

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOMÁTICA**

**OCUPAÇÃO ANTRÓPICA E SÓCIO-AMBIENTAL NA  
ÁREA DE CAPTAÇÃO DO DNOS  
SANTA MARIA-RS.**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Jurandi Zanoti Goldani**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2006**

# **OCUPAÇÃO ANTRÓPICA E SÓCIO-AMBIENTAL NA ÁREA DE CAPTAÇÃO DO DNOS SANTA MARIA- RS.**

**Por**

**Jurandi Zanoti Goldani**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geomática, Área de Concentração: Tecnologia da Geoinformação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Geomática**

**Orientador: Prof. Dr. Roberto Cassol**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2006**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Geomática**

A comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**OCUPAÇÃO ANTRÓPICA E SÓCIO-AMBIENTAL NA  
ÁREA DE CAPTAÇÃO DO RESERVATÓRIO DO DNOS  
SANTA MARIA- RS.**

Elaborada por  
**Jurandi Zanoti Goldani**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Geomática**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Roberto Cassol, Dr. (UFSM)  
(Presidente/Orientador)**

**Waterloo Pereira Filho, Dr. (UFSM)**

**Pedro Roberto de Azambuja Madruga, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 29 de maio de 2006

## **Gritos na mata**

Fogo na terra  
Fumaça no azul  
Lágrimas no chão  
Agonizam no Sul

Desmatam e matam  
Com golpes mortais  
Marcas de morte  
Não florescem trigais

Existem sementes de verde  
Nos sonhos de viver  
Das mãos inocentes  
O futuro irá nascer

Consciência agora !!  
É tempo ainda  
Guarda no coração a mata  
Ou o verde vira cinza

Por essa mata que resta  
Chico Mendes se foi  
Mas há dor na floresta  
E outros virão

O progresso que mata  
Na trilha dos brutos  
Tem garras de deserto  
Sem flores nem frutos...

João Matiuzzi  
Agosto/2005

## **AGRADECIMENTOS**

Ao concluir esta etapa importante de minha vida cultural, quero manifestar meus sinceros agradecimentos a todos quantos me prestaram apoio nesta caminhada.

À Beth, minha esposa, companheira e amiga, pela atenção, amor e carinho compartilhados durante todos esses anos, e aos meus filhos queridos Diogo e Diego. Dedico a vocês esse trabalho, o qual foi realizado no momento, sem dúvida até agora um dos mais importante da minha vida.

Ao Prof. Dr. Roberto Cassol, orientador, meu muito obrigado por suas horas perdidas no meu incentivo.

Agradeço de coração ao Prof. Dr. José Luiz Silvério da Silva, pelo apoio e dedicação, por suas aulas no laboratório, sempre que dúvidas surgiam.

A Profa. Dra. Meri Lourdes Bezzi, que sempre se fez presente em minha vida científica, gostaria de agradecer de forma incansável pela amizade, conselhos, incentivando-me na busca de obter meus objetivos profissionais.

A Universidade Federal de Santa Maria por me proporcionar o horário especial para que pudesse terminar meus estudos.

Aos demais professores e funcionário do Curso de Pós-Graduação em Geomática, pelo ensino, orientação e dedicação aos alunos do programa.

Ao Prof. Dr. Waterloo Pereira Filho e Profa. Vera Miorin do Curso de Pós-Graduação em Geociências pelo apoio e incentivo.

A colega de mestrado Isabel Camponogara, pelo apoio, sugestões, companheirismo e ajudas nos mais diversos momentos em que estivemos juntos, e que propiciaram de certa forma a concretização desta etapa em minha vida.

Amigos do mestrado, Edson A. Alberti e Glenio Antônio da Luz pelo apoio e incentivo nas horas difíceis.

Aos colegas da Imprensa Universitária, que diariamente convivemos em nosso trabalho.

Ao Diretor da Imprensa Universitária, Econ. Argemiro Martins Coelho, pelo incentivo e apoio nas horas difíceis, meu agradecimento especial.

Aos demais Professores e colegas do Curso de Mestrado em Geomática, pelos diversos momentos em que passamos juntos, que de certa forma serão inesquecíveis.

A todos aqueles que acreditaram que mais esta etapa se concretizasse em minha vida, em que propiciaram momentos inesquecíveis no meu crescimento não somente como pesquisador, mas como ser humano.

Meu sincero obrigado.

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Geomática  
Universidade Federal de Santa Maria

### **OCUPAÇÃO ANTRÓPICA E SÓCIO-AMBIENTAL NA ÁREA DE CAPTAÇÃO DO RESERVATÓRIO DO DNOS SANTA MARIA- RS.**

AUTOR: JURANDI ZANOTI GOLDANI

ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO CASSOL

A presente pesquisa tem como objetivo realizar um estudo do impacto ambiental provocado pelo avanço antrópica na vegetação nativa, a fim de identificar áreas de preservação permanente (APP) como encostas de morros, matas ciliares e oferecer subsídios para sua preservação. A intervenção do homem cada vez mais intensa no meio ambiente através dos recursos naturais, em especial florestas, rios e áreas de preservação permanente é uma consequência do progresso tecnológico e do crescimento populacional que se tem verificado ao longo do tempo, num futuro próximo, estes recursos naturais por se tornar cada vez mais importantes para o ser humano além da destruição de nossas florestas, fará com que o tratamento da água tenha um preço elevado demais para muitos. Para melhor entendimento da pesquisa foram elaborados mapas temáticos como: Geomorfológico, Hidrológico, Hipsométrico, Clinográfico, Uso da terra x declividade < 5% e < 47% em dois períodos, 1995 e 2003, com a finalidade conhecer as transformações espaciais e ambientais neste intervalo de tempo e propor soluções de amenizar os impactos ambientais encontrados. Paralelamente através de entrevista foram constatados varias irregularidades como: despejo de lixo nas margens de rios e ao longo de estradas, esgoto despejado a céu aberto e desmatamento, ocupações irregulares formando pequenas favelas. No levantamento sócio econômico foi detectado que 31% do lixo é recolhido duas vezes por semana e 66% somente uma vez por semana. Os que depositam o lixo a céu aberto somam 62% e os que queimam somam 28%. Os esgotos 25% despejam á céu aberto sem nenhum tratamento ou canalizado em direção aos rios, destes entrevistados 45% produzem algum tipo de impacto ambiental. Das moradias da sub-bacia hidrográfica 87% possuem registro de propriedade, 13% são lotes invadidos, todos eles são na encosta do morro do Cechela.

**Palavra-chaves:** Impacto ambiental, Meio ambiente, Bacia hidrográfica, Vacacaí Mirim, Barragem do DNOS e Uso da terra.

## **ABSTRACT**

Dissertation of Master's degree

Program of Master's Degree in Geomatics

Universidade Federal de Santa Maria

### **ANTHROPIC AND PARTNER-ENVIRONMENTAL CAPTATION IN AREA OF THE DNOS SANTA MARIA - RS.**

AUTHOR: JURANDI ZANOTI GOLDANI

ADVISOR: PROF. DR. ROBERTO CASSOL

The present research has as objective accomplishes a study of the environmental impact provoked by the anthropic progress on the native vegetation, in order to identify the permanent preservation areas (PPA) like hillsides of hills, ciliary's forests and offer subsidies for its preservation. The more intense man's intervention in the environment through the natural resources, especially forests, rivers and areas of permanent preservation are a consequence of the technological progress and the population growth that we have been verifying along the time. These natural resources for turning more and more important to the human being besides the destruction of yours forests, will do in a close future, with that the treatment of the water has a high price too much for many. For better understanding of the research, it was elaborated thematic maps as: Geomorfologic, Hydrologic, Hipsometric, Downward slope, Use of the earth x steepness <5% and >47% in two periods, 1995 and 2003, with the purpose to know the space and environmental transformations in this interval of time and to propose solutions of softening the found environmental impacts. Parallel through interview it was verified vary irregularities as: I spill of garbage in the margins of rivers and along highways, sewer spilled to open sky and deforestation, irregular occupations forming small slums. In the rising economical partner it was detected that 31% of the garbage are collected twice a week and 66% only once a week. The ones that deposit the garbage to open sky add 62% and the one that burn add 28%. About the sewers, 25% spill it at open sky without any treatment or channeled towards the rivers, of these interviewees 45% produce some type of environmental impact. Of the homes of the catchment 87% they possess property registration, 13% are invaded lots, and all of them are in the Cechela's hillside.

**Keywords: Environmental impact, environment, Catchment, Vacacaí Mirim, DNOS Dam and Earth use.**

## LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 – Mapa de localização da área em estudo.....	26
FIGURA 02 – Mapa localização dos setores de aplicação da entrevista....	30
FIGURA 03 – Mapa Geomorfológico.....	40
FIGURA 04 – Mapa Hidrológico .....	46
FIGURA 05 – Mapa Geológico .....	48
FIGURA 06 – Depósito de lixo as margens de afluente do rio Vacacaí Mirim .....	52
FIGURA 07 – Lixo depositado junto a um afluente do Rio Vacacaí Mirim..	52
FIGURA 08 – Lixeira comunitária.....	54
FIGURA 09 – Lixo no leito de um afluente do Rio Vacacaí Mirim.....	54
FIGURA 10 – Esgoto sanitário canalizado em direção ao Rio Vacacaí Mirim.....	55
FIGURA 11 – Vista panorâmica da barragem do DNOS .....	58
FIGURA 12 – Vista panorâmica do Bairro do Campestre do Menino Deus.	58
FIGURA 13 – Leste do Morro do Cechela – formação de favela.....	62
FIGURA 14 – Leste do Morro do Cechela – formação de favela .....	62
FIGURA 15 – Mapa Hipsométrico .....	64
FIGURA 16 – Mapa Clinográfico .....	67
FIGURA 17 – Mapa Uso da Terra ano 1995.....	71
FIGURA 18 – Mapa Uso da Terra ano 2003 .....	72
FIGURA 19 – Desmatamento de encosta do morro na subida da estrada do perau .....	74
FIGURA 20 – Desmatamento junto a um afluente do Rio Vacacaí Mirim na parte central da sub-bacia .....	74
FIGURA 21 – Afluente do Rio Vacacaí Mirim sem vegetação ciliar .....	78

FIGURA 22 – Afluente do Rio Vacacaí Mirim com pouca vegetação ciliar.	78
FIGURA 23 – Mapa Uso da Terra 1995 x declividade < 5%.....	80
FIGURA 24 – Mapa Uso da Terra 2003 x declividade < 5%.....	81
FIGURA 25 – Mapa Uso da Terra 1995 x declividade >47% .....	84
FIGURA 26 – Mapa Uso da Terra 2003 x declividade >47% .....	85
FIGURA 27 – Mapa Uso da Terra 2003 x APP - Rede de Drenagem .....	88

## LISTAS DE TABELAS

TABELA 1 – Origem da família .....	52
TABELA 2 – Recolhimento do lixo pela prefeitura .....	53
TABELA 3 – Questão do lixo nos domicílios .....	54
TABELA 4 – Esgoto sanitário .....	55
TABELA 5 – Abastecimento de água .....	56
TABELA 6 – Vocês sabem que existem leis que normatizam a ocupação da área em estudo .....	57
TABELA 7 – Você sabe que a barragem deve ser preservada .....	57
TABELA 8 – Você sabe que a barragem abastece 40% da população de Santa Maria.....	57
TABELA 9 – Você produz algum tipo de impacto ambiental .....	58
TABELA 10 – Energia Elétrica .....	59
TABELA 11 – Grau de escolaridade .....	59
TABELA 12 – Quanto a residência .....	60
TABELA 13 – Áreas de preservação permanente (APP) .....	61
TABELA 14 – Você conhece as áreas de preservação permanente e se são suficientes .....	61
TABELA 15 – Classes hipsométricas .....	65
TABELA 16 – Área da sub-bacia por classe de declividade .....	66
TABELA 17 – Uso e ocupação da terra no período 1995 e 2003.....	70
TABELA 18 – Sobreposição declividade 0-5% x Uso da Terra 1995/2003.	79
TABELA 19 – Sobreposição declividade > 47% x Uso da terra 1995/2003.	83
TABELA 20 – Uso da terra – 2003 x APP - Rede de Drenagem .....	87

## **LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

APP – Área de Preservação Permanente

ART. – Artigo

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DNOS – Departamento Nacional de Obras e Saneamento

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental

ha - hectare

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente.

Km - quilômetro

m - metro

RN – Ruggdeness Number;

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

RS – Rio Grande do Sul.

GIS ou SIG – (Geographical Information Systems) Sistema de  
Informações Geográficas.

UFSM – Universidade Federal de Santa Maria.

## **LISTAS DE ANEXOS**

ANEXO A – Levantamento sócio ambiental na sub-bacia do rio Vacacaí Mirim.....	100
ANEXO B – Projeto Parque da Barragem do Rio Vacacaí Mirim.....	103

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>1 – Problemática e justificativa do trabalho</b> .....	01
<b>1.2 – Objetivos</b> .....	05
1.2.1 – Objetivo geral .....	05
1.2.2 – Objetivos específicos .....	05
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	06
<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	06
<b>2.1 – Impacto ambiental – histórico e conceitos</b> .....	06
<b>2.2 – Bacias hidrográficas</b> .....	12
<b>2.3 – Meio ambiente</b> .....	16
<b>2.4 – Uso da terra</b> .....	18
<b>2.5 – Sistemas de informações geográficas (SIG)</b> .....	21
<b>2.6 – Componentes de um aplicativo (SIG)</b> .....	23
<b>2.7 – Estrutura de dados de um SIG</b> .....	23
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	25
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	25
<b>3.1 – Localização da sub-bacia hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim</b> .	25
<b>3.2 – Procedimentos metodológicos</b> .....	27
3.2.1 – Materiais utilizados .....	27
3.2.2 – Análise sócio-econômico-ambiental .....	28
3.2.3 – Mapa base .....	29
3.2.4 – Mapa hipsométrico .....	31
3.2.5 – Mapa clinográfico .....	32
3.2.6 – Mapa uso da terra .....	34
3.2.7 – Conflitos do mapa de uso da terra x declividade.....	35
3.2.8 – Trabalho de campo .....	35
3.2.9 – Áreas de preservação permanente .....	36

CAPÍTULO 4 .....	38
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	38
<b>4.1 – Caracterização geral</b> .....	39
4.1.1 – Geomorfológicas .....	39
4.1.2 – Climáticas .....	41
4.1.3 – Vegetação .....	43
4.1.4 – Sub-Bacia hidrografia .....	45
4.1.5 – Geológicas .....	47
4.1.6 – Análise Sócio-econômico ambiental .....	50
<b>4.2 – Mapa Hipsométrico</b> .....	63
<b>4.3 – Mapa clinográfico</b> .....	66
<b>4.4 – Mapa uso da terra</b> .....	69
<b>4.5 – Uso da Terra em função das declividades de &lt; 5% e de</b> <b>&gt; 47 % nos anos de 1995 e 2003.</b> .....	78
4.5.1 – Uso da Terra na classe de declividade 0 - 5% .....	79
4.5.2 – Uso da Terra na classe de declividade 47 - 100% .....	82
4.5.3 – Uso da Terra x APP - Rede de Drenagem .....	86
CAPÍTULO 5 .....	90
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	90
CAPÍTULO 6 .....	92
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....	92
<b>ANEXOS</b> .....	99
Anexo A – Levantamento sócio-econômico-ambiental .....	100
Anexo B – Projeto Parque da Barragem do Rio Vacacaí Mirim.....	103

# INTRODUÇÃO

## 1. Problemática e justificativa do Trabalho

O planeta terra levou bilhões de anos para se estabilizar ambientalmente. Nos últimos 100 anos temos alterado essa estabilidade essencial à vida. Isso aconteceu, pela falta de consciência de nossos atos agressivos e posteriormente para satisfazer interesses que não levavam em conta o bem estar do homem.

O Homem vem se apropriando da natureza e de seus recursos, desde os primórdios de sua existência sobre a terra. Ele tem muitas razões para se orgulhar de suas conquistas ao longo de sua história. Entretanto, nos últimos séculos, o homem realizou conquistas em todas as áreas e seu domínio sobre a natureza cresceu significativamente e como consequência de sua atuação nem sempre adequada, inúmeras situações preocupantes surgiram como: fome, violência desagregação social, doenças, poluição, entre outras, nos conduzindo a reflexões sobre a vida no planeta.

Com o aumento da população mundial e o uso cada vez maior dos recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos, acrescidos dos efeitos da expansão urbana, geram sérios problemas quanto a qualidade da água a ser consumida pela população como também assiste-se a degradação ambiental.

Valente (1974) afirma que o aumento da população mundial, bem como o desequilíbrio biológico decorrente desta própria expansão populacional já está trazendo sérias preocupações sobre o fornecimento de águas às gerações futuras, quer em quantidade, quer em qualidade.

Porém, Tucci (1993), lembra que a ação do homem, no planejamento e desenvolvimento da ocupação do espaço terra, requer, cada vez mais, uma visão ampla sobre as necessidades da população, os recursos terrestres e aquáticos disponíveis e o conhecimento sobre o comportamento dos processos naturais nas

bacias hidrográficas, para racionalmente compatibilizar necessidades crescentes com recursos limitados

As problemáticas ambientais vêm suscitando diferentes atitudes pelo homem e são manifestadas concretamente através da eclosão de movimentos de desaprovação à planos políticos, que não levam em consideração o consumismo destrutivo e desumano causado pela sociedade industrial. Na década de 70, estes movimentos expandem-se e consolidam-se na chamada “maré verde”, a qual introduz institucionalmente a dimensão ambiental na discussão política em nível local, regional e nacional.

Neste contexto, da expansão dos movimentos, a educação ambiental posicionou-se dentro das estatais, nas organizações multilaterais (OEA, ONU) e na sociedade civil, como um todo. Além destes órgãos as organizações não governamentais tiveram papel relevante buscando conscientizar a humanidade sobre a problemática ambiental tanto em nível local como mundial e nas diferentes dimensões da realidade social, uma vez que esta problemática transita por todas as classes e níveis sociais.

Outro momento importante para a questão ambiental foi a ECO/92, que aconteceu no Brasil, na qual teve-se oportunidade de se discutir aspectos ambientais relevantes para o planeta terra. Após as discussões, as sugestões foram transformadas em documentos. Estes definem as questões relacionadas ao desenvolvimento sustentável, onde a proteção do meio ambiente deve-se constituir em um elemento integrante do processo de desenvolvimento, não devendo ser portanto, considerada de forma isolada.

A ECO/92 constatou que a “urbanização da Humanidade” é uma das principais causas de “danos ao planeta”, entretanto para reverter esta situação foram apontadas várias recomendações a respeito dos impactos que o crescimento populacional vem acarretando. Apesar dos alertas e subsídios propostos, poucas são as medidas que foram concretizadas até hoje, para a resolução de problemas urbanos e, conseqüentemente ambientais.

Ressalta-se também que o rápido crescimento populacional, a expansão agrícola e industrial, a urbanização acelerada trazem, como conseqüência, uma maior utilização dos recursos naturais, introduzindo-lhes modificações e influências. Tais fatos conduzem muitas vezes a uma deterioração ambiental, que torna menos adequada e até impróprias o seu uso. Outro fator importante a ser destacado é que

a quantidade e a qualidade da água disponível para abastecimento público atua com um fator determinante no processo de desenvolvimento econômico e social de uma cidade, devendo portanto ser preservado e racionalmente utilizado.

Há que se considerar também que em função dos problemas ambientais resultantes da sobrevivência humana, a ocupação territorial desorganizada, em áreas consideradas de risco e de preservação permanente, leva com que se intensifiquem estudos ligados às questões ambientais, envolvendo a análise dos impactos ambientais provocados pelo homem no meio ambiente.

Neste sentido, estudo de impactos ambientais estão sendo valorizados, pois cada vez mais se torna necessário, um planejamento econômico e ambiental que apontem, destacam a racionalidade espacial.

Sabe-se que as conseqüências dos impactos ambientais se inter-relacionam. Assim, pode-se afirmar que os recursos hídricos é uma das conseqüências que mais atingem os seres vivos uma vez que seu efeito final tem repercussão em cada ação desenvolvida pelo homem.

Por outro lado, as intervenções humanas devem ser planejadas, levando em consideração a fragilidade de cada ambiente natural. O uso racional dos ambientes naturais, juntamente com a conscientização da população, proporcionará ecossistemas saudáveis e ambientes com vidas.

Para se estudar os impactos ambientais com mais precisão e objetividade e ciência recorre-se, na atualidade, com o uso de técnicas de Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informações Geográficas (SIG) as quais se constituem em instrumentos indispensáveis para um diagnóstico rápido e atualizado dos principais usos e ocupações da terra. Tais técnicas tem sido muito utilizadas em áreas das ciências da terra, para auxiliar na interpretação de imagens sub-orbitais e orbitais para estudos relacionados ao uso da terra, também se avaliando as diversas formas de ocupação da superfície da terra, permitindo cálculo de áreas, análises da vegetação, e do impacto ambiental. Desta forma, essas técnicas fornecem informações atuais para administrar satisfatoriamente o planeta como formador, monitorar áreas de risco, avaliando seu equilíbrio, avanço e/ou redução.

Procurando contribuir com os estudos desta natureza, o presente trabalho avalia o impacto ambiental resultante dos processos antrópicos utilizando as tecnologias espacial modernas, representada pelos satélites de observação da terra ou de Sensoriamento Remoto, com o auxílio das Cartas Topográficas, e, juntamente

com computadores que são instrumentos eficazes no desenvolvimento desta problemática.

Desta forma, o recorte espacial selecionado para este estudo levou-se em consideração as nascentes do rio Vacacaí Mirim, o qual possui grande importância para o município de Santa Maria. Através de seu reservatório (DNOS), ele contribui com 40% para o abastecimento público da cidade de Santa Maria, sendo também utilizada na agropecuária, na lavoura de arroz através da irrigação e é utilizada como meio de recreação em esportes náuticos. O reservatório ora mencionado é motivo de preocupação crescente, no que diz respeito à quantidade e qualidade da água e o seu processo de assoreamento que se faz presente de forma significativa.

Com a mesma preocupação, Dill (2002) conclui em seus estudos que “A utilização imprópria das áreas, ao entorno da sub-bacia hidrográfica e barragem do DNOS, o desflorestamento desordenado, as queimadas, o plantio no sentido da declividade do terreno, a falta do hábito de rotação de cultura, são graves problemas que atingem boa parte da bacia hidrográfica e deverão ser resolvidas”.

Este trabalho procura subsidiar e contribuir os setores públicos como: Prefeituras Municipais de Santa Maria e Itaará, em suas Secretarias do Meio Ambiente, IBAMA, FEPAM, CORSAN e entidades comunitárias envolvidas na preservação desta área, através de projetos sociais e econômicos que envolvam as pessoas que vivem na sub-bacia hidrográfica do rio Vacacaí Mirim e entorno da Barragem do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS).

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo geral

Verificar o impacto ambiental resultante da ação antrópica e sócio ambiental em áreas de preservação ambiental na Sub-Bacia Hidrográfica do rio Vacacaí Mirim e Barragem do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) nos municípios de Santa Maria e Itaára, conforme Código Florestal Brasileiro.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar a sub-bacia hidrográfica do rio Vacacaí Mirim em relação aos aspectos físicos;

- Verificar as áreas de impacto ambiental mais significativas, através de entrevista sócio ambiental, buscando subsídios para preservar os mananciais, utilizados para o abastecimento de água de Santa Maria;

- analisar as áreas de preservação em função da declividade versus uso da terra, nos anos de 1995 e 2003.

- Identificar a ação antrópica sobre a vegetação ciliar no ano de 2003;

## CAPÍTULO 2

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1. Impacto ambiental – histórico e conceitos

A natureza precisou bilhões de anos para evoluir e manter um equilíbrio natural, proporcionando a sobrevivência dos seres vivos. O homem não tem usado sua habilidade para manejar a terra com toda sabedoria e precaução necessárias. A consequência tem sido a degradação do meio ambiente, erosão do solo, falta de escoamento da água, ou inundações mais freqüentes, perda do “habitat” natural, desperdício dos recursos florestais, poluição da água e do ar, destruição da beleza da paisagem são evidentes em muitas partes do mundo. Estes são os resultados das faltas de aptidões e de compreensão humana sobre como usar apropriadamente a terra e seus recursos (Instituto Ambiental Vidágua, 1996).

Após a Segunda Guerra Mundial, principalmente a partir da década de 60, intensificou-se a percepção de que a humanidade pode caminhar aceleradamente para o esgotamento ou a inviabilização de recursos indispensáveis à sua própria sobrevivência. E, assim sendo, é preciso que algo seja feito para alterar as formas de ocupação do planeta estabelecidas pela cultura dominante. Esse tipo de constatação gerou o movimento de defesa do meio ambiente que luta para diminuir o acelerado ritmo de destruição dos recursos naturais ainda preservados e que busca alternativas que conciliem, na prática, a conservação da natureza com a qualidade de vida das populações que dependem dessa natureza (Instituto Ambiental Vidágua 1996).

Feldmann & Bernardo (1997) afirmam que: “a política ambiental isolada e desprestigiada permanece, prova chocante de que a sustentabilidade é, realmente, apenas um discurso, e de que o Estado é incapaz de integrar questões setoriais num universo único de políticas públicas”.

Nas décadas de 50 e 60, impulsionado pelos avanços tecnológicos, o homem passou a produzir mudanças significativas no espaço natural nos países desenvolvidos e posteriormente nos países subdesenvolvidos. Nas décadas seguintes verificaram-se os aspectos negativos no meio ambiente, ocasionado pela exploração irracional dos recursos naturais. Neste contexto, começa a ser estruturada, dentro das universidades, uma linha de pesquisa voltada para a identificação, análise e controle dos problemas ambientais em seus mais diversos aspectos, conhecido como planejamento ambiental que, segundo Cendrero, apud Botelho (1999). “(...) considera o planejamento ambiental ou territorial como uma atividade intelectual por meio da qual se analisam os fatores físico-naturais, econômicos, sociológicos e políticos de uma zona (um país, uma região, uma província, um município, etc.) e se estabelecem formas de uso do território e de seus recursos na área considerada”.

Ao analisar impacto ambiental provocado no meio ambiente define-se como: Grisi (2000), define Impacto Ambiental como uma ação induzida pelo homem e seu efeito sobre os ecossistemas, ou ainda seu efeito e significância para a sociedade humana.

Segundo a Academia de Ciência do Estado de São Paulo (1987), Impacto ambiental é toda ação ou antrópica, que produz alterações bruscas em todo o meio ambiente ou apenas em alguns de seus componentes.

A avaliação de impacto ambiental é um instrumento preditivo que busca o conhecimento prévio dos efeitos sobre o meio ambiente, e das ações necessárias às implementações de grandes projetos desenvolvimentistas. Resolução CONAMA 001/86 apud Cavalcanti, (1988). Numa análise de impactos, evidentemente, o primeiro aspecto que se avalia é se o mesmo é negativo (adverso), pois são os impactos negativos, as possibilidades e os custos de sua mitigação que, deverão levados em conta na discussão da viabilidade ambiental de um empreendimento (Ab' Saber & Plantenberg, 1998).

Dessa maneira, prever impactos e um ato de tomada de precauções para garantir a harmonia e compatibilizar funções no interior do espaço total futuro. É, pôr extensão, um ato de bom senso, em que se procura harmonizar o desenvolvimento com uma correta postura de proteção ambiental e ecológica.

É de fundamental importância num estudo de impacto ambiental, a incorporação de um conjunto de critérios básicos no que concerne ao método de avaliação, que Cunha (1999) relaciona da seguinte forma:

- a) Integração dos aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos;
- b) Inclusão do fator tempo;
- c) Utilização de indicadores que facilitem a tarefa de prospecção e setorização do território;
- d) Um mecanismo que permita somar os impactos parciais para se obter o impacto total sobre o local;
- e) Capacidade de extrapolar e arquivamento de dados para aplicação em outras áreas a serem estudadas;
- f) Aplicação em diferentes escalas e
- g) Participação pública nas tomadas de decisões.

“O custo humano expresso em pobreza, sofrimento, enfermidades e mortes evitáveis é o preço real da deterioração ambiental e a melhor justificativa para a proteção ambiental”.

Segundo Gabeira (2003), cerca de 40% das mortes no mundo podem ser atribuídas a fatores ambientais, como, por exemplo, às vítimas da poluição da água e do ar, falta de higiene, da deterioração do solo e de produtos químicos entre outros, sendo que a poluição do ar afeta a saúde de 5 bilhões sobre o total de 6 bilhões de habitantes do planeta.

A Resolução CONAMA 001/86 Art. 1º e Moreira (2002). Define o conceito de impacto ambiental como sendo qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada pôr qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam:

- I. A saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II. Às atividades sociais e econômicas;
- III. A biota;
- IV. As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V. A qualidade dos recursos ambientais.

Segundo a Deliberação CECA nº. 1078 de 25 de junho de 1987 (RJ) e citado pôr Tommasi (1993) e Rocha (2002), são os seguintes os tipos de impactos ambientais:

1. **Impacto positivo ou benéfico** - quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental (p. ex. deslocamento de uma população residente em palafitas para uma nova área adequadamente localizada e urbanizada).
2. **Impacto negativo ou adverso** - quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental (p. ex. lançamento de esgotos não tratados num lago);
3. **Impacto direto** - fenômeno resultante de uma simples relação de causa e efeito (p. ex. perda de diversidade biológica pela derrubada de uma floresta);
4. **Impacto indireto** - resultante de uma reação secundária em relação à ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações (p. ex. formação de chuvas ácidas);
5. **Impacto local** - quando a ação afeta apenas o próprio sítio e suas imediações (p. ex. mineração);
6. **Impacto regional** - quando o impacto se faz sentir além das imediações do sítio onde se dá a ação (p. ex. abertura de uma rodovia);
7. **Impacto estratégico** - quando o componente ambiental afetado tem relevante interesse coletivo ou nacional (p. ex. implantação de projetos de irrigação em áreas como o nordeste brasileiro, flageladas pela seca);
8. **Impacto imediato** - quando o efeito surge no instante em que se dá a ação (p. ex. mortandade de peixes devido ao lançamento de produtos tóxicos);
9. **Impacto a médio ou longo prazo** - quando o impacto se manifesta certo tempo após a ação (p. ex. bioacumulação de contaminantes na cadeia alimentar);
10. **Impacto temporário** - ocorre quando seus efeitos têm duração determinada (p. ex. efeitos de um derrame de petróleo sobre um costão rochoso exposto e bem batido pelas ondas);
11. **Impacto permanente** - quando, uma vez executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar num horizonte temporal conhecido (p. ex. a derrubada de um manguezal);
12. **Impacto cíclico** - quando o efeito se manifesta em intervalos de tempo determinado (p. ex. anoxia devido à estratificação da coluna d'água no

verão e reaeração devido a misturação vertical no inverno, num corpo hídrico costeiro que recebe esgotos municipais);

13. **Impacto reversível** - quando o fator ou parâmetro ambiental afetado cessado a ação, retorna às suas condições originais (p. ex. poluição do ar pela queimada de pneus).

A avaliação de Impacto ambiental pode ser definida como estudos realizados para identificar, predizer e interpretar, assim como para prevenir, as conseqüências ou efeitos ambientais que determinadas ações, planos, programas ou projetos podem causar à saúde e ao bem estar humano e ao entorno.

Segundo Gianini (1997), considera quanto ao aspecto ambiental, que o capitalismo tem uma relação dissociada com os recursos naturais. Na verdade o modo de produção capitalista vê os recursos naturais também como fonte de lucro. Representam matéria-prima, insumos, espaços, produtos, fontes energéticas úteis porque uma vez exploradas dão lucro. Água, solo, ar, fauna, flora são produtos em potencial a serem veiculados no mercado. A conseqüência, evidente, é pouco respeito pelo meio ambiente e sua conseqüente deterioração acelerada.

Hanan & Batalha (1999), considera que a educação ambiental, através dos diversos meios de comunicação, é também um modo de esclarecer a comunidade sobre como superar o descaso com a questão ambiental e evitar impactos ambientais adversos em suas atividades produtivas.

O interesse pela problemática ambiental e, em particular, pela conservação dos ecossistemas e melhoria da qualidade de vida, constitui, atualmente, uma preocupação em todas as nações, que conscientizadas da importância da gestão ambiental, vem procurando introduzir variáveis ambientais nos seus projetos e planos, nas áreas em processo de ocupação e nas intensamente ocupadas.

O Código Florestal Brasileiro instituído pela Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965, estabelece limites a serem respeitados quando da utilização de áreas próximas a recursos hídricos, em seu Artigo 2º, determina que: consideram-se áreas de preservação permanente, pelos efeitos desta lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- a) ao longo dos rios ou qualquer curso d'água desde o seu nível mais baixo em sua faixa marginal, cuja largura mínima seja de:
  - 1- de 30 m para os cursos d'água com menos de 10 m de largura;
  - 2- de 50 m para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 m de largura;

- 3- de 100 m para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 m de largura;
- 4- de 200 m para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 m de largura;
- 5- de 500 m para cursos d'água, com largura superior a 600 m.
- b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água, naturais ou artificiais;
- c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d'água, qualquer que seja a situação topográfica, num raio mínimo de 50 m de largura;
- d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
- e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

Art. 3º. – Consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

- a) a atender a erosão das terras;
- b) ...
- c) a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
- d) ...
- e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;
- f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;
- g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;
- h) a assegurar condições de bem-estar público;

Segundo Moreira (2002), “a problemática ambiental é inseparável da problemática social, concebendo-se o meio ambiente como um sistema integral que engloba elementos físicos, bióticos, sociais e econômicos”. Assim sendo, a apreensão de uma dada questão ambiental dar-se-á apenas quando recuperadas as dinâmicas dos processos sociais e ecológicos, atribuindo igual ênfase à história da sociedade e da natureza.

Instituto Ambiental Vidágua (1996) comenta que a degradação ambiental consiste em alterações e desequilíbrios provocados no meio ambiente que prejudicam os seres vivos ou impedem os processos vitais ali existentes antes dessas alterações. Embora possa ser causado pôr efeitos naturais, a forma de degradação que mais preocupa governos e sociedades é aquela causada pela ação antrópica. A atividade humana gera impactos ambientais que repercutem nos meios físico-biológicos e sócio-econômicos, afetando os recursos naturais e a saúde

humana, podendo causar desequilíbrio ambientais no ar, nas águas, no solo e no meio sócio cultural. Algumas das formas mais conhecidas de degradação ambiental são: a desestruturação física (erosão, no caso de solos), a poluição e a contaminação.

A questão ambiental vem ganhando importância nos últimos tempos. A ecologia, estudo das relações de interdependência entre os organismos que constituem a natureza viva, tem sido mais freqüentemente discutida tanto pelos meios de comunicação quanto pela população. Entretanto, assim como em outras áreas do conhecimento humano que se popularizaram rapidamente, como a psicologia, alguns termos tem sido utilizados de forma inexata em relação a sua definição científica.

Neste pensamento, após definir impacto ambiental, analisaremos conceitos e definições de como uma bacia hidrográfica e sua importância no contexto social.

## **2.2 - Bacias Hidrográficas:**

A legislação disponibiliza um conjunto de instrumentos jurídico-político-administrativos, com a abertura de espaços para a participação direta da sociedade por meio dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

A bacia hidrográfica foi determinada como unidade territorial para planejamentos na Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Governo Federal (2001).

No Rio Grande do Sul, a Constituição Estadual (1989) em seu artigo 171 e a Lei 10.350/94, estabelece a gestão das águas do seu domínio, expressa em 4 grandes princípios:

- gestão das águas através de um Sistema Estadual de Recursos Hídricos (e não através de um órgão específico e centralizado);
- adoção da bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e intervenção;
- estabelecimento da outorga e tarifação dos recursos hídricos (cobrança pela retirada e despejo de efluentes);
- reversão, para a respectiva bacia de arrecadação, da receita, devendo os recursos financeiros ser aplicados na própria gestão das águas da bacia.

Ross (1998) O uso da bacia hidrográfica como unidade experimental onde os processos de erosão e, ou conservação pode ser visto de forma não isolada, mas fazendo parte de um sistema, tem demonstrado ser um enfoque adequado ao desenvolvimento dessa unidade comunitária “bacia hidrográfica”, tanto no aspecto social quanto no econômico.

Rocha (1997) comenta que a destruição do meio ambiente, através do mau uso da agricultura e pecuária causa deterioração física, sócio-econômica e ambiental nas bacias hidrográficas do Brasil. A natureza sempre responde com erosões, secas, enchentes, doenças e a miséria generalizada.

A conservação ambiental em áreas de desenvolvimento agropecuária, tomando como referência às sub-bacias hidrográficas, pressupõe a integração de esforços, na solução de problemas comuns das comunidades envolvidas, visando a ocupação e o uso racional do espaço rural. A sub-bacia constitui a célula de um programa integrado, cujas ações devem contemplar interesses e necessidades das comunidades nela inseridas, em termos de melhoria da produtividade, da renda e do bem-estar, ao lado da imprescindível conservação do meio ambiente e da preservação dos recursos naturais não renováveis (Flores & Nascimento 1994).

Segundo Botelho (1999), considera a expressão “Planejamento de Bacias Hidrográficas”, engloba todos os tratamentos que venham a sofrer os recursos naturais de bacias hidrográficas, visando assegurar o máximo suprimento de água em qualidade e quantidade, dentro de princípios técnicos e econômicos.

O conhecimento das características do meio físico é fundamental para o entendimento dos fenômenos naturais, que podem ser deflagrados, induzidos ou acelerados pela intervenção humana, sendo que nesse contexto a utilização de planejamento em Bacias Hidrográficas como estudo de unidades, ganha importância uma vez que segundo Guerra & Cunha (1998) estas “integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas”, servindo como referência para ações de Planejamento e Gestão Ambiental e como campo preferencial para estudos, diagnósticos e análises ambientais, nos permitindo a compreensão da dinâmica do espaço geográfico e o gerenciamento harmônico do ambiente.

A bacia hidrográfica regulada exclusivamente pelo ciclo hidrológico demonstra a manifestação das águas, como veículo e solvente. Quando a bacia hidrográfica se torna palco da ocupação humana, a complexidade aumenta pelas relações

intrínseca à bacia e, na sua dependência aos fatores externos. Na legislação ambiental brasileira, um marco importante é a criação da lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981 que institui o CONAMA como órgão superior, que fiscaliza e formular diretrizes para o planejamento ambiental tratam dos estudos e relatórios de impacto ambiental (EIA e RIMA). Ela define como área de influência, para qualquer projeto, o meio natural a bacia hidrográfica. Entretanto, estabelecer a priori que o limite físico definitivo de análise é a bacia hidrográfica, pode tornar-se inadequado, principalmente quando tal unidade territorial é entendida como uma “caixa preta”, onde fenômenos e interações são interpretados, considerando-se somente as informações de entrada e saída, face ao objeto de estudo em questão.

O estudo em sub-bacia hidrográfica revela-se de importante ordem, pois visa manter o equilíbrio do ecossistema local, sem deixar de usufruir os recursos naturais, capacitando a auto-sustentação que natureza possui. Sabe-se que “os fluxos d’água são de importância fundamental ao entendimento dos processos geomorfológicos que transformam o relevo nas indiferentes condições climáticas e geológicas” (Coelho, 1999). Portanto, os fluxos d’água têm associativa relação no planejamento ambiental, pois estes compõem importante papel nas alterações da composição do meio ambiente.

A sub-bacia hidrográfica, assim como todo o ecossistema, pode ser bem vista integrando uns sistemas abertos de entrada e saída, que influenciam no seu meio natural, além de agir no ambiente antropofizado, que é de sumo valor para o homem, pois este depende dele para retirar recursos.

O planejamento de sub-bacias serve para garantir a preservação ambiental e com isto garantir melhores condições de vida. O levantamento dos dados, em sub-bacias, são ferramentas para que planejadores, juntamente com órgãos públicos, possam agir adequadamente, pois revelam a situação da unidade abordada de forma rápida e, com alto grau de precisão.

Ao comentar bacias hidrográficas define-se conceitualmente segundo:

Rocha (1999), a bacia hidrográfica é uma área que drena as águas de chuvas pôr ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente convergindo para uma única saída e deságüe diretamente no mar ou em um grande lago. As bacias hidrográficas não têm dimensões superficiais definidas.

Segundo Guerra (1998), diz que “o conceito de sub-bacia está fortemente relacionado aos projetos de planejamento e conservação ambiental e que o arranjo

da rede de drenagem é o reflexo de um conjunto de variáveis físicas como o clima, o relevo, os solos, o substrato rochoso e a vegetação”.

De acordo com o Dicionário Geológico-Geomorfológico (1978), bacia hidrográfica é o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. Também a noção de bacia hidrográfica, obriga naturalmente a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores de água, cursos de água principal, afluentes, subafluentes, etc.

Para Tucci (1993), a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água precipitada que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exustório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exustório.

Ainda segundo Tucci (1993), a bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exustório, considerando-se como perda intermediária os volumes evaporados e os transpirados e também os infiltrados profundamente.

EPA (1996) comenta que a bacia hidrográfica constitui uma unidade hidrológica natural, ela representa a unidade mais lógica para o planejamento dos recursos hídricos, já que permite que o foco das atenções se concentre nestes recursos, e se tenha uma visão de conjunto dos problemas que o afetam. O conceito de bacia hidrográfica pode ajudar a colocar em perspectiva muitos dos problemas e conflitos ambientais cuja resolução necessita de uma abordagem integrada, como pôr exemplo a poluição da água, os problemas de assoreamento dos rios, a perda da capacidade produtiva dos solos, a poluição orgânica que resulta das atividades humanas, a deterioração da fauna e flora, as erosões, etc...

Um projeto de planejamento integrado de bacias hidrográficas como unidade experimental onde os processos de erosão e, ou conservações podem ser vistas de forma não isolada, mas fazendo parte de um sistema, tem demonstrado ser um enfoque adequado ao desenvolvimento dessa unidade comunitária “bacia hidrográfica”, tanto no aspeto social quanto no econômico.

Segundo Tucci (1993), o planejamento da ocupação da bacia hidrográfica é uma necessidade numa sociedade com usos crescentes da água, a qual tende a ocupar espaços com riscos de inundação, além de danificar o seu meio. A tendência

atual envolve desenvolvimento sustentado de bacias hidrográficas, que implica no aproveitamento racional dos recursos, com o mínimo dano ao ambiente.

Ainda Tucci (1993), lembra que a ação do homem, no planejamento e desenvolvimento da ocupação do espaço Terra, requer cada vez mais uma visão ampla sobre as necessidades da população, os recursos terrestres e aquáticos disponíveis e o conhecimento sobre o comportamento dos processos naturais na bacia hidrográfica, para racionalmente compatibilizar necessidades crescentes com recursos limitados.

Nas últimas décadas, principalmente a partir da década de 60, intensificou-se a percepção de que a humanidade está caminhando rapidamente para o esgotamento ou a inviabilização de recursos indispensáveis à sua sobrevivência. “Essa constatação gerou o movimento de defesa do meio ambiente que luta para diminuir o acelerado ritmo de destruição dos recursos naturais ainda preservados e que busca alternativas que conciliem, na prática, a conservação da natureza com a qualidade de vida das populações que dependem dessa natureza” (Instituto Ambiental Vidágua 1996).

### **2.3 - Meio Ambiente**

O progresso que tanto fascina o homem, hoje começa a apavorá-lo, e muitos problemas do meio ambiente deixam de ser preocupação só de “ecologistas” e passam a serem preocupações também dos meios políticos, econômicos e científicos, constituindo-se inclusive em pauta de “Reuniões Ministeriais”, de “Encontros de Países Ricos e Pobres” e de “Conferências Científicas” (Governo do Estado do RS, 1994).

No Brasil, a Constituição Federal de 1988. Brasil (1988, p.33), em seu capítulo VI, Do Meio Ambiente, Art. 225, estabelece que: “Todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

No mesmo Artigo, em seu parágrafo 1º, estabelece que: “Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público”:

- I- Preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e promover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

- II- ...
- III- ...
- IV- exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;
- V- controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, método e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;
- VI- promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para preservação do meio ambiente.
- VII- ...

Os conceitos sobre meio ambiente demonstram, que este é um jogo de interações entre os elementos abióticos, os elementos bióticos e as práticas sociais produtivas do homem, que tem uma ligação direta com a cultura e as classes social e econômica de cada indivíduo.

No Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa (1992), encontra o significado para a palavra Meio Ambiente, como sendo, “o conjunto de condições naturais e de influências que atuam sobre os organismos vivos e os seres humanos”.

De acordo com Art (2001), o meio ambiente seria “soma total das condições externas circundantes no interior das quais um organismo, uma condição, uma comunidade ou um objetivo existe. O meio ambiente não é um termo exclusivo, os organismos podem ser parte do ambiente de outro organismo”.

Grisi (2000), define meio ambiente como uma “reunião do ambiente físico e seus componentes bióticos”. Para ele, “a expressão meio ambiente é considerada pôr alguns autores como dúbia e pleonástica e como tal, inclui dimensões muito amplas com conotações econômicas, sócios culturais e de segurança, inerentes ao ambiente humano”.

Alguns autores consideram que o meio ambiente seja uma sinonímia da palavra natureza. Para Guimarães (1995), “o que se chama de natureza ou meio ambiente é um conjunto de elementos vivos e não vivos que constituem o planeta Terra. Todos esse elementos relacionam-se influenciando e sofrendo influência entre si, em um equilíbrio dinâmico”.

De acordo com os PCNs (1998), “o termo “meio ambiente” tem sido utilizado para indicar um “espaço” (com seus componentes bióticos e abióticos e suas interações) em que um ser vive e se desenvolve, trocando energia e interagindo com ele sendo transformado e transformando-o”. Segundo o mesmo texto dos PCNs o conceito de “meio ambiente” ainda vem sendo construído e, pôr isso, este é definido de modo diferente pôr especialistas de diferentes ciências.

Para Reigota (1999), há uma falta de consenso sobre como é considerado o termo meio ambiente. Segundo ele “há uma representação muito poderosa que considera meio ambiente como sinônimo de natureza, mas essa representação não é única, existindo representações diferentes”.

Leff (2001), a “concepção de meio como um sistema de relações entre organismos e entre estes e seu entorno precedeu o conceito de ecossistema, objeto da ecologia. Pôr sua vez, a noção de meio tem estado associada com as análises sistêmicas aplicadas ao estudo das inter-relações de um conjunto de objetos, variáveis, fatores e processos. Contudo o meio não constitui propriamente o objeto de nenhuma ciência, nem é o campo e articulação das ciências centrados em seus objetos de conhecimento, organizadores de processos materiais específicos. Pôr isso os pretendidos ciências ambientais são inexistentes”.

Segundo Medina & Santos (2000), um ambiente pode ser concebido como paisagem ou como um sistema dinâmico de relações entre espécies, que definem formas de equilíbrio ou desequilíbrio ecológico.

“Contudo, o ambiente é também uma unidade que precisa ser compreendida inteira, e é através de um conhecimento interdisciplinar que poderemos assimilar plenamente o equilíbrio dinâmico do ambiente” (Guimarães 1995).

## **2.4 – Uso da Terra**

O uso da terra consiste na forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. A atualização do uso da terra e a sua distribuição espacial são essenciais para o manejo eficiente dos recursos agrícolas e florestais, para que suas tendências possam ser bem analisadas. Os levantamentos de uso da terra são de grande importância, uma vez que o uso desordenado dos espaços resulta em deterioração no ambiente. (Inpe 1980).

Através de levantamentos da forma como o homem faz o uso da terra é possível compreender como o espaço está sendo ocupado e conhecer possíveis causas de deterioração causada ao ambiente pelo uso inadequado das terras e de seus recursos.

Dentre as conseqüências causadas pelo mau uso do solo podemos destacar algumas como: erosões, perda de solo agrícola, assoreamento de cursos d'água, inundações e deslizamentos.

Os levantamentos do uso do solo são de fundamental importância, pois os efeitos de seu uso desordenado e nem sempre adequado em determinados locais pode causar perturbações sérias ao meio ambiente.

O mau uso do solo em determinada bacia hidrográfica pode causar problemas sérios ao meio ambiente como a aceleração de processos erosivos que podem causar o assoreamento de cursos d'água e também de reservatórios.

Para evitar que o uso desordenado dos espaços cause deterioração no ambiente, Souza Cruz (1998), recomenda que o uso do solo obedeça a alguns critérios como:

- a) **Topos de morros ou encostas:** Nestas áreas deve-se manter a cobertura florestal original, pois as mesmas são completamente inadequadas para o uso agro-pastoril. Sem a cobertura vegetal estas áreas ficam sujeitas a processos erosivos, que determinam um impacto bastante severo no ambiente;
- b) **Áreas de meia encosta:** Em função de apresentarem ainda declividade relativamente acentuada, a fragilidade destes terrenos é grande, devendo seu uso ser bastante criterioso. Quando estas áreas já foram desmatadas, o mais adequado é que sejam destinadas para o reflorestamento. O perigo maior são as áreas sem cobertura vegetal, que ficam muito expostas à erosão, inclusive porque poderão comprometer as partes que estão mais abaixo;
- c) **Encostas com meia declividade:** Nestas áreas mais próximas à porção plana o terreno, já é possível se fazer uma utilização mais diversificada. No entanto, a inclinação do terreno ainda determina cuidados com relação à erosão, evitando culturas anuais. O uso destas áreas é indicado para a formação de pastagens ou pomares de frutíferas. A localização de estradas deve ser feita corretamente buscando-se minimizar os prejuízos decorrentes das enxurradas;

- d) **Encostas suaves:** Estes solos podem ser utilizados para culturas anuais, mas necessitam sempre de práticas de conservação do solo e de contenção da erosão;
- e) **Áreas planas:** Em geral, são áreas com solos muito profundos e férteis. Associadas a topografia plana, tornam-se preferenciais para as culturas anuais, pois condicionam uma alta produtividade. Mesmo nestas áreas o produtor deve utilizar práticas de conservação e melhoramento de solos;
- f) **Margens de cursos d'água:** A água é um recurso valioso indispensável, portanto, deve-se ter o máximo de cuidado com sua preservação. A estratégia mais adequada para a conservação dos recursos hídricos é a manutenção de florestas nos topos de morros, encostas e a utilização de todas as práticas que evitem o escoamento superficial e aumentem a infiltração no solo. Para complementar, deve-se manter a floresta nas margens dos cursos d'água, pois desta maneira preserva-se seus limites, evita-se o assoreamento e minimizam-se os riscos de contaminação, além de contribuir para a manutenção da fauna silvestre.

A ação antrópica pode causar a degradação ambiental, afetando os recursos naturais e a saúde humana provocando desequilíbrios ambientais no ar, nas águas, no solo e como consequência a desestruturação física (erosão), a poluição e a contaminação.

Informações sobre o uso do solo são muito importantes para que se avalie com frequência se está ocorrendo um manejo eficiente dos recursos agrícolas e florestais de uma bacia hidrográfica.

Um importante parâmetro para se determinar o uso do solo de forma mais adequada é a determinação do coeficiente de rugosidade.

De acordo com Pereira Filho (1986) apud Dill (2002, p.19), coeficiente de rugosidade (RN-Ruggdeness Number) é um parâmetro que direciona o uso potencial da terra com relação a suas características para agricultura, pecuária ou reflorestamento.

O coeficiente de rugosidade é também um dado muito importante para vazão superficial de um terreno, quanto maior o seu valor, mais propício está o terreno à erosão

O conhecimento do coeficiente de rugosidade é muito importante para que se possa promover um diagnóstico físico-conservacionista de uma bacia hidrográfica,

assim como o uso de uma metodologia adequada para o diagnóstico da situação real dos recursos naturais, passa a ser um instrumento necessário para a preservação e gerenciamento destes recursos.

A partir do momento que o homem passou a utilizar o solo intensamente, visando não somente as suas necessidades pessoais de alimentação, mas também como uma fonte de renda, tem ocasionado consequência danosa nas propriedades físicas e químicas do solo, provocando uma quebra do equilíbrio natural entre a terra e as plantas.

## **2.5 - Sistema de Informações Geográficas (SIG)**

No mundo atual, tem-se a necessidade de tomadas de decisões rápidas e precisas em um curto prazo, uma vez que o uso de computadores veio resolver grande parte dos problemas relacionados ao tempo. A evolução dos computadores, ou seja, memória, periféricos, aplicativos, proporcionou também o desenvolvimento de sistemas de informação destinados ao processamento de dados referenciados geograficamente, a partir da sua aquisição, armazenamento, atualização, manipulação, gerenciamento, análise e apresentação de dados georreferenciados, assim chegando a um produto final na forma de mapas, relatórios, arquivos em meio magnético.

É um sistema computacional composto de “*softwares*” e “*hardwares*”, dados geográficos e pessoal; permite a integração entre bancos de dados alfanuméricos (tabelas) e gráficos (mapas), para o processamento, análise e saída de dados georreferenciados, visando à possibilidade de planejar e monitorar questões ligadas ao espaço físico geográfico, através de produtos gerados pelo sistema, que são arquivos digitais contendo mapas, gráficos, tabelas e apresentando todas as formas de informações referenciadas geograficamente.

Segundo Assunção et al (1989), os SIGs são constituídos por um conjunto de ferramentas computacionais para aquisição, recuperação, transformação e saída de dados espaciais. Estes dados geográficos descrevem objetos do mundo real em termos de posicionamento com relação a um sistema de coordenadas, seus atributos e relações topológicas existentes.

Vecchio (1996), define SIG como sendo um sistema digital com capacidade de armazenar, manejar e desenvolver informações geográficas referenciadas. Em

resumo SIG expõe ao usuário as ferramentas ou parâmetros especiais para que, interagindo com a base de dados ou informações possibilite modelar sobre o mundo real.

O que caracteriza um SIG é a integração numa única base de dados informações espaciais provenientes de dados cartográficos, representando assim a fisionomia da paisagem de uma determinada região.

Os SIGs constituem uma tecnologia para investigação de fenômenos diversos, relacionados com o espaço geográfico, meio ambiente, geologia, geomorfologia, agronomia, pedologia, vegetação etc.

A finalidade do SIG é servir de ferramenta para todas as áreas do conhecimento, é uma metodologia que integra dados, pessoas, instituição que possibilita a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a disponibilização, a partir de dados georreferenciados, para a produção de novas informações. Para tanto, permite a entrada de dados de diferentes fontes e gera novos tipos de informações, visando à segurança, confiabilidade, facilidade de uso, agilidade nas atividades humanas referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisões relativas ao espaço físico geográfico

Hoje os SIGs são utilizados em organizações comerciais; universidades e; entidades governamentais federais, estaduais e municipais. As aplicações são as mais diversas, como: mapeamento de rede de telefones, luz, esgotos e águas; distribuição de clientes e usuários; mapeamentos de lotes e propriedades; previsões e geração de modelos, simulação, entre outras.

A utilização de um SIG operacionaliza o trabalho, devido a sua capacidade de relacionar dados alfanuméricos a referenciais espaciais. Deve-se tomar cuidado na escolha do sistema (*software*), porque o mesmo deve proporcionar a utilização dos diferentes elementos necessários para satisfazer os objetivos do trabalho.

Segundo Brondino & Silva (1996), o uso de um SIG para cadastrar características espaciais é muito interessante, porque uma vez tendo-se um mapa em mãos, áreas são facilmente localizadas e dados incorretos rapidamente corrigidos.

Segundo Burrough (1987) e Korte (1992), SIGs possibilitam análises em tempo real de problemas aparentemente complexos, apresentando alternativas para novos desenvolvimentos, visualização e análise espaciais de entidades

correlacionadas em um determinado ambiente, bem como agilizam o processo de planejamento a partir de dados constantemente atualizados.

## 2.6 – Componentes de um aplicativo (SIG)

Os cinco módulos básicos de um aplicativo SIG são: entrada de dados, armazenamento de dados, gerenciamento de dados, análise e geração de dados, saída e apresentação de dados. Esses módulos básicos são subsistemas que permitem a operação de um SIG.

**Entrada de dados** consiste na conversão de informações analógicas em digitais. Essas informações são obtidas a partir de fontes, como fotografias aéreas, imagens de satélites, cartas topográficas, mapas, entre outros. Esses dados devem estar numa forma compatível com as necessidades do subsistema citado, no qual utilizam-se registros obtidos através de mesas digitalizadoras, scanners, fitas magnéticas, etc.

**Armazenamento de dados** refere-se em armazenar as informações obtidas da entrada de dados, de forma organizada e estruturada.

**Gerenciamento de dados** (banco de dados) consiste em inserir, remover e/ou modificar e atualizar os dados, obtidos através do sistema de banco de dados.

**Análise e geração de dados** refere-se a examinar os dados que tenham determinadas informações de interesse, buscando gerar novas informações.

**Saída e apresentação de dados** está relacionada à análise dos resultados, gerados na fase anterior, pois consiste em apresentar resultados, tais como: tabelas, mapas, gráficos, imagens, fotografias e podem ser visualizadas em monitores de vídeo, impressoras e plotters.

## 2.7 – Estrutura de dados de um SIG

A estrutura de dados de um Sistema de Informação Geográfica consiste em duas maneiras básicas de representação de dados espaciais, que são estrutura raster e estrutura vetorial.

Na **estrutura raster**, cada célula corresponde a um elemento ao qual é atribuído um código, de tal forma que o computador sabe a que elemento pertence determinada célula, Becker (1999). A autora acima citada ainda coloca que, na

estrutura raster, os elementos são convertidos a um conjunto de células presentes em uma estrutura matricial preestabelecida, num plano dimensional. Cada célula é identificada por uma determinada posição (coluna e linha) que ocupa dentro da matriz.

Na **estrutura vetorial** cada célula fundamenta-se em coordenadas cartesianas e nos postulados da geometria euclidiana. Cada ponto será localizado pelas coordenadas “x e y”, de acordo com a área preestabelecida. Segundo Becker, (1999), os métodos vetoriais assumem que as coordenadas dos pontos são matematicamente exatas e percebem o espaço como contínuo, o que permite que todas as posições, distâncias e áreas sejam definidas com boa precisão.

## CAPÍTULO 3

### MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 – Localização da sub-bacia hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim

O recorte espacial para o desenvolvimento da presente pesquisa foi a Sub-Bacia Hidrográfica a montante da barragem do Vacacaí Mirim (DNOS), está localizada ao norte da cidade de Santa Maria e sudoeste do Município de Itaára, no estado do Rio Grande do Sul. Faz parte da bacia hidrográfica do Guaíba, a maior bacia hidrográfica do estado. Tomando-se por base as cartas topográficas da Diretoria do serviço Geográfico do Ministério do Exército, escala 1:50.000, situa-se a noroeste da cidade, e compreende as folhas SH 22-V-C-IV-1 (Santa Maria), SH 22-V-C-IV-4 (Val de Serra), SH-22-V-C-IV-2 (Camobi), entre as coordenadas geográficas 53°46'30" a 53°49'29" de Latitude Oeste e 29°36'55" a 29°39'50" de Latitude Sul de Greenwich, com uma área aproximada de 3.151 ha. (figura 01).

O rio Vacacaí Mirim tem a distribuição espacial de suas nascentes no município de Itaara, aproximadamente a 400 metros acima do nível do mar. Sua drenagem tem o sentido de noroeste a sudeste cerca de seis (6) quilômetros das nascentes até a barragem do DNOS, no Campestre do Menino Deus.

O município de Santa Maria, possui uma área de 1789 km<sup>2</sup> e uma população de 261.980 habitantes, destes, 230.696 habitantes reside na área urbana e 31.284 são moradores das áreas rurais.

Os morros e a barragem são um cenário, onde contrasta a exuberância de belas paisagens e cascatas no ponto alto da serra com uma crescente ocupação antrópica e um processo de poluição no entorno da barragem do DNOS, formando na encosta do morro do Chechela, área invadida e sem nenhuma infra-estrutura adequada, uma favela ainda de pequena proporção.

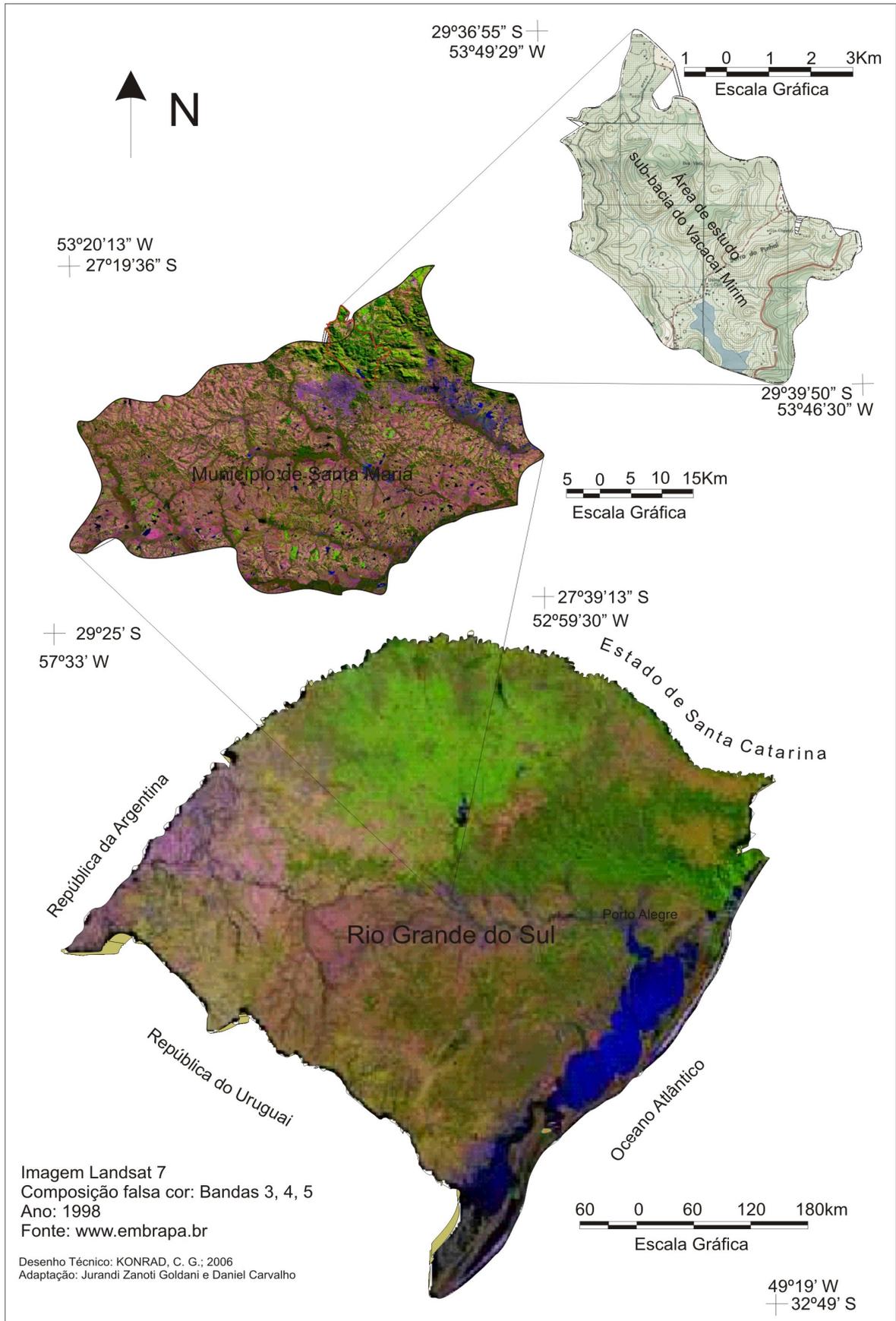


Figura 01 - Mapa de localização da área de estudo.

## 3.2 - Procedimentos metodológicos

Para a realização deste trabalho, torna-se imprescindível a utilização de uma metodologia que permita uma ampla compreensão dos aspectos físico-ambientais e humanos inseridos no contexto da sub-bacia hidrográfica.

Para melhor entendimento e compreensão dos procedimentos metodológicos, dividiu-se o trabalho em quatro etapas.

A primeira etapa constitui-se um estudo de levantamento bibliográfico, referente aos assuntos abordados na elaboração da pesquisa através de literaturas já existentes.

Na segunda etapa realizou-se um levantamento das informações referente à Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim e Barragem do DNOS. Na área de estudo realizou-se trabalho de campo, onde foi aplicado uma entrevista sócio-econômico-ambiental, para saber as reais condições dos moradores, associado as condições de saneamento básico, esgoto, qualidade de vida, abastecimento de água, energia elétrica e questões ambientais da sub-bacia. Com apoio de cartas topográficas, imagem de satélite Landsat, detectara áreas invadidas, no qual poderemos obter subsídios que possam indicar as reais condições da vegetação e impactos ambientais na sub-bacia hidrográfica.

A terceira etapa esteve centrada na elaboração de mapas, temáticos, utilizando-se de imagens de satélites. A elaboração de diferentes mapas vem completar os objetivos propostos pela pesquisa.

A última etapa elaborou-se a análise dos dados, procurando fornecer um tratamento estatístico via, gráficos, tabelas e mapas, no qual permitirá realizar a interpretação e a análise das informações obtidas, propiciando desta forma estabelecer o perfil e a aptidão da bacia em estudo.

### 3.2.1 - Materiais utilizados

Os materiais utilizados no levantamento de dados, dividem-se em cartográficos e materiais de apoio como: aplicativos computacionais, equipamentos de informática entre outros.

Os materiais cartográficos que subsidiou o desenvolvimento da pesquisa, foram três cartas topográficas para a realização dos levantamentos da Sub-Bacia

Hidrográfica do rio Vacacaí Mirim e Barragem do DNOS, cartas topográficas elaboradas pela Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército, escalas 1:50.000, cobre a nordeste da cidade, e compreende as folhas SH 22-V-C-IV-1 (Santa Maria), SH 22-V-C-IV-4 (Val de Serra), SH-22-V-C-IV-2 (Camobi).

Em relação aos demais material de apoio utilizou-se os seguintes:

- a) GPS (Sistema de Posicionamento Global) de navegação Garmim 12 XL.
- b) Imagem de Satélite Landsat 7, nas bandas 3,4 e 5;
- c) Aplicativos computacionais Spring 4.1, Adobe Photoshop, Coreo Draw 12, Microsoft Excel e Microsoft Word XP;
- d) Mesa digitalizadora;
- e) Computador Pentium 2.8 GHZ, HD 80 GB, 512 Mb de memória RAM;
- f) Scanner de mesa;
- g) Câmara fotográfica digital 6.6 Mega Pixels;
- h) Impressora HP 3550 Deskjet, formato A4;
- i) Impressora HP 692 Deskjet, formato A4.

### 3.2.2 – Análise sócio-econômico-ambiental

Seguindo nesta linha de pesquisa, paralelamente, foi elaborada e aplicada uma entrevista na área que abrange a sub-bacia hidrográfica em estudo, com o objetivo e confirmar e investigar se a população está assentada de acordo com as leis ambientais conforme Código ambiental.

A área de estudo a sub-bacia hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim, possui aproximadamente 1400 residências num total de aproximadamente 3.500 habitantes, (segundo amostragem da entrevista aplicada de 14/04/05 a 27/09/05) que residem no local e se deslocam a fim de trabalhar na cidade de Santa Maria.

A sub-bacia do Rio Vacacaí Mirim tem suas terras que pertencem a Santa Maria e a Itaára. No lado de Santa Maria faz parte do município o Bairro do Campestre do Menino Deus, Vila Canário, e uma pequena favela chamada de Churrupe. Do lado de Itaára fazem parte a Vila Etelvina, Rincão do Canto, Novo Pinhal, Rincão do Soturno e Rincão dos Pires.

Para melhor alcançar os objetivos propostos por este estudo, a área foi dividida em 10 setores (figura 02), devido às características dos moradores do bairro

Campestre do Menino Deus serem diferentes dos demais, como ruas asfaltadas, recolhimento de lixo e água encanada. Cada setor foi aplicado 10 entrevistas num total de 100, perfazendo 14% do total aproximado de residências.

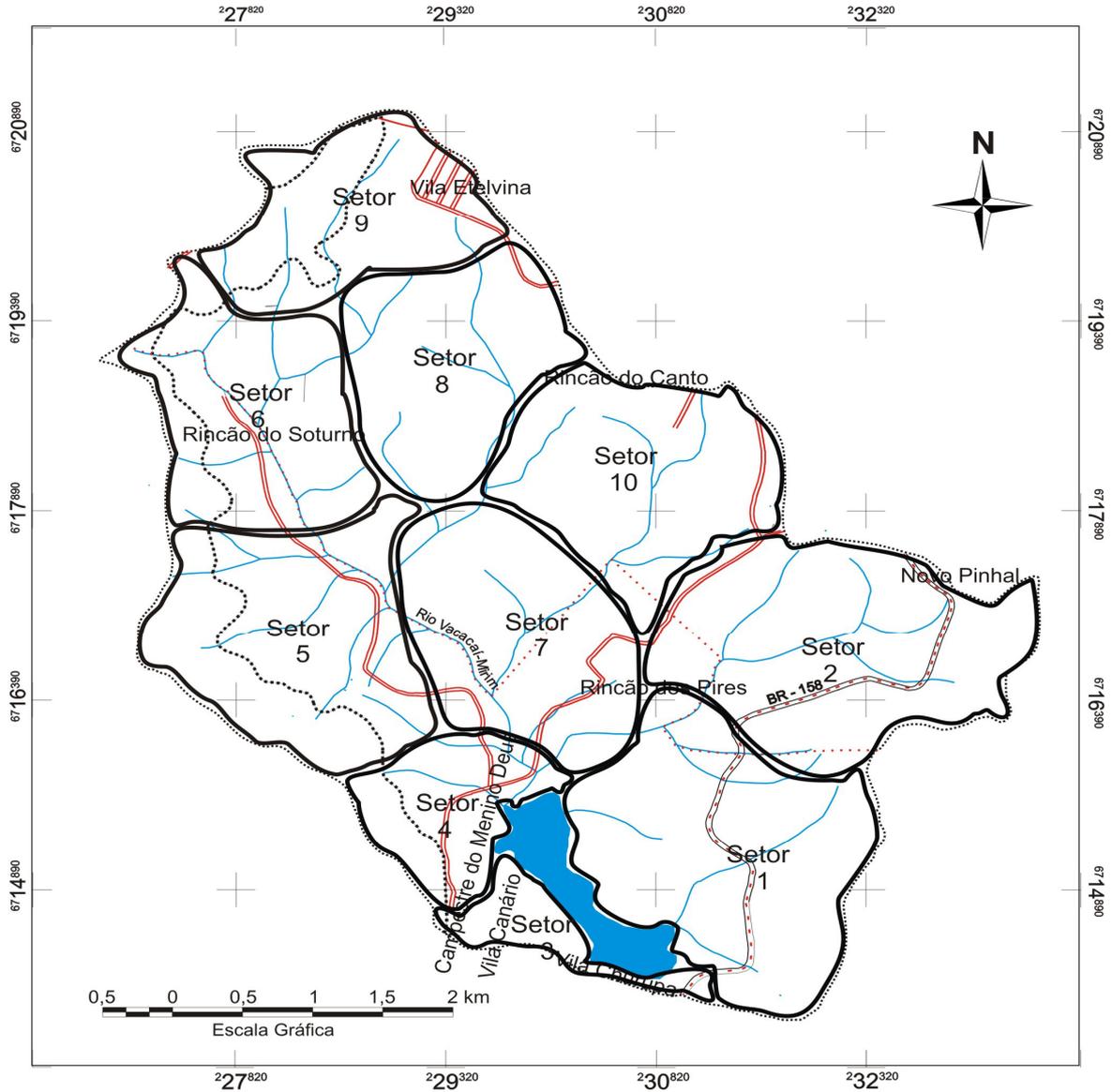
As entrevistas foram realizadas de 14/04/05 à 27/09/05, aleatoriamente por toda os setores, sendo escolhidas residências na Vila Canário, Bairro do Campestre do Menino Deus e Vila Etelvina que compreende respectivamente os setores 3, 4 e 9, como mostra (figura 02), que poderiam apresentar indícios de que pudessem produzir algum tipo de impacto ambiental e que estivessem construídas em encostas de morros ou divisores d'água. Os demais setores foram aplicados em quase todas as residências, mas mesmo assim escolhidas as que poderiam produzir algum tipo de impacto ambiental, A análise da entrevista e a tabulação dos dados foram analisadas todos os setores juntos.

Esta entrevista sócio-econômico-ambiental aplicado nesta área de estudo tem como finalidade dar subsídios a fim de poder conhecer os moradores e detectar algum tipo de impacto ambiental como: lançamento de esgoto e lixo no reservatório do DNOS e rio Vacacaí Mirim, como nas áreas de proteção permanente, e no final poder analisar as condições ambientais desta sub-bacia.

### 3.2.3 - Mapa Base

Para a elaboração do mapa base da área em estudo usou-se as cartas topográficas de Camobi, Val de Serra e Santa Maria, sendo as mesmas elaboradas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército, na escala 1:50.000. Para delimitação da sub-bacia hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim, fez-se inicialmente uma análise do conjunto e espaçamento das curvas de nível e de sua altitude, analisados esses procedimentos seguiu-se pelo divisor de águas materializando-se assim a referida sub-bacia. Após a delimitação da área foi compiladas a rede de drenagem, barragens, estradas e as coordenadas geográficas e UTM.

Para a digitalização e georreferenciamento via mesa digitalizadora dos elementos planimétricos, fixou-se as Cartas Topográficas que compõem a sub-bacia hidrográfica na mesa digitalizadora, utilizou-se o aplicativo Spring 4.1, para realização desta etapa. A digitalização do limite da sub-bacia foi realizada em forma de polígonos devidamente georeferenciado, onde foram compiladas do meio



<p><b>Convenções Cartográficas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Área de Estudo</li> <li> Via Férrea</li> <li> BR - 158</li> <li> Rede de Drenagem</li> <li> Estradas</li> <li> Reservatório do DNOS</li> <li> Limite municipal</li> </ul>	<p>Projeção Universal Transversa de Mercator                  Datum Horizontal: Córrego Alegre - Minas Gerais                  Datum Vertical: Marégrafo de Torres - Rio Grande do Sul                  Origem da quilometragem UTM: "Equador e Meridiano 51° W. GR."                  Acrescidas as constantes 10.000Km e 500Km, Respectivamente</p>
	<p>Desenho Técnico: Laboratório de Hidrogeologia - UFSM                  Geógrafa: Msc. Isabel Camponogara                  Eng Civil: Msc. Luis Carlos Frantz                  Organização: Jurandi Zanoti Goldani</p>

Figura 02 - Mapa de localização dos setores de aplicação da entrevista.

analógico para o meio digital e a partir daí servir de base para a elaboração dos demais mapas temáticos.

#### 3.2.4 - Mapa hipsométrico

Para a elaboração do mapa hipsométrico recorreu-se às mesmas cartas topográficas da área em estudo, onde constam as isolinhas eqüidistantes (curvas de nível) de 20 em 20 metros de altitudes, nas cartas de 1:50.000, sendo que as mesmas foram compiladas do meio analógico para o meio digital, utilizando-se do mesmo aplicativo computacional.

Realizou-se a digitalização percorrendo as curvas de nível, a qual atribuiu-se a cada uma delas um identificador, que corresponde ao valor da cota da mesma. Após o término da digitalização foram editados e gravados em arquivos no formato vetorial.

O mapa hipsométrico nos permite uma compreensão geral da área em estudo, fornecendo a noção dos tipos de topografia presente, mediante o reconhecimento das altitudes existentes na sub-bacia. Neste contexto Christofolletti (1980) afirma:

A hipsometria preocupa-se em estudar as inter-relações existentes em determinada unidade horizontal de espaço no tocante a sua distribuição em relação as faixas altitudinais, indicando a proporção ocupada por determinada área da superfície terrestre em relação as variações altimétricas a partir de determinada isoípsa base.

Assim, no estudo do relevo de uma determinada região a altitude é fator amplamente considerado e a mapa hipsométrica constitui-se num instrumento eficaz na representação gráfica do relevo médio da sub-bacia.

Devido à ausência de uma convenção internacional para a construção de mapas hipsométricos, procedeu-se a uma análise da topografia da sub-bacia conseguindo-se estabelecer as seguintes classes: menor do que 150m, de 150 a 200 – 200 a 250 – 250 a 300 – 300 a 350 – 350 a 400 – 400 a 450 e mais que 450m.

Este mapa tem a finalidade de avaliar o uso e ocupação da terra nestas cotas

de declividade, a fim de identificar possíveis irregularidades quanto à ocupação antrópica em áreas inadequadas a moradias.

### 3.2.5 - Mapa clinográfico

O mapa declividade ou clinográfico, indica a inclinação das vertentes, elaborado segundo a proposta De Biasi (1992). Esse procedimento é efetuado por que a declividade do terreno está representada na carta topográfica pelo espaçamento entre as curvas de nível, portanto para a elaboração da carta clinográfica se faz necessário a utilização do ábaco entre as referidas curvas de nível, possibilitando assim a identificação dos valores limites da declividade da área. O número de classes de declividade a serem representadas no mapa depende das características morfoesculturais da área e objetivos da pesquisa.

Segundo De Biasi (1992), para obter-se os valores da declividade, aplica-se a seguinte fórmula:

$$DC = (DN / DH) \times 100$$

Onde:

DC – declividade

DN – equidistância das curvas de nível

DH – distância horizontal entre duas curvas de nível consecutivas.

As classes usadas neste trabalho foram os seguintes intervalos com suas restrições:

**1 - Classe - < 5%** - Compreende o limite urbano-industrial, no meio rural compreende as terras cultiváveis com problemas simples de conservação do solo. Nessa declividade, propõem-se alguns ajustes da propriedade na capacidade e uso da terra, tais como: preparo da terra em nível, rotação de culturas, plantio direto, evitarem queimadas. É necessário o cultivo de revestimento vegetal, não deixando com que o solo fique exposto à ação de agentes causadores da deterioração da superfície da terra.

**2 - Classes de 5 - 12%** - Essa faixa define o limite máximo do emprego de mecanização na agricultura. Chiarini e Donzelli, (1973) apud De Biasi (1992). Em declividades moderadas, permite o uso de máquinas agrícolas, tanto no preparo como no cultivo da terra, mas cultivos não muito intensos, tais como: preparo e cultivo da terra em nível, terraceamentos, rotação de culturas, e principalmente cuidados com plantio de vegetais.

**3 - Classes de 12 - 30%** - Define o limite máximo para a urbanização sem restrições. De Biasi (1992). Na zona rural, as glebas situadas nessa declividade devem receber cuidados, tais como: controle da erosão em encostas, plantio em curvas de níveis com barreiras vegetais, terraceamentos, evitar a compactação e a perda da fertilidade da terra, com uso incorreto de equipamentos para os cultivos. São permitidas culturas permanentes sem restrição, reflorestamento ordenado e planejado.

**4 - Classes de 30 - 47%** - O Código Florestal Brasileiro fixa em Lei o limite de 47%, como limite máximo para o corte raso para vegetação, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada pôr cobertura florestal (Lei 4771/65 de 15/09/65). As glebas situadas nessa classe de declividade podem ser usadas apenas em reflorestamento, cultivos de vegetação permanente, entre outros.

**5 - Classes > 47%** - O artigo 10 do Código Florestal prevê que, na faixa situada entre 47% a 100%, “não é permitido a derrubada de florestas, só sendo tolerada a extração de toras, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes”.

Após a digitalização das curvas de nível com os respectivos valores de cotas, a etapa seguinte foi a elaboração da carta de declividade, através da interpolação digital das curvas de nível no programa Spring 4.1. Essa interpolação digital consiste em atribuir um valor numérico para o intervalo entre as cotas altimétricas, ou seja, a divisão dos valores entre as curvas de nível.

A interpolação gera uma imagem onde, o programa citado, pode-se observar a altitude em metros em cada local da imagem. Com a imagem interpolada, foi possível, através de um módulo de trabalho que consta no programa, converter os dados de valores métricos de altitudes para valores em percentagens, gerando uma imagem com os valores expressos em percentuais, possível de estratificar em classes, como as que constam neste trabalho.

Ao final foi efetuada uma reclassificação digital da imagem, para obtermos as classes de declividade, em função dos parâmetros propostos pela metodologia, dentro das cinco classes estipuladas. Ele serve de base para a elaboração por computador de uma série de produtos cartográficos, sendo eles todos importantes para análise ambiental.

### 3.2.6 - Mapa do uso da terra

Os mapas de uso da terra foram elaborados através da classificação digital supervisionada da imagem do satélite Landsat 7 TM, nas bandas 3, 4 e 5, no aplicativo Spring 4.1, onde a classificação da imagem ocorre a partir da composição colorida de três bandas, que devem estar no mesmo sistema de coordenadas. É um processo de extração de informação em imagem para reconhecer padrões e objetos homogêneos. Os classificadores “pixel a pixel” utilizam apenas a informação espectral isoladamente de cada pixel para achar regiões homogêneas. O resultado final do processo de classificação é uma imagem digital que constitui um mapa de “pixel” classificados, representados por cores.

A classificação proposta por este estudo fica determinado e adaptada de Anderson (1979).

**Lavouras e solo exposto:** Terras agrícolas, de maneira geral são definidas como terra, basicamente, para produção de alimentos e fibras. Direcionadas ao cultivo de culturas anuais, sejam elas leguminosas ou gramíneas, áreas para pastagens em rotação com culturas, terras colhidas ou preparadas para o plantio (no caso de solo exposto).

**Terras Florestais (mata nativa e reflorestamento):** As terras florestais geralmente podem ser identificadas, com certa facilidade. Enquadra-se nessa categoria áreas de reserva de vida silvestre, entre outras. Quando, se existe o manejo dessas áreas, ou a sua implantação em áreas de conservação hídrica, ou relevo classificado como de difícil cultivo agrícola, têm-se os reflorestamentos, áreas essas de grande interesse a grupos de planejamentos e administradores de terras, na finalidade de buscarem alternativas rentáveis a essas áreas.

**Água (lâmina d'água):** A categoria de Cursos d'água e canais inclui rios, riachos, canais, lagos, reservatórios, baías e estuários. Geralmente áreas que se encontram cobertas de águas.

Agricultura: abrange as lavouras irrigadas destinadas ao cultivo de arroz e as lavouras não irrigadas destinadas a cultivos agrícolas.

Campos: áreas cobertas pôr gramíneas naturais e implantadas, vegetação herbácea e sub arbustiva.

Neste trabalho ficou determinado que o método estatístico de classificação de imagem usado neste estudo foi o de Maxver (máxima verossimilhança). Segundo Rosa (1995), consiste em classificar a imagem ponto a ponto, usando o critério de máxima verossimilhança a partir das classes fornecidas para o usuário. Esse classificador verifica a probabilidade que um pixel tem de pertencer a uma determinada classe, e a classifica na categoria que tiver maior probabilidade.

### 3.2.7 – Conflitos dos Mapas de uso da terra x declividades:

Neste procedimento a elaboração dos mapas de conflitos foi levada em consideração o mapa de uso da terra e o de declividade no aplicativo computacional Spring 4.1, onde foi possível identificar o uso da terra para as classes escolhidas, através de tabulação gerada pelo método aplicado. Desta forma pôde-se visualizar espacialmente as áreas consideradas de uso da terra em cada classe de declividade. Entretanto, para melhor visualização dos dados, optou-se em efetuar a tabulação das sobreposições dos mapas de uso da terra e dos mapas de declividade, primando pela elaboração de tabelas, visando a melhor compreensão dos resultados obtidos. Para alcançar os objetivos propostos por esta pesquisa optamos por fazer a sobreposição das classes de uso da terra x declividade de 0-5% e 47-100%, das imagens Landsat 7, bandas 3, 4 e 5 dos anos de 1995 e 2003, a fim de identificar a evolução espacial, onde se concentram as áreas de preservação permanente como as matas ciliares, encostas e topos de morros com grandes declividades.

### 3.2.8 – Trabalho de Campo:

O trabalho de campo tem como objetivo dirimir dúvidas das etapas anteriores, portanto neste trabalho foram realizadas 8 (oito) visitas a fim de visualizar