

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ESTRUTURAÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES  
GEOGRÁFICO-AMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIBEIRÃO DA VELHA**

**BLUMENAU/SC**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM  
ENGENHARIA CIVIL**

**GLAUCIA MARIA OLIVEIRA FERNANDES**

**Florianópolis, agosto de 2000**

**ESTRUTURAÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES  
GEOGRÁFICO-AMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIBEIRÃO DA VELHA  
BLUMENAU/SC**

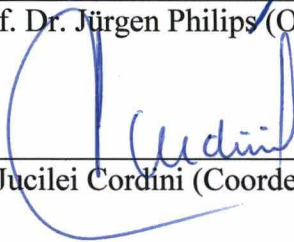
Obtenção do título de

**MESTRE EM ENGENHARIA**

Especialidade ENGENHARIA CIVIL e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil



Prof. Dr. Jürgen Philips (Orientador)



Prof. Dr. Jucilei Cordini (Coordenador do Curso)

**COMISSÃO EXAMINADORA**



Prof. Dr. Luiz Fernando Krieger Merico (FURB)



Prof. Roberto de Oliveira Ph. D. (UFSC)



Prof. Dra. Ruth Emilia Nogueira Loch (UFSC)

Para meus pais e amigos

Altiva, Heller e Marilde

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Philips, por ter aceito orientar esta pesquisa, contribuindo com ensinamentos oportunos e confiança no êxito do estudo.

Ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de aperfeiçoamento.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, pelos ensinamentos, pelo apoio e amizade.

À Fundação Municipal do Meio Ambiente de Blumenau, pela colaboração da equipe, em especial dos amigos Antonio, Julio e Rosalene.

À Aeroimagem Aerofotogrametria S. A., pelo apoio e colaboração da equipe, em especial do amigo Destro.

Aos membros da banca de exame, por terem aceito avaliar esta pesquisa.

Enfim, à todos os amigos e familiares, pelo apoio e amizade, que tornaram possível a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE IMAGENS</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE SIGLAS</b>	<b>x</b>
<b>RESUMO</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.1 OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
1.1.1 Objetivo Geral	4
1.1.2 Objetivos Específicos	4
<b>1.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>6</b>
<b>2.1 GESTÃO AMBIENTAL</b>	<b>6</b>
<b>2.2 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS</b>	<b>7</b>
<b>2.3 CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO</b>	<b>11</b>
<b>2.4 DADOS CARTOGRÁFICOS PARA A GESTÃO AMBIENTAL</b>	<b>14</b>
<b>2.5 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS</b>	<b>16</b>
2.5.1 Estruturação da Base de Dados Geográfica para SIG	18
2.5.2 Manipulação e Análise de Dados	20
2.5.3 SIG para Análise Ambiental	23
<b>CAPÍTULO III - O MUNICÍPIO DE BLUMENAU</b>	<b>25</b>
<b>3.1 ORIGEM DO MODELO DE OCUPAÇÃO</b>	<b>25</b>
<b>3.2 ASPECTOS FÍSICO-TERRITORIAIS</b>	<b>26</b>
<b>3.3 HIDROGRAFIA</b>	<b>28</b>
<b>3.4 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS</b>	<b>28</b>
<b>3.5 QUALIDADE AMBIENTAL</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO IV - AREA DE ESTUDO - SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DA VELHA</b>	<b>34</b>
<b>4.1 DELIMITAÇÃO DA AREA DE ESTUDO</b>	<b>34</b>
<b>4.2 ASPECTOS FÍSICO-NATURAIS</b>	<b>36</b>
<b>4.3 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS</b>	<b>37</b>
<b>4.4 QUALIDADE AMBIENTAL</b>	<b>38</b>
<b>4.5 QUALIDADE DA ÁGUA</b>	<b>41</b>

<b>CAPÍTULO V - MATERIAIS E MÉTODO</b>	<b>48</b>
<b>5.1 RECURSOS DE CARTOGRAFIA E DE SENSORIAMENTO REMOTO UTILIZADOS</b>	<b>48</b>
<b>5.2 EQUIPAMENTOS E PROGRAMAS UTILIZADOS</b>	<b>49</b>
<b>5.3 METODO USADO</b>	<b>50</b>
5.3.1 Tipos de dados utilizados	54
<b>CAPÍTULO VI - RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>56</b>
<b>6.1 CARTOGRAFIA TEMÁTICA PARA A GESTÃO AMBIENTAL DA SUB-BACIA</b>	<b>56</b>
6.1.1 Rede Viária	57
6.1.2 Rede Hidrográfica	57
6.1.3 Hypsometria	60
6.1.4 Resenha Geológica	62
6.1.5 Declividades	64
6.1.6 Uso e Ocupação do Solo	66
6.1.7 Restrições Legais para Ocupação e Uso da Terra	68
6.1.8 Índice de Qualidade da Água	70
6.1.9 Grau de Interferência Ambiental Atmosférica	72
6.1.10 Grau de Interferência Ambiental Hídrica	74
6.1.11 Adequabilidade a Ocupação Urbana	77
6.1.12 Suscetibilidade a Erosão e Enchente	79
<b>6.2 ANÁLISE DA OCUPAÇÃO DO SOLO NA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DA VELHA</b>	<b>81</b>
<b>6.3 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICO-AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DA VELHA</b>	<b>97</b>
<b>CAPÍTULO VII - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>109</b>
<b>CAPÍTULO VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>112</b>

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Rede Viária	58
Figura 2: Rede Hidrográfica	59
Figura 3: Hypsometria	61
Figura 4: Resenha Geológica	63
Figura 5: Declividades	65
Figura 6: Uso e Ocupação do Solo	67
Figura 7: Restrições Legais para Ocupação e Uso da Terra	69
Figura 8: Índice de Qualidade da Água	71
Figura 9: Grau de Interferência Ambiental Atmosférica	73
Figura 10: Grau de Interferência Ambiental Hídrica	76
Figura 11: Adequabilidade a Ocupação Urbana	78
Figura 12: Suscetibilidade a Erosão e Enchente	80
Figura 13: Uso e Ocupação do Solo/ Adequabilidade a Ocupação Urbana	82
Figura 14: Uso e Ocupação do Solo/ Suscetibilidade a Erosão e Enchente	83
Figura 15: Resenha Geológica / Adequabilidade a Ocupação Urbana	86
Figura 16: Grau de Interferência Ambiental Hídrica/Índice de Qualidade da Água	89
Figura 17: Suscetibilidade a Erosão e Enchente/Restrições Legais para Ocupação e Uso da Terra/ Adequabilidade a Ocupação Urbana	95
Figura 18: Adequabilidade a Ocupação Urbana/ Suscetibilidade a Erosão e Enchente	96

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Área não edificável e não aterrável – ANEA	31
Quadro 2: Designação Qualitativa para o Índice de Qualidade da Água – IQA	31
Quadro 3: Microbacias da Sub-bacia do Ribeirão da Velha	39
Quadro 4: Sub-bacias do Ribeirão da Velha	40
Quadro 5: Área de Drenagem / ANEA – Sub-bacia do Ribeirão da Velha	40
Quadro 6: Ponto 1- Análise da Qualidade da Água – IQA 2000	43
Quadro 7: Ponto 2 - Análise da Qualidade da Água – IQA 2000	44
Quadro 8: Ponto 3 - Análise da Qualidade da Água – IQA 2000	45
Quadro 9: Ponto 4 - Análise da Qualidade da Água – IQA 2000	46
Quadro 10: Categorias selecionadas para o estudo	52
Quadro 11: Uso e Ocupação do Solo na Sub-bacia do Ribeirão da Velha	66
Quadro 12: ANEA na Sub-bacia do Ribeirão da Velha	68
Quadro 13: IQA da Sub-bacia do Ribeirão da Velha	70
Quadro 14: Grau de Interferência Ambiental Atmosférica da Sub-bacia do Ribeirão da Velha	72
Quadro 15: Grau de Interferência Ambiental Hídrica da Sub-bacia do Ribeirão da Velha	74



## LISTA DE IMAGENS

Imagem 1: Localização do município de Blumenau	27
Imagem 2: Localização da área de estudo	35
Imagem 3: Implantação inadequada do loteamento irregular D. Edith	85
Imagem 4: Ocupação desordenada na rua Emil Wehmuth	85
Imagem 5: Área suscetível a deslizamento localizada na rua Irmã Aluysianis	91
Imagem 6: Área suscetível a deslizamento localizada no Loteamento D. Edith	92
Imagem 7: Área suscetível a deslizamento localizada na rua Hermann Kratz	93
Imagem 8: Área suscetível a deslizamento localizada na rua Emil Wehmuth	94
Imagem 9: Detalhes do projeto (project detail) com sistema de projeção, coordenadas geográficas e tamanho da área de estudo	99
Imagem 10: Gerenciador de dados (Data Manager) com dados da Geobase (geobase data) da base de dados geográfica baciageo (Geographic Database)	100
Imagem 11: Estrutura do gerenciador de dados (Data Manager) com dados de atributos (attribute data) em tabelas (queries e tables)	101
Imagem 12: Consultas (queries) a base de dados da qualidade da água sobre imagem de satélite Landsat-TM integrada a mapa vector em formato DGN	102
Imagem 13: Expressão de seleção com critério para seleção de atributos	103
Imagem 14: O critério para seleção de rendimento de DBO < 80%	104
Imagem 15: A empresa Gráfica 43 com nível de rendimento de DBO de 37 %	105
Imagem 16: Consulta (query) através da chave (key) do objeto espacial (empresa Cremer), apresentando a tabela relacionada da base de dados de atributos	106
Imagem 17: Consultas (queries) a base de dados sobre empresas com grau de interferência ambiental médio na área de estudo	107
Imagem 18: Consultas (queries) através da chave (key) do objeto espacial	108

## LISTA DE SIGLAS

ANEA	Área não edificável e não aterrável
CE	Área de drenagem central ocupada por pequenos cursos de água que fluem diretamente para o rio principal
CTM	Cadastro Técnico Multifinalitário
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DU	Drenagem urbana
FAEMA	Fundação Municipal do Meio Ambiente
FATMA	Fundação Estadual do Meio Ambiente
IBGE	Inst. Brasileiro de Geografia e Estatística
IQA	Índice de qualidade da água
IPA	Inst. de Pesquisas Ambientais
IPPUB	Inst. de Pesquisas e Planejamento Urbano de Blumenau
IPS	Inst. de Pesquisas Sociais
ISB	Índice de sustentabilidade de Blumenau
M	Microbacia
MMD	Microbacia localizada na margem direita
MME	Microbacia localizada na margem esquerda
OD	Oxigênio Dissolvido
SAMAE	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto
SB	Sub-bacia
SBME	Sub-bacia localizada na margem esquerda
SBMD	Sub-bacia localizada na margem direita
SDA	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura
SDM	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e do Meio Ambiente
SIG	Sistema De Informações Geográficas
SRH/MMA	Secretaria de Recursos Hídricos
TM	Thematic Mapper

## RESUMO

Atualmente a bacia hidrográfica é cada vez mais utilizada como unidade de planejamento e de gestão ambiental, e adotada como unidade do espaço geográfico para o desenvolvimento de projetos e ações relativos aos recursos naturais. O presente trabalho aborda o uso de Sistema de Informações Geográfico-Ambiental, como um instrumento de gestão de bacias hidrográficas, que permite obter respostas para as questões relativas aos recursos hídricos. Foi realizado um levantamento dos principais usos do solo e da qualidade da água da sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha, localizada no município de Blumenau, permitindo caracterizar esta sub-bacia e detectar conflitos de uso. Este trabalho buscou contribuir para o processo de gestão ambiental, aplicando e avaliando procedimentos e técnicas de Sensoriamento Remoto, de Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) e de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para a geração, atualização, integração e análise de informações geo-referenciadas da sub-bacia do ribeirão da Velha. Para o SIG Ambiental foram utilizados os dados existentes em mapas topográficos e temáticos, fotografias aéreas e imagens de satélite, estruturados na forma de Cadastro Técnico Ambiental, e através de um SIG. Os resultados da pesquisa demonstraram que a utilização do SIG Ambiental tornou viável o desenvolvimento de análises espaciais, através da sobreposição de planos de informações, permitindo a avaliação de atividades humanas potencialmente geradoras de impactos ambientais. Além disso, o SIG Ambiental possibilita a rápida e fácil recuperação, visualização, edição, atualização e manipulação automática dos dados. Além da geração de novas informações e mapas, atendendo a demandas específicas, abrindo a possibilidade de novos estudos mais detalhados no futuro ou a avaliação de outros projetos de desenvolvimento que venham a ser propostos para esta área.

## ABSTRACT

Nowadays, water basin is adopted as geographical space unit for the development of projects and actions relative to the natural resources. Water basin has been increasingly used as planning and environmental management unit. The present work approaches the use of Geographic-environmental Information System, as a tool of basin administration, that allows to obtain answers for the relative subjects for the water resources. A survey of the main soil uses and water quality was performed with data from the sub-basin of “ribeirão da Velha”, located in the municipal district of Blumenau. It allowed to characterize this sub-basin and to detect use conflicts. This work aimed to contribute for the process of environmental administration, applying and evaluating procedures and techniques of Remote Sensing, of Multipurpose Technical Cadastre and of Geographical Information Systems (GIS). It allowed the generation, modernization, integration and analysis with georeferenced information from the sub-basin of “ribeirão da Velha”. The existent data in topographical and thematic maps, aerial pictures and satellite images, structured as a Environmental Technical Cadastre and as a GIS, were used in Environmental GIS. Our results demonstrated that the use of Environmental GIS turned viable the development of space analyses, through the superposition of information plans, allowing the evaluation of human activities that are potential environmental impacts generators. Add to that, Environmental GIS makes easy the fast and easy data recovery, visualization, edition, modernization and automatic manipulation. Besides the generation of new information and maps, meeting specific demands, opening the possibility of new and more detailed studies in the future or the evaluation of another development projects that come to be proposed for this area.

# CAPÍTULO I

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional mundial e a conseqüente expansão na ocupação da superfície terrestre, tornam as águas de rios e bacias hidrográficas, dos mais importantes objetos de estudo e planejamento integrado, uma vez que a carência de água potável é um dos fatores limitantes do desenvolvimento harmônico da sociedade.

A administração dos recursos hídricos constitui-se em tarefa extremamente difícil em função do crescimento da demanda, do decréscimo de fontes de suprimento e da deterioração da qualidade, em função da exploração dos rios sem preocupação com a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, com o lançamento de efluentes industriais e esgotos domésticos in natura.

É cada vez mais clara a necessidade de informações relacionadas ao gerenciamento de recursos naturais para subsidiar políticas de investimentos públicos e privados. É também imprescindível a divulgação e o desenvolvimento de técnicas e ferramentas que possibilitem a transformação de dados brutos coletados a campo, em informações úteis para um planejamento eficaz.

A informação sobre o meio ambiente é fundamental para conscientizar os indivíduos sobre os problemas existentes e soluções viáveis à questão, e requer organização em bancos de dados com capacidade de armazenar, manipular, analisar e gerenciar a documentação produzida sobre os recursos naturais.

Neste trabalho é desenvolvida a estruturação de um Sistema de Informações Geográfico-Ambiental, abrangendo a sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha em Blumenau, com o objetivo de disponibilizar esta ferramenta à administração municipal, possibilitando

avaliações dos impactos decorrentes dos processos de desenvolvimento econômico e social, e auxiliando na análise das variáveis que interferem na tomada de decisão, para reorientar ou restringir atividades que requerem o uso intensivo dos recursos naturais.

A escolha específica da sub-bacia do ribeirão da Velha, localizada no município de Blumenau, como área protótipo neste trabalho, é justificada pelo fato de abrigar o bairro da Velha, o maior de Blumenau em superfície, com uma área de 21,9 km<sup>2</sup> e com a maior densidade demográfica do município. Além disso, apresenta vários problemas ambientais, entre os quais, a poluição da água desta sub-bacia, bastante comprometida pelos esgotos domésticos e industriais e o lançamento de detritos, exigindo medidas urgentes de controle.

A partir de 1997, a Fundação Municipal do Meio Ambiente - FAEMA, órgão municipal de gestão do meio ambiente, iniciou estudos e pesquisas que tem levantado sistematicamente dados ambientais para subsidiar o “Índice de Sustentabilidade de Blumenau - ISB”. Desde então, este índice tem sido publicado anualmente para divulgar a realidade encontrada no meio ambiente estudado, constituindo-se em importante fonte de dados. O ISB é formado pela agregação de uma série de indicadores ambientais que avaliam quatro elementos da natureza: ar, água, solo e cobertura vegetal, estando divididos em “Indicadores de Estado do Meio Ambiente” e em “Indicadores de Pressão sobre o Meio Ambiente”.

O ISB constitui-se em fonte de informações para integrar o Sistema de Informações Geográfico-Ambiental da sub-bacia do ribeirão da Velha, ferramenta de gestão de recursos naturais, para a avaliação das conseqüências ambientais das ações antrópicas. Os dados coletados para o ISB estão entre os mais importantes e fundamentais para o presente trabalho, por suas características de atualidade e repetitividade, viabilizando avaliar a área estudada com dados recentes e que permitem uma análise comparativa a partir de 1997.

Os principais problemas ambientais encontrados na sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha são: a) os loteamentos irregulares localizados em áreas de risco; b) a poluição hídrica provocada por efluentes industriais e esgotos domésticos; c) a poluição do ar pela emissão de fumaça formada por indústrias e veículos com motor à óleo diesel; e d) o assoreamento dos rios e ribeirões com sedimentos e lixo.

Estes problemas ambientais motivaram o presente trabalho, no sentido de viabilizar sua avaliação e análise através da utilização de Sistema de Informações Geográfico-Ambiental. Foi utilizada a tecnologia de geoprocessamento, que permite a organização da informação geográfica para a análise ambiental. A possibilidade de localizar, observar e analisar espacialmente uma determinada entidade geográfica em mapas digitais e não somente através de relatórios, é a grande vantagem encontrada num SIG para a gestão ambiental, permitindo obter-se dados integrados que possibilitam os mais diversos tipos de análises espaciais sobre a área de estudo.

Um SIG basicamente é composto de duas partes:

- 1) de entidades espaciais, referenciadas a um sistema de coordenadas; e
- 2) de atributos não espaciais que são os dados descritivos de natureza diversificada.

O Sistema de Informações Geográfico-Ambiental desenvolvido para gerenciamento da sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha, com o objetivo de fornecer as informações necessárias a gestão dos recursos hídricos, possibilita:

- a) agregar informações espaciais ambientais em uma única base de dados;
- b) manipular dados georreferenciados para gerar novos dados cartográficos; e
- c) análises espaciais;

Ao lado desses fatores, soma-se a simplicidade relativa de operação dos softwares utilizados em SIG e o uso de computadores pessoais, facilitando o desenvolvimento de novos

métodos para o processamento, a integração, a manipulação e análise e a apresentação de informações referenciadas espacialmente, tornando assim o SIG uma poderosa ferramenta de análise ambiental.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral:

Estruturar um Sistema de Informações Geográfico-Ambiental, utilizando técnicas de Cadastro Técnico Multifinalitário, de Sensoriamento Remoto e de Sistemas de Informações Geográficas, para a geração, atualização, integração e análise de informações georreferenciadas da sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha, aplicando e avaliando procedimentos e ferramentas metodológicas disponíveis de planejamento e gestão ambiental.

### 1.1.2 Objetivos Específicos:

- a) Caracterizar, espacializar, quantificar e analisar os principais componentes da paisagem da sub-bacia estudada;
- b) Constituir uma base cartográfica digital sobre aspectos ambientais e antrópicos da área;
- c) Integrar as informações (gráficas e de atributos) para avaliar a adequabilidade da ocupação urbana, dos pontos de vista legal e ambiental, e suas implicações para o desenvolvimento da área;
- d) Gerar Mapas Temáticos-Base e Mapas Temáticos-Síntese, a partir da agregação e da manipulação de dados cartográficos e dados alfanuméricos; e



- e) Analisar a adequação de implantação do SIG Ambiental para planejamento e gestão ambiental.

## **1.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO**

a) A ausência de um Cadastro Técnico Multifinalitário no município, dificulta a implantação de um SIG, pela carência de dados em escala e qualidade, tais como, a quantidade e disponibilidade de recursos hídricos, necessária a compreensão de determinados fenômenos ambientais, inviabilizando assim diversas análises pretendidas envolvendo aspectos ligados ao meio ambiente;

b) A inexistência de dados mensais completos sobre a qualidade da água, com todos os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente;

c) O levantamento cartográfico digital disponível para o trabalho não abrange a totalidade da área de estudos, ficando toda a superfície da área rural da sub-bacia sem cobertura aerofotogramétrica;

d) A impossibilidade de quantificar e estabelecer comparativo quanto a disponibilidade de recursos hídricos, devido a inexistência de dados sobre a vazão (máxima e mínima) dos cursos d'água da sub-bacia estudada; e

e) A impossibilidade de localizar os limites das microbacias que compõem a sub-bacia do ribeirão da Velha, devido a inexistência de restituição aerofotogramétrica de toda a área de estudo.

## CAPITULO II

### 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1 GESTÃO AMBIENTAL

Conforme Medeiros e Câmara (2000), na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento. O conceito de desenvolvimento sustentado, consagrado na Rio-92, estabelece que as ações de ocupação do território devem ser precedidas de uma análise abrangente de seus impactos no ambiente, a curto, médio e longo prazos.

Atualmente, a sociedade, percebendo que o meio ambiente é de extrema importância para a saúde das populações, tem questionado o modelo de desenvolvimento imposto, exigindo mudanças para privilegiar o respeito à qualidade de vida, que deve ser considerado mais relevante que o direito individual de produção. Para Loch (2000), “na concepção moderna, o desenvolvimento preconiza o bem estar econômico, incluindo a proteção ao meio ambiente, através de ações e comportamentos que visem ao equilíbrio entre o homem e a natureza, como forma de se obter resultados sociais mais justos”.

Para a mesma autora é importante que os inventários para gestão ambiental, além de fornecerem informações essenciais das condições atuais do ambiente, também permitam que se construa uma base de dados temporal, que propicie o acompanhamento das mudanças (monitoramento) ao longo do tempo, fornecendo subsídios para a proposição de alternativas de um manejo adequado, a fim de minimizar o impacto ambiental das atividades humanas.

A gestão ambiental é “um processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais que interagem em um dado espaço com o objetivo de garantir a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais – naturais, econômicos e sócio-culturais – às especificidades do meio ambiente, com base em princípios e diretrizes previamente acordados/definidos” (Lanna, 1998). Na visão de Loch (2000), “a gestão ambiental depende da identificação ou geração de mecanismos científicos e tecnológicos que tenham como premissa o tratamento integral do espaço, em consonância com as possibilidades de regulação do equilíbrio ecológico, tendo em vista o contexto histórico”.

## **2.2 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

A gestão de recursos hídricos está inserida no amplo conceito de gestão ambiental, sendo inegável a importância da manutenção de um ambiente equilibrado que possa elevar o grau de benefícios à sociedade, porém muitas vezes o benefício da manutenção destes ambientes em estado natural se contrapõe a necessidade de exploração do meio ambiente para a sobrevivência do homem.

A importância dos recursos hídricos em qualquer processo de desenvolvimento socioeconômico é inquestionável, particularmente no mundo atual, onde a água, além de cumprir o seu papel natural de abastecimento das necessidades humanas, animais e produtivas, vem, cada vez mais, sendo degradada, ao servir como veículo para os despejos de efluentes urbanos, industriais, agrícolas e extrativos (Rocha, 2000).

O crescimento da demanda mundial, por água de boa qualidade, a uma taxa superior a da renovabilidade do ciclo hidrológico é, consensualmente, prevista nos meios técnicos e científicos internacionais (Hanke, 2000). A natureza finita da fonte renovável recurso hídrico, contém um aspecto crítico, que deve ser analisado sob a ótica do crescimento

populacional. São poucos, os outros recursos essenciais à vida, que estão restritos por limites de disponibilidade tão definidos quanto os recursos hídricos. Com a concentração populacional, a disponibilidade média, de água renovável, por habitante tende a diminuir, o que repercute sobre a saúde e os padrões de qualidade de vida. A garantia de acesso à água em quantidade suficiente e com qualidade adequada vem adquirindo cada vez mais, contornos estratégicos para a sobrevivência das nações (Rocha, 2000).

O crescimento demográfico e o desenvolvimento sócio-econômico são acompanhados de um rápido aumento na demanda de água, especialmente nos setores industrial e doméstico. À escassez de água deve ser acrescida a questão da poluição concentrada e difusa de corpos hídricos. Essa situação avulta em países em processo de desenvolvimento onde a rápida urbanização resulta em aumento de poluição orgânica freqüentemente associada a acidificação e outros efluentes tóxicos que contaminam e degradam os corpos hídricos (Hanke, 2000).

No processo de desenvolvimento das bacias hidrográficas, a situação é semelhante. Os recursos hídricos, assumem papel vital no abastecimento das populações urbanas. Além disso, desempenham importante função no suprimento de água aos diversos processos produtivos que integram os parques industriais do país. Para completar, serve como suporte ao abastecimento das populações rurais, à dessedentação de animais e à expressiva produção agrícola (Rocha,2000).

Conforme Hanke (2000), no estado de Santa Catarina, as bacias hidrográficas que compreendem a vertente atlântica, possuem uma área de 35.298 km<sup>2</sup> (37% da área do estado); os 63% restantes integram a bacia do Prata, correspondendo a área de 35.298 km<sup>2</sup> no estado. Economicamente o estado possui importância em tecnologia, agricultura e indústria. No setor agropecuário é o primeiro produtor de maçã, alho, fumo, mel de abelha, cera de abelha, e aves

para abate e terceiro na produção de suínos no País. No setor industrial é o maior fabricante de pisos e azulejos, louças de mesa, ferro maleável, motores elétricos, compressores, toalhas, tubos e conexões plásticas, frangos congelados e segundo maior produtor de malhas.

De acordo com o mesmo autor, quanto a recursos hídricos, o estado de Santa Catarina foi historicamente bem contemplado tanto quantitativamente como qualitativamente, contudo, a situação presente tornou-se bastante preocupante dado ao somatório de ações humanas, que partiram do pressuposto que a água é infinita, e que sua capacidade autodepurativa é ilimitada.

Rocha (2000) salienta a importância que vem assumindo o aspecto disponibilidade, particularmente em algumas áreas localizadas próximas aos grandes centros urbanos, onde o risco de escassez nas épocas de estiagem pode levar a conflitos de uso, interferindo negativamente no processo de desenvolvimento regional. No entanto, deve-se também, levar em conta os aspectos relativos aos excessos de água, como é o caso das cheias, principalmente, em áreas densamente povoadas.

Em algumas regiões, as demandas de água são tão elevadas, que a disponibilidade superficial está sendo reduzida e os recursos subterrâneos rapidamente esgotados. Esta situação tem causado sérias limitações às necessidades humanas e degradado ecossistemas aquáticos.

Rocha (2000) considera que, quanto à qualidade, os lançamentos de efluentes urbanos e industriais, a deposição de dejetos animais, de agrotóxicos e de detritos das atividades extrativas, limitam o uso deste recurso natural, exigindo elevados investimentos para a sua recuperação, fato que interfere no processo de desenvolvimento econômico e social. Cita ainda baseado em estatísticas, que das cidades brasileiras, cerca de 80% não dispõem de rede de coleta de esgoto e que apenas 5%, dispõem de tratamento destes efluentes.

Para Hanke (2000), adiciona-se à poluição gerada pela falta de sistema de coleta de esgotos apropriado na grande maioria das cidades (com a decorrente contaminação dos cursos de água superficiais), a inobservância de cuidados com aquíferos, além de agressões ao meio ambiente de toda ordem, verificando-se a necessidade de ações mais efetivas visando a proteção dos recursos hídricos.

Constata-se que enquanto a água tiver preço baixo será desperdiçada, e somente com preço adequado, será tratada como merece: um bem valioso. Para Rocha (2000) o exercício de mecanismos de controle e de inversão de recursos, seria uma atitude importante, em uma tentativa de reversão do processo de atividades com riscos de contaminação dos rios. Para o mesmo autor, outro aspecto não menos importante, seria a implementação dos instrumentos de gestão, previsto na maioria das legislações brasileiras, que são: os planos de bacia; a outorga e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Para a sociedade atual é fundamental a racionalização e a compatibilização de diferentes usos dos recursos hídricos, enfatizando a melhoria da qualidade e a priorização do abastecimento das populações, tendo em vista a legislação federal (Lei 9.433/97 - Cap. II), que assegura a necessária disponibilidade de água à atual e às futuras gerações, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.

Considerando que a utilização da água tornou-a cada vez mais escassa, não só em razão do uso, mas também e principalmente da poluição, normas de proteção dos recursos hídricos tornaram-se imprescindíveis. A água como elemento integrante da natureza, é um recurso natural (Lei 6.938/81, art. 3º, V), que integra o patrimônio ambiental, e que deve ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo (Lei 6.938/81, art. 2º, I). Com a aceleração do desenvolvimento ocorrido principalmente no último século, ficou sujeita às ações predatórias da atividade humana (Lanna, 1998).

Para Machado (1998) a gestão dos recursos hídricos vem assumindo um papel relevante na atualidade, devido aos crescentes conflitos que aparecem num mundo cada vez mais populoso e carente de água, matéria prima para praticamente todas as atividades humanas.

### **2.3 CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO**

Blachut (1974) cita que o Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) deve ser entendido como um sistema de registro da propriedade imobiliária, feito de forma geométrica e descritiva, constituindo-se desta forma, o veículo mais ágil e completo para a parametrização dos modelos explorados de planejamento, sempre respaldados quanto à estruturação e funcionalidade. Para este autor, qualquer dado ou informação sobre um ponto tem pouco significado se não for posicionado em relação à superfície terrestre global da área de interesse da pesquisa, seja de um Município, Estado ou País.

Mello in Schneider (1993) define, CTM como instrumento ágil e completo para o planejamento, com estrutura e funcionalidade baseados em metodologias científicas, artes e técnicas cartográficas. Para Loch In Schneider (1993) o CTM pode ser entendido como uma ferramenta lógica e padronizada para avaliação das características regionais, com identificação dos problemas de demarcação fundiária, uso do solo, titulação de propriedades, tributação territorial e predial, uso racional do solo, e aspectos quanto à avaliação de uma área, e com a possibilidade de apontar soluções para tais assuntos.

O CTM, no âmbito urbano, deve ser entendido como um sistema de registro da propriedade, um inventário ou censo, feito na forma cartográfica e descritiva, em conjunto com o registro de imóveis, e que permite ter, para cada unidade, a descrição física e sua localização geodésica em um mapa, a situação jurídica e o valor econômico. Engloba recursos técnicos, humanos, juntamente com um conjunto de procedimentos organizacionais, que geram

informações para dar suporte ao processo de tomada de decisão (Blachut, 1974; Loch, 1993; Dale & Maclaughlin apud Seiffert e Loch, 1994).

O CTM é composto por diversos setores técnicos que podem ser divididos no intuito de atingir objetivos específicos:

- 1) cadastro legal (amparado por lei atinge os objetivos da garantia legal da propriedade imobiliária, interligado com o Registro de Imóveis);
- 2) cadastro imobiliário fiscal (visa a cobrança de taxas e impostos incidentes sobre a propriedade imobiliária); e
- 3) cadastro geoambiental (identificação e coleta de informações quanto aos recursos naturais e ambientais): cadastro geológico, cadastro geomorfológico, cadastro de cobertura florestal, entre outros.

Portanto, através de seus registros legais e mapeamentos, o CTM oferece recursos suficientes para a verificação de áreas com problemas ambientais, sendo um instrumento eficaz e verdadeiro, para atuar na defesa legal do meio ambiente.

O CTM compõe-se de uma estrutura espacial georeferenciada, à qual podem ser justapostas informações alfanuméricas que descrevem as características de cada parcela. Tendo a estrutura básica implementada por uma série de mapas temáticos de grande escala, que juntamente com os atributos das parcelas, podem ser armazenados em meio computacional, para serem processados, fornecer informações e gerar mapas e relatórios em meio gráfico ou digital. (Seiffert e Loch, 1994; Philips, 1996).

Conforme Rodrigues e Vilaça (1996), o conteúdo básico de um CTM engloba os seguintes campos de informação: 1) cartografia do município, preferencialmente digital; 2)



dados socio-econômicos de levantamentos censitários; 3) informações do Cadastro Imobiliário Fiscal (localização, tipo, características e uso dos imóveis urbanos); 4) informações relativas à infra-estrutura de serviços e ao mobiliário urbano; obtidos através do Cadastro Imobiliário Fiscal, de levantamentos específicos e de intercâmbio com concessionárias de serviços públicos.

Segundo Melo (1985), o CTM constitui-se em instrumento ágil e completo para a parametrização dos modelos explorados de planejamento, quando respaldados quanto à estrutura e funcionalidade, em metodologias e procedimentos do campo das ciências cartográficas, tornando-se base para a análise ambiental. Amorim et al. (1994) apresentam o CTM como alternativa para a coleta, tratamento e armazenamento de dados de interesse para a identificação dos problemas ambientais, além de ser uma solução inovadora para este tipo de pesquisa, pois proporciona melhores condições de trabalho na área de controle ambiental.

O CTM é um instrumento principal para a obtenção, o processamento e o fornecimento de informações e estatísticas para um conjunto amplo de usuários de órgãos públicos ou privados específicos. (Rodrigues e Vilaça, 1996). Juntamente com uma base cartográfica apropriada, constitui-se em elemento essencial para a implantação de Sistemas de Informações Geográficas - SIG.

Renuncio apud GIMS (90), enumera cinco itens para o desenvolvimento efetivo de um banco de dados geográfico e multifinalitário: a) a identificação de potenciais usuários; b) a identificação da necessidade de produtos a serem gerados; c) a definição das categorias de dados espaciais; d) o estabelecimento de níveis necessários de exatidão e qualidade; e e) a avaliação das fontes de dados e sua respectiva qualidade. Para o mesmo autor, a ferramenta necessária à parametrização das variáveis úteis ao planejamento regional é o CTM, que fornece os dados de entrada, a estrutura e os objetivos do SIG.

O CTM constitui-se em um elemento fundamental para a administração municipal, tendo em vista o crescente desenvolvimento e a necessidade de planejamento mais detalhado e criterioso no emprego dos recursos disponíveis. Possibilita identificar e solucionar os problemas de demarcação, titulação, impostos e uso racional de terras nas propriedades de uma região, além de servir como um banco de dados a múltiplos usuários que necessitem de informações precisas.

#### **2.4 DADOS CARTOGRÁFICOS PARA A GESTÃO AMBIENTAL**

Amorim et al. (1994) afirmam que como medida de urgência deve-se promover a análise e identificação dos problemas ambientais e que existem problemas graves quanto à coleta de dados nesta área. Afirmam ainda que não basta coletar os dados uma vez só e fazer a análise dos mesmos, mas que é preciso que se mantenha atualizado o banco de dados por meio de um monitoramento das áreas em estudo. Neste sentido, é fundamental que a coleta de informações a serem armazenadas em um banco de dados orientado para gestão ambiental, seja feita de forma a identificar os principais componentes da área em consideração, onde varias técnicas e fontes podem ser utilizadas, tais como, fotografias aéreas, imagens de satélite, estudos de campo (Loch, 2000).

Neste sentido, Medeiros e Câmara (2000) afirmam que os estudos de mapeamento temático visam caracterizar e entender a organização do espaço, como base para o estabelecimento das bases para ações e estudos futuros. Entre os levantamentos temáticos citam como exemplos os geológicos, geomorfológicos, de solos e de cobertura vegetal. Para Loch (2000), o mapa temático poderia ser expresso como “mapa que apresenta um determinado tema ou fenômeno que se desenvolve no espaço físico”, com muitos e variados enfoques, “conforme os assuntos dos quais o ser humano se ocupa”. Os mapas temáticos que compõem o Cadastro Técnico Multifinalitário - CTM tornam-se ferramentas fundamentais para a avaliação físico-

físico-espacial das alterações existentes. É importante que os dados cadastrais sejam atualizados, permitindo o monitoramento eficaz de uma determinada região.

Segundo Loch (1990), o CTM é fundamentado em diversos mapas temáticos que, quando relacionados entre si são ferramentas ideais para o planejamento. Afirma ainda que o CTM é muito importante no controle ambiental pois está fundamentado em várias técnicas, devendo ter o respaldo da legislação pertinente ao uso e ocupação do solo para sua concretização.

Figueiredo et al (1996) propõem um cadastro técnico ambiental e descrevem a estruturação de um banco de dados com este objetivo. A partir de um levantamento de informações oriundas de diferentes instituições (FATMA, IBGE, EPAGRI, SEDUMA, DNPM) para a região de estudo, sugerem que sejam compiladas informações ambientais que abranjam geologia, geomorfologia, recursos naturais, pedologia, hidrologia, vegetação e aspectos sócio-econômicos.

Para Loch (1993), uma estrutura espacial georreferenciada, um programa de mapas básicos, ao qual podem ser justapostas informações cadastrais e uma série de arquivos relacionando vários tipos de informações a cada parcela, são os componentes principais de um CTM. A estrutura espacial básica é implementada por uma série de mapas temáticos de grande escala, os quais juntamente com os atributos das parcelas, podem ser armazenados em meio computacional, para serem processados, fornecer informações e gerar mapas e relatórios. Além disso, são incorporados dados do cadastro jurídico e informações relacionadas à parcela, ligadas a economia da produção e monitoramento do uso dos recursos naturais.

## 2.5 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Primeiramente, para traçar uma linha de pensamento objetiva sobre Sistemas de Informações Geográficas (SIG), deve-se estabelecer conceituações fundamentais para sua compreensão. Conforme Meneguette (1999), Sistema é um "conjunto ou arranjo de elementos relacionados de tal maneira a formar uma unidade ou um todo organizado, que se insere em sistema mais amplo"; informação geográfica é um "conjunto de dados ou valores que podem ser apresentados em forma gráfica, numérica ou alfanumérica, e cujo significado contém associações ou relações de natureza espacial"; sistema de informação é um "conjunto de elementos inter-relacionados que visam a coleta, entrada, armazenamento, tratamento, análise e provisão de informações".

Para Renuncio (1995), "o propósito básico da informação é proporcionar o alcance de objetivos através do uso racional e eficiente dos recursos disponíveis (humanos, materiais, equipamentos, tecnologia, dinheiro e a própria informação)". Para o autor, a eficiência na utilização da informação é medida inferindo-se o custo (coleta, processamento e distribuição) de obtenção e o benefício derivado de seu uso.

Conforme Teixeira et al (1992), a informação é o significado que o ser humano atribui aos dados, utilizando-se de processos pré-estabelecidos para sua interpretação. Os dados são um conjunto de valores, numéricos ou não, sem significado próprio, e a informação é o conjunto de dados que possuem significado para determinado uso ou aplicação.

De acordo com Rodrigues e Quintanilha (1991), "SIGs são modelos do mundo real úteis a um certo propósito; subsidiam o processo de observação (atividades de definição, mensuração e classificação), a atuação (atividades de operação, manutenção, gerenciamento, construção, etc...) e a análise do mundo real".

"SIGs são constituídos por uma série de programas e processos de análise, cuja característica principal é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com

sua localização espacial; utilizam uma base de dados computadorizada que contém informação espacial, sobre a qual atuam uma série de operadores espaciais; baseiam-se numa tecnologia de armazenamento, análise e tratamento de dados espaciais, não-espaciais e temporais e na geração de informações correlatas" (Teixeira et al, 1992).

Conforme Eastman et al (1995), os SIGs tem três vastas áreas de aplicação:

- a) base de dados de informações (sendo um meio para ordenar e acessar dados geográficos);
- b) ferramenta de análise (através da relação lógica e matemática entre níveis de informação); e
- c) sistema de suporte à decisão.

Calkins e Tomlinson apud Star e Estes (1990), definem como função dos Sistemas de Informações "aumentar a capacidade de tomar decisões", pois colocam à disposição informações exatas e na hora certa, facilitando as funções de planejamento, controle e operacionalização das organizações.

Um Sistema de Informações comporta uma série de operações, em um conjunto de componentes interrelacionados (pessoas, procedimentos, informações, programas e hardware) (Kroenke apud Abreu, 1995), usados para planejar a observação e coleta de dados, armazenar e analisar estes dados, e colocar a informação resultante em algum processo de tomada de decisão, através de um método formal (Laudon e Laudon, 1996; Stoner, 1985).

Um SIG pode ser definido como um conjunto complexo que integra, ao mesmo tempo, dados geográficos relacionados entre si, relativos a uma zona determinada, e recursos de informática destinados a adquirir, armazenar, tratar e analisar estes dados, a fim de produzir uma informação útil à decisão. Um SIG é construído em função dos objetivos que lhe são atribuídos (Joliveau e Degorce, 1992).

Star e Estes (1990) definem SIG como "um sistema de informação que é projetado para trabalhar com os dados referenciados por coordenadas espaciais ou geográficas". Para

Aronoff (1989) um SIG é “um sistema computacional de tratamento de dados espaciais e não espaciais (atributos), que possui as funções de organizar, processar, analisar, manipular e mostrar informações e no qual a localização geográfica é uma característica básica”. Em outras palavras: um SIG é tanto um sistema de banco de dados com capacidades específicas para referenciar espacialmente os mesmos, como um grupo de operações para trabalhar com eles, e um instrumento para gerar novas informações.

### **2.5.1 Estruturação da Base de Dados Geográfica para SIG**

Conforme Wolski (1997), a estruturação da base de dados abrange os passos desde a coleta dos dados até sua introdução no sistema e preparação para a execução das análises. São definidas nesse momento, as características que vão interferir na posterior utilização dos dados: o referencial geográfico adotado (sistema de projeção cartográfica), a escala de trabalho, a organização dos diferentes tipos de dados e a ligação entre os componentes espaciais e descritivos da informação temática.

Segundo Renuncio (1995), um SIG é estruturado de maneira a permitir o exame, pesquisa e modelagem de dados descritivos e gráficos simultaneamente, para responder as questões através de relatório ou plotando as respostas em um monitor.

A estrutura do SIG é composta de entidades espaciais e não espaciais. Entidades espaciais derivam de uma base topográfica e têm propriedades de localização, dimensionamento e formato. Elas são derivadas de pontos, linhas, polígonos e superfícies e são representadas pelo computador utilizando formatos raster ou vector. As entidades não espaciais descrevem os atributos das feições espaciais e podem ser nominais ou escalares. (Câmara, 1995; Star e Estes, 1990; Burrough, 1994).

Segundo Alves (1990), um SIG requer a utilização de técnicas especiais para a organização e estruturação dos dados, principalmente para permitir a definição de sua natureza espacial, e numa abordagem simplificada, podem ser classificadas em:

a) representações vetoriais, têm em comum o fato de que os domínios espaciais são representados por conjuntos de polígonos, pontos, ou linhas, adequadamente referenciados em pares de coordenadas em cada um dos pontos;

b) representações “raster”, têm em comum o fato de que os domínios espaciais são representados por um conjunto de células, providas de códigos de localização, geralmente quadradas, sobre as quais incidem os pontos, linhas e/ou áreas.

Para Fernandes (1999), a qualidade dos dados gráficos é essencial para o sucesso do SIG e para a análise topológica dos dados utilizados. É possível melhorar a consistência das informações gráficas com as ferramentas de limpeza e verificação da topologia, possibilitando o aproveitamento das bases gráficas previamente digitalizadas ou a verificação e o refinamento da qualidade do trabalho em execução.

Renuncio (1995), considera que num SIG todos os dados geográficos podem ser classificados em três conceitos topológicos básicos: o ponto (nó), a linha (arco) e a área (polígono) e que todo o fenômeno geográfico pode ser representado por um desses elementos relacionados a um rótulo que o descreve. Para o mesmo autor, um SIG também incorpora informações descritivas associadas aos elementos de topologia, complementando os dados espaciais e geométricos, provendo descrição adicional sobre os mesmos, que são “atributos normalmente colocados em um banco de dados em separado aos dados gráficos, e que posteriormente são enlaçados formando um único tema”.

Conforme Fernandes (1999), num SIG a estrutura topológica pode ser construída durante a entrada de dados, na fase de edição, ou através de uso de uma programação específica,

que crie esta estrutura utilizando o conjunto de linhas ou cadeias do arquivo gráfico, havendo em ambos os casos aumento significativo no volume de dados a serem armazenados. Conforme Wolski (1997), na etapa de edição dos dados geográficos, são executadas as correções e ajustes necessários para a entrada no SIG, como o ajuste de nós, fechamento de polígonos, ajuste de bordas e geração da topologia, através de comandos que permitem mover, rotacionar, apagar, inserir, alongar ou quebrar as entidades gráficas.

Para Wolski (1997), a principal característica dos dados estruturados num SIG é o fato de qualquer atributo estudado estar referenciado a um elemento com posição geográfica conhecida sobre a superfície terrestre, ou seja, com geo-referenciamento. Camara et al. (1999) afirmam que o SIG é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial; oferecem ao administrador uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, interrelacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum - a localização geográfica. Para que isto seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar geo-referenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica.

### **2.5.2 Manipulação e Análise de Dados**

Conforme Wolski (1997), a utilização de um SIG “culmina com a geração de uma nova informação”, a partir da transformação das bases de dados espacial e alfanumérica originais, possibilitando através das funções de manipulação e análise que a informação seja disponibilizada ao usuário.

Burrough (1989) considera cinco módulos de software como sendo sub-sistemas de um SIG: 1) entrada e verificação de dados; 2) armazenamento de dados e gerenciamento da base



de dados; 3) saída e apresentação de dados; 4) transformação de dados; e 5) interação com o usuário. Para Berry (1993), os SIGs são essencialmente softwares que reúnem recursos gráficos e de bancos de dados relacionais. Os dados possuem referências geográficas, sendo posicionados por suas coordenadas. A informação armazenada pode ser exibida de diversas formas e com variadas chaves de consulta.

Conforme Renuncio (1995), os elementos reunidos no cadastro para o SIG são: a) atributos gráficos representados em forma de mapas, em sistemas de coordenadas que facilitem seu manuseio e o inter-relacionamento com outros sistemas de informação; e b) atributos não gráficos correspondentes ao banco de dados alfa-numérico. Os dois são interligados através de chave de acesso – o endereço do imóvel ou algum código que o individualize. Para Candeias et al. (1998), a essência de um SIG está baseada em operações de consulta e manipulação de dados geográficos. Tais operações utilizam os atributos espaciais e não espaciais das entidades gráficas armazenadas na base de dados espaciais buscando fazer simulações (modelos) sobre os fenômenos do mundo real, seus aspectos ou parâmetros.

Os SIGs, permitem a obtenção de novas informações através da utilização de dados espaciais (cartográficos) e alfanuméricos (tabulares). Estes programas têm como característica fundamental o trabalho com diversos planos de informações, permitindo a utilização de modelos matemáticos para os processos de análise das informações existentes nos diversos planos. Para Aronoff (1991), a capacidade de processamento do SIG permite que várias alternativas sejam avaliadas de forma relativamente rápida e isso tem levado a uma mudança qualitativa na maneira como muitas análises podem ser realizadas, uma vez que planos podem ser progressivamente refinados e reavaliados para otimizar a solução, um procedimento que seria proibitivamente oneroso usando técnicas manuais.

Atualmente, são essenciais para a administração e o processo de decisão dentro das organizações, informações de atividades e recursos já relacionados com sua localização. Para a sociedade moderna a habilidade de se obter informações para monitorar ou prever mudanças com antecedência é fundamental. Um SIG proporciona esses recursos e pode ser utilizado de três maneiras: a) como ferramenta para produção de mapas; b) como suporte para análise espacial de fenômenos; e c) como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

(Foote e Lynch (1999) afirmam que SIGs têm desempenhado um papel importante como integrador de tecnologia, unindo várias tecnologias discretas em um todo, que é maior do que a soma das partes. Vêm emergindo como uma poderosa tecnologia, porque permite aos planejadores integrarem seus dados e métodos de maneira que apoiem as formas tradicionais de análise geográfica, tais como, análises por sobreposição de mapas, bem como, novos tipos de análises e modelagem, que vão além da capacidade de métodos manuais. Com o SIG é possível elaborar mapas, modelar, fazer buscas e analisar uma grande quantidade de dados, todos mantidos em um único banco de dados.

Para Renuncio (1995) o SIG é uma tecnologia que está revolucionando o modo de manipulação e gerenciamento de informações geográficas, fortemente calcado no desenvolvimento avançado da qualidade gráfica e velocidade de processamento dos computadores, permite visualizar respostas estatísticas em mapas, diagramas, gráficos tridimensionais, análises dinâmicas, que ampliam o inter-relacionamento entre os dados coletados a campo e a tomada de decisão.

### 2.5.3 SIG para Análise Ambiental

Frank (1995) considera o gerenciamento ambiental de bacias hidrográficas uma necessidade premente no país, em função da variedade e multiplicidade dos problemas de degradação dos recursos ambientais que ocorrem nas diversas regiões. Para a mesma autora, fazer gerenciamento ambiental é um desafio e não há fórmulas aplicáveis a todas as situações.

Seiffert et al. (1996) propõem uma estratégia de gestão de ecossistemas baseada em uma microabordagem de delimitação do espaço geográfico-econômico-ambiental de intervenção. O estudo sugere que seja priorizada a intervenção no nível da microbacia hidrográfica/município, porque segundo os autores, estes ambientes possuem uma dinâmica mais acelerada do que ecossistemas maiores. Indicam também que a estruturação de um Sistema Municipal de Informações Econômico-Ambientais, no nível de unidades geográficas de microbacias, oferece uma contribuição para solucionar a questão da indisponibilidade de tecnologia acessível para a quantificação e valoração do capital natural, além de satisfazer a necessidade de uma abordagem sistêmica.

Vieira e Emerich (1992) salientam a importância da aplicação de um SIG no projeto de microbacias, permitindo a integração, em uma única base de dados, de informações espaciais provenientes de mapas, imagens de satélite, dados de censo, cadastro rural, modelo numérico do terreno, cruzamento de planos de informação (mapas temáticos), seleções de regiões favoráveis a um tipo de cultura, atualizações constantes, criações de símbolos, visualização e plotagem de mapas em diferentes escalas.

Nas pesquisas ambientais multitemáticas, são gerados múltiplos produtos temáticos, uns com características analíticas e outros de síntese, sob uma orientação multi e interdisciplinar. Numa primeira fase são gerados produtos temático-analíticos que tratam de forma setorizada os temas da natureza (climatologia, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e fauna) e da sócio-economia (demografia, qualidade de vida, legislação, uso da terra, estruturas regionais e

urbanas). Posteriormente estes produtos são integrados de maneira a atender aos objetivos propostos. (Ross, 1995).

Câmara et al. (1999) afirmam que uma aplicação consistente de geoprocessamento para análise ambiental deve conter três componentes:

1. Um método de integração de dados que estabeleça a contribuição de cada variável geográfica para o resultado desejado;
2. Um roteiro de trabalho, consistindo numa seqüência de etapas a serem cumpridas, incluindo o levantamento, a análise e a síntese; e
3. Um conjunto de operações executáveis em um SIG, que materialize computacionalmente o procedimento do item 2.

## CAPÍTULO III

### 3 O MUNICÍPIO DE BLUMENAU

#### 3.1 ORIGEM DO MODELO DE OCUPAÇÃO

Blumenau desenvolveu-se às margens do rio Itajaí-Açú, que com larguras de 200 a 300 metros atravessa a cidade no sentido oeste/leste. A feição física dominante em Blumenau é expressa nas faixas de terra estreitas entre cursos de água e morros, espaço apertado em que a cidade se localizou.

Os primeiros colonizadores alemães instalaram-se na margem direita do rio Itajaí-Açú (proximidades da foz do ribeirão Garcia), na sede da colônia fundada em 1850 por Dr. Blumenau (IPPUB, 1996).

Conforme Vieira (1999), a estrutura colonial original, com vias de comunicação acompanhando os cursos d'água, transformadas posteriormente em estradas, reflete-se na estruturação atual da malha urbana, caracterizada por crescimento linear e radial ao longo dos cursos d'água. A progressiva ocupação expandiu-se na direção a montante dos ribeirões do Garcia, da Velha e Itoupava. A principal atividade econômica dos colonos era então a agricultura, em regime de pequenas propriedades.

A partir de 1860 até 1880, Blumenau foi colônia do governo imperial. Em 4 de fevereiro de 1880, a colônia de Blumenau foi elevada a categoria de município através da Lei nº 860 e a vila de Blumenau foi elevada a categoria de cidade em 1928.

Na economia o setor primário era preponderante, mas já havia então número expressivo de casas comerciais e indústrias de transformação, especialmente do ramo têxtil. O

escoamento da produção era então realizado via transporte fluvial. A industrialização, iniciada a partir de 1880, refletiu na configuração do traçado da cidade, e no processo de urbanização. As indústrias instalaram-se nos fundos de vale, gerando um adensamento populacional ao redor das fontes de trabalho e dos cursos de água, essenciais para a atividade industrial (Vieira, 1999).

### 3.2 ASPECTOS FÍSICO-TERRITORIAIS

O município de Blumenau está localizado no Estado de Santa Catarina, na Micro-região 294, classificada pelo IBGE, como Região Colonial de Blumenau e situa-se entre as coordenadas 28° 37'S, 49° 13'W e 27° 08'S, 49° 01'W. Blumenau tem como limites os seguintes municípios: ao Norte - Jaraguá do Sul e Massaranduba; ao Sul - Guabiruba, Botuverá e Indaial; a Leste - Luís Alves e Gaspar; a Oeste - Indaial, Timbó e Pomerode (Imagem 1).

Em 1977 foi elaborado o primeiro Plano Diretor Físico Territorial para estabelecer novas diretrizes de crescimento e ocupação do solo. Em 1989 o Plano Diretor foi modificado e posteriormente em 1996, houve nova revisão e atualização.

Em 1991 o município contava com uma área total de 531 km<sup>2</sup>, dos quais aproximadamente 29,3% em área urbana e 70,6% em área rural. A Lei Complementar nº 83 alterou os limites do perímetro urbano em 1995, permanecendo 192 km<sup>2</sup> em área urbana (36,2 %) e 339 km<sup>2</sup> em área rural (63,8 %).

O sistema viário de Blumenau desenvolveu-se a partir do núcleo colonial, junto a foz do ribeirão Garcia, ramificando-se através do fundo dos vales do rio Itajaí e seu afluentes, configurando a malha urbana radiocêntrica a partir da alongada e estreita zona central. Apresenta poucas ligações entre os vales, além de insuficiência de pontes sobre o rio Itajaí e os ribeirões da Velha e Garcia. Os vetores de crescimento municipal estão direcionados para a zona norte (ribeirões Itoupava e Salto), zona noroeste (ribeirão Fortaleza) e zona oeste (ribeirão da Velha).

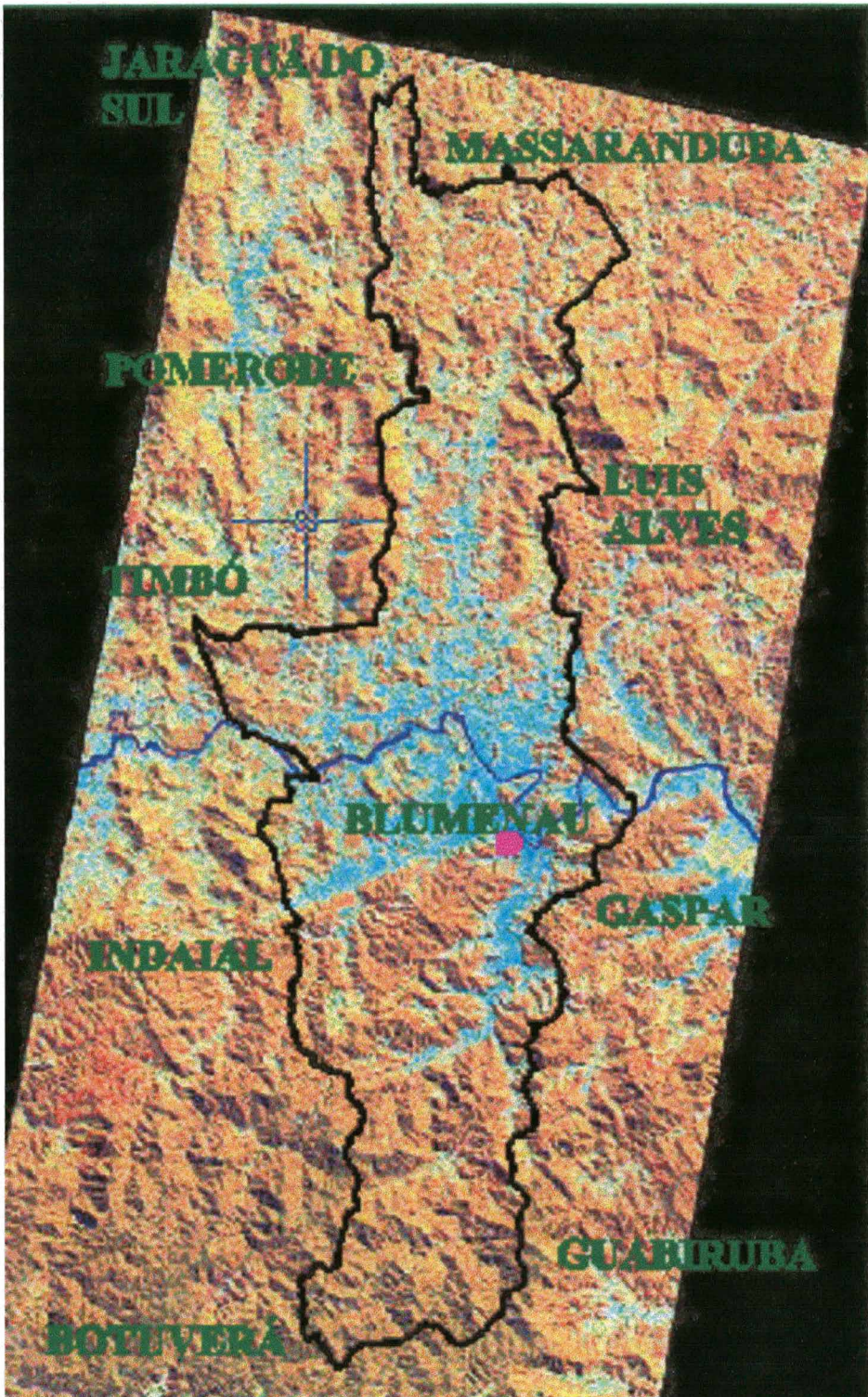


IMAGEM 1: Localização do Município de Blumenau.

### 3.3 HIDROGRAFIA

O Município de Blumenau está localizado na região hidrográfica RH7 – Vale do rio Itajaí-Açú, que possui uma área de drenagem de 15.000 km<sup>2</sup>, uma densidade de drenagem de 1,61 km/km<sup>2</sup> e uma vazão média de longo período de 205 m<sup>3</sup>/s. A RH7 está situada na Região Leste Catarinense e é uma das bacias mais expressivas do estado de Santa Catarina, tanto no aspecto hidrográfico, quanto sócio-econômico. Em Blumenau há quatro grandes rios afluentes do rio Itajaí-Açú: os ribeirões Garcia, da Velha, Itoupava e do Testo.

### 3.4 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

Os dados do Censo do IBGE de 1991 registraram uma população de 211.835 habitantes em Blumenau, dos quais 186.190 em área urbana. Atualmente estima-se aproximadamente 240.195 habitantes, sendo que 227.705 em área urbana (IPPUB, 1996).

O Município de Blumenau está consolidado como um importante pólo regional e estadual, devido a sua forte economia centrada nas indústrias têxtil e do vestuário, metalúrgica e cristaleira, no comércio e na prestação de serviços. Atualmente é o principal pólo da indústria têxtil no país e em função desta característica, pólo de atração de correntes migratórias, tornando-se uma cidade operária por excelência.

A consolidação de Blumenau como pólo industrial trouxe também o êxodo rural e o adensamento e expansão da área urbana. Tal situação teve como consequência a ocupação, cada vez maior de terrenos inadequados, como as encostas de maior declividade e fundos de vale sujeitos a inundação, sem infra-estrutura necessária, como rede de água e esgoto. Entre os maiores problemas urbanísticos e ambientais encontrados estão os inúmeros loteamentos irregulares, com sérios riscos de erosão e deslizamento, após cortes abruptos em terrenos sedimentados realizados para a abertura de ruas.



### 3.5 QUALIDADE AMBIENTAL

A partir de 1977 o controle dos recursos naturais e das atividades potencialmente poluidoras no município é executado pela Fundação Municipal do Meio Ambiente – FAEMA. A Fundação Estadual do Meio Ambiente - FATMA e a Polícia Ambiental atuam juntamente com a FAEMA, como órgãos fiscalizadores das atividades antrópicas.

O Município de Blumenau tem-se destacado na preservação e conservação de áreas naturais, já foram classificadas como unidades de conservação as seguintes áreas protegidas: a) Área de Proteção Ambiental e Parque Natural Municipal São Francisco de Assis; b) Área de Relevante Interesse Ecológico Roberto Miguel Klein; c) Fazenda Faxinal; d) Área de Relevante Interesse Ecológico Foz do Ribeirão Garcia; e) Parque Ecológico Artex; f) Parque Ecológico Spitzkopf; e g) Reserva Florestal Hering.

Conforme Medeiros (1998) os principais problemas ambientais do município de Blumenau são:

- a) os loteamentos irregulares localizados em áreas de grandes declividades suscetíveis à erosão e (ou) junto aos cursos de água;
- b) a poluição hídrica provocada por efluentes domésticos e por efluentes líquidos industriais;
- c) a poluição do solo e das águas causados por aterro de resíduos sólidos situado no bairro Salto do Norte;
- d) a poluição do ar por emissão de fumaça formada pela atividade industrial e pela combustão incompleta do motor de veículos com óleo diesel; e
- e) o assoreamento dos rios e ribeirões com sedimentos e lixo jogados às margens.

Após as enchentes catastróficas em 83 e 84, a procura por áreas não inundáveis, provocou a ocupação de áreas periféricas, levando a formação de áreas semi urbanas, áreas rurais

com características urbanas, sem nenhuma infra-estrutura, onde se instalou principalmente a população de baixa renda, resultando na ocorrência de diversos deslizamentos, especialmente trágicos na década de 90 (Vieira,1999).

Com o objetivo de identificar a hierarquia dos cursos d'água foi desenvolvido na FAEMA, um Esquema Topológico das sub-bacias hidrográficas dos ribeirões municipais, com base no método utilizado no Comitê de Preservação, Gerenciamento e Pesquisa da Bacia do Rio dos Sinos – Comitesinos. Esse esquema foi elaborado para a identificação da hierarquia dos cursos d'água em função do rio principal (da nascente à foz) e dos aspectos físicos (área de drenagem e extensão de rios), designando sub-bacias e microbacias. As bacias hidrográficas municipais foram divididas em sub-bacias e microbacias. A sub-bacia corresponde a bacia com área de drenagem igual ou superior a 5,1 km<sup>2</sup> e a microbacia corresponde a bacia com área de drenagem igual ou inferior a 5,0 km<sup>2</sup>.

No estudo acima relatado, foi feita a caracterização física das bacias hidrográficas dos ribeirões municipais pela FAEMA, que levantou os dados referentes a:

- a) área de drenagem dos rios primários e secundários que compõem a rede hidrográfica; e
- b) extensão dos principais cursos de água, mapeados em mapas cartográficos municipais na escala 1:10.000. Neste estudo baseia-se a legislação municipal detalhada no Plano Diretor Físico Territorial de Blumenau, através da Lei Complementar nº. 142/96, que estabelece o seguinte:

- Área não edificável e não aterravel – ANEA corresponde às faixas de preservação ao longo das margens dos cursos d'água; e

- I – Serão consideradas ANEAs as seguintes faixas marginais mínimas de preservação ao longo das águas dormentes e correntes, conforme a área da bacia hidrográfica a qual pertencem, apresentadas a seguir no Quadro 1.

QUADRO 1: Área não Edificável e não Aterrável – ANEA.

AREA DA BACIA HIDROGRAFICA Km2	FAIXA DE PRESERVAÇÃO - ANEA m
> = 1,0	5,0
1,1 a 5,0	8,0
5,1 a 25,0	12,0
25,1 a 125,0	16,0
< = 125,0	20,0
Rio Itajaí-Açú	45,0

Fonte: Lei Complementar nº. 142/96.

É de responsabilidade da FAEMA informar em parecer técnico, a faixa de ANEA de todos os processos sob a forma de consulta prévia para loteamento, construção, desmembramento, aditamento e projeto de terraplanagem de lotes; além de fiscalizar toda e qualquer atividade que provoque alteração dos ecossistemas naturais às margens de rios e ribeirões. Conforme mencionado, a preservação de ANEAs é contemplada através da Lei Complementar nº 142/96.

O monitoramento da qualidade das águas dos ribeirões municipais é realizado pela FAEMA desde 1997, através da coleta de amostras da água em quatro pontos da bacia, com o objetivo de avaliar qualitativamente a água e gerar o IQA - Índice de Qualidade de Água (Quadro 2). São analisados nove parâmetros para a determinação da qualidade do curso de água: DBO, PH, Turbidez, Sólidos Sedimentáveis, Oxigênio Dissolvido, Temperatura, Coliformes Fecais, Nitrogênio e Fósforo.

QUADRO 2: Designação Qualitativa para o Índice de Qualidade da Água - IQA.

IQA	DESIGNAÇÃO QUALITATIVA
91 – 100	EXCELENTE
71 – 90	BOA
51 – 70	MEDIA
26 – 50	RUIM
0 – 25	MUITO RUIM

Fonte: FAEMA

As águas das unidades industriais são tratadas por sistema implantado com o objetivo de corrigir os seguintes aspectos:

- a) descargas de águas com diferentes ph;
- b) regularização da vazão;
- c) correção de temperatura;
- d) eliminação de sólidos suspensos; e
- e) eliminação de carga orgânica.

O tratamento de águas residuárias das galvanoplastias é feito através de processos químicos de recuperação de águas com as seguintes etapas:

- a) recuperação de Cianeto;
- b) sedimentação na forma de complexos insolúveis de cianeto de ferro e a distribuição por oxidação;
- c) tratamento com hipoclorito (alvejante, cal clorada);
- d) recuperação de ácido Crômico; e
- e) neutralização e precipitação dos metais pesados.

Nos postos de combustíveis são instalados poços de monitoramento que possibilitam a observação, o controle e a avaliação da presença de combustível no solo ou na água subterrânea. O monitoramento do lençol freático é realizado para detectar se há produto vazado no solo através da amostragem da água do poço, ou por sondas com sensores que detectam a presença de combustível. Os poços de monitoramento tem a função de viabilizar a detecção de possíveis vazamentos de combustíveis nos tanques e (ou) tubulações subterrâneas.

Em 1997, a Fundação Municipal do Meio Ambiente – FAEMA, órgão municipal de gerenciamento ambiental, iniciou um conjunto de ações que visavam alterar os caminhos do desenvolvimento econômico e urbano do município, com o objetivo estratégico de promover o desenvolvimento sustentável, instituindo o “Índice de Sustentabilidade de Blumenau - ISB”. Este

índice é publicado anualmente, como forma de divulgar a situação real do meio ambiente no município, e é formado pela agregação de uma série de indicadores ambientais, visando avaliar anualmente a evolução em direção a um desenvolvimento sustentável. É composto, basicamente, por indicadores que avaliam quatro elementos da natureza: ar, água, solo e cobertura vegetal. Estão divididos em “Indicadores de Estado do Meio Ambiente” e em “Indicadores de Pressão sobre o Meio Ambiente”, e buscam refletir as conseqüências ambientais das ações antrópicas.

Os “Indicadores de Pressão sobre o Meio Ambiente” avaliam:

- 1) a produção, disposição e tratamento final dos resíduos sólidos de origem urbana e rural; e
- 2) a qualidade do ar através de programas de monitoramento e parâmetros, considerando os níveis de emissões.

O monitoramento da qualidade do ar desenvolvido pela FAEMA é fundamentado nos seguintes itens:

- 1) controle da fumaça preta emitida por veículos a diesel que circulam no município, e
- 2) automonitoramento industrial com informações de controle e eficiência do tipo de tratamento para retirada de material particulado, que abrange as principais empresas potencialmente poluidoras.

Os “Indicadores de Estado do Meio Ambiente” avaliam:

- 1) a cobertura vegetal, representada pela superfície remanescente de vegetação arbórea em relação a superfície total do município; e
- 2) os recursos hídricos superficiais do município, através de uma série de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos (IQA – Índice de Qualidade da Água).

## CAPÍTULO IV

### **3) ÁREA DE ESTUDO - SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DA VELHA**

A Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Velha, foi escolhida como área protótipo para o Sistema de Informações Geográfico-Ambiental, desenvolvido para o gerenciamento dos recursos naturais e da qualidade ambiental.

#### **4.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo compreende a Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Velha, que está situada à sudoeste no município de Blumenau, com área de drenagem de aproximadamente 59,12 km<sup>2</sup>, correspondendo a 11,13% da área total do município. É formada pelo bairro da Velha e parcialmente pelos bairros Centro, Victor Konder, Petrópolis, Boa Vista, Vila Nova, Itoupava Seca, Asilo e Bom Retiro.

Apresenta as seguintes coordenadas geográficas: de 26° 53' 40'' a 26° 59' 20'' de Latitude Sul e de 49° 03' 45'' a 49° 10' 12'' a Oeste do meridiano de Greenwich (Imagem 2).

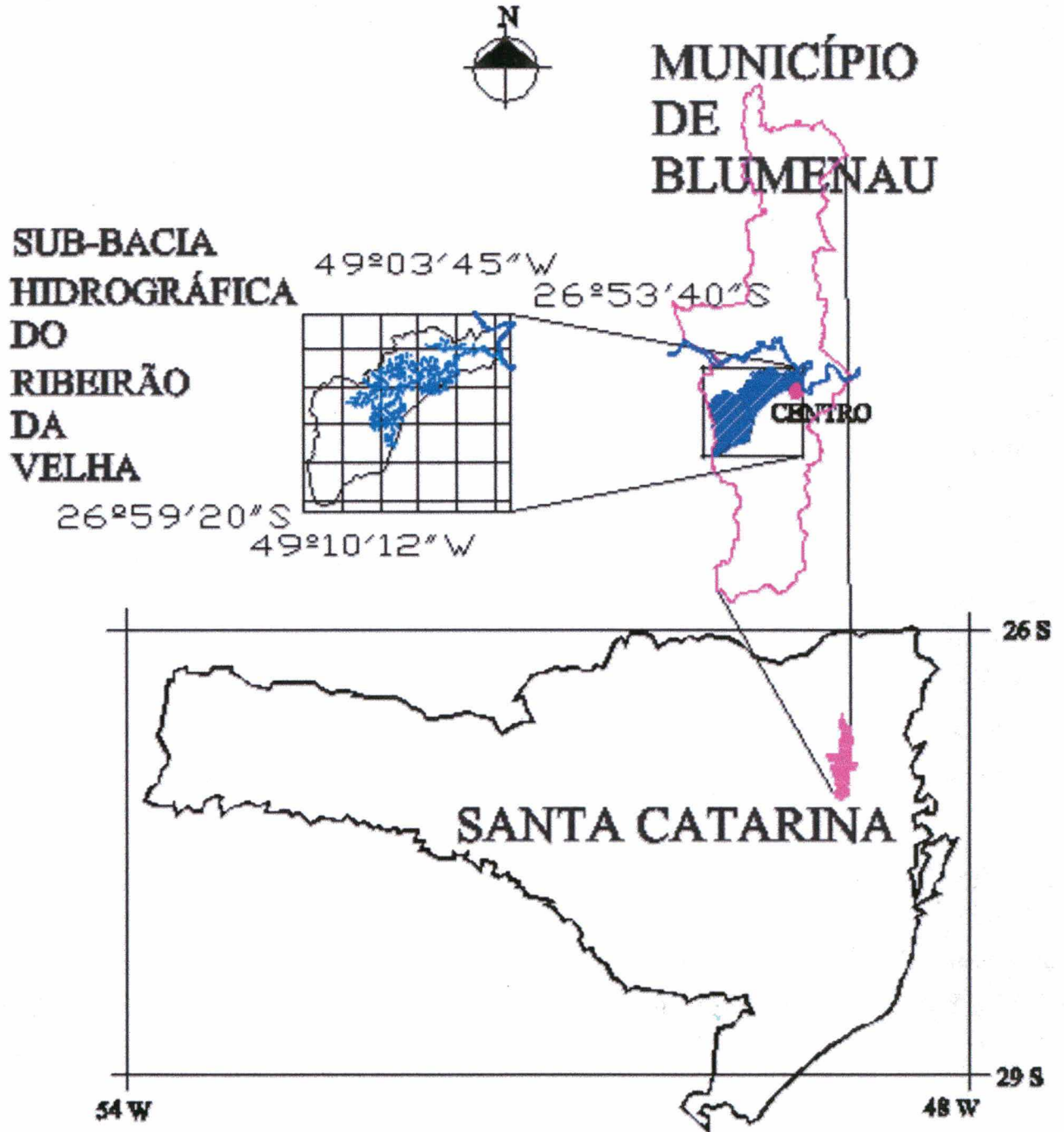


IMAGEM 2: Localização da Área de Estudo.

## 4.2 ASPECTOS FÍSICO-NATURAIS

Do ponto de vista geomorfológico, a sub-bacia está situada na unidade Serras do Tabuleiro, que se caracteriza por encostas íngremes e vales profundos, favorecendo os processos erosivos. A topografia é bastante acidentada, apresentando grandes diferenças de altitude e declividade. Caracteriza-se pela passagem de cursos d'água sinuosos, cujo leito está condicionado por estruturas geológicas de falhamento (Xavier, 1996).

O relevo na sub-bacia é formado por: a) ramificações da Serra do Itajaí, predominantemente acidentado e com declividades médias superiores a 30%; e b) planícies fluviais que correspondem as áreas planas situadas junto aos cursos de água, periodicamente inundadas. O clima é quente, úmido e chuvoso, sem estação seca. A temperatura apresenta uma variação média anual entre 16,1 e 27° C. A precipitação média anual é de 1450 mm e a umidade relativa do ar de 84,2 % (Medeiros, 1998).

A ocorrência de enchentes influenciam fortemente o uso do solo na sub-bacia do ribeirão da Velha, provocando a verticalização de áreas atingidas pelas enchentes ou a substituição do uso residencial pelo comercial.

A partir dos mapeamentos geológicos de Santa Catarina realizados pela Sub-secretaria de Estudos Geográficos e Estatísticos do Estado e pelo Instituto de Planejamento e Pesquisas de Blumenau – IPPUB, constatou-se que há três grupos de formações geológicas na sub-bacia: Sedimentos Quaternários Recentes, Complexo Granulítico e Grupo Itajaí.

Na sub-bacia estudada, os Sedimentos Quaternários Recentes, desenvolvem-se ao longo dos leitos do ribeirão da Velha e seus afluentes, constituídos por depósitos inconsolidados ou fracamente consolidados de areias, siltes, argilas ou conglomerados, distribuídos nos vales dos cursos d'água.



O Complexo Granulítico (Luiz Alves), tem idade arqueana, é formado por gnaisses granulíticos, blastomilonitos, quartzitos, anortositos, e rochas ultramáficas, sendo localizado ao norte do ribeirão da Velha.

O Grupo Itajaí, tem idade paleozóica, é formado por rochas das Formações Garcia (arenitos, ardósias, siltitos, folhelhos, e mais raramente conglomerados), Campo Alegre (tufos riodacíticos e diques de riolitos) e Baú (conglomerados petromícticos), sendo localizado ao sul do ribeirão da Velha.

A estrutura geológica mais proeminente é um falhamento transcorrente de direção nordeste, que acompanha o vale do ribeirão da Velha e separa o Grupo Itajaí do Complexo Granulítico (Xavier, 1996).

O sistema de drenagem da sub-bacia do ribeirão da Velha desenvolve-se na margem direita do rio Itajaí-Açú, com a confluência dos cursos de água ocorrendo dentro do sítio urbano de Blumenau. O ribeirão da Velha possui sua nascente principal no ribeirão do Bugre, em cotas entre 700 e 500 m a.m.n. e faz divisa com o município de Indaial. Inicialmente recebe águas dos formadores Gebien (pela margem esquerda) e do Cego (pela margem direita). Estende-se de sudoeste ao centro do município, percorrendo cerca de 25 km da nascente à foz no rio Itajaí-Açú.

#### **4.3 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS**

Esta Sub-bacia tem uma importância significativa no contexto da gestão municipal, porque abriga o maior bairro, denominado da Velha, com uma área de 21,9 km<sup>2</sup> e onde há maior concentração de população, cerca de 30.292 habitantes (IPS,1996).

Desde a origem, a ocupação do bairro da Velha, concentra-se nas margens das estradas vicinais (atualmente ruas João Pessoa, Gov. Jorge Lacerda, Gen. Osório, dos Caçadores, José Reuter e Franz Muller), onde encontram-se aproximadamente 15% da população e 32 % dos estabelecimentos industriais, comerciais e de prestação de serviços do bairro (IPPUB,1996).

Os usos comercial e de serviços estão localizados ao longo das principais vias de penetração do bairro da Velha, onde há forte tendência a verticalização, provocando o adensamento e excessiva circulação de veículos em limitadas ruas, dificultando o trânsito.

As indústrias encontram-se dispersas na malha urbana da Sub-Bacia, uma vez que surgiram no início do processo de ocupação da colônia Dr. Blumenau, necessitando da proximidade da água para poderem desenvolver-se. Essa dispersão na malha urbana e proximidade com as áreas residenciais, facilita o deslocamento dos operários, mas por outro lado, gera problemas de poluição e tráfego intenso de veículos pesados em áreas inadequadas.

O processo de urbanização e de industrialização de Blumenau, com grande concentração de capitais, transformou a cidade em pólo regional, mas gerou grande fluxo migratório de mão de obra, e provocou a ocupação de encostas suscetíveis a erosão e deslizamento.

#### **4.4 QUALIDADE AMBIENTAL**

Na sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha há duas áreas naturais protegidas: a Reserva Florestal Hering e a Área de Proteção Ambiental e Parque Natural Municipal São Francisco de Assis, abrangendo afluentes do ribeirão da Velha de grande importância por apresentarem remanescentes da Floresta Fluvial de Encosta Atlântica.

Foi desenvolvido na FAEMA um Esquema Topológico de representação gráfica da Sub-Bacia hidrográfica dos ribeirão da Velha, com o objetivo de identificar a hierarquia dos cursos d'água em função do rio principal (da nascente à foz) e dos aspectos físicos (área de drenagem e extensão de rios), designando sub-bacias e microbacias. A Sub-Bacia hidrográfica do ribeirão da Velha foi dividida em 3 sub-bacias e 21 microbacias. A sub-bacia corresponde a bacia com área de drenagem igual ou superior a 5,1 km<sup>2</sup> e a microbacia corresponde a bacia com área de drenagem igual ou inferior a 5,0 km<sup>2</sup> (Quadros 3 e 4).

QUADRO 3: Microbacias da Sub-bacia do Ribeirão da Velha.

MICROBACIA	AREA DE DRENAGEM Km2	COMPRIMENTO Km	LOCALIZAÇÃO
M1ME	3,71	4,30	Ribeirão Gebien
M2CE	1,67	1,10	Início do perímetro urbano
M3ME	2,47	2,30	
M4ME	1,16	1,90	
M5CE	2,17	0,50	
M6CE	0,64	1,00	
M7MD	3,30	3,80	Ribeirão do Gato rua Bruno Ruediger
M8CE	0,64	0,60	
M9MD	1,53	2,75	
M10MD	2,14	0,90	
M11CE	0,44	1,20	
M12ME	2,10	2,0	Córrego Itororó
M13CE	0,41	DU	
M14ME	2,10	1,70	Córrego da rua Paul Martau
M15ME	1,31	1,40	Córrego da rua Ervin Burmann
M16CE	1,57	-	
M17MD	3,40	2,65	Ribeirão Irmã Aluysianis Ponto de captação do SAMAE
M18MD	0,96	1,85	
M19CE	1,72	-	
M20ME	2,74	2,8	Ribeirão Jararaca
M21CE/MD	4,39	DU	Deságüe no rio Itajaí-Açu Ponte da rua Martin Luther

ME – microbacia localizada na margem esquerda.

MD – microbacia localizada na margem direita.

CE - área de drenagem central ocupada por pequenos cursos d'água que fluem diretamente para o rio principal.

DU – drenagem urbana.

QUADRO 4: Sub-Bacias do ribeirão da Velha.

SUB-BACIA	AREA DE DRENAGEM Km2	COMPRIMENTO Km	LOCALIZAÇÃO
SB1	6,92	-	nascente principal do ribeirão da Velha - rua Belmiro Colzani
SB2MD	5,56	4,8	Ribeirão do Cego
SB3ME	6,07	6,0	-

SBME – sub-bacia localizada na margem esquerda.

SBMD – sub-bacia localizada na margem direita.

O estudo da área de drenagem do ribeirão da Velha e seus afluentes forneceu as seguintes delimitações quanto a faixa de Área não edificável e não aterravel - ANEA, detalhadas no Quadro 5.

QUADRO 5: Área de Drenagem / ANEA – Sub-bacia do ribeirão da Velha.

ANEA m	ÁREA DE DRENAGEM Km2	LOCALIZAÇÃO
30,00	-	SB1 ATÉ M2CE (ZONA RURAL)
12,00	12,30	A PARTIR DE M2CE
12,00	24,30	ATÉ M8CE
16,00	-	A PARTIR DE M9MD ATÉ A FOZ

SB - sub-bacia

M - microbacia

MD – microbacia localizada na margem direita.

CE - área de drenagem central ocupada por pequenos cursos d'água que fluem diretamente para o rio principal.

#### 4.5 QUALIDADE DA ÁGUA

O monitoramento da qualidade das águas do ribeirão da Velha é realizado mensalmente pela FAEMA desde 1997, através da coleta de amostras da água em quatro pontos da sub-bacia, com o objetivo de avaliar qualitativamente a água e gerar o IQA - Índice de Qualidade de Água para cada ponto.

Para avaliar se há compatibilidade do nível de qualidade da água superficial da sub-bacia com o seu enquadramento em determinada classe, deve-se necessariamente conhecer o conjunto de leis que determinam os parâmetros a serem respeitados.

No nível federal, a Portaria MINTER 013/76 regulamentou a classificação dos corpos d'água superficiais, estabelecendo padrões de qualidade e de emissão dos efluentes e dividindo as águas interiores em 4 classes. No estado, o Decreto 14.250/81 classificou as águas interiores situadas em Santa Catarina em 4 classes, seguindo a mesma classificação da portaria federal acima citada, inclusive a definição de parâmetros para cada classe. O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, em sua Resolução 20/86, atendendo a necessidade de reformular a classificação existente, classificou as águas doces, salobras e salinas do território nacional em 9 classes com características específicas.

O ribeirão da Velha e seus afluentes são classificados pela Portaria GAPLAN/SC 024/79 na Classe 3 (águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e à dessedentação de animais).

Para adequar-se ao padrão de qualidade dessa classe, foram estabelecidos os seguintes limites tolerados e/ou condições descritos abaixo, segundo a Portaria MINTER 013/76 ou o Decreto Estadual 14.250/SI, constantes na Resolução CONAMA 20/86 :

## Classe 3 -

- a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- b) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- a) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- b) não será permitida a presença de corantes artificiais que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;
- c) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;
- d) número mais provável (NMP) de coliformes totais até 20.000, sendo 4.000 o limite para os de origem fecal, em 100ml, para 80% ou mais de, pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;
- e) DBO/5 dias, 20°C até 10mg/l O<sub>2</sub>;
- f) OD, em qualquer amostra não inferior a 4 mg/l;
- g) turbidez até 100 UNT;
- h) cor até 75 mg Pt/l;
- i) pH de 6,0 a 9,0; e
- j) substâncias potencialmente prejudiciais (com valores de teores máximos)

Em Blumenau, nem todos os parâmetros avaliados nas amostras coletadas pela FAEMA são determinados pela Portaria MINTER 013/76 ou pelo Decreto Estadual 14.250/81. Foram somente considerados os parâmetros citados por tais legislações, pois o Estado de Santa Catarina ainda não adequou seus cursos d'água ao enquadramento previsto na Resolução 20/86 do CONAMA. Neste estudo foram observados os seguintes parâmetros: DBO, nitrogênio, coliformes fecais e coliformes totais.

No Quadro 6, observam-se os parâmetros avaliados nas amostras coletadas no ponto 1, durante 5 meses do ano de 2000.

QUADRO 6 - Ponto 1 - Análise da Qualidade Água - IQA2000

Mês	Mai	Junho	Julho	Agosto	Outubro
PH	6.82	6.38	7.17	7.36	7.14
DBO	12	<10	<10	<10	<10
DQO	30	35	<10	<10	15
Fósforo	0.14	<10	<0.10	<0.10	<0.10
Nitrogênio		0.4	0.38	0.49	1.04
Col.Fecal		500	500	13000	5000
CoI Total		1500	7000	33000	37000
Sol Totais	74	160	50	110	32
SoI Tot Fix	44	130	20	48	24
Sol Tot.Vol	30	30	30	72	8
Sol Sedem	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10

Fonte: FAEMA

O nível de DBO (12mg/l) não se enquadra no limite estabelecido para águas de Classe 3, que é de no máximo 10mg/l. O nível máximo de nitrogênio (1,04 mg/l) encontra-se não muito distante do padrão permitido (amônia 0,5mg/l, nitrato 10,0mg/l de N e nitrito 1,0mg/l de N). Os demais parâmetros apresentam-se acima do limite estabelecido. Os coliformes fecais, que poderiam existir até 4000, chegaram a 13.000 em agosto, e os coliformes totais, no mês de novembro, foram encontrados em mais de 37.000, quando poderia haver somente 20.000.

Assim, pode-se observar que a qualidade da água do ribeirão da Velha no ponto 1 (rua Franz Muller – acima do aterro) não se apresenta condizente com sua Classe 3 de enquadramento, percebendo-se que o padrão de qualidade não é alcançado em função, principalmente, da alta concentração de coliformes fecais e totais. Aqui verifica-se que os

efluentes urbanos são os grandes causadores da poluição neste ponto.

No Quadro 7, observam-se os parâmetros avaliados nas amostras coletadas no ponto 2, durante 8 meses do ano de 2000.

QUADRO 7 - Ponto 2 - Análise da Qualidade Água - IQA2000

Mês	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
PH	7.43	6.43	7.26	6.51	6.88		6.71	
DBO	<10	<10	<10	<10	<10		<10	
DQO	21	15	35	15	<10		28	
Fósforo	0.60	0.18	0.80	<0.10	<0.10		<0.10	
Nitrog.			5.40	1.05	0.59		2.72	
Col Fecal				>80000	126	1000		2000
CoI Total				>100000	98	1200		6000
Sol Totais	362	78	354	102	28		128	
SoI T Fix	292	36	338	42	18		102	
Sol T Vol	70	42	16	60			26	
Sol Sedem	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10			0.30	

Fonte: FAEMA

O nível de DBO (<10mg/l) se enquadra no limite estabelecido para águas de Classe 3, que é de no máximo 10mg/l. O nível máximo de nitrogénio (5,40 mg/l) encontra-se não muito distante do padrão permitido (amônia 0,5mg/l, nitrato 10,0mg/l de N e nitrito 1,0mg/l de N). Os demais parâmetros apresentam-se acima do limite estabelecido. Os coliformes fecais, que poderiam existir até 4000, chegaram a 80.000 em julho, e os coliformes totais, nesse mesmo mês, foram encontrados em mais de 100.000, quando poderia haver somente 20.000.

Assim, pode-se observar que a qualidade da água do ribeirão da Velha no ponto 2 (divisa Blumenau – Encano) não se apresenta condizente com sua Classe 3 de enquadramento, percebendo-se que o padrão de qualidade não é alcançado em função,



principalmente, da alta concentração de coliformes fecais e totais. Constatando-se que os efluentes urbanos são os grandes causadores da poluição neste ponto.

No Quadro 8, observam-se os parâmetros avaliados nas amostras coletadas no ponto 3, durante 4 meses do ano de 2000.

QUADRO 8 - Ponto 3 - Análise da Qualidade Água - IQA2000

Mês	Julho	Agosto	Outubro	Novembro
PH	7.54	7.68	7.37	6.77
DBO	34	19	48	16
DQO	56	42	36	37
Fósforo	<0.10	<0.10	0.74	0.70
Nitrogênio	8.41	11.74	11.01	9.96
Col Fecal	70000	100	100000	80000
Col Total	80000	>100	>100000	>100000
Sol Totais	540	380	222	320
Sol Tot Fix	378	356	176	298
Sol Tot Vol	162	24	46	22
Sol Sedem	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10

Fonte: FAEMA

O nível de DBO (48 mg/l) não se enquadra no limite estabelecido para águas de Classe 3, que é de no máximo 10mg/l. O nível máximo de nitrogênio (11,74 mg/l) encontra-se não muito distante do padrão permitido (amônia 0,5mg/l, nitrato 10,0mg/l de N e nitrito 1,0mg/l de N). Os demais parâmetros apresentam-se acima do limite estabelecido. Os coliformes fecais, que poderiam existir até 4000, chegaram a 100.000 em outubro, e os coliformes totais, no mês de julho, foram encontrados em mais de 80.000, quando poderia haver somente 20.000. Assim, pode-se observar que a qualidade da água do Ribeirão da Velha no ponto 3 (empresa Rodovel) não se apresenta condizente com sua Classe 3 de enquadramento, constatando-se que o padrão de qualidade não é alcançado em função,

principalmente, da alta concentração de coliformes fecais e totais. Portanto os efluentes urbanos são os grandes causadores da poluição neste ponto.

No Quadro 9, observam-se os parâmetros avaliados nas amostras coletadas no ponto 4, durante 5 meses do ano de 2000.

QUADRO 9 - Ponto 4 - Análise da Qualidade Água - IQA2000

Mês	Junho	Julho	Agosto	Outubro	Novembro
PH	6.99	7.62	7.35	7.24	7.46
DBO	<10	18	27	20	32
DQO		40	45	75	129
Fósforo	0.20	<0.10	<0.10	<0.10	1.48
Nitrogênio	0.87	11.37	10.70	10.70	10.05
Col Fecal	1900	80000	100000	80000	90000
Col Total	4700	90000	100000	>100000	>100000
Sol Totais	160	324	338	190	328
Sol Tot Fix	118	260	288	136	250
Sol Tot Vol	42	68	50	54	78
Sol Sedem	<0.10	<0.10	<0.10	0.20	<0.10

Fonte: FAEMA

O nível de DBO (32 mg/l) não se enquadra no limite estabelecido para águas de Classe 3, que é de no máximo 10mg/l. O nível máximo de nitrogênio (11,37 mg/l) encontra-se não muito distante do padrão permitido (amônia 0,5mg/l, nitrato 10,0mg/l de N e nitrito 1,0mg/l de N). Os demais parâmetros apresentam-se acima do limite estabelecido. Os coliformes fecais, que poderiam existir até 4000, chegaram a 100.000 em agosto, e os coliformes totais, nesse mesmo mês, foram encontrados em mais de 100.000, quando poderia haver somente 20.000. Na maioria dos meses pesquisados os coliformes fecais e totais não ficaram dentro do limite estabelecido.

Assim, pode-se observar que a qualidade da água do ribeirão da Velha no ponto 4 (rua Martin Luther- foz) não se apresenta condizente com sua Classe 3 de enquadramento, percebendo-se que o padrão de qualidade não é alcançado em função, principalmente, da alta concentração de coliformes fecais e totais. Aqui observa-se também que os efluentes urbanos são os grandes causadores da poluição neste ponto.

Portanto, sobre o ribeirão da Velha, especificamente, constatou-se que a qualidade da água é bastante comprometida pelos esgotos domésticos, desrespeitando a Portaria GAPLAN/SC 024/79, que enquadra o ribeirão da Velha e seus afluentes na Classe 3, conforme seus usos preponderantes. Além disso, observou-se que a diferenciação dos teores de concentração das substâncias poluentes ocorreu em função da precipitação pluviométrica na sub-bacia.

## CAPÍTULO V

### 5 MATERIAIS E MÉTODO

#### 5.1 RECURSOS DE CARTOGRAFIA E DE SENSORIAMENTO REMOTO UTILIZADOS

Os recursos de Cartografia e de Sensoriamento Remoto utilizados para o desenvolvimento deste trabalho foram:

- a) As cartas aerofotogramétricas do município de Blumenau na escala 1:10.000, realizadas em 1981, com informações temáticas das Bacias Hidrográfica, fornecidos pela FAEMA;
- b) O mapa topológico para representação gráfica da Sub-bacia Hidrográfica do ribeirão da Velha, realizado em 1998, fornecido pela FAEMA;
- c) As cartas 1:50.000 do Mapeamento Sistemático Brasileiro, Botuverá - SG-22-Z-D-1-2, Blumenau - SG-22-Z-B-IV-4/MI-2881-4, Pomerode - SG-22-Z-B-IV-2, Jaraguá do Sul - SG-22-Z-B-I-4/MI-2869-4 - executadas pelo IBGE;
- d) Os dados digitais do sensor Thematic Mapper - TM do satélite LANDSAT, órbita ponto: 220-079, quadrante Norte - nas bandas 3(B), 4(R) e 5(G), de passagem em 13/05/1999, fornecidos pela FAEMA;
- e) A base cartográfica digital da sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha com nível de informação compatível com a escala 1:10.000, restituída em 1994 a partir das aerofotos de 1993, cobertura de vôo em escala 1:8000, Datum vertical - Imbituba/SC, Datum horizontal - Chuá (SAD 69) - MG e Projeção UTM, fornecida pela empresa Aeroimagem Aerofotogrametria S.A.

## 5.2 EQUIPAMENTOS E PROGRAMAS UTILIZADOS

Os equipamentos e programas utilizados para o desenvolvimento deste trabalho foram:

1. computador Pentium 450 Mhz, 64 Mb de memória Ran, disco rígido de 10,2 Gb, placa de vídeo de 4 Mb;
2. sistema SPRING 3.4 do INPE para tratamento de dados através de técnicas de Sensoriamento Remoto e de Geoprocessamento;
3. programa MicroStation SE – Bentley Systems Inc., para manipulação de dados espaciais em diferentes formatos;
4. programa TIN/CIP 3.1 para MicroStation SE - I.S.M. International Sytemap Corp., para desenvolvimento do Modelo Digital do Terreno;
5. programa Módulo Declividade/Hipsometria - Aeroimagem Aerofotogrametria S.A.;
6. programa AutoCAD2000 – Autodesk, para edição de dados espaciais;
7. programa AutodeskWorld 2 – Autodesk, para desenvolvimento do SIG Ambiental;
8. programa Access - Microsoft, para desenvolvimento da base de dados alfanumérica;
9. scanner de mesa TCE s440, com resolução de 600 x 600 dpi; e
10. impressora colorida Epson Stylus Color 600.

### 5.3 MÉTODO USADO

Neste estudo é desenvolvido um SIG com as características de um protótipo - Sistema de Informações Geográfico-Ambiental da sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha, para o gerenciamento dos recursos naturais e da qualidade ambiental. Um protótipo de um SIG pode tratar apenas de um subsistema suficientemente representativo do sistema global e neste caso, os modelos, os dados e as interfaces devem ser reais. O protótipo se distingue do sistema completo no porte e nas eventuais interações entre subsistemas, podendo ser transferidos a mesma arquitetura e os mesmos conceitos para as outras sub-bacias hidrográficas municipais.

Com o Sistema de Informações Geográfico-Ambiental da sub-bacia estudada, procurou-se avaliar o potencial da tecnologia de SIG para fornecer subsídios ao planejamento municipal, desenvolvendo análises espaciais e novas informações sobre os recursos ambientais.

Neste trabalho são utilizadas ferramentas importantes para a área de gerenciamento de recursos naturais: 1. Cadastro Técnico Multifinalitário; e 2. Sistema de Informações Geográficas (SIG) para manipular informações espacialmente distribuídas.

Os dados necessários ao desenvolvimento do Sistema de Informações Geográfico-Ambiental da sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha, foram coletados em diversas instituições: Aeroimagem S. A., Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura - SDA, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e do Meio Ambiente - SDM, Secretaria de Recursos Hídricos - SRH/MMA, Fundação Estadual do Meio Ambiente - FATMA, Fundação Municipal do Meio Ambiente - FAEMA, Instituto de Pesquisas e Planejamento Urbano de Blumenau - IPPUB, Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE, Instituto de Pesquisas Ambientais - IPA, e Instituto de Pesquisas Sociais - IPS.

Os dados ambientais existentes nas diversas instituições acima citadas, encontravam-se em tabelas e mapas não associados, e para que pudessem retratar de forma

integrada certas particularidades (da cobertura vegetal e do uso do solo, hidrográficas, pluviométricas, fisiográficas, hipsométricas, entre outros), foram utilizadas as tecnologias de Geoprocessamento e Cadastro Técnico Multifinalitário, para estruturar num Sistema de Informações Geográfico-Ambiental, os dados cartográficos e os dados alfanuméricos.

Preliminarmente à estruturação da base de dados gráficos em meio digital, foi realizado um levantamento da informação disponível, para proceder a coleta e organização dos dados existentes e necessários para o trabalho.

Os trabalhos de levantamento e organização dos dados ambientais da sub-bacia estudada envolveram diversas atividades, a seguir descritas em passos seqüenciais:

- a) levantamento bibliográfico;
- b) trabalho de campo com visita às diversas instituições pesquisadas;
- c) tabulação dos dados coletados;
- d) estruturação da base de dados gráficos em meio digital;
- e) estruturação da base de dados alfanumérica em meio digital;
- f) integração dos dados alfanuméricos (programa Access) e dos dados geográficos (programa AutodeskWorld), escolhidos para o SIG Ambiental; e
- g) análise de dados no programa AutodeskWorld – produção de mapas temáticos.

Na estruturação do Sistema de Informação Geográfico-Ambiental da sub-bacia hidrográfica da Velha, as informações ambientais existentes foram organizadas em cadastro ambiental, modeladas e armazenadas. Foram então integrados os atributos gráficos com os atributos descritivos, guardados na base de dados Access. As categorias selecionadas para o trabalho estão relacionadas no Quadro 10.

QUADRO 10 – Categorias selecionadas para o estudo.

CATEGORIA	SUB- CATEGORIA
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	ÁREA URBANIZADA AGROPECUÁRIA FLORESTAS ÁGUAS E RIOS
HIDROGRAFIA	LAGOS RESERVATÓRIOS CURSOS PRINCIPAIS CURSOS AFLUENTES
HYSOMETRIA	CURVAS DE NÍVEL DIVISORES DECLIVIDADE
FISIOGRAFIA	GEOLOGIA Formação
DEMARCAÇÕES	MUNICIPAL Limite municipal HIDROGRÁFICA Sub-Bacia
QUALIDADE DA ÁGUA	PONTOS DE AMOSTRAGEM DO IQA
QUALIDADE DO AR	PONTOS DE AMOSTRAGEM DE EMIÇÃO DE POLUENTES
FONTE DE POLUENTES	UNIDADES INDUSTRIAIS ESTAMPARIAS GALVANOPLASTIAS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS
UNIDADES COM RISCO DE EROÇÃO E DESLIZAMENTO	IRMÃ ALUYSIANIS D. EDITH HERMANN KRATZ EMIL WEHMUTH
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA	ANEAs



Para desenvolver o Sistema de Informações Geográfico-Ambiental da sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha foram cumpridas as seguintes etapas:

- 1- definição da área de estudo;
- 2- geração de um cadastro ambiental com o levantamento e compilação de todos os dados ambientais disponíveis;
- 3- escolha dos softwares a serem utilizados;
- 4- preparação prévia dos dados de entrada, tais como, os parâmetros de qualidade da água, de auto-monitoramento industrial;
- 5- definição da escala de trabalho e de saída da cartografia, de digitalização e edição dos mapas digitais;
- 6- importação dos dados para o SIG;
- 7- geração dos planos de informação;
- 8- localização de atributos referentes a cada plano de informação;
- 9- sobreposição entre planos de informação, resultando em dados para avaliação ambiental;
- 10- desenvolvimento do SIG Ambiental, construindo interface com a base de informação cartográfica e com os arquivos do banco de dados ambientais.

### 5.3.1 Tipos de Dados Utilizados

Os dados utilizados são provenientes de várias fontes e de maneira sistemática, pode-se descrevê-los da seguinte forma:

- a) Dados primários: obtidos em levantamento de campo;
- b) Dados secundários: obtidos junto às instituições envolvidas, buscando informações registradas em meio digital e material bibliográfico.

Os procedimentos para sistematização das informações basearam-se em levantamentos sobre o meio físico para efeito de Gestão Ambiental, fornecendo conhecimentos essenciais para o entendimento das potencialidades e restrições sobre os recursos naturais renováveis e não-renováveis. Os aspectos do meio físico, como características hidrográficas, pluviométricas, fisiográficas, hipsométricas, da cobertura vegetal e, naturalmente a ação antrópica, entre outros, constituem a essência desses levantamentos.

A cartografia digital, em escala 1:10.000 foi editada e geo-referenciada, com os seguintes níveis de informação:

1) Rede Viária

- Constituída de limite da sub-bacia e rede viária.

2) Rede Hidrográfica

- Constituída de rede hidrográfica formada pelo Ribeirão de Velha e seus afluentes.

3) Hipsometria

- Constituída de toponímia com curvas de nível a cada 50 metros.

4) Geologia

- Constituída de áreas (polígonos) referentes a formação geológica.

5) Declividades

- Obtida com ferramentas de modelagem digital da topografia e de banco de dados do SIG, para gerar um Mapa de Declividades representado em percentagem e em graus.

#### 6) Uso e Ocupação do Solo

- Constituída de áreas (polígonos) referentes a edificações, a agropecuária, a florestas e a rios e águas.

#### 7) Restrições Legais para Ocupação e Uso da Terra

- Constituída de linhas referentes a ANEA.

#### 8) Índice de Qualidade da Água

- Constituída de 4 pontos de coleta de água, em que foram medidas a qualidade da água para obtenção do balanço hídrico.

#### 9) Grau de Interferência Ambiental Atmosférica

- Constituída de 4 pontos de amostragem de emissão de poluentes.

#### 10) Grau de Interferência Ambiental Hídrica

- Constituída de diversos pontos - fontes de poluição (unidades industriais, estamparias, galvanoplastias e postos de combustíveis) de lançamento de efluentes.

#### 11) Adequabilidade a Ocupação Urbana

- Constituída de diversas áreas: consideradas impróprias, com sérias restrições, com restrições moderadas, e adequadas a ocupação urbana.

#### 12) Suscetibilidade a Erosão e Enchente

- Constituída dos diversos pontos suscetíveis a erosão, enxurrada e enchente.

## **CAPÍTULO VI**

### **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo é caracterizada a sub-bacia do ribeirão da Velha através de Mapas Temáticos-Base e Mapas Temáticos-Síntese, com o objetivo de descrever e analisar a ocupação do solo da sub-bacia estudada, considerando a legislação pertinente.

#### **6.1 CARTOGRAFIA TEMÁTICA PARA A GESTÃO AMBIENTAL DA SUB-BACIA**

Os dados selecionados relativos a sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha foram estruturados no Sistema de Informações Geográfico-Ambiental, viabilizando análises espaciais, através do cruzamento de planos de informações, e permitindo a avaliação de atividades humanas potencialmente geradoras de impactos ambientais.

A base cartográfica digital utilizada no trabalho, foi gerada a partir da restituição aerofotogramétrica realizada em 1994, com nível de informação compatível com a escala 1:2.000, e procedimento de generalização para a escala 1:10.000. Estes arquivos digitais restituídos pela Aeroimagem em 1994, tem uma abrangência restrita a área com ocupação urbana em 1993, quando houve o sobrevôo, deixando toda a área rural sem cobertura.

Os principais componentes físicos e antrópicos da paisagem foram caracterizados e mapeados em doze Mapas Temáticos-Base plotados na escala 1:65.000 e descritos a seguir.

### **6.1.1 REDE VIÁRIA**

Para a elaboração do mapa da Rede Viária foram editados elementos da malha viária a partir de arquivos digitais com layer ou camada do sistema viário da sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha. Neste trabalho de edição foram recortados todos os limites da sub-bacia, partindo e interrompendo linhas e retirando toda a área adjacente não inclusa (Fig. 1).

### **6.1.2 REDE HIDROGRÁFICA**

Os arquivos digitais utilizados são oriundos do levantamento aerofotogramétrico realizado em 1994 pela Aeroimagem, em que não havia a preocupação com o uso para geoprocessamento, estando o layer com cursos d'água limitado à rede de drenagem.

Para a elaboração do mapa da Rede Hidrográfica foram editados elementos da estrutura hidrográfica a partir de arquivos digitais com layer ou camada de cursos d'água da sub-bacia estudada. Primeiramente foram realizados trabalhos de edição para recortar os limites da sub-bacia, retirando toda a área exterior adjacente, e em seguida foram reconstituídas todas as conexões de linhas interrompidas de cursos d'água que tiveram que ser corrigidas (Fig. 2).

49°03'45"W  
26°53'40"S



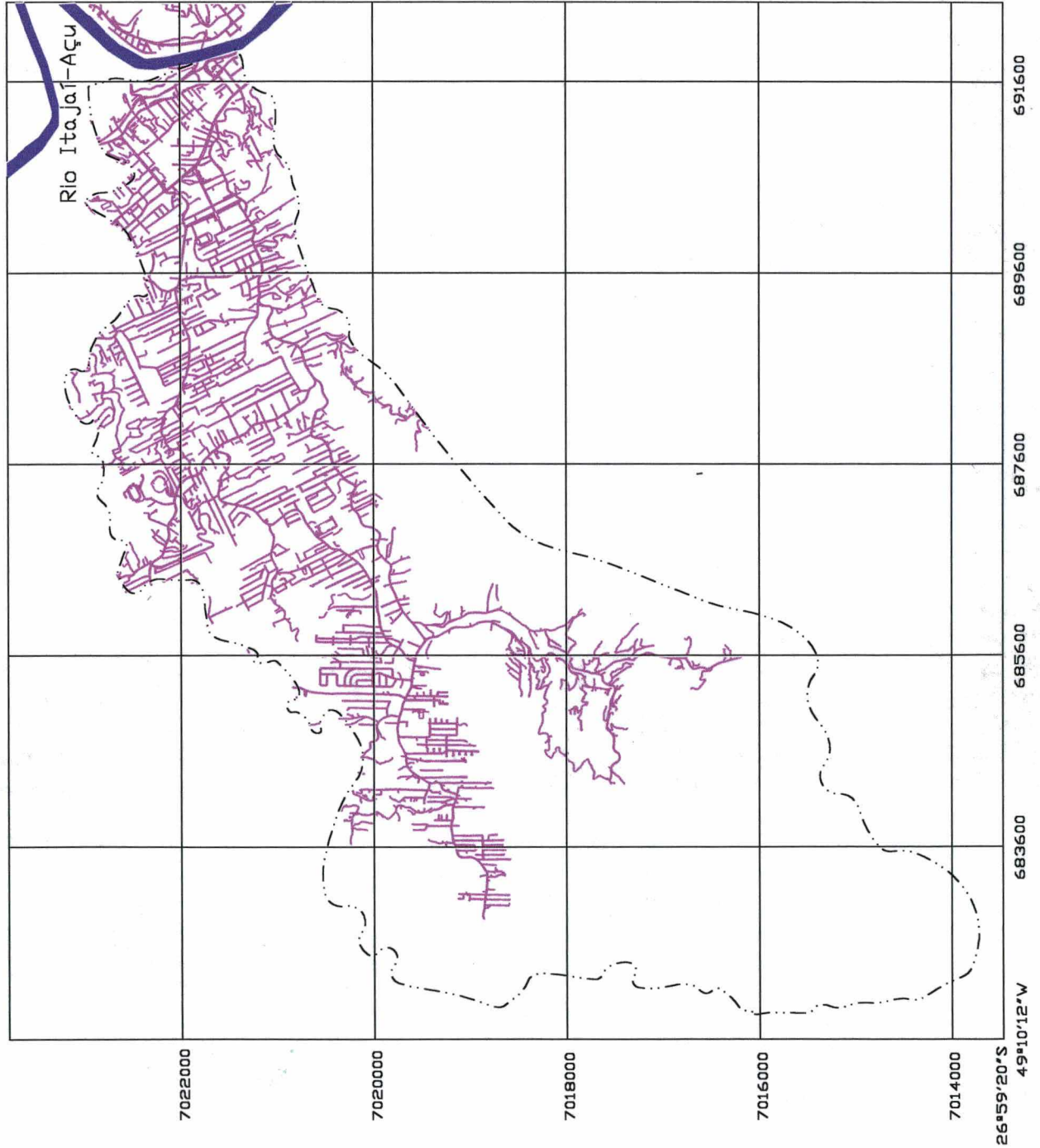
Figura 1 :  
Rede Viária

**Legenda**

- · — · Limite Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão da Velha
- Rede Viária

Escola Gráfica

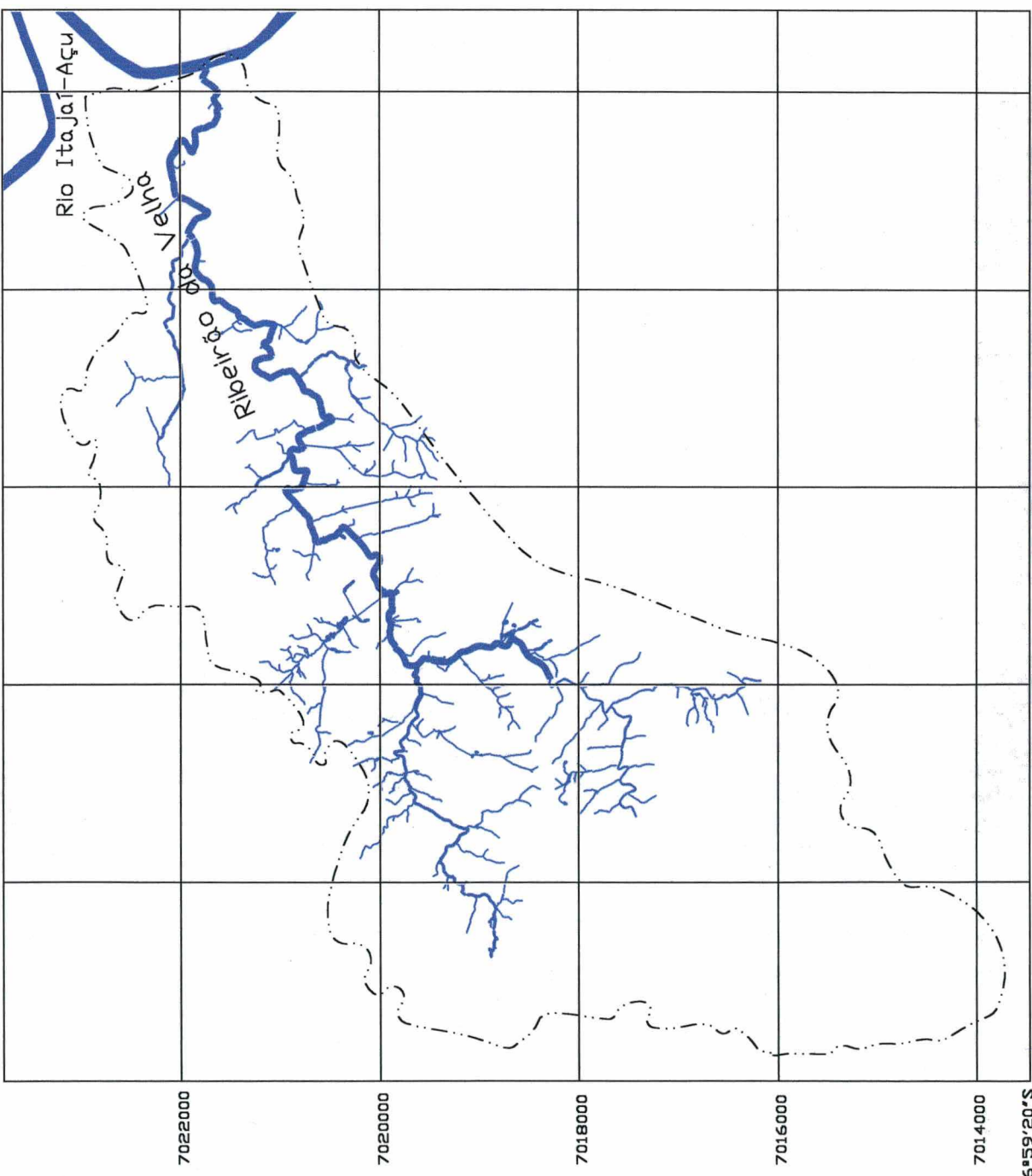
Escola 1:65000



49°03'45"W  
26°53'40"S



Figura 2 :  
Hidrografia



**Legenda**

- Limite Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão da Velha
- Rede Hidrográfica



### 6.1.3 HIPSOMETRIA

Para gerar o mapa de hipsometria foram utilizadas curvas de nível de 1 em 1 metro, oriundas do levantamento aerofotogramétrico realizado em 1994 pela Aeroimagem. A partir das curvas de nível, utilizando um software TIN/CIP Versão 3.1 para MicroStation SE, desenvolvido pela empresa canadense I.S.M. International Systemap Corp., foi gerado o Modelo Digital do Terreno, que consiste na criação de uma Malha de Triângulos Irregulares que representam o relevo da região em verdadeira grandeza.

Foi elaborado pela Aeroimagem um programa que lê cada triângulo, verifica a altitude de seus vértices e dependendo da faixa a que pertence, a ele é atribuído uma cor, associada à respectiva faixa, conforme normas de representação cartográfica sobre cores convencionais.

Para a elaboração da carta hipsométrica foi definida a representação cartográfica do relevo em cinco faixas de intervalos (faixas altitudinais) delimitadas através de curvas de nível:

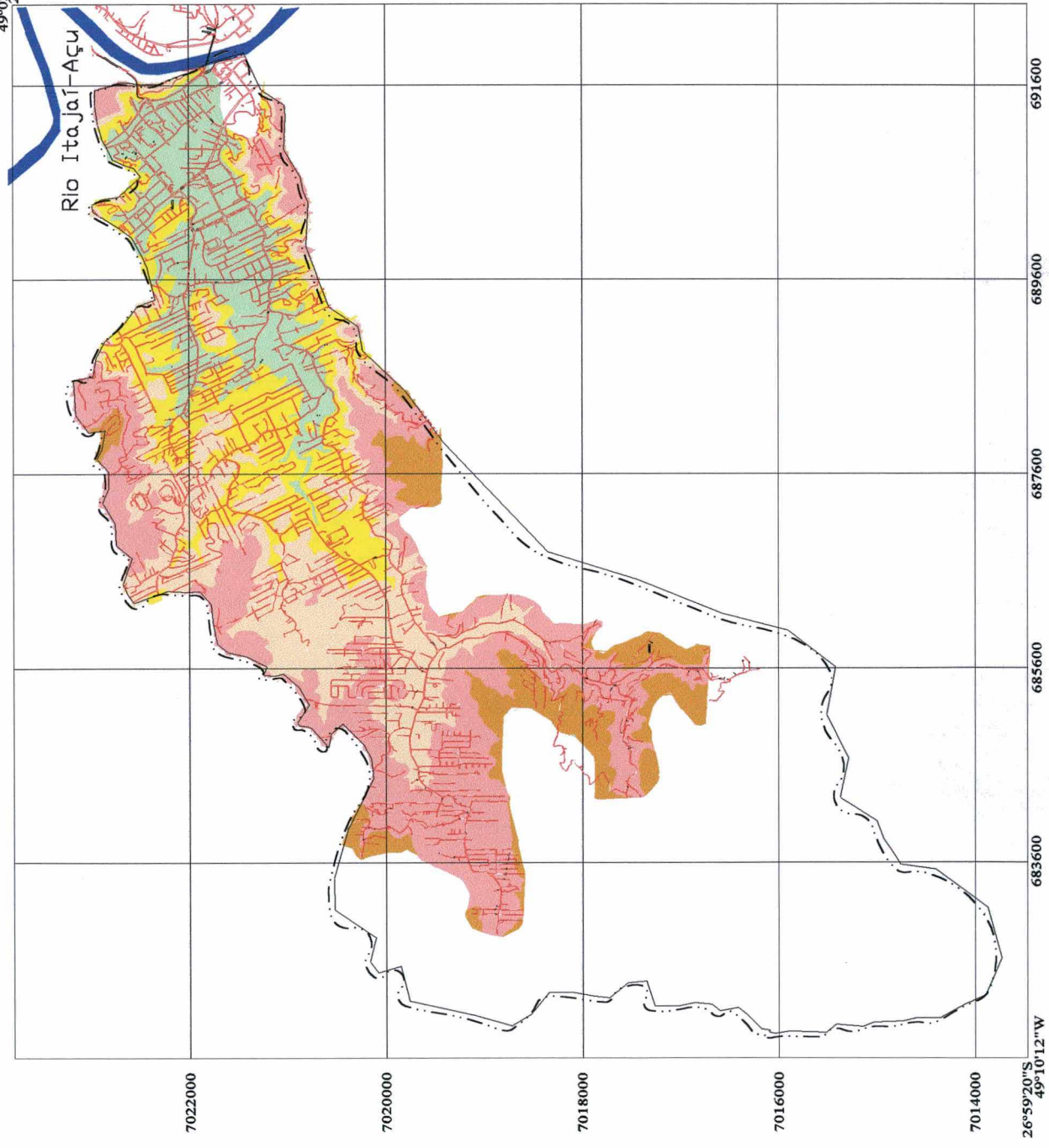
- a) primeira faixa: menor que 25 metros (áreas adequadas a urbanização, porém sujeitas a inundações);
- b) segunda faixa: entre 25 e 50 metros (áreas adequadas a urbanização, não sujeitas a inundações);
- c) terceira faixa: entre 50 e 75 metros (áreas adequadas a urbanização, não sujeitas a inundações);
- d) quarta faixa: entre 75 e 150 metros (áreas com sérias restrições a urbanização, sujeitas a deslizamentos); e
- e) quinta faixa: maior que 150 metros (áreas rurais e inadequadas a urbanização, sujeitas a deslizamentos) (Fig. 3).



49°03'45"W  
26°53'40"S



**Figura 3 :**  
**Limite da Bacia**  
**Rede Viária**  
**Hipsometria**



**Legenda**

Malha Viária

Limite da Bacia

Classes Hipsométricas(m)	
< 25.0	[Green box]
25.0 a 50.0	[Yellow box]
50.0 a 75.0	[Light Orange box]
75.0 a 150.0	[Red box]
> 150.0	[Dark Orange box]

**Escala Gráfica**



**Escala 1:65000**

#### 6.1.4 RESENHA GEOLÓGICA

Foram mapeadas três unidades estratigráficas distintas: Complexo Granulítico, Grupo Itajaí e Sedimentos Quaternários Recentes. Para a elaboração do mapa de Resenha Geológica foram definidos os procedimentos para mapear as entidades geológicas a partir de arquivos digitais com layer ou camada de curvas de nível de metro em metro e com layer da hidrografia da sub-bacia estudada.

A partir dos mapeamentos geológicos de Santa Catarina realizados pela Subsecretaria de Estudos Geográficos e Estatísticos do Estado e pelo Instituto de Planejamento e Pesquisas de Blumenau – IPPUB, além da observação de imagem de satélite e de levantamentos a campo, foram desenvolvidos os seguintes passos:

- a) a separação da área com cotas iguais ou inferiores a 25 m, relativa a unidade de Sedimentos Quaternários Recentes, constituída por depósitos inconsolidados ou fracamente consolidados de areias, siltes, argilas ou conglomerados, distribuídos nos vales do curso d'água;
- b) a divisão da sub-bacia estudada em duas partes, considerando-se o falhamento geológico constituído no ribeirão da Velha;
- c) a separação da parte superior da sub-bacia como unidade do Grupo Itajaí, que é formada por rochas das Formações Garcia (arenitos, ardósias, siltitos, folhelhos, e mais raramente conglomerados), Campo Alegre (tufos riódacíticos e diques de riolitos) e Baú (conglomerados petromícticos); e
- d) a separação da parte inferior da sub-bacia como unidade do Complexo Granulítico, que é formado por gnaisses granulíticos, blastomilonitos, quartizitos, anortositos, e rochas ultramáficas (Fig. 4).

49°03'45"W  
26°53'40"S

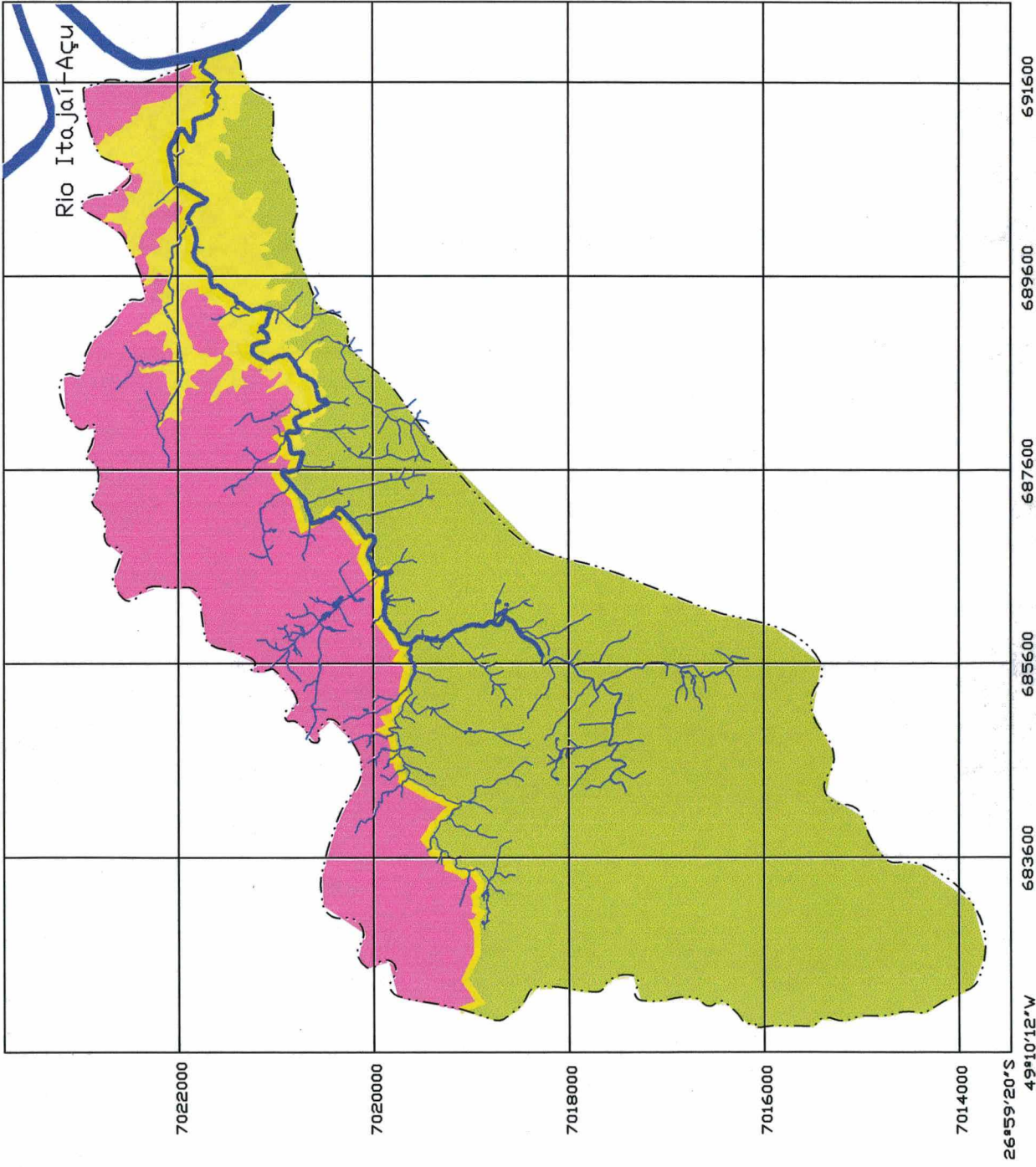


Figura 4 :

# Resenha Geológica

**Legenda**

- Sedimentos Quaternários (Yellow)
- Grupo ItaJaí (Pink)
- Complexo Granulítico (Green)
- Rede Hidrográfica (Blue lines)
- Limite Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão da Velha (Dashed line)



### 6.1.5 DECLIVIDADES

Para gerar o mapa de declividades foram utilizadas curvas de nível de 1 em 1 metro, oriundas do levantamento aerofotogramétrico realizado em 1994 pela Aeroimagem. A partir das curvas de nível, utilizando um software TIN/CIP Versão 3.1 para MicroStation SE, desenvolvido pela empresa canadense I.S.M. International Systemap Corp., foi gerado o Modelo Digital do Terreno, que consiste na criação de uma Malha de Triângulos Irregulares que representam o relevo da região em verdadeira grandeza.

A empresa Aeroimagem elaborou um programa que lê cada triângulo, calcula o ângulo que o mesmo forma com o plano horizontal, e dependendo da faixa a que pertence, atribui a ele uma cor, associada à respectiva faixa, de acordo com as normas de representação cartográfica sobre cores convencionais.

Para a elaboração da carta de declividades foram definidas, quatro faixas de intervalos:

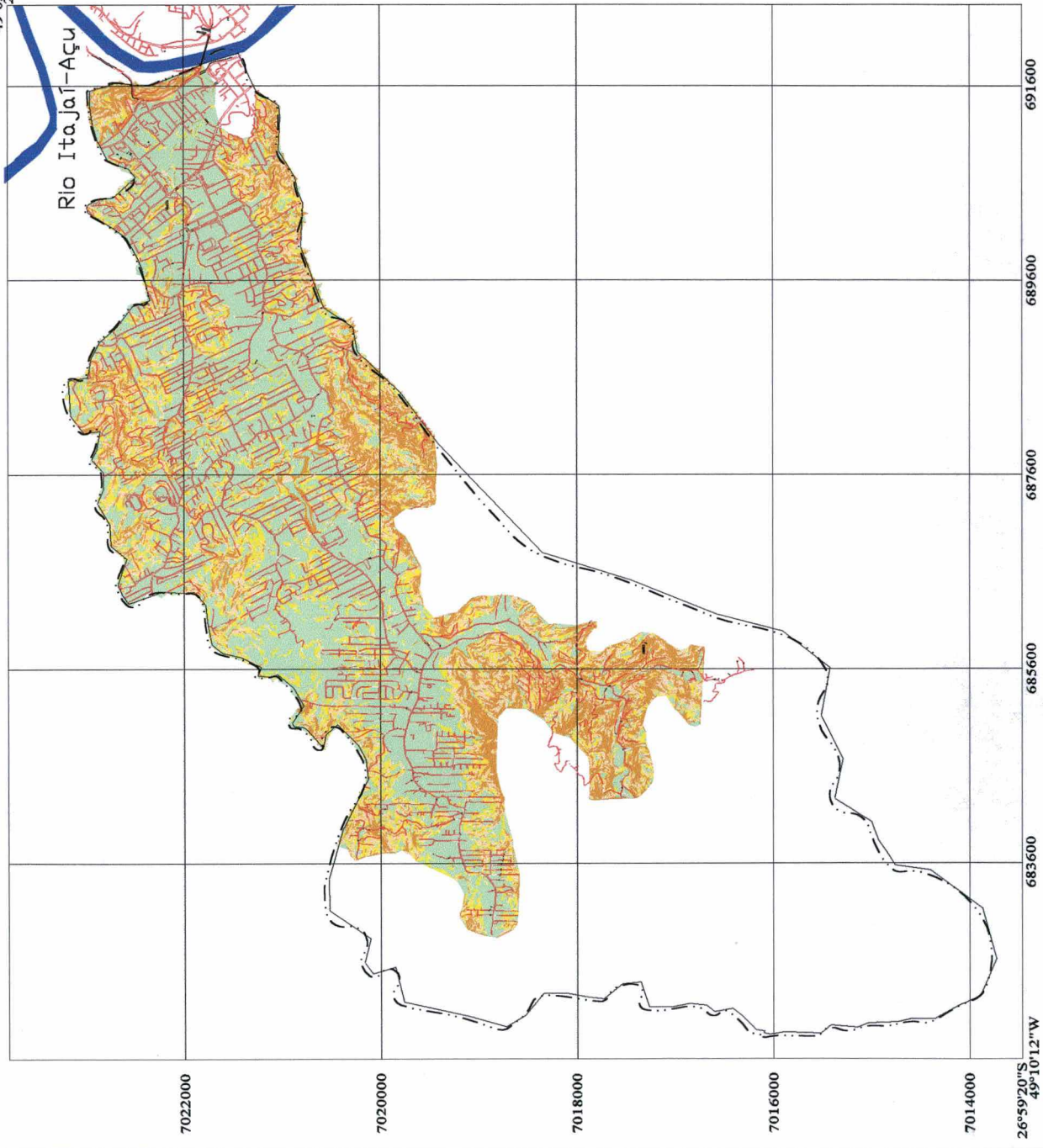
- a) declive igual ou menor que 20% (áreas inclinadas ou colinosas, onde o escoamento superficial é rápido na maior parte dos solos);
- b) declive maior que 20% e igual ou menor que 30% (áreas inclinadas a fortemente inclinadas, cujo escoamento superficial é rápido a muito rápido na maior parte dos solos);
- c) declive maior que 30% e igual ou menor que 45% (áreas fortemente inclinadas, cujo escoamento superficial é muito rápido); e
- d) declive maior que 45% (áreas íngremes, de regiões montanhosas, onde o escoamento superficial é sempre muito rápido e os solos, extremamente suscetíveis à erosão hídrica) (Fig. 5).

49°03'45"W  
26°53'40"S



Rio Itajaí-Açu

Figura 5 : Declividades



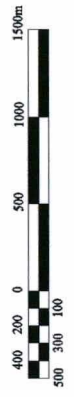
Legenda

Malha Viária

Limite da Bacia

Legenda dos Intervalos	
-	- % -
< 11,31	< 20,0
De 11,31 a 16,70	De 20,0 a 30,0
De 16,70 a 24,23	De 30,0 a 45,0
> 24,23	> 45,0

Escala Gráfica



Escala 1:65000

### 6.1.6 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Para a elaboração do mapa do Uso e Ocupação do Solo foram utilizados dados digitais do sensor Thematic Mapper - TM do satélite LANDSAT, órbita ponto: 220-079, quadrante Norte - nas bandas 3(B), 4(R) e 5(G), de passagem em 13/05/1999, sobre a sub-bacia estudada. O uso do solo da superfície da Bacia Hidrográfica da Velha foi analisado após processamento de contraste sobre a imagem de satélite Landsat-TM. A interpretação e classificação da imagem foi realizada pela FAEMA, utilizando o programa Spring que permite montar uma amostragem de classes de uso e cobertura do solo, com base em informações visuais e radiométricas, para posterior interpretação da imagem de forma automática.

Foram utilizadas as seguintes classes de uso e ocupação do solo: a) edificações - áreas urbanas, cidade, estradas e movimentos de solo; b) agropecuária - áreas cobertas por pasto e culturas de pequeno porte; c) florestas - áreas cobertas por vegetação considerada de porte arbóreo; e d) águas e rios - superfícies cobertas por águas: rios, lagoas, etc. (Quadro 11).

Quadro 11: Uso e Ocupação do Solo da Sub-bacia do Ribeirão da Velha.

CLASSE DE USO	ha	%
EDIFICAÇÕES	1140,75	21,286064552
AGROPECUARIA	443,97	8,284351594
FLORESTAS	3773,43	70,41111074
ÁGUAS E RIOS	0,99	0,018473113
TOTAL	5359,14	100

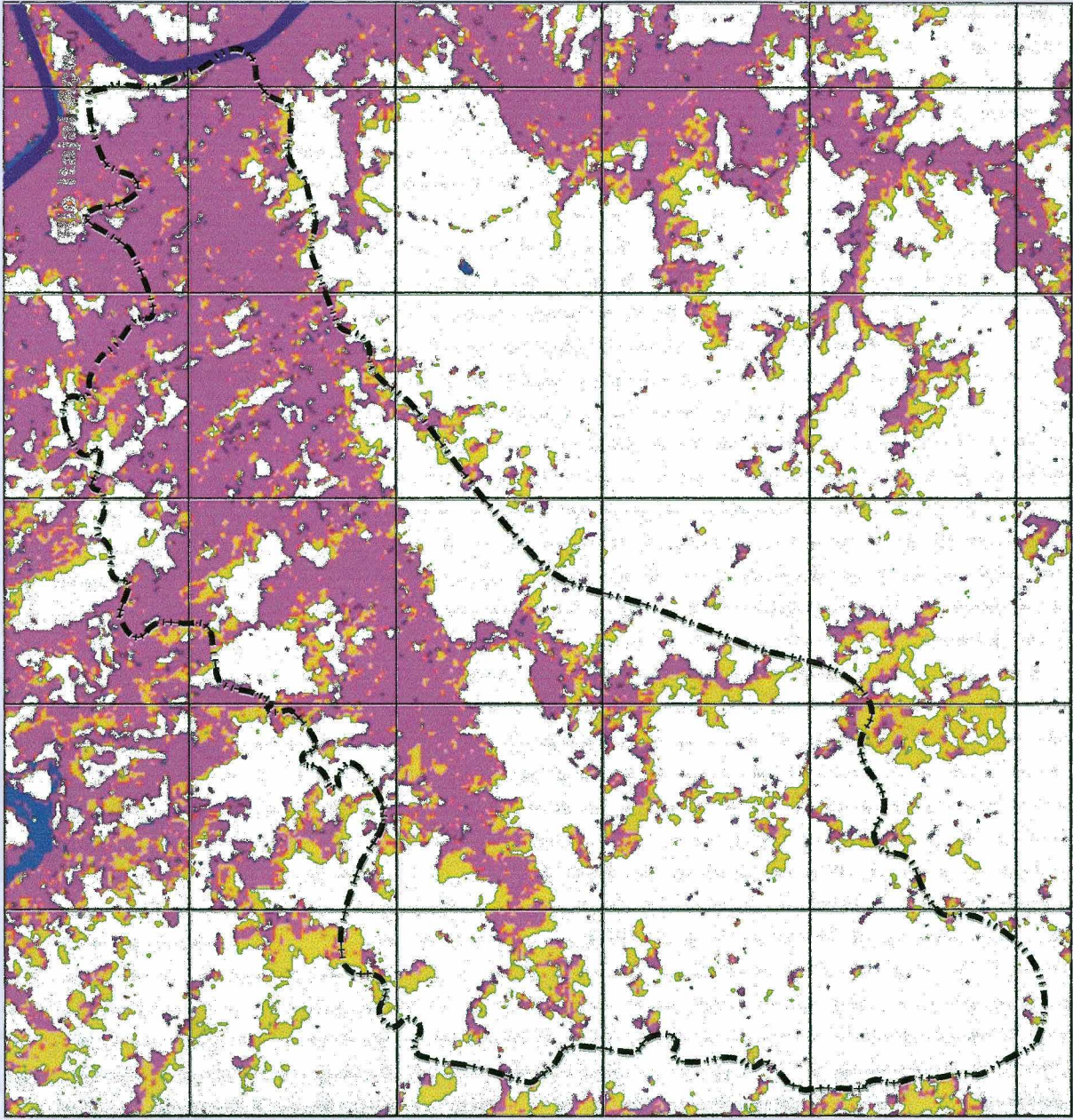
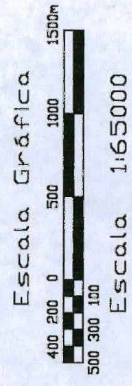
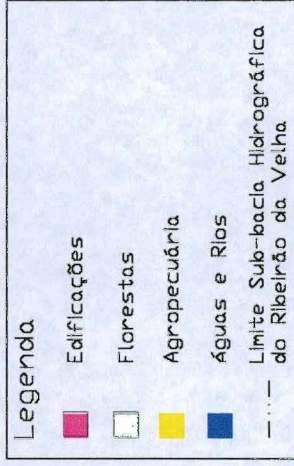
Fonte: FAEMA

Uma série de benefícios para o meio ambiente podem ser enumerados quando há cobertura do solo pela vegetação, representando proteção contra erosão do solo, manutenção do habitat para fauna, manutenção do condicionamento microclimático, benefícios paisagísticos, entre outros. Constatou-se que mais de 70 % das áreas da sub-bacia da Velha estão cobertas com floresta e a agropecuária ocupa aproximadamente 8 %. As áreas urbanizadas ocupam pouco mais que 21 % devido a fortes declividades ali encontradas (Fig. 6).

49°03'45"W  
26°53'40"S



Figura 6  
Uso e Ocupação  
do Solo



7022000

7020000

7018000

7016000

7014000

26°59'20"S  
49°10'12"W

683600

685600

687600

689600

691600

### 6.1.7 RESTRIÇÕES LEGAIS PARA OCUPAÇÃO E USO DA TERRA

Para a elaboração do mapa de Restrições Legais para Ocupação e Uso da Terra foram utilizados elementos da estrutura hidrográfica editada e corrigida a partir de arquivos digitais originais com layer ou camada de cursos d'água da sub-bacia estudada.

O Ribeirão da Velha e seus afluentes foram enquadrados em cada ANEA - Área não edificável e não aterrável, conforme legislação municipal detalhada no Plano Diretor Físico Territorial de Blumenau, através da Lei Complementar nr. 142/96 (Quadro 12).

Quadro 12: ANEA na Sub-bacia do Ribeirão da Velha..

CLASSE DE USO	FAIXA DE PRESERVAÇÃO
ANEA5	5 m
ANEA8	8 m
ANEA12	12 m
ANEA16	16 m

Fonte: FAEMA

Foram então realizados trabalhos de edição para recortar os trechos dos cursos d'água localizados em cada ANEA, para lançá-los em novo layer ou camada correta. Em seguida foram realizados trabalhos de digitalização dos limites do perímetro urbano, com base nas curvas de nível e pontos notáveis descritos e constantes na legislação municipal.

Constatou-se, em trabalho de campo, que há diversas ocupações irregulares ao longo dos ribeirões e cursos d'água, desrespeitando a legislação, e ocasionando graves problemas em épocas de enchentes e deslizamentos. Estas faixas marginais mínimas de preservação ao longo das margens dos cursos d'água (ANEA) foram criadas para proteger os ecossistemas naturais ali encontrados, servir como faixa de migração de fauna em área urbana, além de garantir a segurança para o cidadão, ao proibir a ocupação urbana destas áreas (Fig. 7).












49°03'45"W  
26°53'40"S



Figura 7 :

### Restrições Legais para Ocupação e Uso da Terra

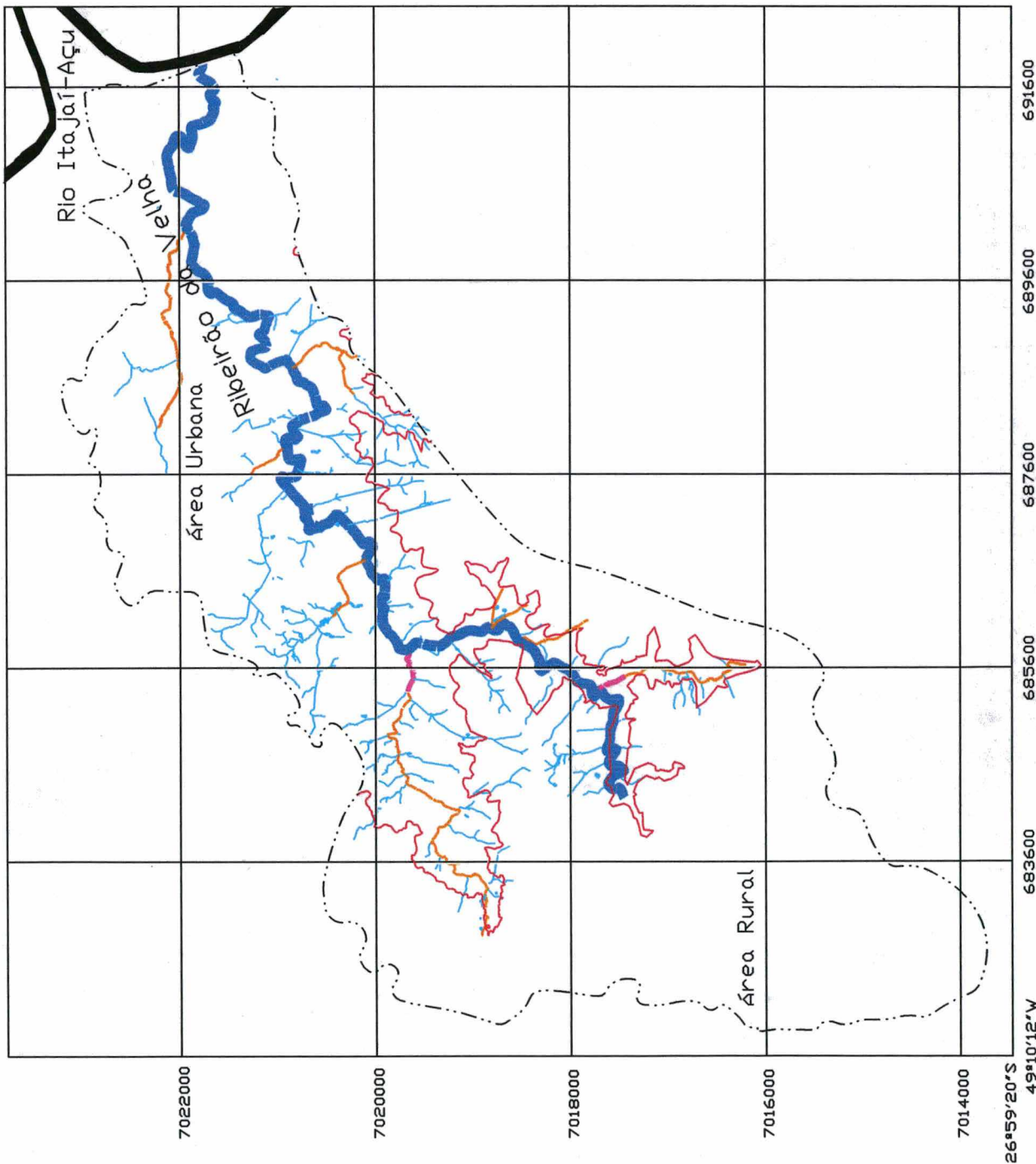
**Legenda**

	Faixa de Preservação
	ANEA de 5,00 m
	ANEA de 8,00 m
	ANEA de 12,00 m
	ANEA de 16,00 m
	ANEA de 45,00 m
	ANEA = Área não Edificável e não Aterrável
	Limite Perímetro Urbano
	Limite Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão da Velha

Escola Gráfica



Escola 1:65000



### 6.1.8 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Para a elaboração do mapa do Índice de Qualidade da Água foram utilizados arquivos digitais da rede hidrográfica devidamente editada e corrigida, e localizados os quatro pontos de coleta de amostras na sub-bacia estudada.

Nos levantamentos de dados de 1999 realizados pela FAEMA, constatou-se que o IQA - Índice de Qualidade de Água na sub-bacia estudada (Quadro 13):

- a) é médio no ponto 1, devido aos esgotos domésticos lançados praticamente in natura nos corpos de água;
- b) é ruim no ponto 2, porque há maior quantidade de lançamento de esgotos domésticos nesta área;
- c) é ruim no ponto 3, principalmente porque adiciona-se ao esgoto doméstico, efluentes de unidades industriais potencialmente poluidoras; e
- d) é médio no ponto 4, devido ao aumento da vazão de água, em função dos afluentes do ribeirão da Velha, o que viabiliza a sua autodepuração, fato constatado na foz.

Quadro 13: IQA da Sub-bacia do Ribeirão da Velha.

ANO	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
1997	-	-	MEDIA	MEDIA
1998	BOA	BOA	RUIM	RUIM
1999	MEDIA	RUIM	RUIM	MEDIA

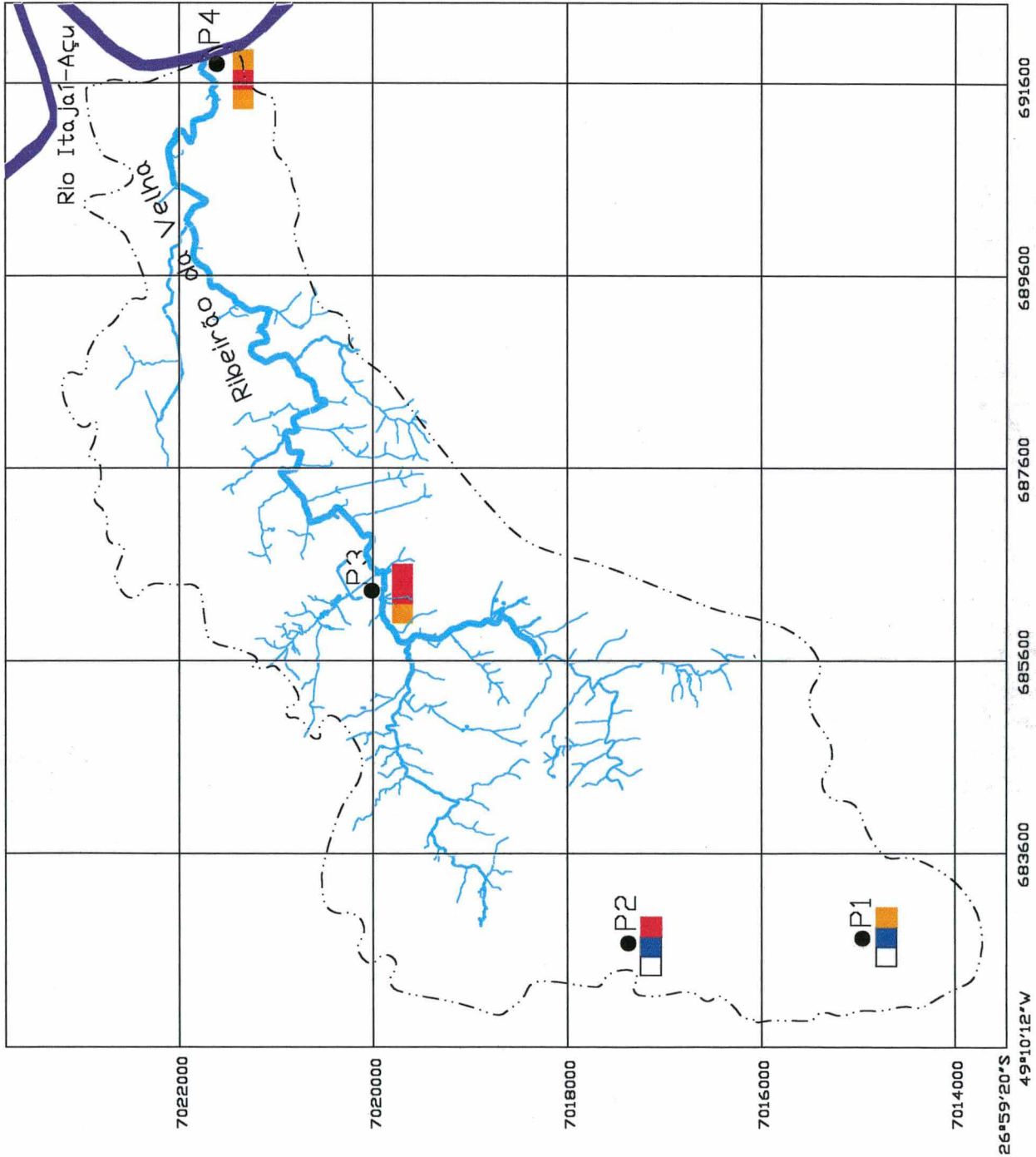
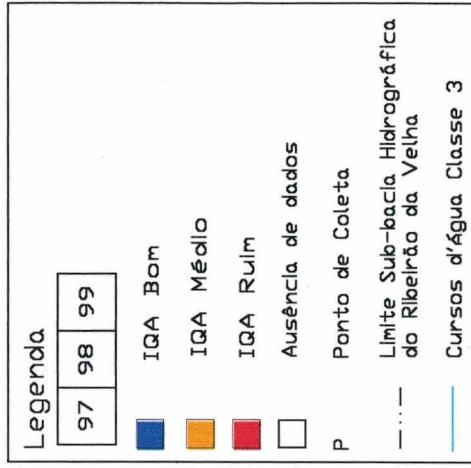
Fonte: FAEMA

A comparação dos resultados do IQA da sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha nos três anos pesquisados (Quadro 13), são de extrema importância para o planejamento, o monitoramento e a gestão dos recursos hídricos, demonstrando a evolução e agravamento do quadro de poluição hídrica encontrado na sub-bacia (Fig. 8).

49°03'45"W  
26°53'40"S



Figura 8 :  
Índice de Qualidade  
da Água



### 6.1.9 GRAU DE INTERFERÊNCIA AMBIENTAL ATMOSFÉRICA

Para a elaboração do mapa do Grau de Interferência Ambiental Atmosférica foram utilizados arquivos digitais da estrutura hidrográfica da sub-bacia estudada devidamente editada e corrigida, e localizados os quatro pontos de coleta de amostras.

Foram monitoradas pela FAEMA quatro unidades industriais na sub-bacia estudada, com coleta de amostras mensais, tendo obtido em 1999 o grau de interferência ambiental atmosférica - GIAA, conforme Quadro 14.

Quadro 14: Grau de Interferência Ambiental Atmosférica da Sub-bacia do Ribeirão da Velha.

PONTO DE AMOSTRAGEM	UNIDADE INDUSTRIAL	GRAU DE INTERFERÊNCIA - GIAA
1	Lancaster Benef. Textil	MEDIO
2	Hering Têxtil	MEDIO
3	Schwanke Ind. Têxtil	BAIXO
4	Cremer S. A.	BAIXO

Fonte: FAEMA

A partir dos levantamentos de 1999 realizados pela FAEMA, constatou-se que na sub-bacia estudada, o grau potencial de interferência ambiental atmosférica - GIAA:

- a) é médio no ponto 1 porque a empresa instalou nas caldeiras, apenas o sistema de remoção de partículas chamado filtro multiciclone;
- b) é médio no ponto 2 porque a empresa utiliza somente o chamado filtro multiciclone para a remoção de partículas;
- c) é baixo no ponto 3 porque a empresa instalou coletor de pó no sistema de fiação para retirada do material particulado; e
- d) é baixo no ponto 4 porque a empresa além de utilizar o filtro multiciclone, conectou sistema lavador de gases nas caldeiras, que retém ainda mais o material particulado.

Os resultados do GIAA da sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha, são fundamentais para o planejamento e a gestão ambiental, porque estabelecem um comparativo dos focos de poluição atmosférica encontrados na sub-bacia (Fig. 9).

49°03'45"W  
26°53'40"S



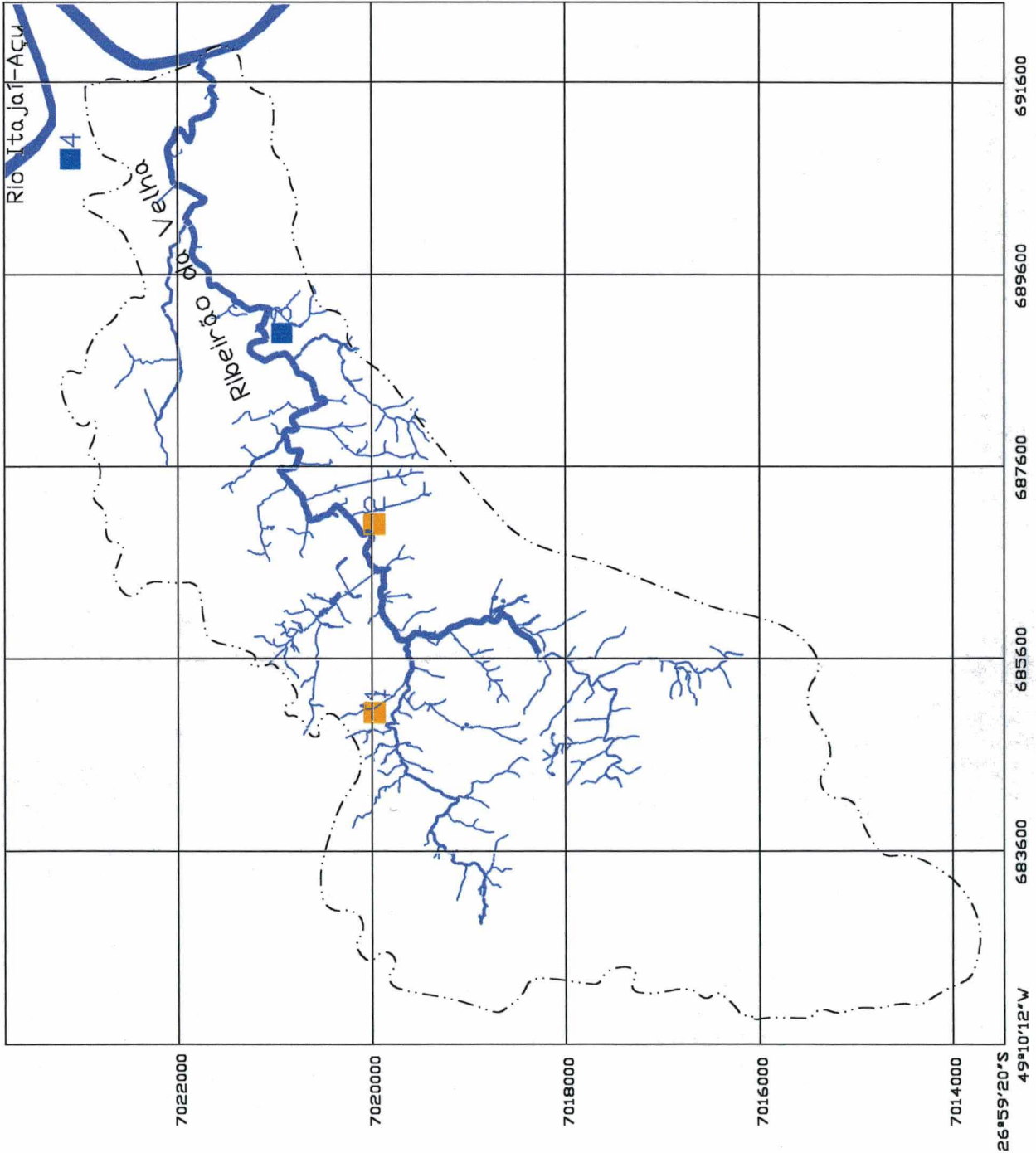
Figura 9 :

### Grau de Interferência Ambiental Atmosférica

UNIDADE INDUSTRIAL	
1	Lancaster Benef. Têxtil
2	Hering Têxtil
3	Schwanke Ind. Têxtil
4	Cremer S. A.

**Legenda**

- GIAA Baixo
- GIAA Médio
- Limite Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão da Velha
- Rede Hidrográfica



### 5.1.10 GRAU DE INTERFERÊNCIA AMBIENTAL HÍDRICA

Para a elaboração do mapa do Grau de Interferência Ambiental Hídrica foram utilizados elementos da rede hidrográfica editada e corrigida a partir de arquivos digitais originais e localizados os endereços dos vinte e oito pontos de empresas consumidoras da sub-bacia estudada (Quadro 15).

Quadro 15: Grau de Interferência Ambiental Hídrica da Sub-bacia do Ribeirão da Velha.

No	PRINCIPAIS CONSUMIDORES	GRAU DE INTERFERENCIA - GIAH
1	Lancaster Beneficiamentos Têxteis Ltda.	BAIXO
2	Auto Posto 7 Ltda.	BAIXO
3	Têxtil Stamp Ind. Com.	BAIXO
4	Prayon Metaloplastica Ltda.	MEDIO
5	Hering Têxtil	BAIXO
6	Gráfica e Editora 43 S.A.	MEDIO
7	Auto Posto Logus III Ltda.	BAIXO
8	Adenir Kuko	BAIXO
9	Confecções Chaplin	BAIXO
10	Com. Conf. Andreza	BAIXO
11	Wolf Maia Com. Conf.	BAIXO
12	Posto Água Verde Ltda	BAIXO
13	Galblu Galvanização Ltda.	MEDIO
14	Nivaldo de Borba	BAIXO
15	Estamparia Líder	BAIXO
16	Imperial Eletrometalurgica Ltda.	MEDIO
17	Eliete Vieira Kuhn	BAIXO
18	Xande Conf. Ltda.	BAIXO
19	Emp. Trans. Wolfram Ltda.	BAIXO
20	Fabr. Quadros Catarinense	BAIXO
21	Posto J A Andrade Ltda.	BAIXO
22	Auto Posto JFL Ltda.	BAIXO
23	Posto Jóia Vila Nova Ltda.	BAIXO
24	Cremer S.A.	BAIXO
25	Auto Viação Catarinense	BAIXO
26	Itamar de Miranda	BAIXO
27	Posto Marcio Veículos Ltda.	BAIXO
28	Posto Hass Ltda.	BAIXO

Fonte: FAEMA

O ribeirão da Velha e seus afluentes foram então enquadrados conforme a Portaria GAPLAN/SC 024/79 como classe 3. Em seguida foram realizados trabalhos de edição para lançar os cursos d'água em novo layer ou camada correta.

A partir dos levantamentos de 1999 realizados pela FAEMA, constatou-se que na sub-bacia estudada, o grau potencial de interferência ambiental hídrica - GIAH:

a) é baixo nas estamparias e unidades industriais pesquisadas. Nas empresas Cremer S. A., Hering Têxtil e Lancaster Benef. Têxtil há redução anual de carga orgânica poluidora em suas Estações de Tratamento de Efluentes - ETEs de, respectivamente, 86,7 %, 94,1 % e 93,8 %, dentro dos padrões permitidos pela legislação vigente (80%). Porém há uma empresa, a Gráfica 43 com índice em desacordo com a legislação;

b) é médio nas galvanoplastias em função dos produtos tóxicos usados no processo de galvanização e porque o único tratamento dos resíduos é físico-químico; e

c) é baixo nos postos de combustíveis devido a eficiência dos poços de monitoramento instalados para o controle de contaminação de águas subterrâneas.

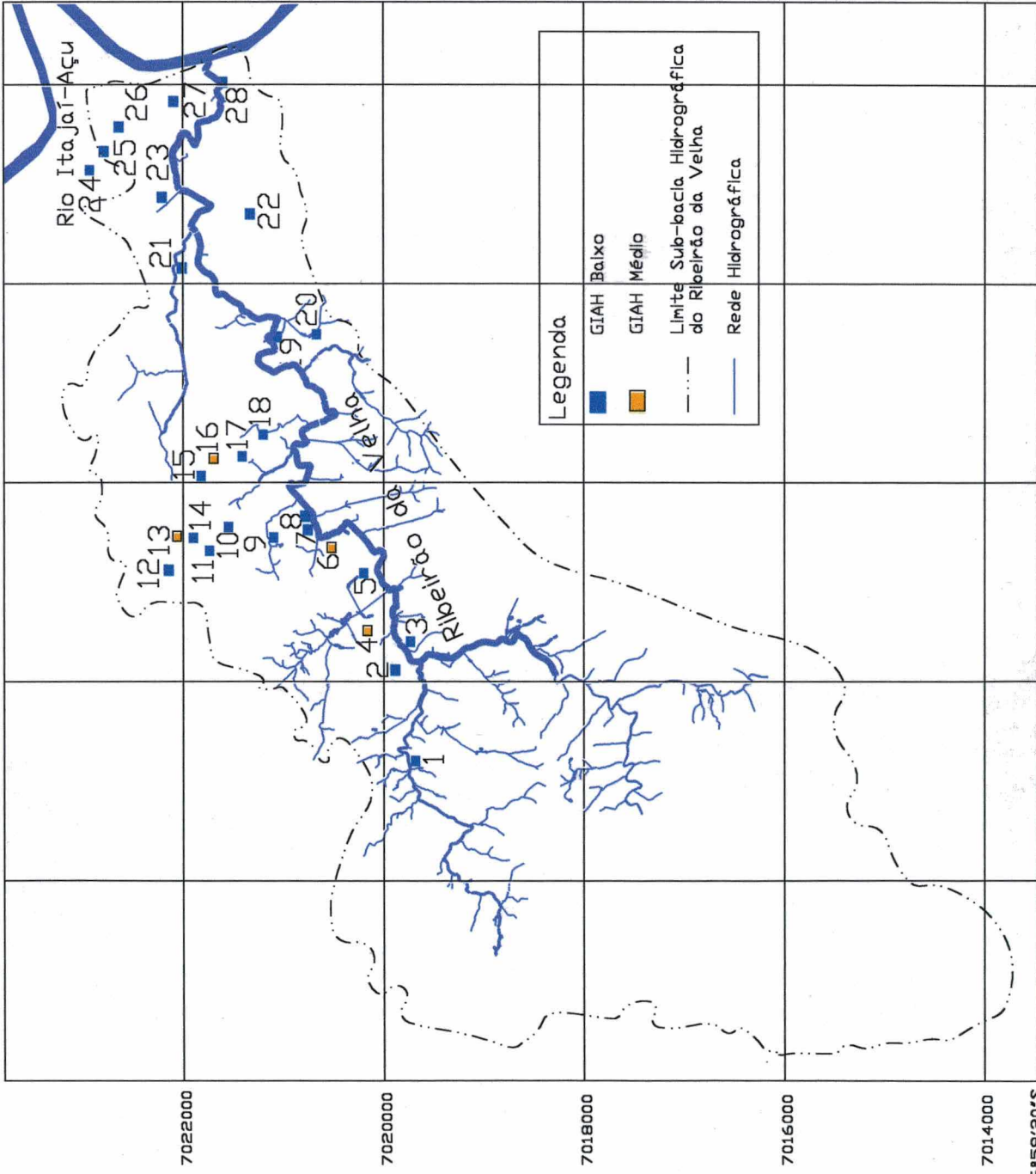
Para a obtenção do Grau de Interferência Ambiental Hídrica foram analisados os dados referentes ao abastecimento de água industrial, em função das quantidades de água requeridas e dos impactos causados pela qualidade de seus efluentes (Fig. 10).

49°03'45"W  
26°53'40"S



Figura 10:

Grau de  
Interferência  
Ambiental Hídrica



No	PRINCIPAIS CONSUMIDORES
1	Lancaster Beneficiamentos Têxteis Ltda.
2	Auto Posto 7 Ltda.
3	Têxtil Stamp Ind. Com.
4	Prayon Metaloplástica Ltda.
5	Hering Têxtil
6	Gráfica e Editora 43 S.A.
7	Auto Posto Logus III Ltda.
8	Adenir Kukko
9	Confecções Chaplin
10	Com. Conf. Andrezza
11	WolfMaia Com. Conf.
12	Posto Água Verde Ltda
13	Galblu Galvanização Ltda.
14	Nivaldo de Borba
15	Estamparia Líder
16	Imperial Eletrometalurgica Ltda.
17	Eliete Vieira Kuhn
18	Xande Conf. Ltda.
19	Emp. Trans. Wolfram Ltda.
20	Fabr. Quadros Catarinense
21	Posto J. A. Andrade Ltda.
22	Auto Posto JFL Ltda.
23	Posto Jóia Vila Nova Ltda.
24	Cremer S.A.
25	Auto Viação Catarinense
26	Itamar de Miranda
27	Posto Marcio Veículos Ltda.
28	Posto Hass Ltda.



Escola Gráfica  
Escola 1:65000



### 5.1.11 ADEQUABILIDADE A OCUPAÇÃO URBANA

Para a elaboração do mapa de Adequabilidade a Ocupação Urbana foram editados elementos da rede hidrográfica a partir de arquivos digitais com layer ou camada de cursos d'água da sub-bacia estudada.

As áreas adequadas a ocupação urbana (A1) correspondem aos topos de morro, a planície aluvial atual, e a terraços sub-atuais, com declividades variáveis de 0 a 45 %, predominando valores entre 5 e 15 %.

As áreas com restrições moderadas (A2) localizam-se nas bordas dos morros alongados e arredondados, além de áreas de planície aluvial dos cursos d'água, com declividades variáveis de 2 a 45 %, podendo chegar a 100 %.

As áreas com sérias restrições (A3) correspondem ao topo e terço médio inferior das encostas, com declividades geralmente superiores a 30 %.

As áreas consideradas impróprias (A4) correspondem aos topos e bordas de um relevo de cristas alongadas, com declividades variáveis de 8 a 100 %.

Foram realizados trabalhos de edição na “Carta de Uso do Solo” do município desenvolvida pelo IPPUB, considerando as características geológicas e geotécnicas, para mapear a adequabilidade a ocupação urbana em Blumenau. Foi então compatibilizada a escala do desenho e recortados os limites da sub-bacia, retirando toda a área externa não inclusa (Fig. 11).

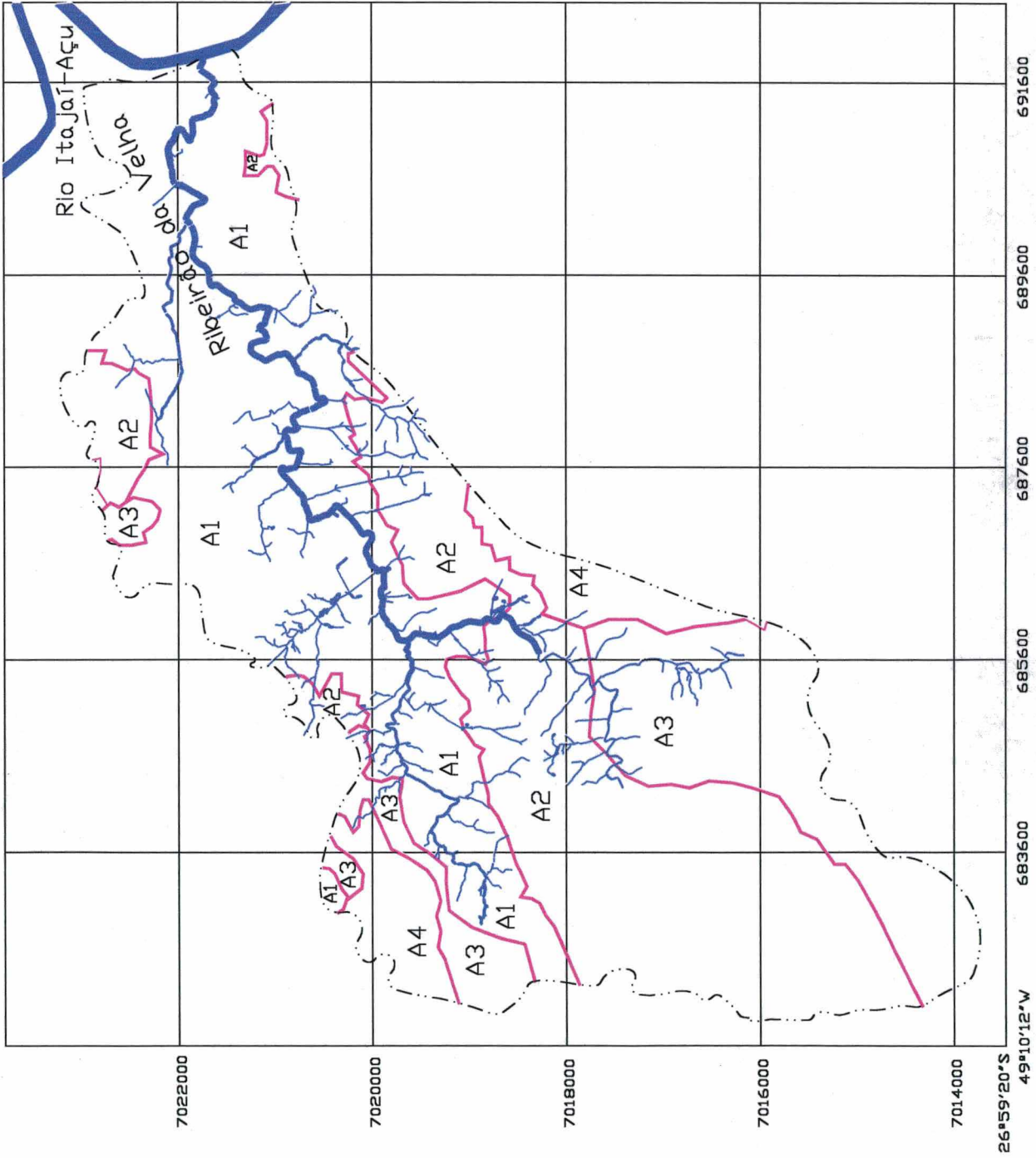
49°03'45"W  
26°53'40"S



Figura 11 :  
Adequabilidade  
da Ocupação Urbana

**Legenda**

- A1 Área 1: Adequada
- A2 Área 2: Restrições moderadas
- A3 Área 3: Sérias restrições
- A4 Área 4: Inadequada
- Limite Área de Adequabilidade a Ocupação Urbana
- - - Limite Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão da Velha
- Rede Hidrográfica



### 5.1.12 SUSCETIBILIDADE A EROSÃO E ENCHENTE

Para a elaboração do mapa de Suscetibilidade a Erosão e Enchente foram editados elementos da malha viária a partir de arquivos digitais com layer ou camada do sistema viário da sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha.

Estes arquivos digitais utilizados no trabalho são oriundos do levantamento aerofotogramétrico realizado em 1994 pela Aeroimagem. Neste trabalho de edição foram recortados todos os limites da sub-bacia, partindo e interrompendo linhas e retirando toda a área adjacente não inclusa.

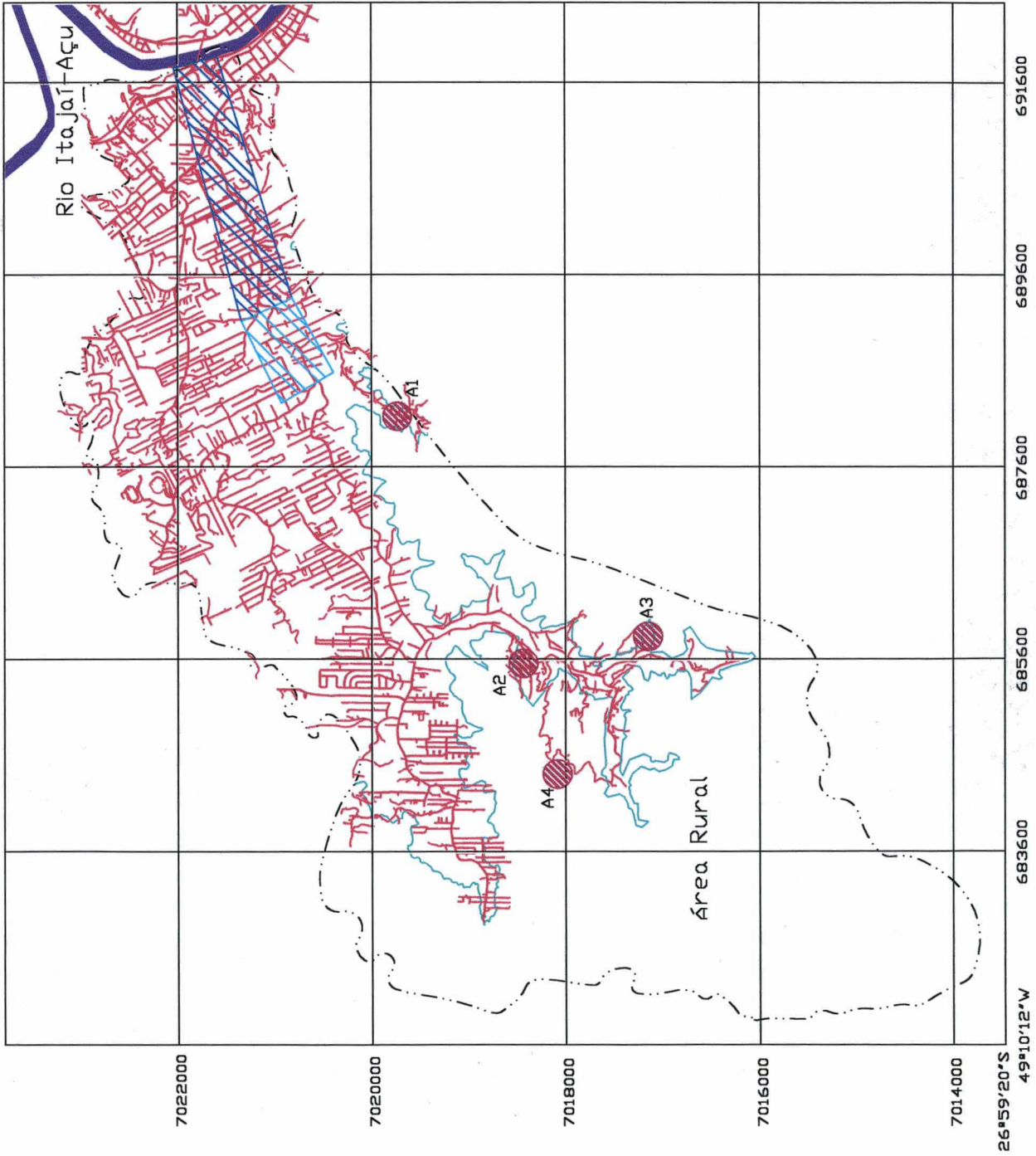
O aspecto físico da sub-bacia estudada está representado por faixas estreitas de terra entre os cursos d'água e morros, com ocupação urbana ao longo dos vales e ribeirões. A ocupação desordenada e caótica das encostas, destroe a paisagem através do desmatamento e dos cortes inclinados dos taludes, criando a situação de instabilidade.

Foram mapeados os pontos suscetíveis a erosão, enxurrada e enchente, baseados em ocorrências registradas no setor de Defesa Civil do município. O mapa base para lançamento dos dados foi o da Rede Viária, possibilitando localizar na malha urbana os endereços citados nas ocorrências históricas (Fig. 12).

49°03'45"W  
26°53'40"S



Figura 12 :  
Suscetibilidade  
a Erosão e  
Enchente



Legenda

- Área Suscetível a Deslizamento
- A1 Área 1: Rua Irmã Aluysianis
- A2 Área 2: Loteamento D. Edlith
- A3 Área 3: Rua Hermann Kratz
- A4 Área 4: Rua Emil Wehmuth
- ▨ Área Suscetível a Inundação
- ▨ Área Suscetível a Enxurrada
- Limite Perímetro Urbano
- - - Limite Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão da Velha
- Rede Viária

Escala Gráfica



Escala 1:65000

## **6.2 ANÁLISE DA OCUPAÇÃO DO SOLO NA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DA VELHA**

Através do cruzamento dos diversos planos de informações (de Ocupação do Solo, da Adequabilidade a Ocupação Urbana, da Suscetibilidade a Erosão e Enchente, da Resenha Geológica, do Grau de Interferência Ambiental Hídrica, do Índice de Qualidade da Água e de Restrições Legais para Ocupação e Uso da Terra), foram gerados seis Mapas Temáticos-Síntese, avaliando a compatibilidade entre atividades humanas atualmente praticadas na sub-bacia e as restrições impostas pela legislação ambiental e pelos recursos naturais, plotados na escala 1:65.000 e descritos a seguir.

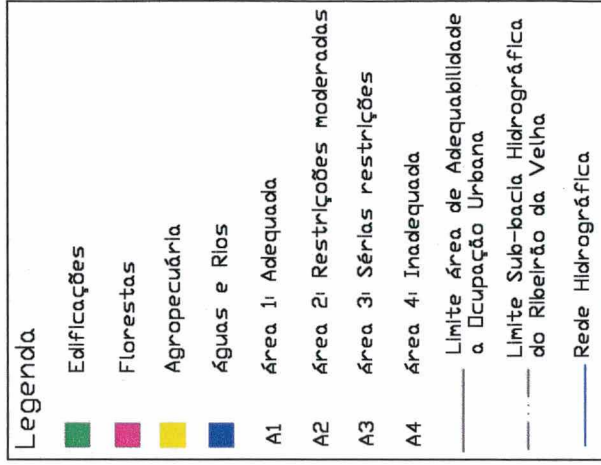
O resultado do monitoramento da ocupação urbana, observado no mapa de Uso e Ocupação do Solo da área de estudo, com sobreposição ou overlay da Adequabilidade a Ocupação Urbana e da Suscetibilidade a Erosão e Enchente, apontam para a necessidade de ações controladoras que impeçam o avanço de processos de degradação e ocupação indiscriminada das áreas mapeadas inadequadas à urbanização (Fig. 13 e 14).

49°03'45"W  
26°53'40"S



Figura 13 :

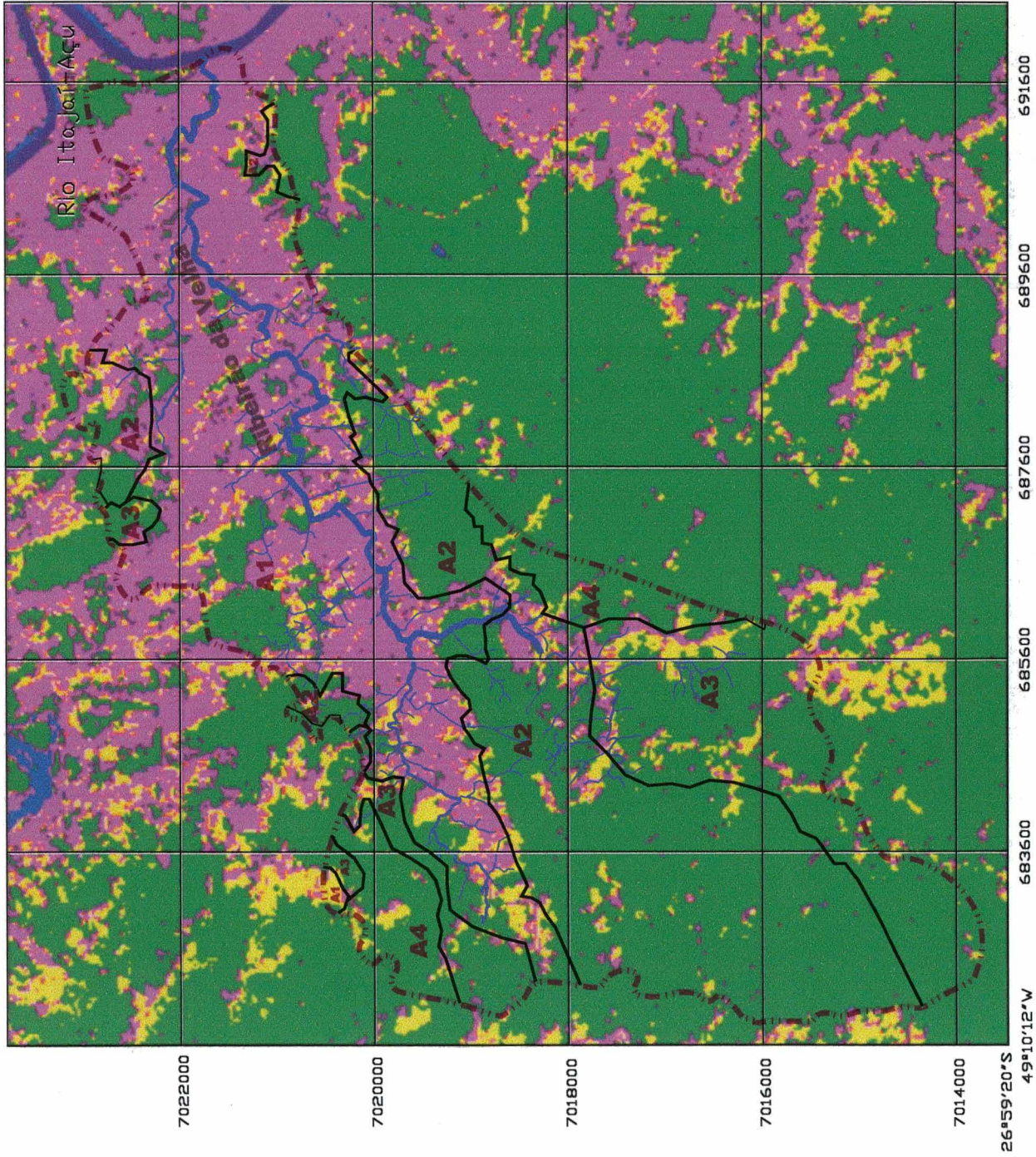
Síntese/Sobreposição :  
Uso do Solo  
Adequabilidade  
a Ocupação



Escala Gráfica



Escala 1:65000



49°03'45"W  
26°53'40"S



Figura 14 :

# Síntese/Sobreposição Uso do Solo Suscetibilidade a Erosão

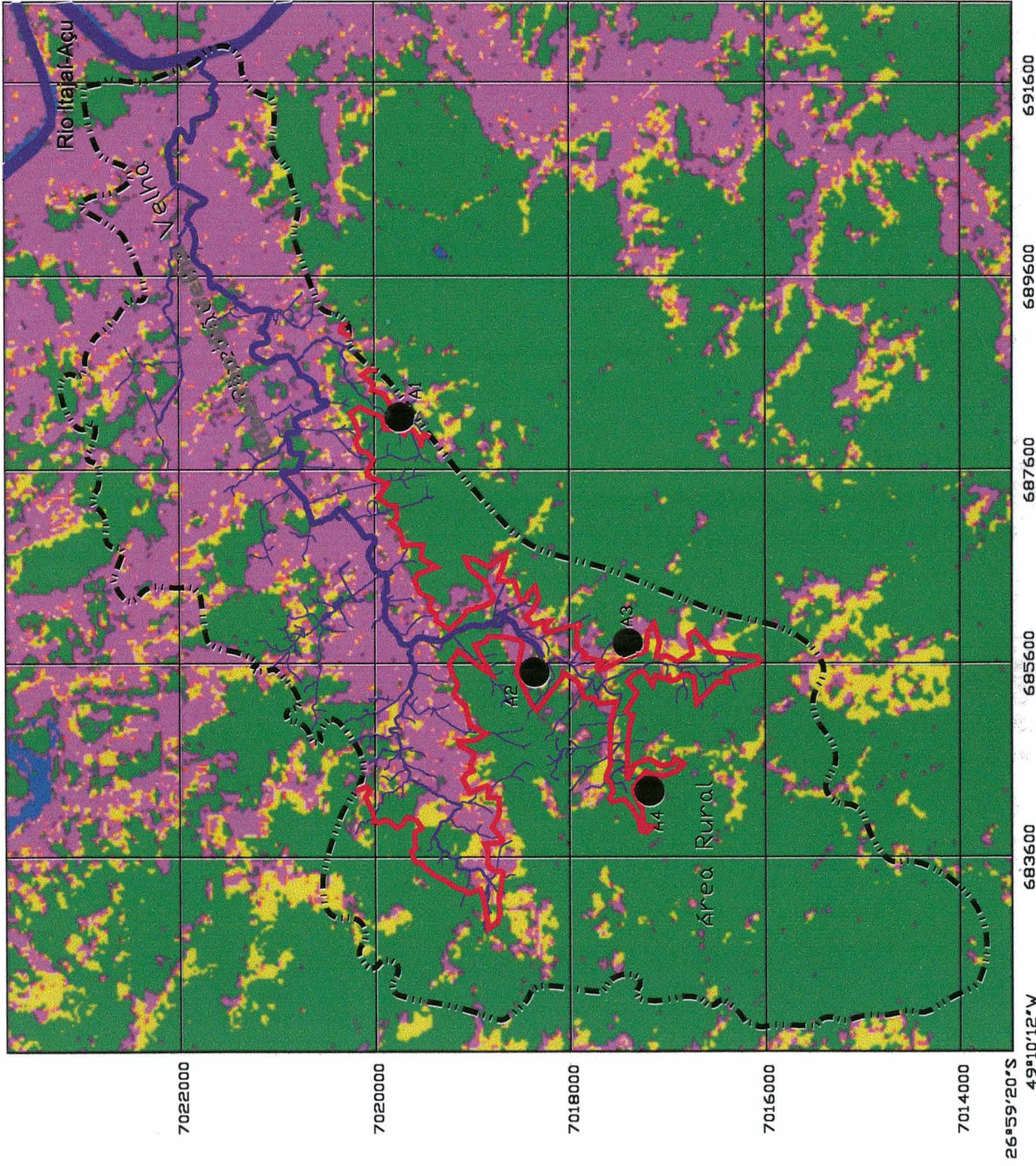
## Legenda

- Edificações
- Florestas
- Agrropecuária
- Águas e Rios
- Área Suscetível a Erosão com Ocupação Urbana
- Área 1: Rua Irmã Aluysianis
- Área 2: Loteamento D. Edith
- Área 3: Rua Hermann Kratz
- Área 4: Rua Emil Wehmuth
- Limite Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão da Velha
- Limite Perímetro Urbano
- Rede Hidrográfica

Escala Gráfica



Escala 1:65000



Através do cruzamento dos planos de informações de características geológicas da sub-bacia e da adequabilidade a ocupação urbana, constata-se que as áreas que se apresentam com sérias restrições e inadequadas a ocupação, estão inseridas na unidade estratigráfica Complexo Granulítico, que é formada por gnaisses granulíticos, blastomilonitos, quartzitos, anortositos, e rochas ultramáficas.

As ocorrências de deslizamento concentram-se nesta unidade, em quatro áreas ocupadas de forma irregular e desordenada (na rua Irmã Aluysianis, no Loteamento D. Edith e adjacências, na rua Hermann Kratz, na rua Emil Wehmuth), com declividades geralmente superiores a 30 %, e onde não é respeitada a Lei Federal nº 6766/79, que proíbe o parcelamento do solo (Imagens 3 e 4 e Fig. 15).





IMAGEM 3: Implantação inadequada do loteamento irregular D, Edith.



IMAGEM 4: Ocupação desordenada na rua Emil Wehmuth.




49°03'45"W  
26°53'40"S

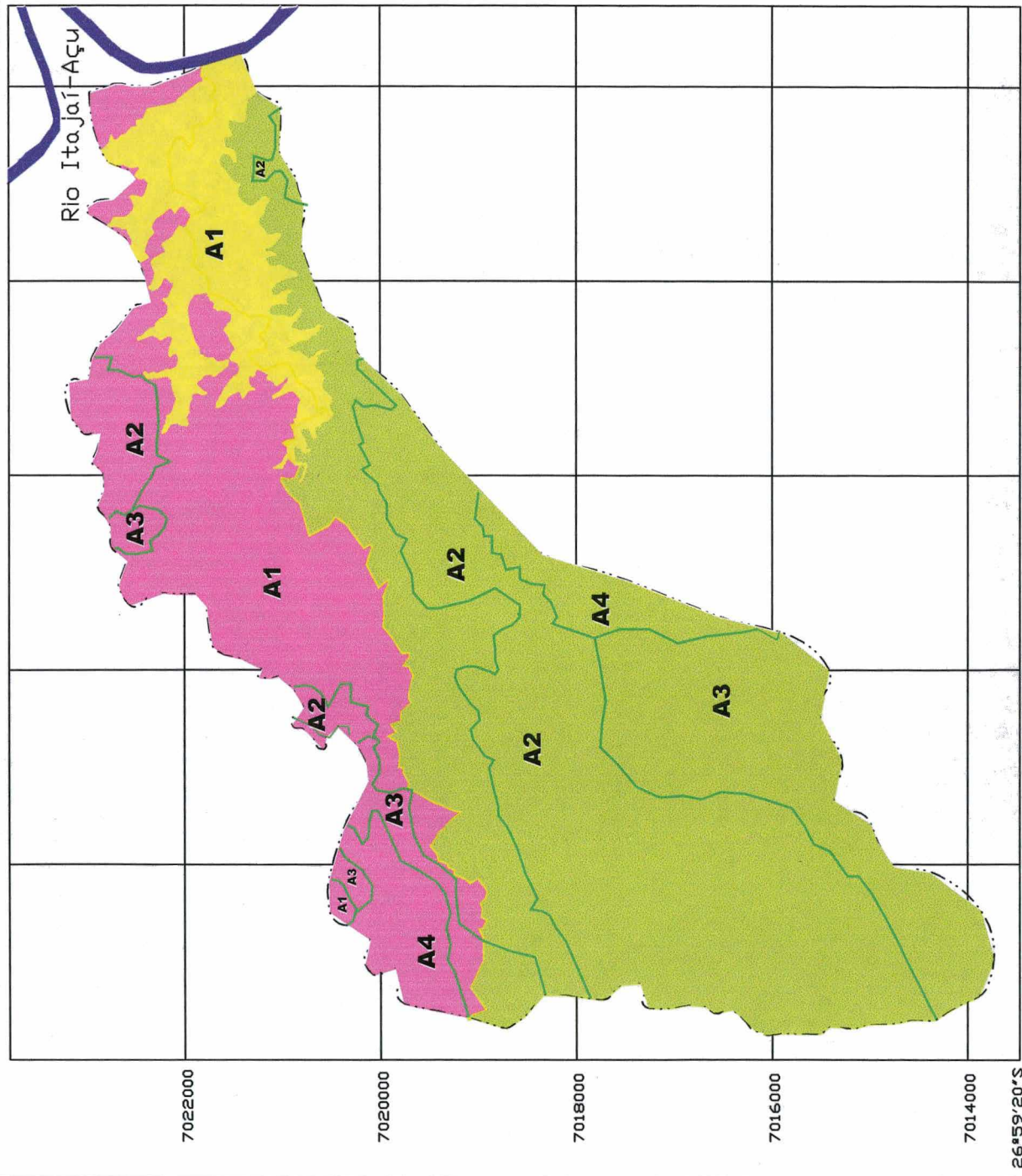


Figura 15 :

# Síntese/Sobreposição Resenha Geológica Adequabilidade à Ocupação

**Legenda**

-  Sedimentos Quaternários Recentes
-  Grupo ItaJaí
-  Complexo Granulítico
- A1** Área 1: Adequada
- A2** Área 2: Restrições moderadas
- A3** Área 3: Sérias restrições
- A4** Área 4: Inadequada
- · - · - · Limite Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão da Velha
- Limite Área de Adequabilidade à Ocupação



7022000

7020000

7018000

7016000

7014000

26°59'20"S  
49°10'12"W

683600

685600

687600

689600

691600

Rio ItaJaí-Açu

Através do cruzamento dos planos de informações do Grau de Interferência Ambiental Hídrica e do Índice de Qualidade da Água, pode-se constatar que o monitoramento da qualidade de água da sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha é de extrema importância para o planejamento e a gestão de seus recursos hídricos. Foram analisados os dados referentes ao abastecimento de água industrial, em função das quantidades de água requeridas e dos impactos causados pela qualidade de seus efluentes.

Neste particular, foram coletados dados pela FAEMA em 1999, em que constatou-se que o grau de interferência ambiental hídrica – GIAH foi baixo nos postos de combustíveis, nas estamparias e unidades industriais pesquisadas, com exceção da Gráfica 43, que apresentou índice em desacordo com a legislação e requer medidas de controle do município. No entanto foi médio nas galvanoplastias, em função dos produtos tóxicos utilizados no processo de galvanização, e pelo fato do único tratamento dos resíduos ser físico-químico, exigindo igualmente medidas urgentes de controle.

Em 1999, constatou-se que o Índice de Qualidade da Água – IQA desta sub-bacia, apresentava-se médio no ponto P1 (rua Franz Muller – acima do aterro), devido aos esgotos domésticos lançados praticamente in natura nos corpos de água; ruim no ponto P2 (divisa Blumenau – Encano), porque havia maior quantidade e concentração de lançamento de esgotos domésticos nesta área; ruim no ponto P3 (empresa Rodovel), principalmente porque adicionava-se ao esgoto doméstico, efluentes de unidades industriais potencialmente poluidoras; e médio no ponto P4 (rua Martin Luther - foz), devido ao aumento da vazão de água, em função dos afluentes do ribeirão da Velha, viabilizando a sua autodepuração e melhoria, fato constatado na foz. Estes resultados negativos representam a falta de controle municipal com relação ao saneamento básico na sub-bacia estudada.

Considerando-se o enquadramento feito pela Portaria GAPLAN/SC 024/79, constatou-se que a qualidade da água do Ribeirão da Velha, coletada nos pontos P1, P2, P3 e P4, não se apresenta condizente com a Classe 3 determinada para este ribeirão e seus afluentes, em não podem ser tolerados teores de concentração de coliformes tão elevados quanto os encontrados nesta sub-bacia. Conforme dados coletados pela FAEMA nestes pontos ao longo do ano 2000, pôde-se comprovar que o padrão de qualidade da Classe 3 não é alcançado em função, principalmente, da alta concentração de coliformes fecais e totais. Aqui observou-se que os efluentes urbanos são os grandes causadores da poluição dos cursos d'água na sub-bacia do ribeirão da Velha.

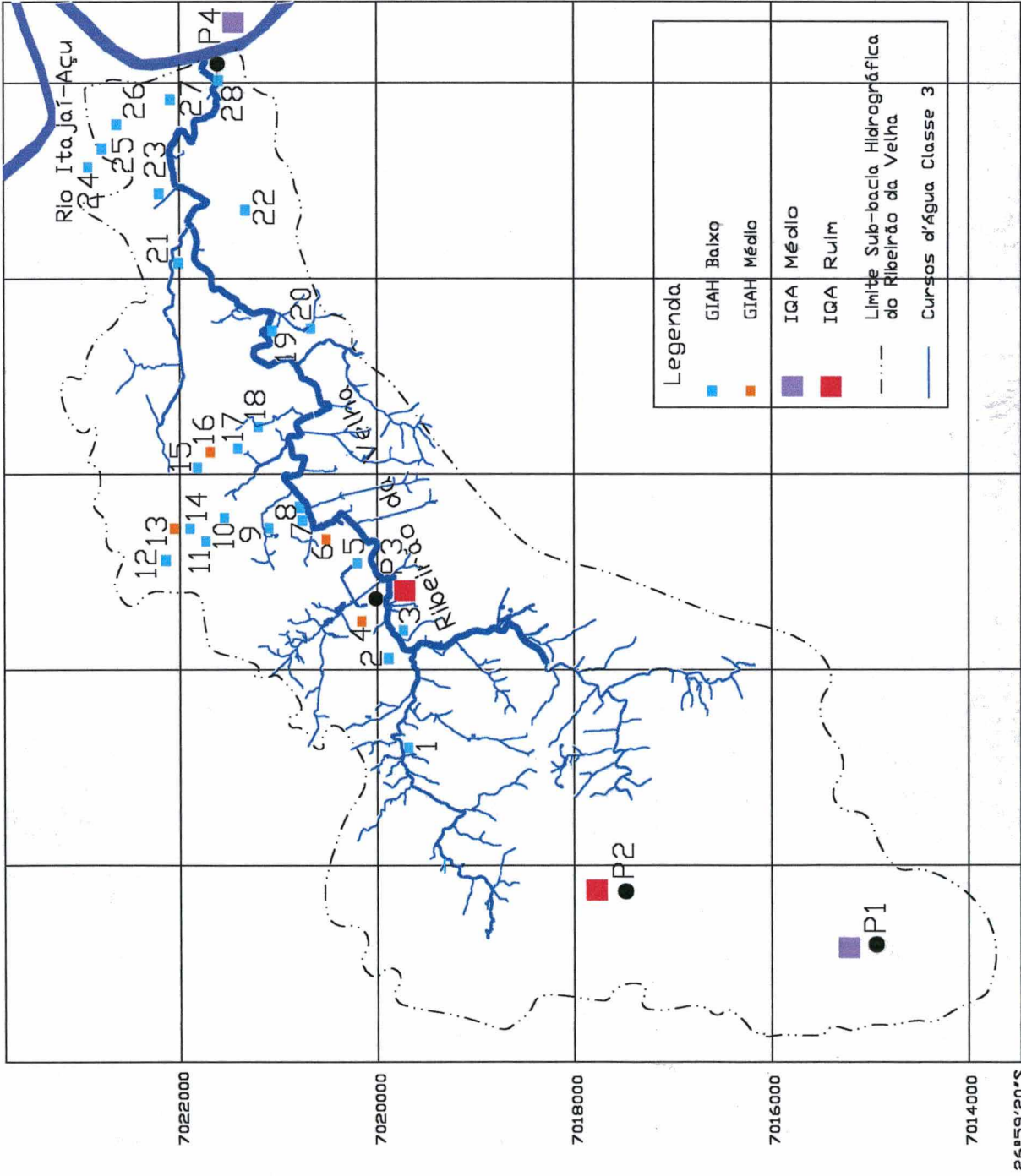
O ribeirão da Velha requer medidas urgentes de controle da poluição, principalmente quanto ao esgoto doméstico como demonstraram os resultados, uma vez que as maiores unidades industriais já possuem estações para tratamento de seus efluentes, evidenciando a necessidade de investimentos na área de saneamento básico (Fig. 16).

49°03'45"W  
26°53'40"S



Figura 16 :

Síntese/Sobreposição  
Grau de  
Interferência  
Ambiental Hídrica  
Índice de  
Qualidade da água



No	PRINCIPAIS CONSUMIDORES
1	Lancaster Beneficiamentos Têxteis Ltda.
2	Auto Posto 7 Ltda.
3	Têxtil Stamp Ind. Com.
4	Prayon Metaloplastica Ltda.
5	Hering Têxtil
6	Gráfica e Editora 43 S.A.
7	Auto Posto Logus III Ltda.
8	Adenir Kuko
9	Confecções Chaplin
10	Com. Conf. Andreza
11	WolfMaia Com. Conf.
12	Posto Água Verde Ltda
13	Galblu Galvanização Ltda.
14	Nivaldo de Borba
15	Estamparia Líder
16	Imperial Eletrometalurgica Ltda.
17	Eliete Vieira Kuhn
18	Xande Conf. Ltda.
19	Emp. Trans. Wolfram Ltda.
20	Fabr. Quadros Catarinense
21	Posto J A Andrade Ltda.
22	Auto Posto JFL Ltda.
23	Posto Joia Vila Nova Ltda.
24	Cremer S.A.
25	Auto Viagem Catarinense
26	Itamar de Miranda
27	Posto Marcio Veículos Ltda.
28	Posto Hass Ltda.



Através do cruzamento dos planos de informações da Adequabilidade a Ocupação Urbana, da Suscetibilidade a Erosão e Enchente e de Restrições Legais para Ocupação e Uso da Terra, constatou-se que as formas de uso e ocupação do solo implementadas em Blumenau, desconsiderando a conformação natural, impondo o desmatamento, a mutilação de encostas, a formação de aterros e a alteração de cursos d'água, são os condicionantes básicos para a deflagração dos fenômenos de escorregamentos e inundações existentes na sub-bacia estudada.

Pode-se observar as áreas de degradação da paisagem e ocupação irregular, nas fotografias aéreas das quatro áreas potencialmente instáveis da sub-bacia estudada, apresentadas na escala 1:8.000 e nos mapas síntese desenvolvidos (Imagens 5 a 8 e Fig. 17 e 18).

Na primeira área, localizada na rua Irmã Aluysianis, embora a maioria dos lotes seja regularizada, a declividade acentuada, os cortes abruptos e as terraplanagens inadequados, deixam taludes desprotegidos, viabilizando a situação da instabilidade encontrada. Há no início da rua a construção de casas muito próximas ao curso d'água, que desrespeitam a legislação municipal e encontram-se sujeitas a enxurradas (Imagem 5).

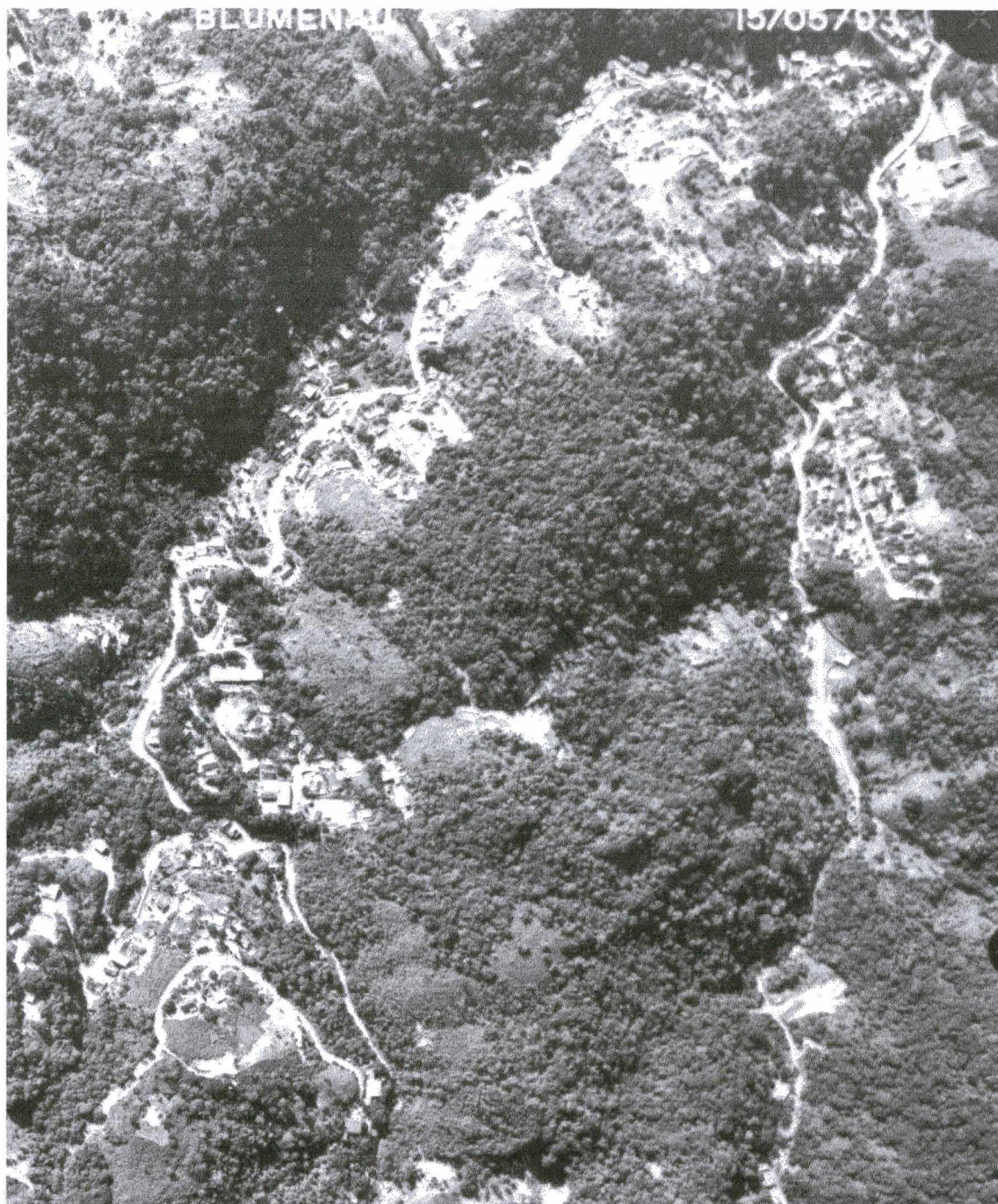


IMAGEM 5: Área suscetível a deslizamento localizada na rua Irmã Aluysianis.

Na segunda área, o Loteamento D. Edith e adjacências, observa-se ocupação de forma desordenada, cortes acentuados sem critérios técnicos, extração de cobertura vegetal, que viabilizam a instabilidade dos taludes. Não há tratamento ou canalização de esgoto, águas pluviais e servidas, que correm a céu aberto. Além disso, há deposição de lixo em áreas inadequadas, e grande deficiência na coleta dos mesmos. As plantações de bananeiras e a falta de calhas nas residências são fatores agravantes para a ocorrência de deslizamentos (Imagem 6).



IMAGEM 6: Área suscetível a deslizamento localizada no Loteamento D. Edith e adjacências.



Na terceira área, localizada na rua Hermann Kratz, observa-se também a ocupação de forma irregular, com cortes acentuados sem critérios técnicos e extração de cobertura vegetal. A ausência de tratamento ou canalização de esgoto e águas pluviais se repete, desaguando sobre o solo e terrenos vizinhos. Há grande deficiência na coleta de lixo. Além disso, as plantações de bananeiras e a ausência de calhas nas residências concorrem para o agravamento da instabilidade (Imagem 7).

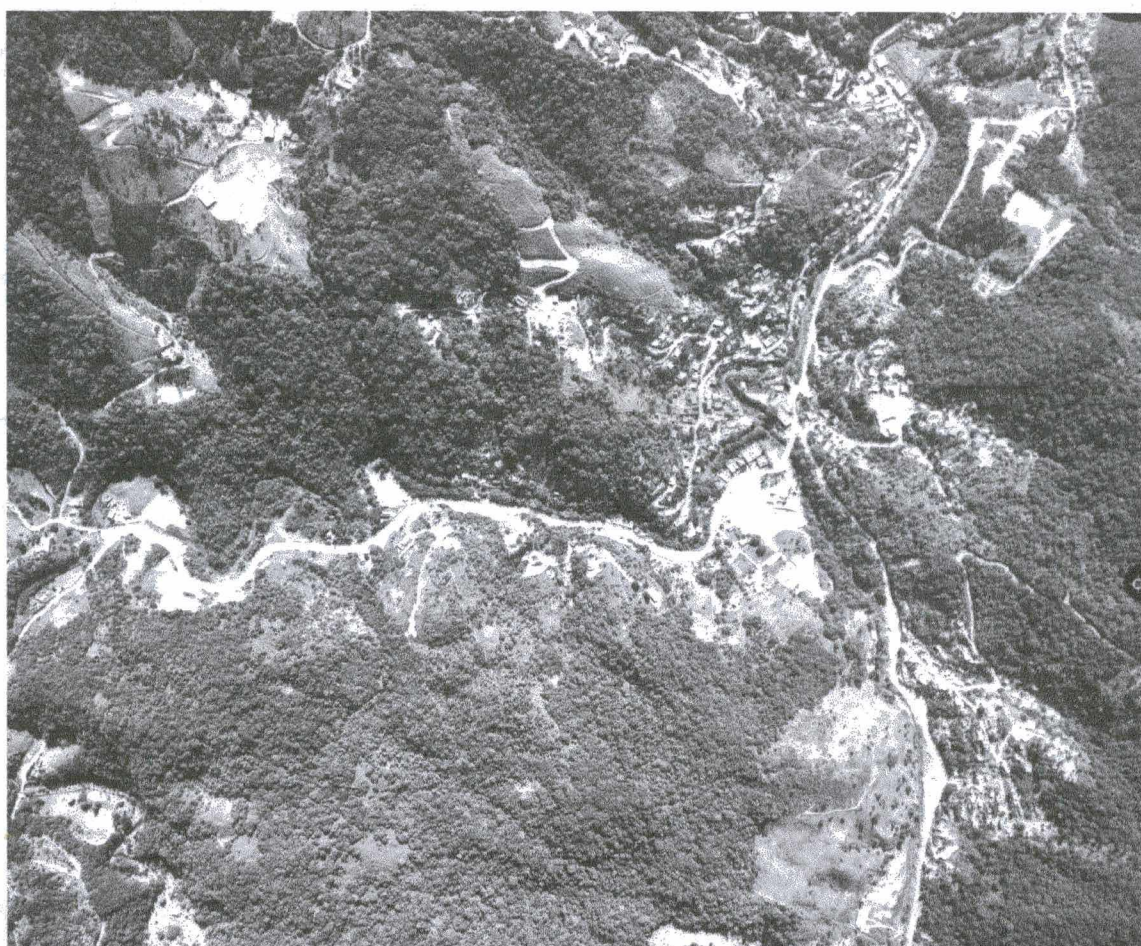
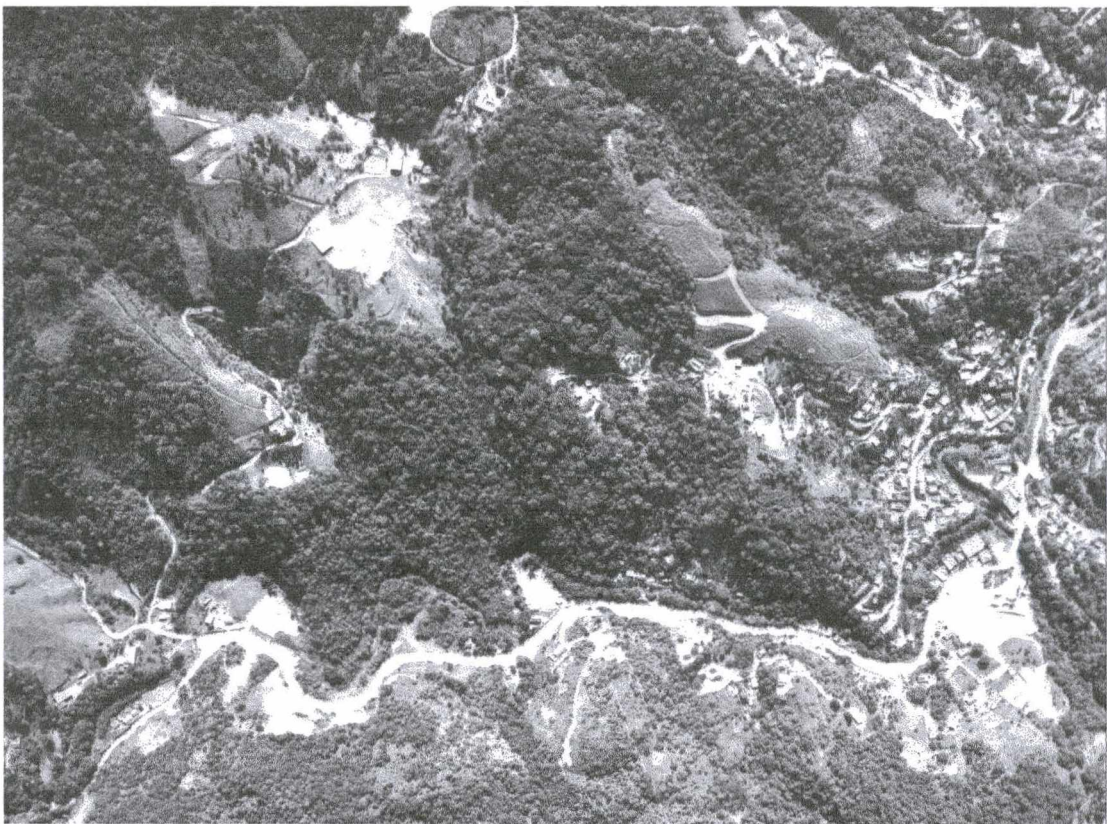


IMAGEM 7: Área suscetível a deslizamento localizada na rua Hermann Kratz.

Na quarta área, encontra-se a rua Emil Wehmuth, localizada em área rural, portanto fora do perímetro urbano, com ocupação irregular e ilegal, terraplanagem indevida e extração de cobertura vegetal, desprotegendo os taludes. Inexistem as canalização de esgoto e águas pluviais, que correm a céu aberto. A disposição de lixo em áreas inadequadas, causam grande dificuldade e deficiência na coleta. Ainda há falta de calhas nas residencias e a existencia de plantações de bananeiras que agravam a situação de instabilidade (Imagem 8).



**IMAGEM 8:** Área suscetível a deslizamento localizada na rua Emil Wehmuth.

49°03'45"W  
26°53'40"S

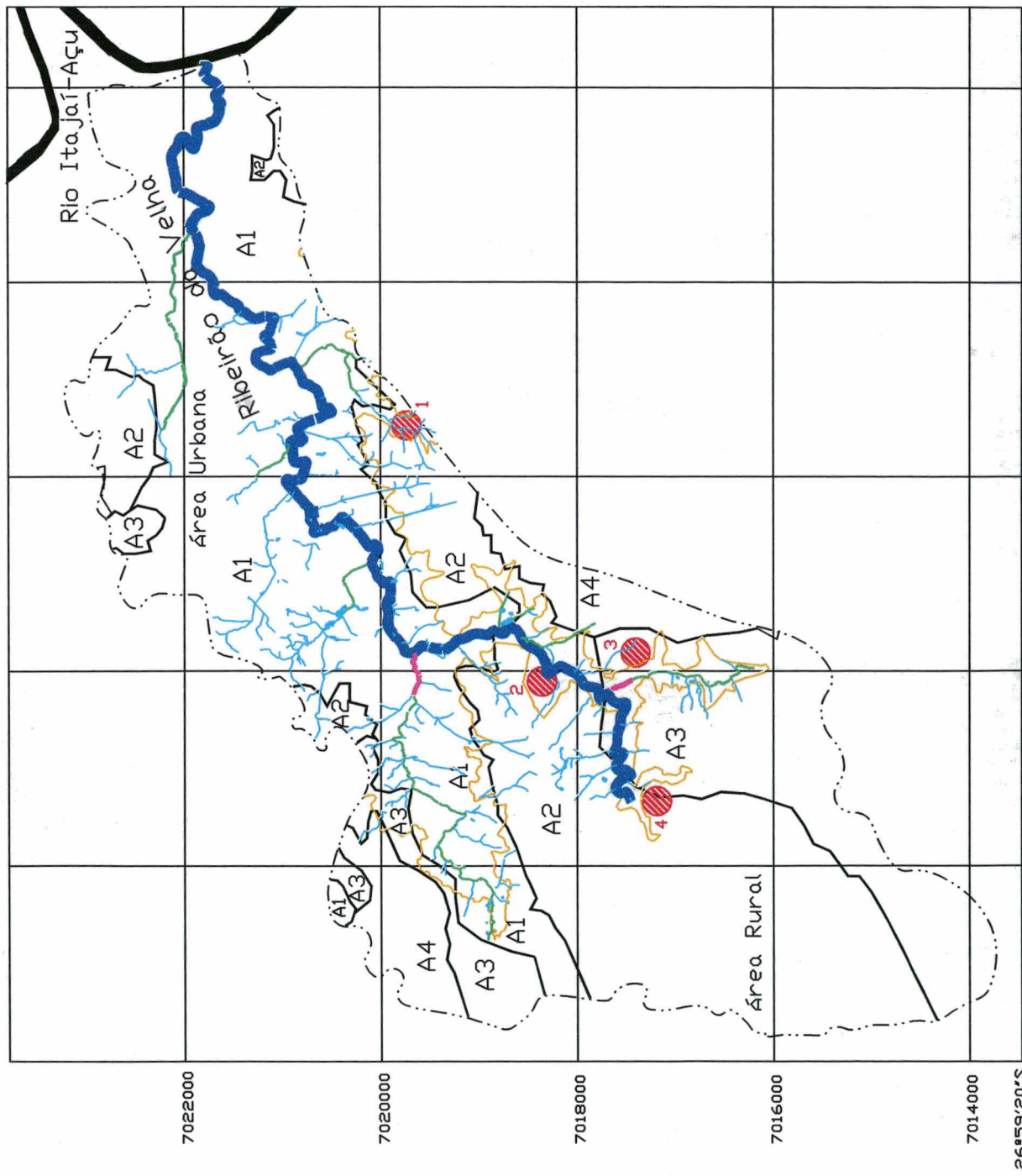


Figura 17 :

Síntese/Sobreposição  
Susceptibilidade  
a Erosão  
Restrições Legais  
para Ocupação  
Adequabilidade  
a Ocupação

**Legenda**

- Área Suscetível a Erosão com Ocupação Urbana
- 1** Área 1: Rua Irmã Aluysianis
- 2** Área 2: Loteamento D. Edith
- 3** Área 3: Rua Hermann Kratz
- 4** Área 4: Rua Emil Wehmuth
- Faixa de Preservação
- ANEA de 5,00 m
- ANEA de 8,00 m
- ANEA de 12,00 m
- ANEA de 16,00 m
- ANEA de 45,00 m
- Limite Área de Adequabilidade a Ocupação Urbana
- Área 1: Adequada
- Área 2: Restrições moderadas
- Área 3: Sérias restrições
- Área 4: Inadequada
- Limite Perímetro Urbano
- Limite Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão da Velha

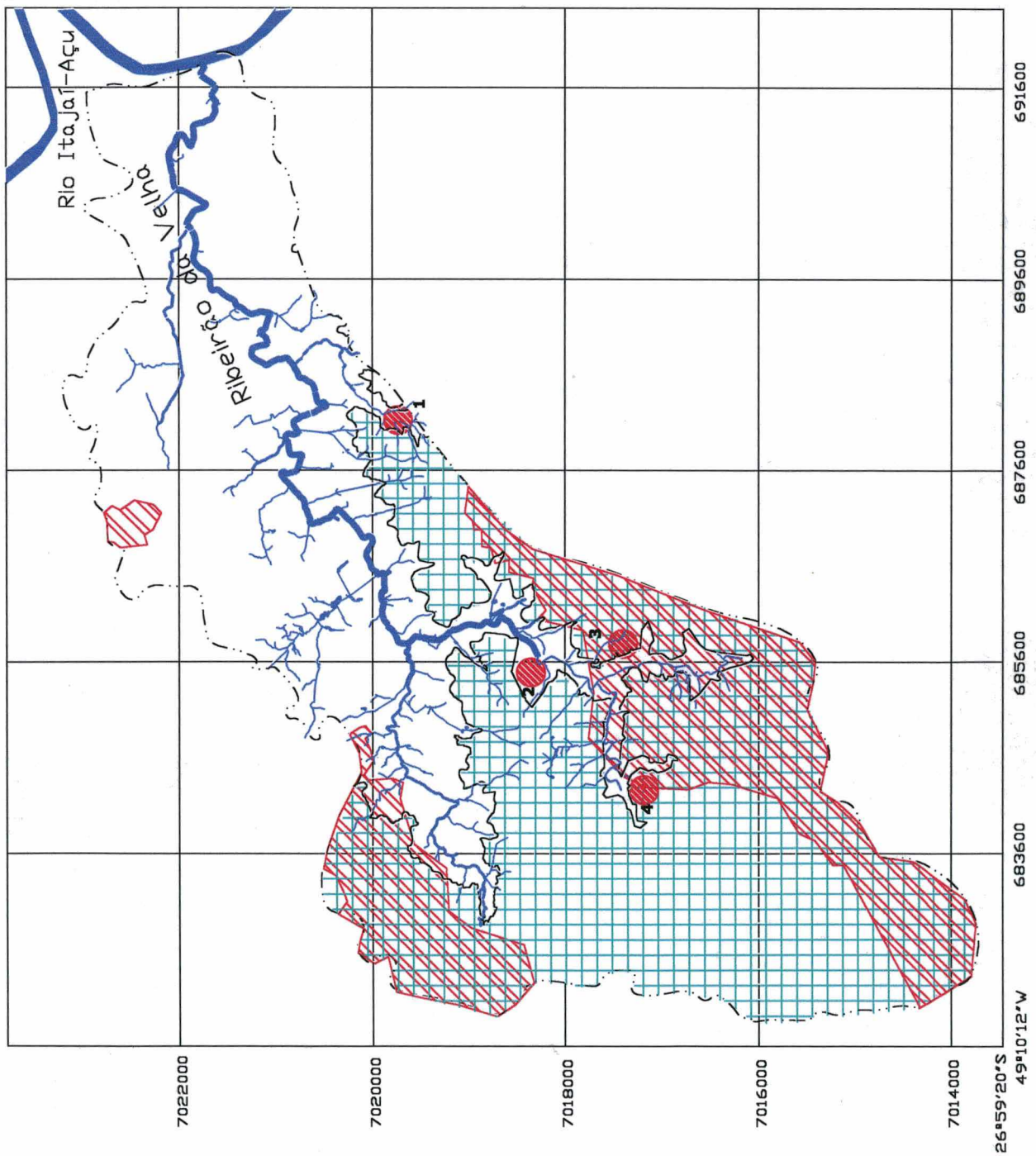


26°59'20"S  
49°10'12"W

49°03'45"W  
26°53'40"S



Figura 18 :  
Síntese/Sobreposição  
Adequabilidade  
a Ocupação  
Suscetibilidade  
a Erosão



**Legenda**

- Área Urbana
- Área Rural
- Área com Sérias Restrições e Inadequada a Ocupação Urbana
- Área Suscetível a Erosão com Ocupação Urbana
- 1 Área 1: Rua Irmã Aluysianis
- 2 Área 2: Loteamento D. Edith
- 3 Área 3: Rua Hermann Kratz
- 4 Área 4: Rua Emil Wehmuth
- Limite Perímetro Urbano
- - - Limite Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão da Velha
- Rede Hidrográfica



### **6.3 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICO-AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DA VELHA**

São abordados a seguir os procedimentos adotados no software AutodeskWorld para a criação do Projeto de um Sistema de Informações Geográfico-Ambiental, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto, de Cadastro Técnico Multifinalitário e de Sistema de Informações Geográficas, com a finalidade de gerar instrumentos de gestão ambiental para a sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha.

Num SIG uma das características de maior importância é a topologia, pois através dela são definidos os conjuntos de relações espaciais complexas, explícitas ou não, entre dois elementos, tais como, distância, vizinhança, forma, tamanho e similaridade. É através dessa estrutura topológica que uma feição mapeada passa a conter informações sobre seu relacionamento geográfico com outras feições.

Os arquivos gráficos utilizados no trabalho são oriundos do levantamento aerofotogramétrico realizado em 1994 pela Aeroimagem, em que não havia a preocupação com o uso para geoprocessamento, estando limitada exclusivamente à área com ocupação urbana naquela época, havendo ausência de dados sobre toda a área rural. Foram realizados trabalhos de edição dos arquivos gráficos para recortar os limites da sub-bacia, havendo necessidade de executar correções e ajustes para a geração da topologia. A qualidade dos dados gráficos é essencial para o sucesso da análise topológica dos dados de um Projeto.

Na criação do Projeto foi necessário integrar todos os dados relativos a sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha, em formato compatível ao AutodeskWorld., sendo então desenvolvido um conjunto de procedimentos para executar o preenchimento das tabelas e configuração das variáveis e elementos de controle do gerenciador do SIG. Foi então criado um diretório para armazenamento de todos os dados disponíveis referentes ao projeto.

Terminada a estruturação de todos os elementos do Projeto, conforme o modelo de análise proposto, com seus dados gráficos editados, validados e estabelecidas suas conexões aos respectivos atributos de cada elemento, foram iniciados os processos de manipulação e análise dos dados.

O AutodeskWorld, permitiu fazer análises espaciais, isto é, verificar as relações e interações entre os dados geográficos. A análise então realizada foi constituída por processos que tratam dados geográficos, com um posicionamento expresso por coordenadas em um mapa, e seus atributos descritivos e alfanuméricos, representados em banco de dados convencional. Estes dados geográficos que estão dispersos na sub-bacia estudada, podem ser localizados, e além disso, pode-se descobrir e representar as relações entre eles. Para isto, foram criadas consultas ao banco de dados (queries) no SQL Filter.

Neste software as feições (features) são entidades criadas para organizar os diversos tipos de topologias envolvidas num projeto SIG. Uma feição representa um objeto espacial com uma característica específica e que pertença a um Projeto. Para organizar os dados gráficos e alfanuméricos, foram criadas as classes de feições (features classes). Após otimizar a topologia dos mapas iniciou-se a criação e ligação das feições aos elementos topológicos, para possibilitar sua análise posterior.

No Autodesk World foi criada uma geobase, base de dados geográfica com tamanho limite máximo de 2 GB, que contem dados espaciais ou geográficos da sub-bacia do ribeirão da Velha. Na geobase são arquivados os dados como elementos agrupados em classes de entidades ou feições (features classes) e conforme o sistema de coordenadas escolhido (UTM-28S – Projeção Universal Transversa de Mercator, 28 Sul) no projeto (project properties) no qual foi criada a geobase.

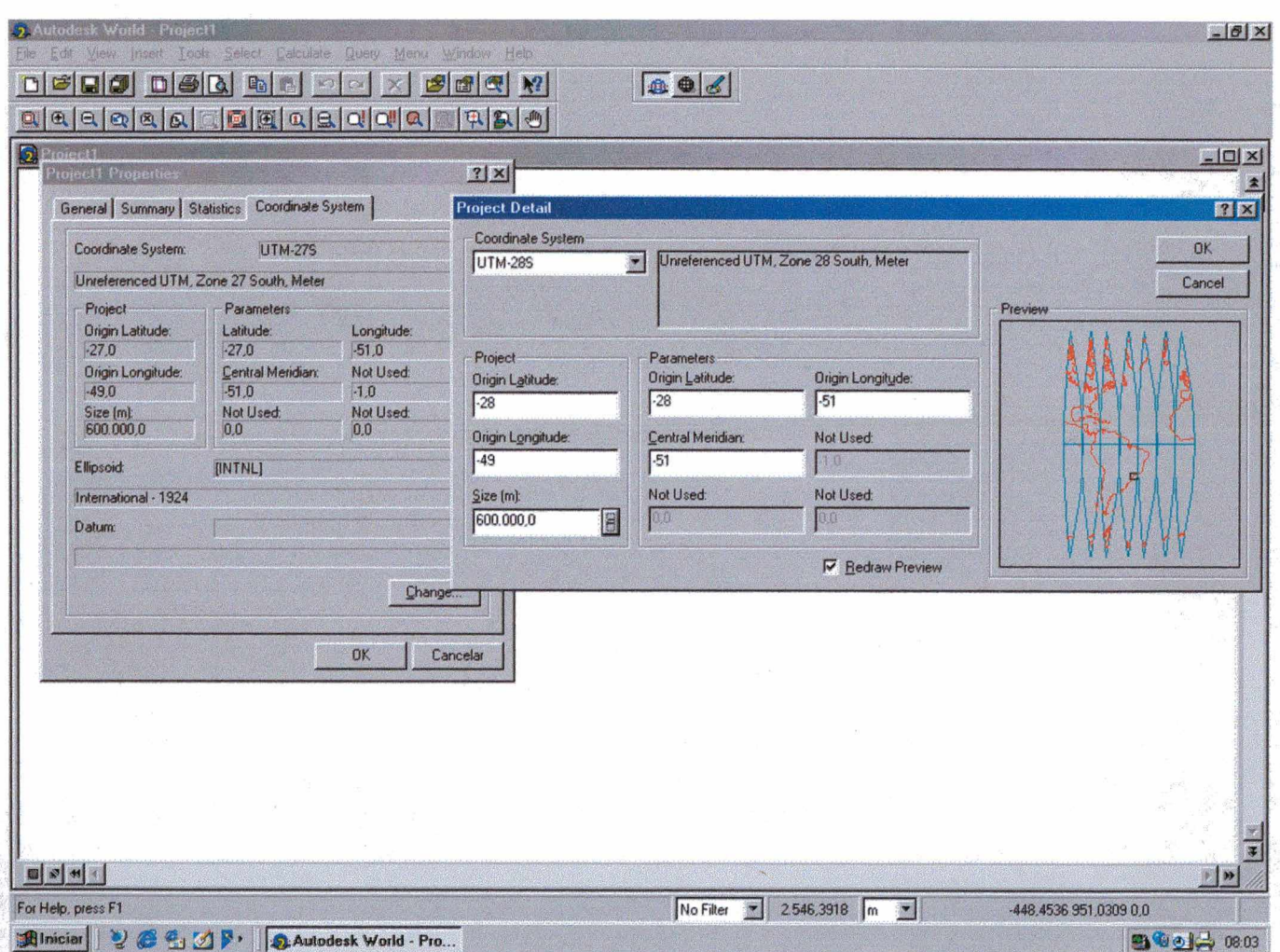


Imagem 9: Detalhes do projeto (project detail) com sistema de projeção, coordenadas geográficas e tamanho da área de estudo.

Com o software Autodesk World, organizou-se dados e arquivos gráficos do projeto, em ambiente no qual pôde-se editar, visualizar, consultar e salvar mudanças nos diferentes tipos de fontes de dados. Um projeto é formado por uma coleção de feições (features), classes de feições (feature classes) e definições de atributos. As feições da superfície terrestre escolhidas, foram agrupadas numa geobase em classes de feições, que somente podem conter um tipo de entidade (ponto, texto, linha ou área), escolhido quando da criação de cada classe de feição. Somente pode ser iniciada a inserção de dados gráficos ou feições numa geobase, uma vez que tenham sido criadas as classes de feições.

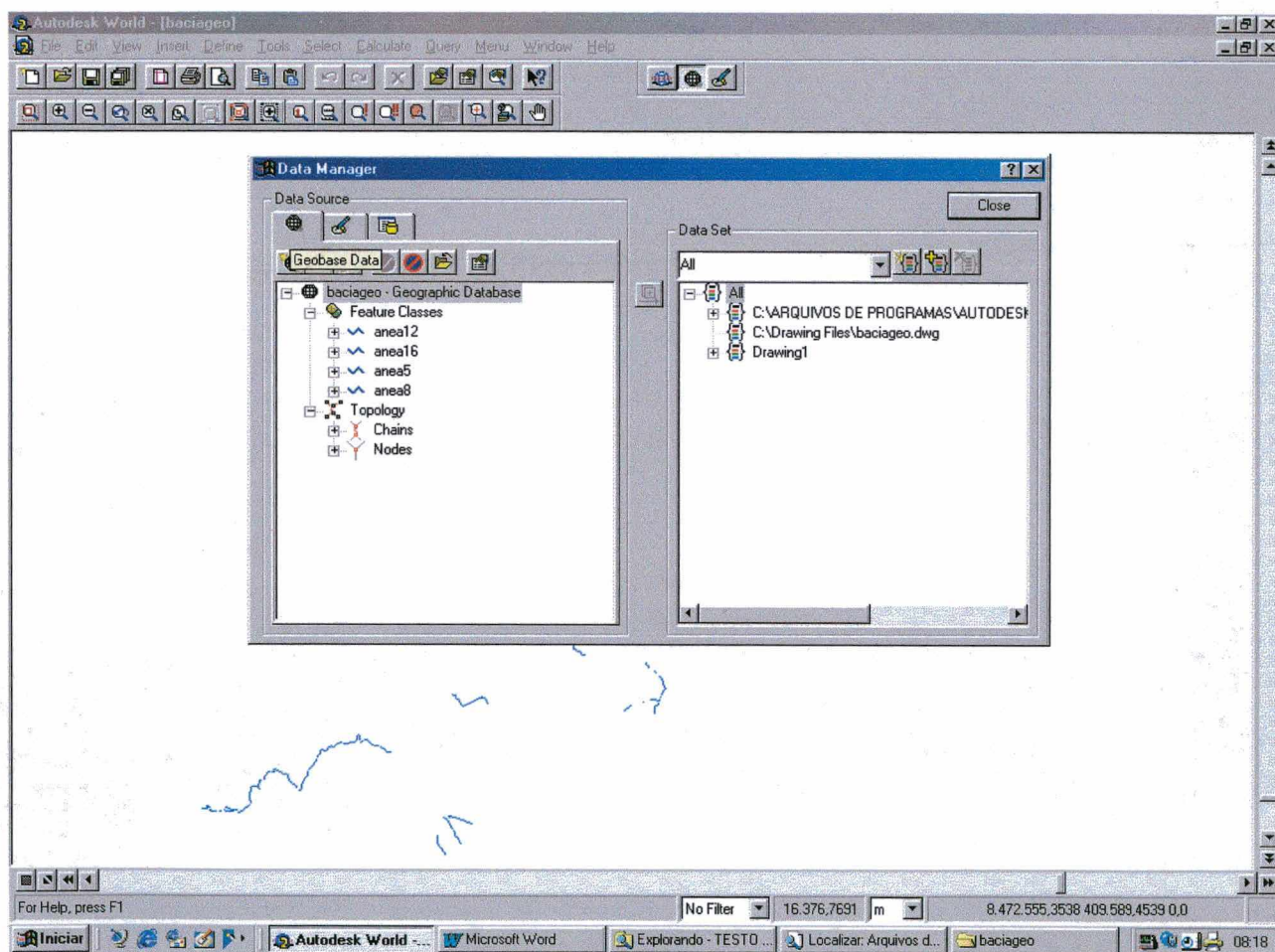


Imagem 10: Gerenciador de dados (Data Manager) com dados da Geobase (geobase data) da base de dados geográfica baciageo (Geographic Database).



No Autodesk World os dados gráficos podem ser associados à dados alfanuméricos (attribute data), que são armazenados em banco de dados. Existem inúmeros programas para gerar e gerenciar banco de dados. Neste Projeto, o gerenciador da base de dados adotado foi o Microsoft Access, pela facilidade de utilização e pela estrutura da base de dados ser simples. Nesta base de dados foram inseridos os atributos das entidades do Projeto, modelados de acordo com as necessidades do gerenciador de SIG e dos objetivos das análises propostas. Foram então criadas tabelas específicas para cada tema, com campos que contém identificadores de cada uma das entidades que fazem parte do Projeto.

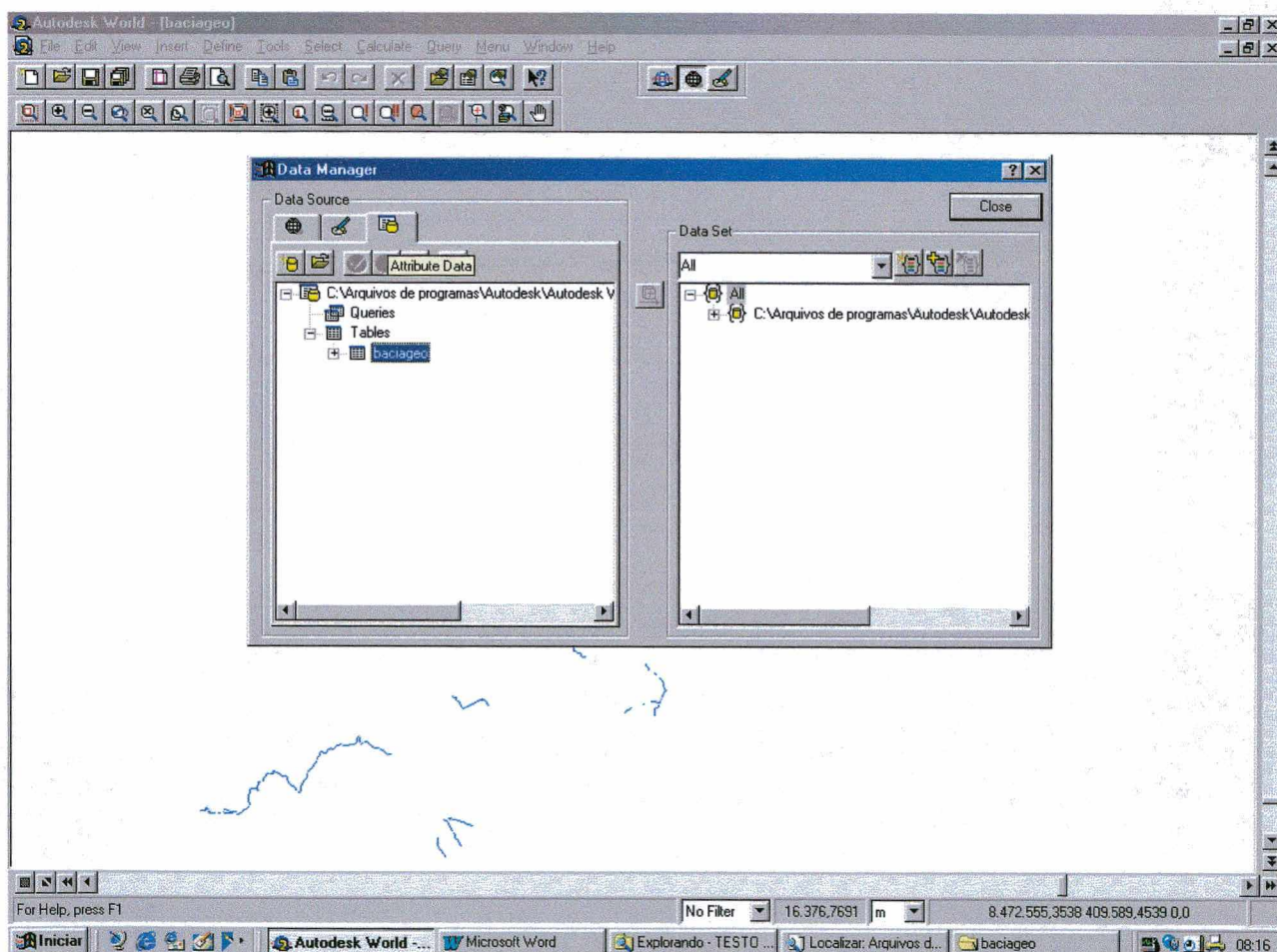


Imagem 11: Estrutura do gerenciador de dados (Data Manager) com dados de atributos (attribute data) em tabelas (queries e tables).

Para a base gráfica, utilizou-se dados de diferentes fontes, tais como, arquivos de desenho no formato DGN (Intergraph), podendo-se abrir, editar e salvar em seu formato original, ou então salvá-los em formato DWG. Integrou-se ao projeto imagem de satélite TMLandsat da área de estudo, usando-se imagem raster em formato TIFF, como pano de fundo ou base para mapa vector, viabilizando estabelecer comparativo do adensamento da ocupação do solo, com pontos locados no mapa vector em formato DGN. Pode-se facilmente posicionar, escalar, rotacionar e transformar imagens raster no AutodeskWorld.

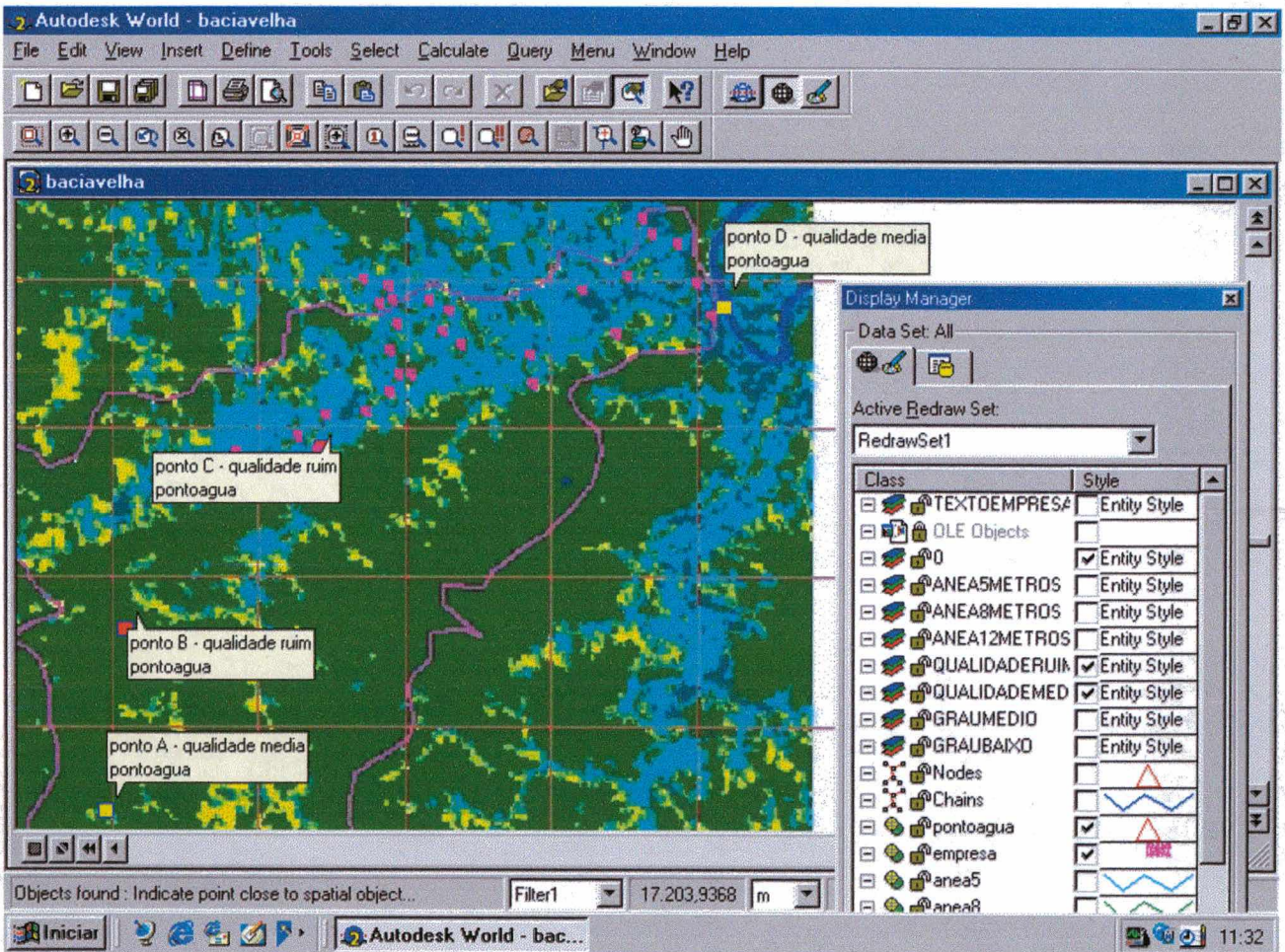


Imagem 12: Consultas (queries) a base de dados da qualidade da água sobre imagem de satélite Landsat-TM integrada a mapa vector em formato DGN.

O software Autodesk World disponibiliza várias ferramentas para análise e apresentação de dados do projeto. Entre as quais estão os filtros de seleção (selection filters) criados para executar uma tarefa específica ou análise. A manipulação dos dados centraliza-se sobre os objetos espaciais selecionados para a análise. Pode-se incluir várias expressões de seleção num filtro de seleção, combinando expressões gráficas, espaciais ou de atributos, que definem o critério de busca nas bases de dados gráfica ou de atributos.

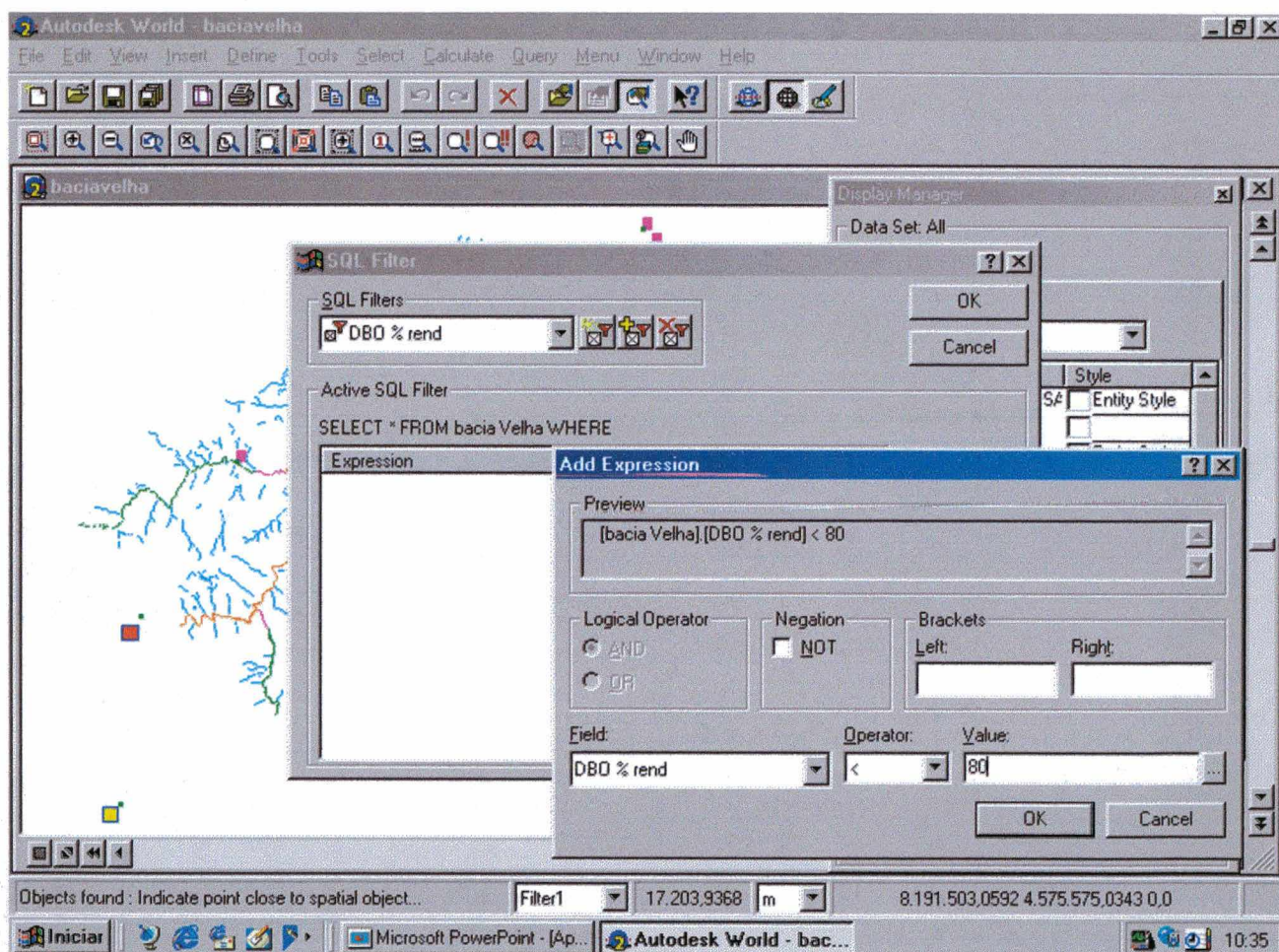


Imagem 13: Expressão de seleção com critério para seleção de atributos.

No software Autodesk World quando se quer selecionar somente objetos com certas propriedades específicas, são determinadas as fontes de dados e as classes dos objetos que se deseja selecionar, e finalmente o critério para seleção -  $DBO < 80\%$ , que configura índice inadequado pela legislação. Desta forma pode-se localizar as empresas em desacordo com as exigências mínimas de DBO em seus efluentes.

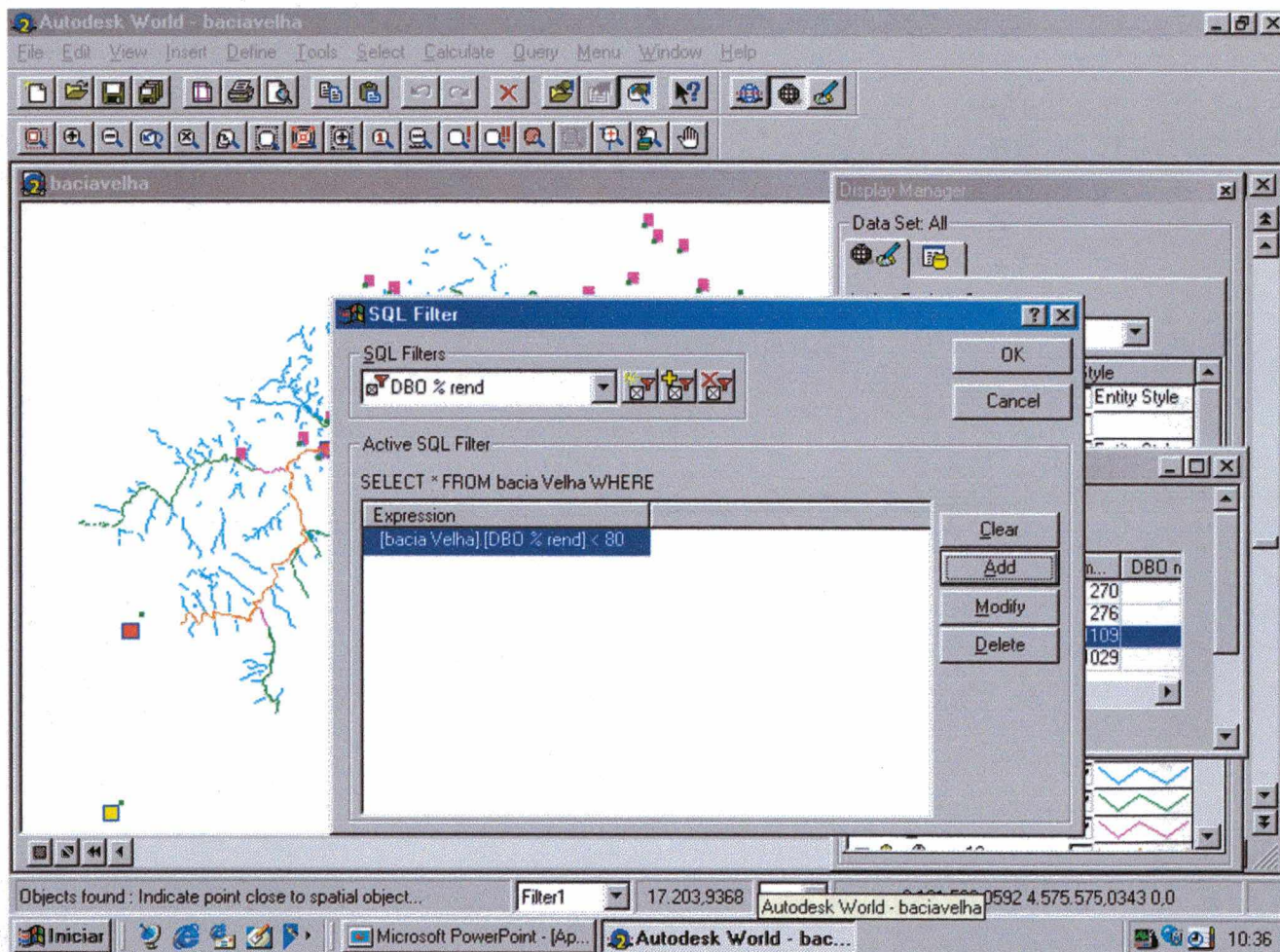


Imagem 14: O critério para seleção de rendimento de  $DBO < 80\%$ .

Pode-se constatar que a empresa Gráfica 43 foi a única encontrada nas bases de dados, apresentando a característica de seus efluentes em desacordo com o nível mínimo de DBO exigido pela legislação, sendo então representada de duas formas, graficamente e com informações de atributo na tabela conectada por chave ou código.

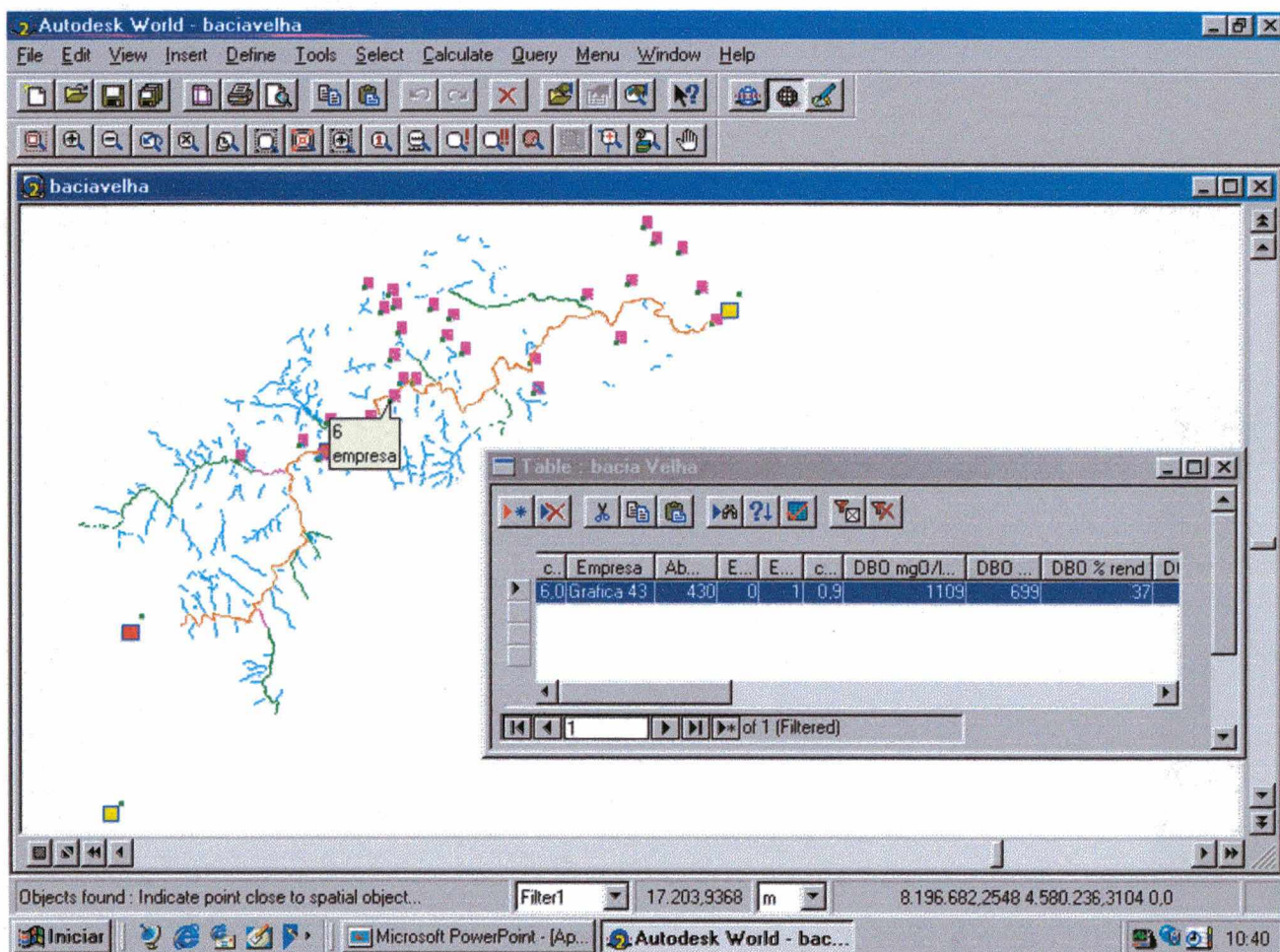


Imagem 15: A empresa Gráfica 43 com nível de rendimento de DBO de 37 %.

Pode-se conectar (link) uma tabela da base de dados de atributos a uma classe de feições ou camada de informações (layer) através da chave (key). O programa abrirá a tabela relacionada, usando a chave do objeto espacial clicado, para localizar e evidenciar com outra cor a linha correspondente na tabela.

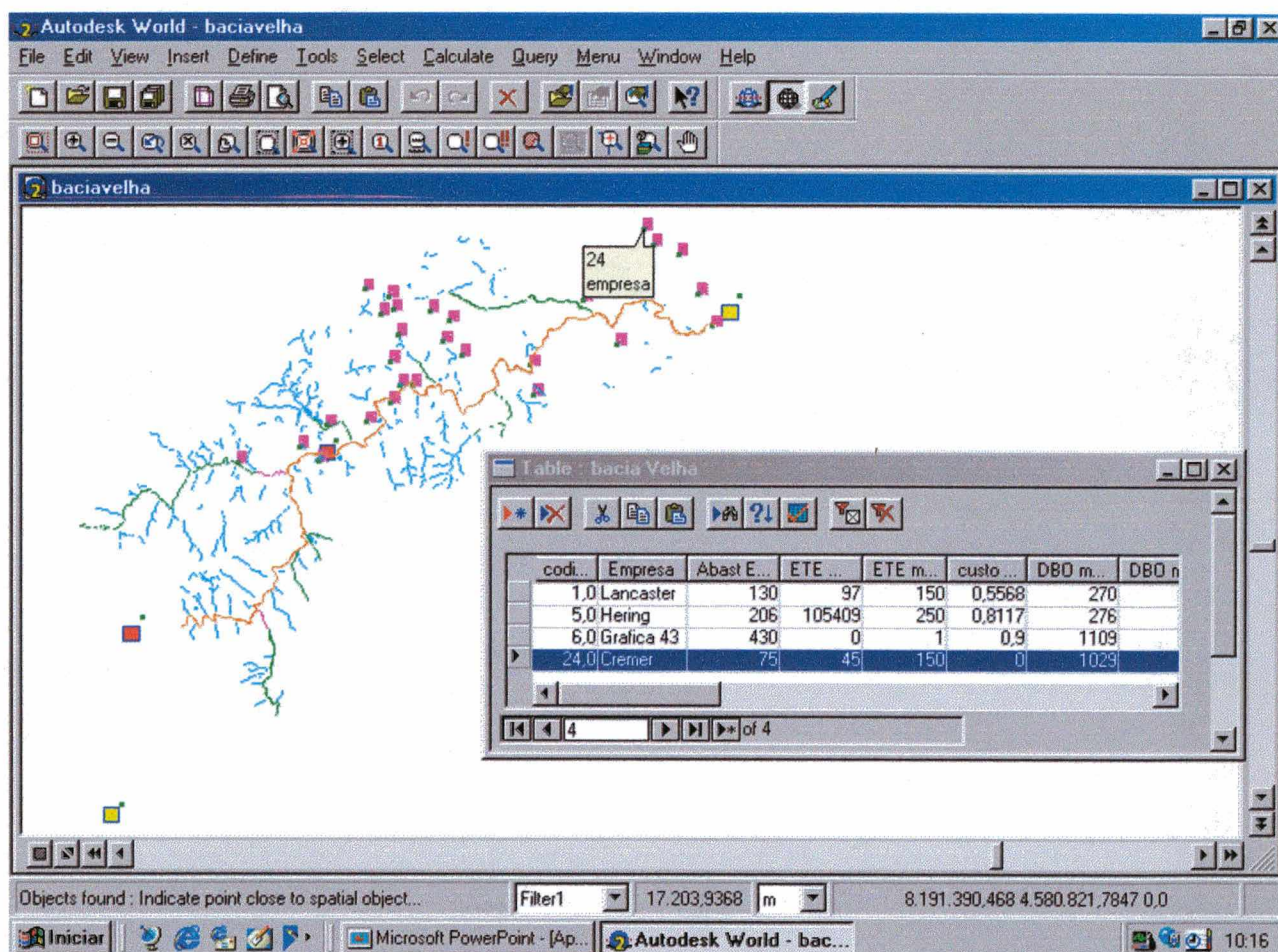


Imagem 16: Consulta (query) através da chave (key) do objeto espacial (empresa Cremer), apresentando a tabela relacionada da base de dados de atributos.

Quando a base de dados gráfica é consultada (query), obtêm-se rapidamente informações de qualquer objeto espacial ao clicar com o mouse sobre ele, mostrando propriedades do objeto, tais como, sua chave de identificação (key) e a classe de feições (features classes) a que pertence.

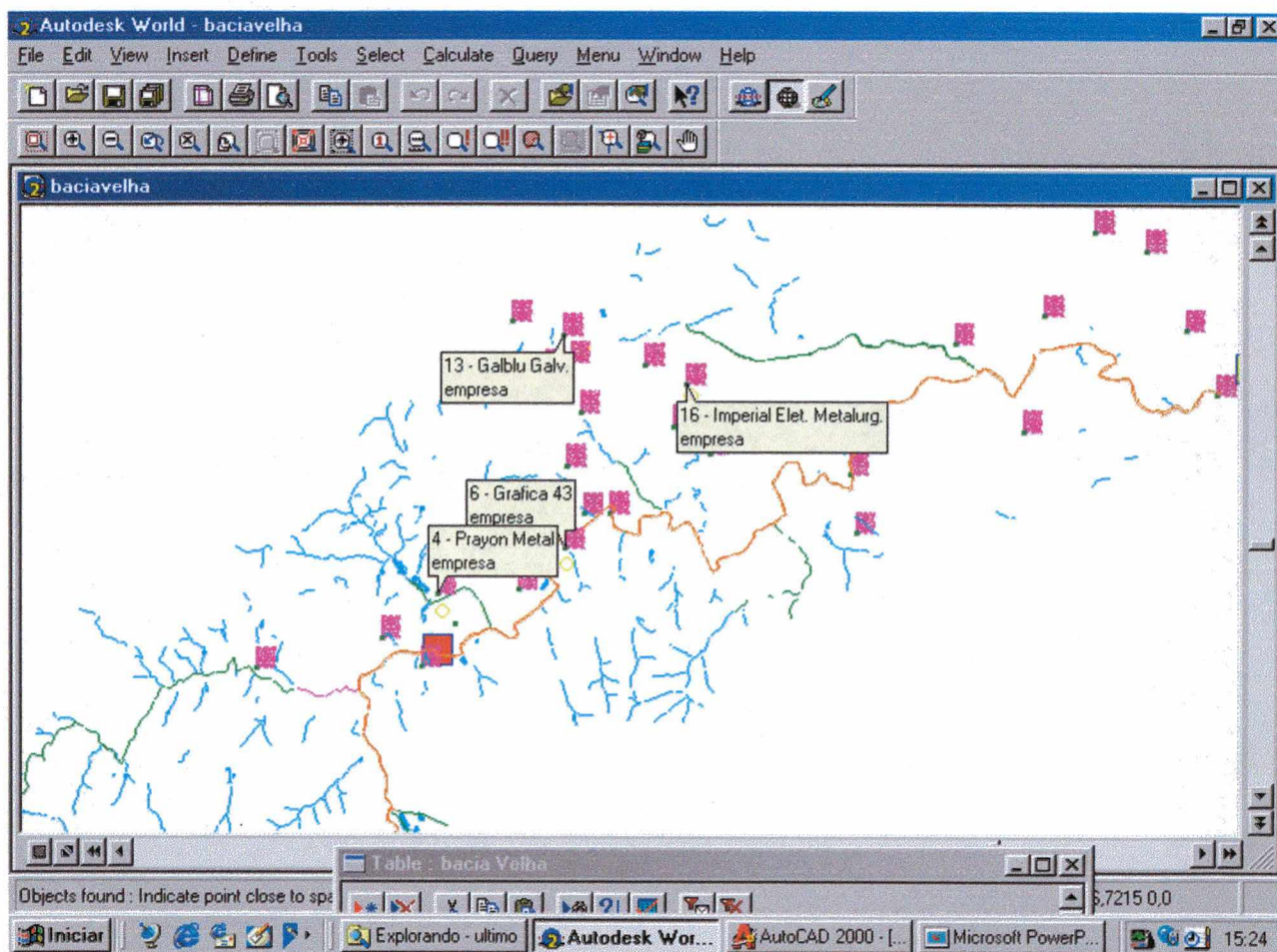


Imagem 17: Consultas (queries) a base de dados sobre empresas com grau de interferência ambiental médio na área de estudo.

Pode-se também localizar um objeto espacial (find by key) através de sua chave de identificação (key), o programa apresenta uma janela com a chave do objeto e ao mesmo tempo aproxima através de zoom, para mostrá-lo mais claramente na tela.

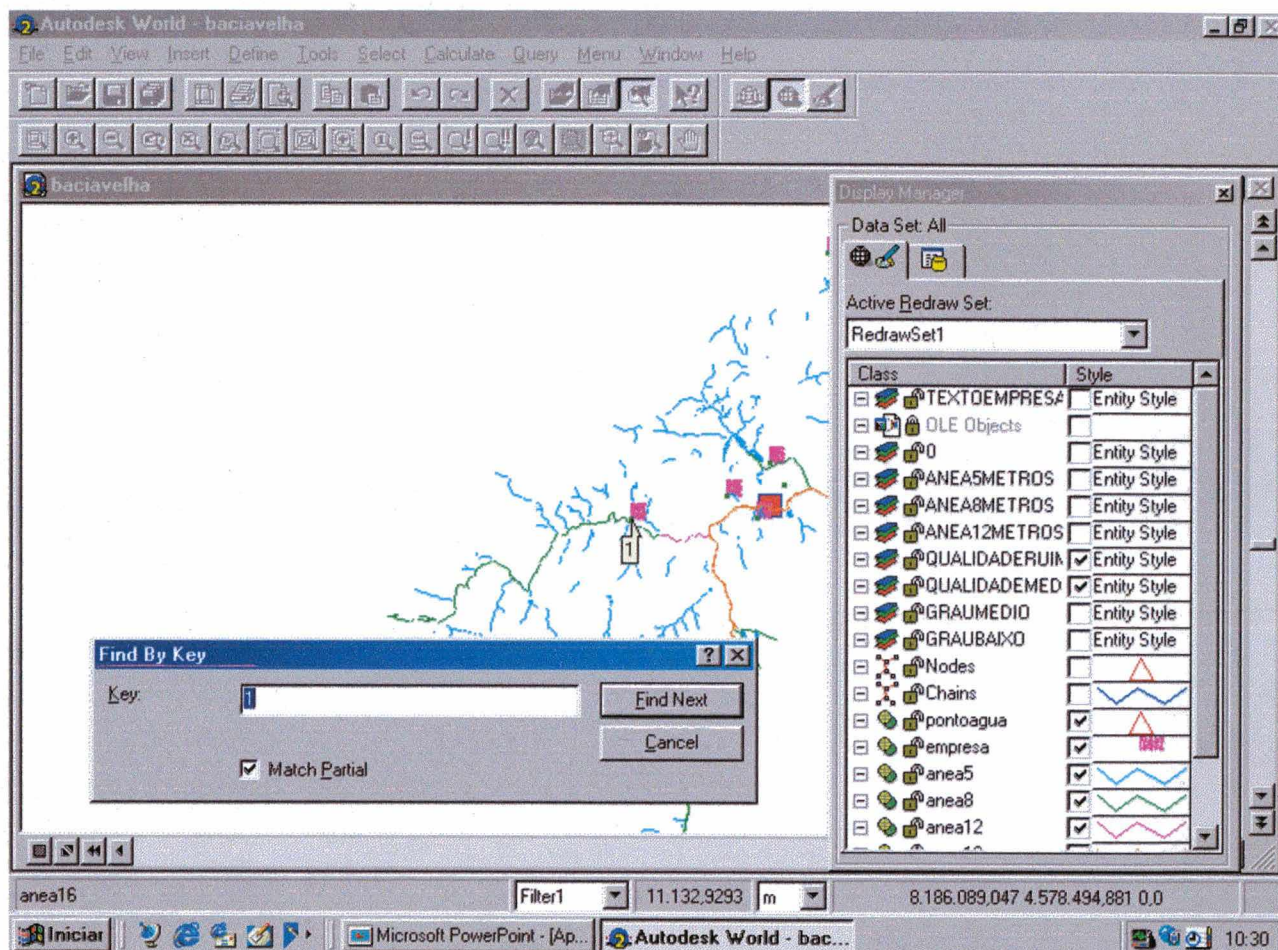


Imagem 18: Consultas (queries) através da chave (key) do objeto espacial.



## CAPÍTULO VII

### 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Sistema de Informações Geográfico-Ambiental da sub-bacia do ribeirão da Velha tornou viável a obtenção de novas informações através do cruzamento de dados espaciais (cartográficos) e alfanuméricos (tabulares).

Além disso, possibilitou a reunião e integração, num mesmo referencial geográfico, de diferentes informações sobre a área de estudo, havendo grande ganho na performance e nas possibilidades de análises com a utilização de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para estudo do espaço geográfico e sua caracterização.

Este Sistema viabilizou ainda o trabalho com diversos planos de informações, permitindo o desenvolvimento de processos de análise das informações espaciais existentes em planos sobrepostos.

A partir da estruturação deste Sistema, pôde-se perceber que não é possível compreender perfeitamente os fenômenos ambientais, sem analisar todos os seus componentes e as relações entre eles, para aplicar uma visão integrada da questão ambiental na sub-bacia hidrográfica do ribeirão da Velha.

Um conhecimento prévio da utilização do software Access da Microsoft, é necessário para a estruturação de arquivos da base de dados alfanumérica.

É essencial um conhecimento prévio da utilização dos softwares MicroStation SE e AutoCad2000, utilizados para transformação de formatos e edição dos arquivos gráficos, adequados a representação cartográfica e com excelentes recursos de edição gráfica.

Um conhecimento prévio da utilização do software AutodeskWorld2 é essencial para estruturação do SIG, para inserção dos dados gráficos de entrada, para criação da topologia

das feições, para ligação das feições com a base de dados alfanumérica, para realizar consultas e análises temáticas às bases de dados gráfica e alfanumérica e para plotar ou imprimir os resultados finais produzidos. Trata-se de software que requer baixo investimento em plataforma de hardware.

É fundamental um planejamento prévio quanto aos arquivos gráficos necessários e sua consistência, as feições e classes de feições utilizadas para criação da topologia, as interligações com tabelas específicas da base de dados alfanumérica, para que os resultados planejados sejam obtidos.

É fundamental a implantação de um Cadastro Técnico Multifinalitário no município, para que a administração municipal possa dispor de dados básicos necessários ao planejamento das atividades ligadas a utilização racional de recursos naturais, para que sejam organizados os dados disponíveis e complementadas as carências de dados. Desta forma, será possível instituir um banco de dados atualizado para viabilizar o desenvolvimento de um SIG.

É essencial a conscientização da população e do poder público sobre a importância da preservação dos recursos hídricos municipais, evitando a poluição dos cursos d'água, com detritos, efluentes industriais, detergentes, esgotos domésticos, que destroem todo o ecossistema e inviabilizam o uso das águas superficiais para o abastecimento.

A incorporação do Sistema de Informações Geográfico-Ambiental no dia a dia da Fundação Municipal do Meio Ambiente - FAEMA, propicia benefícios em virtude da capacidade de reunir informações dispersas, que são fundamentais aos administradores na comparação, análise e julgamento das alternativas para o uso racional e sustentável dos recursos ambientais no contexto municipal.

O SIG Ambiental, estruturado como ferramenta de gestão ambiental para a sub-bacia, possibilita a FAEMA disponibilizar informações para:

1. monitorar as ações antrópicas;
2. detectar áreas de risco;
3. definir áreas de proteção ambiental;
4. monitorar a qualidade da água;
5. detectar as áreas de conflito de uso da água; e
6. preservar os mananciais para abastecimento público;

O SIG Ambiental da sub-bacia hidrográfica da Velha, desenvolvido com o objetivo de estruturar informações necessárias a gestão dos recursos ambientais, possibilita à FAEMA:

1. a versatilidade na manipulação dos dados ambientais georreferenciados;
2. a operação do sistema sobre plataformas de baixo custo, como os computadores pessoais; e
3. a relativa simplicidade de operação do sistema com recursos computacionais e softwares, mais amigáveis para operar.

## CAPÍTULO VIII

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. F. de. **The Role of Stakeholders' Expectations in Predicting the Outcomes of the IS Implementation Process**. Waterloo, 1995. Thesis (Doctor of Philosophy in Management Sciences) – University of Waterloo, Ontario, Canada.
- ALVES, D. S. Sistemas de informação geográfica. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, São Paulo, 1990. **Anais**. São Paulo, EDUSP, 1990.p.66-78.
- AMORIM, A.; AMORIM M. C. de C. T.; SCHNEIDER, V. P. Cadastro Técnico Multifinalitário: a base para o controle ambiental. In: 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, **Anais**. Florianópolis, SC, 1994. Tomo III, p. 90-96.
- ARONOFF, S. **Geographic information systems: a management perception**. Ottawa, WDL, 1991.
- BLACHUT, T. J. **Cadastre: various functions characteristics, techniques and the planning of a land records system**. Canadá: National Council, 1974.
- BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Monographs on Soil and Resources Survey . n. 12 New York: Oxfors University Press Inc., 1994.
- CÂMARA, A. **What is GIS (Producers, Actors, Market)**. Universidade Nova Lisboa. In <http://www.geo.ed.ac.uk/home/giswww.html>. [artigo capturado em março de 1999].

- CAMARA, G. & MENEZES, J. S. de. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. In [http://www.dpi.inpe.br/dpi/tutoriais/gis\\_ambiente](http://www.dpi.inpe.br/dpi/tutoriais/gis_ambiente). [artigo capturado em março de 1999].
- CAMARA, G, DAVIS, C. & MONTEIRO, A.M. V. **Fundamentos de Geoprocessamento**. In <http://www.dpi.inpe.br/dpi/tutoriais/fundamentos>. [artigo capturado em março de 1999].
- FERNANDES, E. **Uso de Sistema de Informações geográficas (SIG), na Integração de Mapas Temáticos do Município de São Francisco do Sul - SC**. Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 1999. 132 p.
- FIGUEIREDO, L. F. G. & LOCH, C. Sistema de Cadastro Técnico Ambiental. Estudo de Caso: Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Santa Catarina - Brasil. In: IIº Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico, **Anais**. Florianópolis, SC, 1996. Tomo I, p.1-9.
- FOOTE, K. E. & LYNCH, M. **The Geographer's Craft Project**, Departamento de Geografia da Universidade do Texas em Austin. In [http://www.prudente.unesp.br/dcartog/arlete/hp\\_arlete/courseware/intgeo.htm](http://www.prudente.unesp.br/dcartog/arlete/hp_arlete/courseware/intgeo.htm). [artigo capturado em março de 1999].
- FRANK, B. **Uma Abordagem para o Gerenciamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, com ênfase no Problema Enchentes**. Tese de Doutorado, UFSC, Florianópolis, 1995. 326 p.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1996.
- HANKE, A. K. **É preciso conservar a água**. In <http://www.uniaberta.ufsc.br/ciencia4.html>. [artigo capturado em abril de 2000].
- JOLIVEAU, T. & DEGORCE, J. N. Problèmes et méthodes de gestion pour un diagnostic du bassin de la Loire. **Revue de géographie de Lion**. vol. 67, p. 345-354, 4/1992.
- KORTH, H. F. & SILBERSCHATZ, A. **Sistemas de banco de dados**. São Paulo: McGraw – Hill, 1989.

- LAUDON, K. C. & LAUDON, J. P. **Administración de los Sistemas de Información. Organización y Tecnología.** Naucalpan de Juárez: Prentice Hall Hispanoamericana. 3<sup>a</sup> Ed. 1996.
- LANNA, A. E. **Instrumentos de gestão ambiental: metodos de gerenciamento de bacias hidrograficas.** Brasilia : IBAMA, 1998.
- LOCH, C. **Monitoramento Global Integrado de Propriedades Rurais.** Florianópolis, Editora da UFSC, 1990.
- \_\_\_\_\_. Cadastro Técnico Multifinalitário no Brasil. in: III Encontro do Órgãos da Terra e I Seminário Nacional de Cadastro Técnico Multifinalitário para órgãos da Terra. **Anais.** Florianópolis, pg. 01-05, 1993.
- LOCH, R. E. N. **Estruturação de dados geográficos para a gestão de áreas degradadas pela mineração.** Florianópolis, 2000. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciencias Agrarias , Universidade Federal do Paraná.
- MACHADO, E. S. Comparação de Aspectos Institucionais na Gestão de Recursos Hídricos em alguns Países Europeus e sua Aplicação para a Gestão da Bacia do Alto Iguaçu - PR. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** vol. 3 n.1, p. 65-73, Jan/Fev/1998.
- MEDEIROS, J. S. de. **GIS para o Meio Ambiente.** Curso C15 GEOBrasil. 103 p. São Paulo - SP. junho/2000.
- MEDEIROS, M. G. L. de. **Caracterização Geral das Bacias Hidrograficas de Blumenau - SC.** Joinvile, 1998. Monografia (Curso de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano e Ambiental) – Universidade da Região de Joinvile.
- MELO, M. P. de. **Cadastro Geoambiental Polivalente.** Informativo COCAR (7), 165-170. Brasília-DF. Setembro/85.
- MENEGUETTE, A. **Introdução ao Geoprocessamento** In [http://www.prudente.unesp.br/dcartog/arlete/hp\\_arlete/courseware/intgeo.htm](http://www.prudente.unesp.br/dcartog/arlete/hp_arlete/courseware/intgeo.htm). [artigo capturado em março de 1999].

- PHILIPS, J. "Os Dez Mandamentos para um Cadastro Moderno de Bens Imobiliários" in 2º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. **Anais**. Florianópolis, 1996.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BLUMENAU. Perfil 1996 (documento didático). Instituto de Planejamento e Pesquisas de Blumenau – IPPUB. Blumenau, 1996.
- RENUNCIO, L. E. **Integração do Cadastro Técnico Multifinalitário a Sistemas de Informações geográficas Visando Implantação de um Reservatório para Abastecimento de Água no Município de Cocal do Sul - Sc**. Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 1995. 203 p.
- ROCHA, C. L. **Gestão de Bacias Hidrográficas – sustentabilidade e qualidade**. Seminário: Perspectivas dos usos da água e da informação hidrológica no século XXI. Brasília In <http://www.uniaberta.ufsc.br/ciencia4.html>. [artigo capturado em abril de 2000].
- RODRIGUES, M.. Introdução ao geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1., São Paulo, 1990. **Anais**. São Paulo, EDUSP, 1990, p.1-26.
- RODRIGUES, P. H. & VILLACA, S. Subsídios para a utilização de geoprocessamento em sistemas municipais de informação. Revista de Administração Municipal. Rio de Janeiro. v.41, n.211, p.51-60, abr./jun. 1994. In: **WWW/TeleIbam**, Rio de Janeiro: IBAM, 1996.
- SANTA CATARINA SDM. **Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina: diagnóstico geral**. 163 p. Florianópolis, 1997.
- SCHNEIDER, V. P. **Análise do sistema tributário quanto à propriedade imobiliária a nível municipal, utilizando dados do cadastro técnico multifinalitário**. Dissertação de Mestrado em Eng Civil, Florianópolis, UFSC. 1993.
- SEIFFERT, N. F. & LOCH, C. Mapeamento Cadastral Rural como Instrumento para Otimização do Uso da Terra. 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. **Anais**. Florianópolis. Tomo I, pg. 52-59. 1994.

- SEIFFERT, N. F. **Uma contribuição ao processo de otimização do uso dos recursos ambientais em microbacias hidrográficas.** Tese de Doutorado, UFSC, Florianópolis, 1996. 253 p.
- SEIFFERT, N. F. & LOCH. Sistema Municipal de Informações Econômico Ambientais como Ferramenta de Suporte ao Cadastro Técnico Multifinalitário. In: IIº Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico **Anais...** Florianópolis, SC, 1996. Tomo III, p.220-228.
- STAR, J. & ESTES, J. **Geographic Information Systems.** New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1990
- STONER, J. A. F. **Administração.** Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil LTDA, 1985.
- TEIXEIRA, A. et al. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica.** Rio Claro: Edição do Autor, 1992.
- VIEIRA, R. **Interpretação Integrada da Paisagem para Identificar a Qualidade Ambiental na Sub-bacia do Ribeirão do Garcia- Blumenau/SC.** Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 1999. 173 p.
- WEBER, E. et al. Estruturação de Sistemas de Informação Ambiental em Bacias Hidrográficas: o caso da Bacia Hidrográfica do Rio Caí - RS. In: IV Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento da América Latina **Anais - CD-ROM.** Curitiba, PR, 1998.
- WOLSKI, M. S. **Contribuição à Cartografia Geotécnica de Grandes Áreas com o Uso de Sistema de Informações geográficas: uma Aplicação à Região do Médio Uruguai (RS).** Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 1997. 93 p.
- XAVIER, F. F. Caracterização Geotécnica do Município de Blumenau: Dados Preliminares. 8º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia. **Anais.** Florianópolis. Volume 2, pg. 561-570. 1996.