenamento territorial, ao destacar a necessidade de se reconhecer as potencialidades e fragilidades do meio, identificar as áreas de conflito de uso e apontar os usos que mais influem para a baixa qualidade da água. Neste sentido, o presente estudo pode ser ampliado para as demais bacias do município e gerar um importante documento o qual pode vir a auxiliar na adequação da ocupação e organização do território, e, ainda, servir de base de informações sobre a bacia do Arroio dos Pereiras e contribuir, assim, para futuros trabalhos acadêmicos e projetos públicos que possam vir a ser realizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas/NBR. **Lei nº1.0004** de 31 de maio de 2004. Dispõe sobre os Resíduos Perigosos.

ANDRADE, N. S. et al. Estudo da Dinâmica da Cobertura Vegetal e Uso da Terra na Região de Ji-Paraná – RO. *In*: **Anais** IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos - São Paulo, 1998, p. 89-98.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BATISTA, G.& DIAS, N. Introdução ao sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens. Apostila – INPE. *In*: **XII SBSR**, Goiânia – GO, 2005.

BELTRAME, A. da V. **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas:** modelo e aplicação. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1994.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. *In*: GUERRA, A. J. T. et al (org). **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações***.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. *In*: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 153-89.

BORRELY, S. I.; et al. Avaliação da Toxidade Aguda em Efluentes Industriais, Afluentes e Efluentes de Estação de Tratamento de Esgotos. *In:* ESPÍNDOLA, E.L.G et al (Org). **Ecotoxicologia:** Perspectivas para o século XXI**.** São Carlos: Rima, 2000, p. 395-406.

BRANCO, S. M.; ROCHA, A. A. da. **Poluição, Proteção e Usos Múltiplos em Represas**. São Paulo: Edgard Blücher/Cetesb, 1977.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 274/2000**, de 29 de novembro de 2000, no que se refere as definições dos parâmetros e classificação das águas. *In*: http://www.mma.gov.br/conama. Acessado em: 16/12/2007.

_____. **Resolução CONAMA 357/2005**, de 17 de março de 2005, no que se refere a classificação e qualidade das águas. *In*: http://www.mma.gov.br/conama. Acessado em: 10/06/2007.

_____. **Resolução CONAMA 359/2005**, de 29 de abril de 2005, Dispõe sobre a regulamentação do teor de fósforo em detergentes em pó. *In*: http://www.mma.gov.br/conama Acessado em: 10/06/2007.

_____.Leis Federais. Código Florestal – **Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965.

_____. Ministério da Agricultura. Decreto 94.076 de 05 de março de 1987. Institui o PNMH – Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas. Ministério da Agricultura, 2007. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/ . Acesso em: 15/08/2007.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. INPE – São José dos Campos, 2001.

CAMPOS, S. et al. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Uso da Terra em Microbacias Hidrográficas, Botucatu – SP. *In*: **Engenharia Agronômica**, v. 24, n. 2. Jaboticabal, p. 731-5, 2004.

CARVALHO, S. M. **O Diagnóstico Físico-Conservacionista – DFC como Subsídio à Gestão Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Quebra- Perna, Ponta Grossa – PR**. 2004. 183f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental). FCT- UNESP Presidente Prudente. Presidente Prudente.

CASSETI. V. **Ambiente e Apropriação do Relevo.** 2ª Ed. São Paulo: Contexto, 1995.

CELINO, J. J. ; QUEIROZ, A. F. Fonte e Grau da Contaminação por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) de baixa massa molecular em sedimentos da baía de Todos os Santos, Bahia. *In*: **Rev. Esc. Minas,** vol.59 no.3 Ouro Preto July/Sept. 2006

CETESB **Qualidade da Água**. [Conteúdo *on line*]. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br. Acesso em 13/09/2007.

CETESB. **Emergências Químicas – aspectos toxicológicos**. [Conteúdo on line], 2007. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/acidentes/vazamento/oleo/a_toxicologicos.asp.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2°.ed. São Paulo:Blucher, 1980.

_____.Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização no mundo tropical. *In*: SOUZA, M. A. de. et al. (orgs). **O Novo Mapa do Mundo Natureza e Sociedade de Hoje**: Uma leitura geográfica**.** São Paulo: Hucitec, 1993.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Orgs). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

CORRÊA, R. L. **O Espaço Urbano**. 4ª Ed. São Paulo: Ática, 2004.

COSTA, R. H. P. G. Qualidade da água. *In*: TELLES, D. D.; COSTA, R. H. P. G. **Reuso da Água**: Conceitos, Teorias e Práticas. São Paulo: Blucher, 2007, p.25-33.

CLESCERI, Lenori S.; GROEMBERG, Arnold E.; EATON, Andrew D. **Standard Methods for the Examination of Water an Wastewater**. 20ª Ed. Washington/EUA: American Public Health Associatiom, 1998.

CRÓSTA, A. P. (1992). **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. IG/UNICAMP. Campinas: 1992. 170p.

CUNHA, S. B. da. Canais Fluviais e a Questão Ambiental. *In*: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (orgs). **A Questão Ambiental: diferentes abordagens.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

DERÍSIO, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental**. São Paulo: Signus, 2000.

DISPERATI, A. A.; DLUGOSZ, F. L.; BOBROWSKI, R.; OLIVEIRA FILHO, P. C. de. Mapeamento Florestal do município de Irati – PR, através de fotografias aéreas e imagens satelitárias : resultados parciais. *In*: **Anais** do V Seminário de atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicadas à Engenharia Florestal. FUPEF, UNICENTRO. Curitiba – PR. 15 – 17 de outubro de 2002, p.235-6.

DOS SANTOS, M. A. Técnicas para Diagnóstico Ambiental: sistemas de informações geográficas. *In*: MAGRINI, A.; DOS SANTOS, M. A. **Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas**. Rio de Janeiro: UFRJ; COPPE; Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais, 2001, p. 225-235.

DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

FAUSTINO, J. **Planificación y Gestión de Manejo de Cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

FERREIRA, S. L. da S. **Diagnóstico Socioambiental da Bacia do Ribeirão dos Padilhas: o processo de ocupação do loteamento Bairro Novo, Sítio Cercado – Curitiba - PR.** Dissertação [mestrado em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra]. Curitiba/Universidade Federal do Paraná. 2005.

FLEISCHFRESSER, V. Políticas públicas e a formação de redes conservacionistas em microbacias hidrográficas : o exemplo do Paraná Rural. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba : IPARDES, n.95, p.61-77, jan./abr.1999.

GLOSSÁRIO AMBIENTAL. Secretaria do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul. 2002.
Disponível em: http://www.sema.rs.gov.br. Acessado em: 17/07/2007.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 337-379

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. da S. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. *In*: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (orgs). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 225 – 256.

GUIVANT, J.; JACOBI, P. Da hidrotécnica à hidro-política: novos rumos para a regulação e gestão dos riscos ambientais no Brasil. *In*: **Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas**, Florianópolis/ Universidade Federal de Santa Catarina, n. 43, 2003.

IAP. Instituto Ambiental do Paraná. **Manual para Coleta e Preservação de Amostras de Água, Solo, Efluentes e Animais** [GOÉS, A. C. de. et al (Orgs).]. Diretoria de Estudos e Padrões Ambientais, IAP, 2005.

_____. Relatório de notificações. IAP – Regional de Irati, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Censo 2007**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasil, 2002.

_____. **Manual Técnico de Uso da Terra.** Série Manuais Técnicos em Geociências, Rio de Janeiro, n.º 7, 2 ed, 2006.

INPE – DPI. SPRING, Manual do usuário, São José dos Campos, 1999. Disponível em: http://www.inpe.br/spring. Acesso em: 19/06/2006.

IMGA. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÂO DA ÁGUAS. **Águas – Parâmetros Químicos.** *In*: Portal do Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Disponível em: http://aguas.igam.mg.gov.br/aguas/htmls/aminas_nwindow/param_quimicos.htm. Acessado em: 19/05/2007.

IRATI, Prefeitura Municipal de. Acessória de Imprensa – **dados gerais 2006**. Irati, 2006.

_____. Departamento de Geoprocessamento, Arquitetura e Urbanismo. **Bases cartográficas**. Irati, 2007.

_____. **Lei n.º 2161** de 21 de dezembro de 2004. Plano Diretor Municipal. Irati, 2004.

_____. **Lei n.º 2164** de 21 de dezembro de 2004. Estabelece a Zona de Transição Urbano-Rural. Irati, 2004.

LIMA, W. P. & ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. *In*: RODRIGUES, R.R. & LEITÂO FILHO, H. F. (orgs): **Matas Ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo:EDUSP/Fapesp, 2000, p. 33-44.

MANSOR, M. T. C. **Potencial de Poluição de Águas Superficiais por Fontes não Pontuais de Fósforo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pinhal, Limeira – SP**. [tese]. Doutorado Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, 2005.

MARQUES, W. R. Interpretação de Imagens de Satélites em Estudos Ambientais. In: **Ambiência**, v. 2, n.º 2. Guarapuava – PR, 2006, p. 281-299.

MARTINS JR, J. C. G.; PINESE, J. P. P. Meio ambiente e saúde coletiva: abordagens em Geologia médica. *In*: CARVALHO, M. S. de. **Geografia, meio ambiente e desenvolvimento**. Londrina: a autora, 2003, p.107 – 125.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001.

MATIAS, L. F. et al. Qual a Melhor Definição de SIG. **Infogeo**, v. 03, n. 11, Curitiba 1995, p. 20-24.

MENDONÇA, F. Geografia Socioambiental. *In*: **Revista Terra Livre**, n 16, p. 113-132, 1º semestre, 2001.

MENDONÇA, F. Dualidade e dicotomia da geografia moderna: a especificidade científica e o debate recente no âmbito da geografia brasileira. *In*: **RA'EGA** – O espaço geográfico em análise**,** n. 2, ano II, 1998, p. 153 – 166.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

NASCIMENTO, E.S.; CHASIN, A. A. M. **Ecotoxicologia do Mercúrio e seus Compostos**. Salvador:, 2001.

NETTO, A. D. P. et al. Avaliação da contaminação humana por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e seus derivados nitrados (NHPAs): uma revisão metodológica. **Química nova**, v.23, n. 6, p. 765-773, 2000.

NIEWEGLOWSKI, A. M. A. **Indicadores de Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Toledo.** [dissertação]. Mestrado em Agronomia – Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006 **.**

PASSOS, M. M. dos. **Biogeografia e Paisagem**. 2ª ed. Maringá: [s.n.], 2003.

PELAÉZ-RODRIGUEZ, M; PERET, A. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. Análise da Qualidade da Água e Aplicação do Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA) em duas Sub-Bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu. *In*: ESPÍNDOLA, E.L.G et al (Org). **Ecotoxicologia: Perspectivas para o século XXI.** São Carlos: Rima, 2000, p. 95-114.

POLITANO, W.; CORSINI, P.C.; VASQUES, J. G. Ocupação do Solo no Município de Jaboticabal – SP. **Científica**, São Paulo, v. 8, .n ½, p. 27-34, 1980.

ONO, S. ; BARROS, M. T. L. de; CONRADO, G. N. A utilização de SIG no Planejamento e Gestão de Bacias Urbanas. *In*: **AbrhSIG**. São Paulo, 2005.

ORREDA, José Maria. **IRATI Vol 1**. Irati: Edipar, 1972**.**

ORREDA, José Maria. **IRATI Vol 3**. Irati: Edipar, 1987**.**

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T.; FONSECA, C. E. L. da. Ecossistemas de matas ciliares. *In*: Simpósio Mata Ciliar Ciência e Tecnologia, 1999. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFLA/FAEPE/CEMIG, 1999, p. 12-24.

RODRIGUES, R. R. Florestas Ciliares? Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO. **Matas Ciliares**: Conservação e Recuperação, 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, 2004.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Ambiental. *In*: CUNHA, S. B.; GUERRA, J. A. T. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, p. 351-387.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, 1990. 136p.

ROSA, R. et al. Uso do Solo e Cobertura Vegetal na Área Influência do AHE Capim Branco I. *In*: **Sociedade e Natureza**. Vol. 18, Uberlândia, 2006. P. 133 – 150.

SALGADO et al. Metais. *In*: LARINI, Lourival. **Ecotoxicologia.** São Paulo: Manole, 1987.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo/ Oficina de Textos, 2004.

SEMA. Secretaria do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul. **O que é mata ciliar**. 2002. Disponível em: http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/mataciliar.htm. Acessado em: 17/07/2007.

SEMADS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Ambiente das águas no Estado do Rio de Janeiro**. SEMADS, Rio de Janeiro, 2001.

SOARES FILHO, B. S. **Interpretação de Imagens da Terra** – Curso de Especialização em Geoprocessamento – Departamento de Cartografia/Centro de Sensoriamento Remoto – UFMG, 2000.

SOUZA, C. R. de G. Risco à inundações, Enchentes e Alagamentos em Regiões Costeiras. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1. 2004. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 231-247. (CD ROM)

TONISSI, F. B.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Utilização de Bioensaios Agudo, Crônico-Parcial e *In Situ* com *Danio Rerio* para Avaliação Ecotoxicológica do Reservatório de Salto Grande (Americana- SP). *In*: ESPÍNDOLA, E.L.G et al (Org). **Ecotoxicologia: Perspectivas para o século XXI.** São Carlos: Rima, 2000, p. 483-498.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade/ABRH, 1993.

TUNDISI, J. (Instituto Internacional de Ecologia). **Poluição e Recursos** Hídricos.Transcrição palestra proferida, em 28 de setembro de 2002 no CDCC. In: *http://fisica.cdcc.sc.usp.br/olimpiadas/02/palestras.html. Acessado em 12/05/2006*.

UNIVERSIDADE DAS ÁGUAS**. Qualidade da água** - Parâmetros. [conteúdo *on line*].Disponível em: http://www.uniagua.org.br. Acessado em : 25/05/2006.

VALENTIN, L. A. **Boas Práticas de Laboratório: Aplicação para Avaliar o Impacto Ambiental Causado pelo Derrame de Derivados de Petróleo –** dissertação. Instituto de Química de São Carlos/ Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2006.

VIEIRA, D. B. A importância da mata ciliar. *In*: **Revista Sudeste**, 2003. Edição *on line.* Disponível em: http://www.catalogosudeste.com.br/revista_sudeste/dirceu_brasil_01-010-03.htm Acessado em: 12/07/2007.