

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL  
CURSO DE MESTRADO EM GEOMÁTICA**

**INFLUÊNCIA DAS DIFERENTES FORMAS DE USO  
DA TERRA EM VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS NO  
ARROIO TUMURUPARÁ NOS MUNICÍPIOS DE  
CÂNDIDO GODÓI, UBIRETAMA E  
CAMPINA DAS MISSÕES/RS.**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Valdemar Ferreira dos Passos**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

**INFLUÊNCIA DAS DIFERENTES FORMAS DE USO DA  
TERRA EM VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS NO ARROIO  
TUMURUPARÁ NOS MUNICÍPIOS DE CÂNDIDO GODÓI,  
UBIRETAMA E CAMPINA DAS MISSÕES/RS.**

**por**

**Valdemar Ferreira dos Passos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação  
em Geomática - área de Concentração Tecnologia da Geoinformação,  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS),  
como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Geomática.**

**Orientador: Prof. Waterloo Pereira Filho**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

P289i

Passos, Valdemar Ferreira dos, 1973-

Influência das diferentes formas de uso da terra em variáveis limnológicas no Arroio Tumurupará nos municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campinas das Missões/RS / por Valdemar Ferreira dos Passos ; orientador Waterloo Pereira Filho . - Santa Maria, 2009.

88 f. ; il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Geomática, RS, 2009.

1. Geomática 2. Uso da terra 3. Ambiente aquático 4. Preservação ambiental 5. Diagnóstico I. Pereira Filho, Waterloo, orient. II. Título

CDU: 332.3:528

Ficha catalográfica elaborada por  
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Departamento de Engenharia Rural**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestre em Geomática

**INFLUÊNCIA DAS DIFERENTES FORMAS DE USO DA TERRA EM  
VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS NO ARROIO TUMURUPARÁ NOS  
MUNICÍPIOS DE CÂNDIDO GODÓI, UBIRETAMA E  
CAMPINA DAS MISSÕES/RS.**

elaborada por  
**Valdemar Ferreira dos Passos**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Geomática**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

**Waterloo Pereira Filho, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

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

**Bernardo Sayão Penna e Souza, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 02 de março de 2009.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus que me iluminou nesta jornada;

E aos meus pais, José Afonso Ferreira dos Passos e Elvira Menner Ferreira dos Passos. Aos meus irmãos, João Inácio Ferreira dos Passos, Romaldo Aloísio, Paulo Antônio e Roque, a minha irmã Therezinha Maria, em memória aos irmãos Ivone e Miguel. Aos sobrinhos Hemerson e Éderson, e às sobrinhas Iara e Bruna; Em especial a minha namorada Waldeliza de Bem Mota, pelo amor, carinho, incentivo, ajuda e atenção nos momentos difíceis da realização deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus;

À orientação recebida do professor Waterloo Pereira Filho;

Aos meus amigos sinceros: Carlos Konrad, Flávio Wachholz, Janete Reis e Isabel Camponogara;

Pela passagem e oportunidade que a Universidade me proporcionou,

Aos professores e ao programa de pós graduação pelo incentivo,

Em especial, a Waldeliza de Bem Mota pelo amor, carinho, ajuda e compreensão;

Por fim, a todos aqueles que me apoiaram, contribuíram na minha formação.

Muito obrigado a todos!!!!

## RESUMO

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

### **INFLUÊNCIA DAS DIFERENTES FORMAS DE USO DA TERRA EM VÁRIÁVEIS LIMNOLÓGICAS NO ARROIO TUMURUPARÁ NOS MUNICÍPIOS DE CÂNDIDO GODÓI, UBIRETAMA E CAMPINA DAS MISSÕES/RS.**

**Autor: Valdemar Ferreira dos Passos**

**Orientador: Waterloo Pereira Filho**

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 02 de março de 2009

Este trabalho teve como objetivo analisar as formas de uso da terra, bem como, sua influência no ambiente aquático da Microbacia do Arroio Tumurupará, que abrangem os municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campina das Missões/RS. Para tanto, teve-se como base a análise dos mapas, hipsometria, declividade e uso da terra, para posteriormente, realizar o cruzamento destes dados. Metodologicamente, utilizou-se os programas computacionais: Spring 4.3 e Corel Draw12. Da mesma forma, usou-se os aparelhos GPS (Global Position System), termômetro e para a análise das variáveis (pH, CE, TDS e Salinidade), o Condutivímetro. Além disso, diagnosticou-se os problemas da área em estudo, tendo em vista, a influência que o setor agrícola exerce na água. Neste entendimento, a área em estudo apresentou vários problemas voltados a preservação ambiental, merecendo destaque a presença de minifúndios através do uso da terra de forma intensiva com técnicas rudimentares. Esta forma de uso da terra caracteriza-se predominantemente para a subsistência e seu uso intensivo facilita a degradação do meio ambiente. As variáveis limnológicas analisadas indicam modificações das propriedades físicas. Foram coletadas dezessete (17) amostras. Entre as amostras analisadas, a do ponto dois (02) apresenta-se mais crítico, com alterações e valores elevados das propriedades da água. As alterações ocorrem principalmente quanto à salinidade e condutividade elétrica e totais de sólidos dissolvidos e no ponto cinco (05) destaca-se o pH. No mapa de uso da terra observa-se claramente a ausência da vegetação, a presença da agricultura excessiva, o que influencia na alteração do estado natural da água. A alteração da água é mais expressiva a jusante da microbacia. Faz-se necessário uma reflexão e a conscientização da população em alertá-los dos problemas existentes na área de estudo, e, junto com a mesma buscar uma solução para minimizar os impactos ambientais. A microbacia é de fundamental importância para a população local, uma vez que o abastecimento da água da população do município de Campina das Missões provém do Arroio Tumurupará. Preservar as nascentes requer incentivos e conscientização da comunidade em geral. A preservação destas é fundamental, pois a água é fonte de vida, além de melhorar a qualidade de vida da população local.

Palavras-chaves: Uso da terra; ambiente aquático; preservação ambiental; diagnóstico.

## **ABSTRACT**

Master's Dissertation  
Postgraduate Program in Geomática  
Federal University of Santa Maria

### **INFLUENCE OF DIFFERENT FORMS OF LAND USE IN THE LIMNOLOGICAL VARIABLES IN TUMURUPARÁ STREAM IN THE MUNICIPALITIES OF CÂNDIDO GODOI, UBIRETAMA AND CAMPINA DAS MISSÕES IN RIO GRANDE DO SUL, STATE.**

Author: Valdemar Ferreira dos Passos  
Advisor: Waterloo Pereira Filho  
Date and Place of Defense: Santa Maria, March 02<sup>nd</sup>, 2009

This study aimed to examine the land use, as well as its influence on the aquatic environment of the watershed of the Tumurupará stream, covering the municipalities of Cândido Godói, Ubiretama and Campina das Missões, Rio Grande do Sul, State. The methodology has been based on analysis of maps, hypsometric, slope and land use. It was used the computer programs: Spring 4.3 and Corel Draw12™. Similarly, the equipments used were: GPS (Global Position System), thermometer and in lab it was identified the variables pH, CE, TDS and Salinity. Besides, it was diagnosed the problems of the area under study in view of, the influence the agricultural sector operates in water was identified. In this understanding, the area under study had several problems about the environmental preservation, the presence of small areas where the land use is done so intensively with rudimentary techniques. This form of use is characterized predominantly for subsistence and its intensive uses the degradation of the environment. The limnological variables analyzed indicate changes in physical properties. It was collected seventeen (17) sampling points. Among the samples analyzed, the sample of point two (02) it is more critical, with high values and changes in the properties of water. The changes occur mainly on the salinity and electrical conductivity and total dissolved solids and in the sample of point (05) stands out the pH. On the land use map there is clearly a lack of vegetation, the presence of excessive farming, which influences the change of the natural way of the water. It is a necessary reflection and awareness of the population in alerts themselves of problems in the study area, and with the same search for a solution to minimize environmental impacts. The watershed is of fundamental importance for the local population, since the water supply of the population of the city of Campina das Missões comes from Tumurupará stream. Preserve the well spring requires incentives and awareness of the community in general. The preservation of these is essential, because the water is the source of life.

Key words: using of land, environment, environmental preservation; diagnosis.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 - Localização da área em estudo .....	17
FIGURA 02 - Uma ilustração da estrutura rochosa em algum trecho do Arroio Tumurupará.....	20
Figura 04 - Mapa dos pontos amostrais da Microbacia do Arroio Tumurupará nos Municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campina das Missões/RS.....	53
FIGURA 05 – Afluente tributário do Arroio Tumurupará cruzando em uma lavoura com presença da erosão.....	55
FIGURA 06 - Afluente esquerdo do Arroio Tumurupará com a nascente próximo a pocilgas .....	56
FIGURA 07 - Plantação de Eucaliptos na margem direita do Arroio Tumurupará..	57
FIGURA 08 – Agricultura próximo no Arroio Tumurupará na linha Acre Cândido Godói-RS.....	59
FIGURA 09 - Mapa Hipsométrico da Microbacia do Arroio Tumurupará nos Municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campina das Missões/RS.....	60
Figura 10 - Mapa Clinográfico da Microbacia do Arroio Tumurupará nos Municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campina das Missões/RS.....	61
FIGURA 11 - Mapa do uso da terra da Microbacia do Arroio Tumurupará nos Municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campina das Missões/RS.....	62
FIGURA 12 – Representação das variáveis, condutividade elétrica, totais de sólidos em suspensão e salinidade.....	64
FIGURA 13 – Representação da variável, pH.....	65
FIGURA 14 - Rochas basáltica aflorada no Arroio Tumurupará em Campina da Missões-RS.....	66

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 01: Composições das cores e suas referentes altitudes nos municípios de Cândido Godói, Campina das Missões e Ubiretama/RS. ....	46
QUADRO 02: Composições das cores e suas referentes declividades nos municípios de Cândido Godói, Campina das Missões e Ubiretama/RS .....	46
QUADRO 03: Formas de Uso e Ocupação do Solo e respectivas cores .....	47
QUADRO 04 – Dados limnológicos da área de estudo nos municípios de Cândido Godói, Campina das Missões e Ubiretama/RS .....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APPs = Áreas de Preservação Permanente  
APAMA = Associação de Proteção Ambiental Amigos da Água  
BANRISUL = Banco do Estado do Rio Grande do Sul  
CE= Condutividade Elétrica  
CORSAN = Companhia Rio-Grandense de Saneamento  
CREA = Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia  
DNPM = Departamento Nacional da Produção Mineral  
EMATER = Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural  
ETES = Estações de Tratamento dos Esgotos  
EUA = Estados Unidos  
FIBGE = Fundação e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IBGE = Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
GPS = “Global Position System” - Sistema de Posicionamento Global  
LACEN = Laboratório Central do Estado  
MERCOSUL = Mercado Comum do Sul  
MNT = Modelo Numérico Temático  
pH= Potencial Hidrogeniônico  
RS = Rio Grande do Sul  
SBRT = Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas  
SEMA = Secretaria Estadual do Meio Ambiente  
SICREDI = Sistema de Crédito Cooperativo  
SIG = Sistema de Informação Geográfica  
SPRING = Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas  
SUDESUL = Superintendência de Desenvolvimento da Região Sul  
TDS= Total de Sólidos Dissolvidos  
T= Temperatura  
UFMS = Universidade Federal de Santa Maria  
UTM = Projeção Universal transversa de Mercator

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 01 – Entrevista aplicada aos moradores da microbacia hidrográfica do Arroio Tumurupará de Cândido Godói Campina das Missões e Ubiretama/RS	78
ANEXO 02 – Diferentes temperaturas dos pontos amostrais do Arroio Tumurupará nos municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campina das Missões/RS	80
ANEXO 03 – Imagens da situação atual do Arroio Tumurupará nos municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campina das Missões/RS	82

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 Objetivo geral .....	16
1.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 Localização da área de estudo.....	16
1.4 Caracterização da área de estudo.....	18
1.5 Geologia, solos e relevo .....	20
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>22</b>
2.1 Sistemas de informações geográficas .....	22
2.2 O uso do sensoriamento remoto .....	31
2.3 Água .....	34
2.4 A declividade do terreno, um fator relevante no uso da terra.....	36
2.5 Os mapas e sua relevância.....	37
2.6 Variáveis limnológicas.....	40
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>42</b>
3.1 Procedimentos metodológicos .....	42
3. 1.1 Materiais e métodos.....	43
3.2 Procedimentos técnicos .....	45
3.2.1 Mapa Hipsométrico.....	45
3.2.3 Mapa de Uso da terra.....	47
3.2.3 Procedimentos de elaboração .....	47
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>50</b>
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>69</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

As ciências espaciais estão sofrendo constantes transformações no passar dos tempos e são essas transformações que se encarregam da manipulação do espaço, definido como geográfico. O homem é um importante agente modelador das condições naturais da superfície. Portanto, vem aperfeiçoando cada vez mais técnicas novas de geoinformação, usando-se aplicativos digitais e trabalhando-se também com modelos matemáticos, geoprocessamento e com o sensoriamento remoto que é uma importante ferramenta na análise do espaço. Um dos exemplos mais importantes para essa afirmação é o uso da terra obtido através de imagens de satélite.

Através de análises e de uma reflexão e após a delimitação da área em estudo, com a identificação de realidades distintas nessa área, (que neste estudo envolve três municípios), bem como a classificação do uso da terra, uma série de relações geográficas podem ser mencionadas e estudadas. A importância vem a partir do momento que estas variáveis estejam prontas (geradas) e assim, têm-se a possibilidade de estabelecer áreas limites onde ocorrem certos fenômenos distintos nas áreas.

Em virtude da preocupação do Governo Brasileiro, com a preservação dos recursos naturais, houve a reformulação do Código Florestal, ampliando a faixa de preservação permanente de florestas e outros tipos de vegetação às margens dos cursos de água dos rios. A Lei nº 7.511 criada em 07 de julho de 1996, altera os dispositivos da Lei n.º 4.771 de 15 de setembro de 1965, que determinava cinco (5) a cem (100) metros para a faixa de preservação, a partir de cada margem, de acordo com a largura do curso da água. Portanto, as alterações determinam que, para os cursos de água com menos de dez (10) metros de largura, a faixa marginal mínima a

ser preservada é de trinta (30) metros; para os cursos de água de dez (10) a cinquenta (50) metros de largura, a faixa de preservação será de cinquenta (50) metros; para os cursos de água entre cinquenta (50) a duzentos (200) metros, uma faixa de cem (100) metros, duzentos (200) a seiscentos (600) metros de largura, a faixa de preservação é de duzentos (200) metros e para os cursos de água acima de 500 metros, superior 600 metros (SILVA, 1979).

Os impactos ambientais são resultado de ações que afetam a qualidade do meio ambiente físico e humano. A partir de uma maior conscientização da sociedade, os fatores ambientais passaram a serem considerados nos planejamentos e projetos econômicos. Esta é a importância deste trabalho para a população da área de estudo que poderá servir de exemplo para as áreas vizinhas. Desta forma, entende-se que Recursos Naturais são, conforme Batalha *apud* Rocha (1997), “constituídos pela atmosfera, águas interiores, superficiais e subterrâneas, estuários, área territorial, solo, subsolo, elementos de biosfera como a fauna e flora, bem como os recursos contidos nos locais de lazer, de interesse paisagístico, histórico ou turístico”.

Quando se analisa conflitos ambientais deve-se levar em conta que os mesmos estão interligadas, pois o processo de desmatamento é o principal fator que causa o fenômeno erosivo, ou ainda, todo solo desnudo é mais vulnerável aos processos erosivos e o estudo destes fenômenos deve ser feito em conjunto. Portanto, as soluções para a erosão apontadas em bibliografias especializadas apontam como sendo a cobertura vegetal uma das principais formas, de minimizar a ação erosiva sobre o solo.

O escoamento superficial é a parcela do ciclo hidrológico em que a água se desloca na superfície da bacia até encontrar uma calha definida. Quando a bacia é rural e possui cobertura vegetal o escoamento sofre a interferência desta cobertura e grande parte dele se infiltra. O escoamento em bacias urbanas é regido pela interferência do homem através de superfícies impermeáveis e sistemas de esgotos pluviais (TUCCI, 1993).

A agricultura e pastoreio em excesso ou de forma inadequada acabam por causar prejuízos econômicos aos proprietários rurais que não observam este processo, mas consideram a deterioração do meio como um processo natural, onde esta forma de pensar deriva de processos culturais e costumes herdados.

Uma das maiores barreiras encontradas por um programa de planejamento associado a um ecodesenvolvimento envolve o fato de ter que conciliar o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental que sempre foram formas de ações opostas. Um planejamento ambiental na área rural envolve estudos voltados para a identificação de diferentes taxas de adequabilidade de ocupação de terras, a fim de evitar impactos como: assoreamentos, lançamentos de produtos nocivos à saúde do ecossistema, evitando desta forma problemas sociais que são os principais responsáveis pelo não sucesso de um planejamento. Já o planejamento urbano envolve práticas como a de tratamento de esgotos, controle de poluição por emissão de gases, destino adequado ao lixo, processo de arborização entre outras técnicas que viriam a auxiliar na melhoria do nível de vida urbano.

O trabalho vem contribuir para as comunidades dos municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campina das Missões, em especial as próximas gerações, de forma que tornem-se ecologicamente conscientes e também preparadas para manuseio adequado do solo, a preservação da mata ciliar, da água, sua fauna e flora.

A educação ambiental está assegurada pela Constituição Federal art. 225, VI que visa “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do Meio Ambiente”, bem como no Art. 148, II da Lei Orgânica do Município de Cândido Godói, que prescreve “Compete ao Município: Promover uma educação ambiental, e através de outros meios que conscientizem a população”. É também assegurada através do Código Florestal Brasileiro Lei Nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965 - (D.O.U. DE 16/09/65).

Para a efetiva conscientização ambiental torna-se relevante o incentivo à população para a realização da coleta lixo doméstico, hospitalar, mecânica pesada e tóxica, o encanamento do esgoto doméstico, o enterro de animais mortos, a canalização de esterco animal em tanque fechado.

Tendo em vista o exposto até então, destaca-se que a partir do surgimento dos sistemas sensores e o desenvolvimento de modelos de satélites como o LANDSAT, novas propostas de trabalho se justificam em diferentes áreas e espaços, dentre as quais às relativas ao meio ambiente. Estes sensores e satélites são aprimorados a resoluções cada vez mais próximas da realidade (exatidão de escala), sendo acompanhados de novos programas Computacionais de grande valia em nível aplicativo para laboratório.

## **1.1 Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo analisar as formas de uso da terra, bem como a influência nas variáveis limnológicas do Arroio Tumurupará, nos municípios de Cândido Godói, Ubiretama, e Campina das Missões/RS.

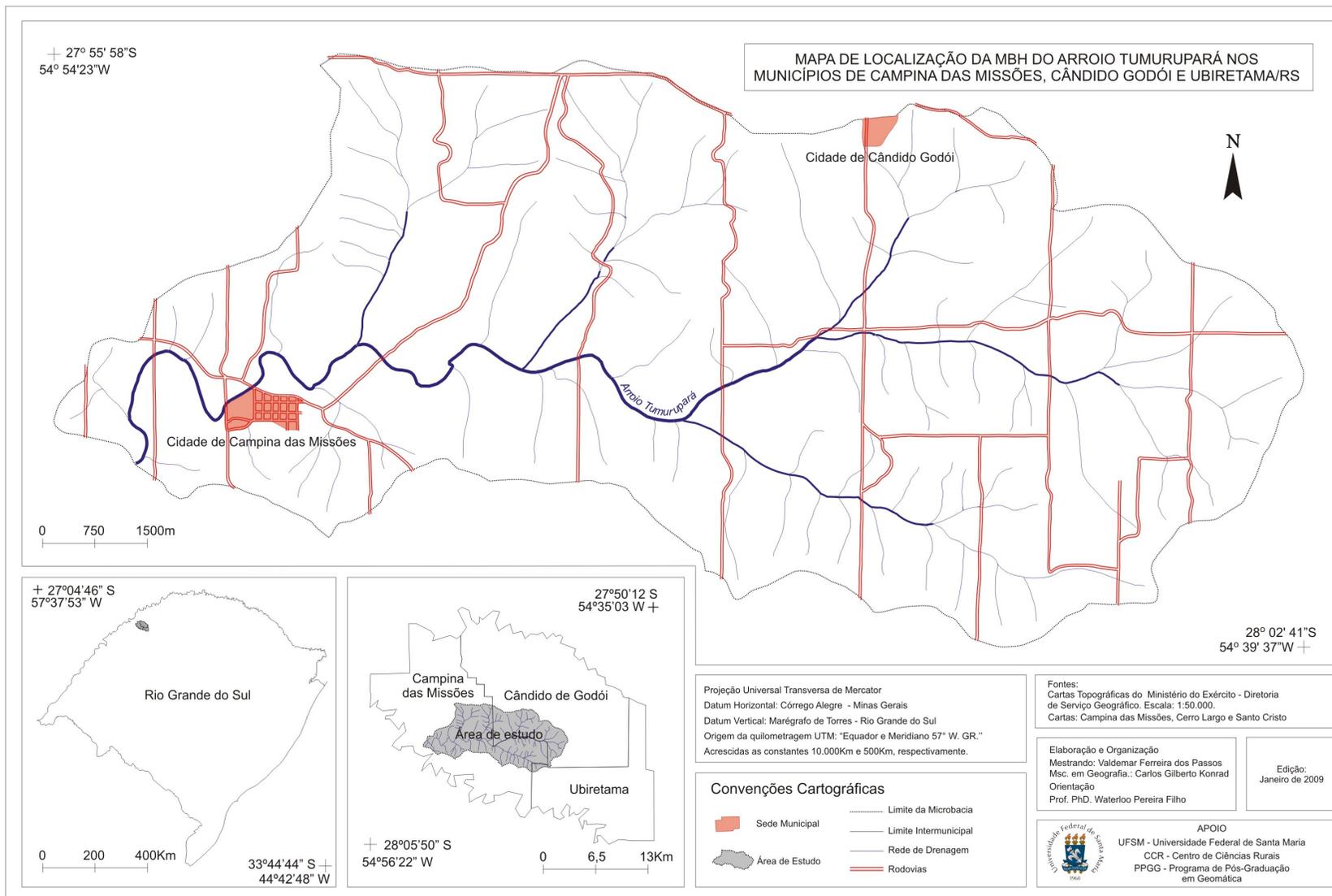
## **1.2 Objetivos específicos**

Este trabalho se desenvolveu com base nos seguintes objetivos específicos:

- Fazer um levantamento da área em estudo averiguando os problemas da microbacia através de entrevista com a comunidade local,
- Elaborar um banco de dados, através do SIG SPRING e sensoriamento remoto para obter informações referente ao uso da terra na microbacia hidrográfica do Arroio Tumurupará;
- Realizar coleta de águas em locais definidos, para serem analisados em laboratório as variáveis potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), salinidade e totais de Total de Sólidos Dissolvidos (TDS), assim, contribuir para a comunidade local, na tomada de decisões;

## **1.3 Localização da área de estudo**

A área de estudo se localiza no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, com os seguintes limites: ao norte e a leste Cândido Godói, a oeste Campina das Missões e ao sul Ubiretama e Campina das Missões (Figura 01).



**FIGURA 01 - Localização da área em estudo**

Organizado por: PASSOS, V. F. dos, 2009

#### 1.4 Caracterização da área de estudo

Os municípios Campina das Missões, Cândido Godói e Ubiretama foram praticamente colonizados por descendentes alemães e mais exclusivamente Campina das Missões por russos (eslavos). A economia destes municípios está fundamentada na agricultura de minifúndios, de modo que predomina o cultivo de soja e de milho. As indústrias são poucas, destacam-se as de roupas e esquadrias de pequeno porte e sem geração de grandes resíduos contaminantes ofensivos para o meio ambiente.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE. 2009)<sup>1</sup>, a população desses municípios está decrescendo. Pode-se confirmar isso ao compararmos os dados atuais com o Censo de 2000. Como exemplo temos Campina das Missões que no ano 2000 possuía uma população de 7.014 habitantes, chegando em 2006 numa população de 6.449.

Conforme a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) de Campina das Missões, o clima no município se classifica como temperado mesotérmico, apresentando o seguinte comportamento térmico: Temperatura média anual de 19°C a 20°C; temperatura média das máximas de 27°C a 28 °C; temperatura média das mínimas 14°C; temperatura máxima de janeiro 32°C a 33°C; temperatura média mínima de julho 9°C; insolação >2.200 a < 2.600; dias de geada 10 a 15 dias/ano; ventos Sudoeste/ noroeste. Quanto ao comportamento pluviométrico obtêm-se os seguintes índices: precipitação anual >1.700 mm a < 1.800mm; dias de chuva por ano > 90 a 100 dias por ano; meses mais secos julho, agosto, novembro (SCHMITT, 2001). Desta forma, pode-se afirmar que a área em estudo possui este tipo de clima, por se encontrar dentro deste município destacado e arredores.

A Microbacia em estudo possui aproximadamente quatrocentos (400) hectares, onde vivem aproximadamente 500 pessoas. Esta microbacia é formada por partes de três municípios. A maior parte é de Campina das Missões, em seguida Cândido Godói e por último com a porção menor é Ubiretama.

---

<sup>1</sup> Dados do sítio <http://www.ibge.org.br>, acessado em 02 de janeiro de 2009.

O pavimento asfáltico liga Campina das Missões com Cândido Godói e São Paulo das Missões através da RS 307, facilitando o comércio com todas as outras regiões do Estado e países do Mercosul. Este é muito importante para o desenvolvimento da região, trazendo progresso e novas mercadorias inexistentes nestes municípios.

Além disso, Campina das Missões possui a comarca e zona eleitoral, atendendo, inclusive, os municípios, Cândido Godói e São Paulo das Missões. Possui também dois bancos, o Banco do Estado do Rio Grande do Sul (Banrisul) e o Sistema de Crédito Cooperativo (SICREDI).

Na área da saúde, Campina das Missões dispõe de um hospital com 62 leitos, que atende moradores de municípios vizinhos, desta forma, é considerado um hospital de Referência Micro Regional. Também dispõem de um Posto de Saúde e 17 agentes de saúde que atendem as comunidades do interior (rural) e da zona urbana que inclusive coletam amostras de águas dos poços tubulares para análises no Laboratório Central do Estado (LACEN). Assim, percebeu-se que Cândido Godói também possui seu próprio hospital onde é atendida a população municipal e local. Possui o Banco do Brasil, onde toda a população local e arredores é atendida.

Segundo Passos, (2007), ocorreram melhorias na qualidade de vida da população nos últimos anos como: acesso à energia elétrica, redes de água potável clorada e fluoretada distribuída pela Companhia Rio-Grandense de Saneamento (CORSAN) em quase todos os estabelecimentos do município, coleta seletiva de lixo na zona urbana, baixo índice analfabetismo, transporte escolar gratuito, inexistência de mortalidade infantil, campanhas preventivas de saúde, maior acesso à telefonia celular. A CORSAN implantou cinco (05) Estações de Tratamento dos Esgotos (ETES) em pontos diferentes da área urbana do município de Campina das Missões.

Cândido Godói é um município que está em desenvolvimento com muitos projetos pela frente, um deles é a implantação de ETES em locais diferentes na área urbana. Em relação à água tratada, a cidade é abastecida da mesma forma como Campina das Missões pelo Arroio Tumorupará. Esta água após ser captada pela estação da CORSAN é tratada e distribuída para a população urbana.

Alguns afluentes do Arroio Tumorupará são originários do município de Ubiretama, sendo muito importantes para o Arroio, aumentando o seu volume de água. Por outro lado, estes poderão contribuir na contaminação destas águas, trazendo dejetos nocivos. Este município é praticamente agrícola, desta forma todas

as terras perto e dentro desta microbacia e que pertencem ao município são cultivadas restando pouca mata ciliar.

### 1.5 Geologia, solos e relevo

De acordo com o mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul, Carraro (1974 *apud* PASSOS, 2007), a área se encontra na Formação Serra Geral, constituída com lavas vulcânicas basálticas e/ou ácidas, diques e siltes de diabásio associados. Da mesma forma, a área se enquadra na unidade geomorfológica do Planalto, ou mais especificamente na região geomorfológica Planalto das Missões, pertencendo à Bacia do Paraná. Constata-se que a estrutura rochosa de Campina das Missões é constituída por rochas afaníticas, cristalinas, maciças, com estrutura tabular e/ou diques, formando um aquífero do tipo cristalino fissural conforme Silvério da Silva *et al.* (2004 *apud* PASSOS, 2007).

O Arroio Tumurupará possui muito afloramento de rocha ao longo do seu percurso, esta estrutura não permite que o Arroio se torne profundo, fazendo com que este nas épocas chuvosas venha a transbordar (Figura 02).



**FIGURA 02 - Uma ilustração da estrutura rochosa em algum trecho do Arroio Tumurupará**

Fonte: Saída a campo 2009

Organizado por: PASSOS. V. F. dos

Na Figura 02 a seta indica um afloramento da rocha basáltica em algum trecho ao longo do Arroio, facilitando a visualização da mesma. Quando observa-se a figura 02, tem-se uma idéia sobre a estrutura geológica da área de estudo. Entretanto, nesta pode ser verificado a existência de rocha maciça com baixa densidade de fraturas, o que sugere pontualmente um maior escoamento superficial das águas das chuvas e menor infiltração.

Percebeu-se que o Arroio Tumurupará encontra-se irregular ao longo do seu curso, na sua largura e profundidade, com águas avermelhadas indicando a ocorrência de carga de sedimentos. Isso é justificado pelo Brasil (1996 *apud* PASSOS, 2007), segundo o qual as “formas de relevo desenvolveram-se associadas a terras roxas estruturadas e solos litólicos resultados da alteração de rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral”.

Nesta área de estudo há a predominância de terras roxas e em alguns lugares solos avermelhados. A área encontra-se bastante irregular em relação ao tipo de solo existente, pois na nascente na linha Acre, leste da área de estudo, tem-se um solo avermelho, mas a medida que acompanha-se a jusante do arroio encontra-se solos de diferentes tipos, principalmente solo roxo. Segundo Schons (2006 *apud* PASSOS, 2007), percebe-se que os solos na área de estudo são argilosos, intercalados com áreas arenosas, argilo-siltosas e humosas.

Desta forma o uso da terra também difere de uma área para outra: ao norte há restrições devido à declividade acentuada, exigindo desta forma diferentes práticas de manejo e preservação do solo em relação ao sul, onde predominam áreas planas. Ao leste da área de estudo tem-se a presença de uma agricultura bastante desenvolvida, isso deve-se em virtude do solo e do relevo nesta área.

Há uma diferenciação no comportamento do relevo: ao norte, predominam terras mais movimentadas, apresentando-se levemente acidentado; e, ao sul, nas margens do Rio Comandai, existe a predominância da planície aluvial.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Sistemas de informações geográficas

Os Sistemas de Informações Geográficas ou SIG's representam uma ferramenta útil e valiosa em análises espaciais e de apoio ao processo de tomada de decisão referente ao planejamento regional e gerenciamento de recursos ambientais em sistemas urbanos e rurais, permitindo a análise integrada de informações espaciais geocodificadas (BOHRER et al., 2001).

Segundo Carvalho et al (2000), “dependendo da situação, deve ser contratada também a geração de topologia, possibilitando a utilização da base em um SIG”. Os mesmos autores relatam que é importante exigir a junção perfeita quando se faz um mosaico entre duas cartas, caso contrário tem-se incorreções de digitalização.

O termo Sistema de Informações Geográficas (SIG) refere-se aqueles sistemas que efetuam tratamento computacional dos dados geográficos. Um SIG armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e numa projeção cartográfica qualquer. Os dados tratados em geoprocessamento têm como principal característica a diversidade de fontes geradoras e de formatos apresentados.

Há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG (ASSAD, 1998):

- Como ferramenta para a produção de mapas;
- Como suporte para análise espacial dos fenômenos;
- Como um banco de dados geográficos com funções de armazenamento e recuperação da função espacial.

- Principais características de SIG's:
- Integra uma única base de dados, as informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos-numéricos de terrenos;
- Oferece mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo base de dados georreferenciados;

Numa visão abrangente, podem-se identificar os seguintes componentes num SIG:

- Interface com o usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Consulta, análise espacial e processamento de imagens;
- Visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos, (ASSAD, 1998).

Estes componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG apresenta mecanismos de processamento espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída). No nível mais interno do sistema, um sistema de gerência de bancos de dados geográficos controla o armazenamento e a recuperação de dados espaciais e seus atributos.

Uma das características básicas e gerais de um SIG é a sua capacidade de tratar as relações espaciais entre objetos geográficos. Denota-se por topologia a estrutura de relacionamentos espaciais (vizinhança, proximidade, pertinência) que podem se estabelecer entre objetos geográficos.

SIG é uma estrutura georreferenciada de registros ambientais, que tem a capacidade de analisar relações taxonomônicas e topológicas entre variáveis e entre localidades, e que permite entrada, armazenamento, atualização, transformação, recuperação, análise e exibição de dados ambientais, composta de uma base geocodificada, com um banco de dados a ela acoplado, e um sistema de transformações de seus dados, destinado a analisar situações ambientais julgadas de interesse. Permitem, assim, uma visão holística do ambiente e, através de

análises sinópticas ou particularizadas, propicia a aplicação de procedimento heurísticos à massa de dados ambientais sob investigação.

Os SIG's podem ser considerados como modelos digitais do ambiente, e, por terem os dados ambientais o atributo de localização geográfica, possibilitam revelar e explicar muitos conceitos socioeconômicos. Permitem a avaliação de situações ambientais com precisão apropriada e economia no esforço humano para obtenção e organização dos dados. Têm agilidade e capacidade para trabalharem dados socioeconômicos relevantes no apoio ao planejamento geo-econômico, proteção ambiental e também análises geopolíticas.

Um SIG é um conjunto organizado composto de equipamento, programa computacional e dados geográficos, desenvolvido para capturar, integrar, atualizar, manipular, analisar, criar e apresentar todos os tipos de informações geograficamente referenciadas.

A expressão Sistema de informação geográfica refere-se aos tipos de sistemas que realizam tratamento computacional de dados geográficos. Segundo Câmara; Medeiros (1996), um SIG armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, ou seja, que estão localizados em algum ponto da superfície terrestre, e sob um sistema de projeção cartográfica qualquer e conhecido.

A interpretação dos fenômenos ocorridos em determinada região é realizada nos dias atuais através dos Sistemas de Informações Geográficas, permitindo desta forma a coleta, armazenamento, verificação, manipulação e a análise, exibição dos dados através de resultados por mapas ou relatórios. Nos últimos anos devido a disponibilidade de equipamentos de computação foram desenvolvidos muitos diferentes formatos e modelos de SIG, que se aplicam ao apoio à decisão.

A utilização de um SIG para simular, modelar e resolver problemas ligados à agricultura é uma prática cada vez mais comum em nível acadêmico. Muitos trabalhos objetivam a aplicação em SIG de modelos ligados ao meio ambiente e da conservação dos solos.

Segundo Peuquet (1990), podem ser considerados quatro níveis de abstração de dados incorporados a um SIG: mundo real que é o fenômeno como ele realmente existe, incluindo todos os aspectos que podem ou não ser percebidos pelas pessoas; modelo de dados, que é a abstração do mundo real e que incorpora propriedades relevantes à aplicação, usualmente uma concepção humana da

realidade sem considerações de software e hardware; estrutura de dados, que é a representação do modelo de dados freqüentemente expressa em termos de listas, tabelas, matrizes e diagramas, refletindo o registro dos dados em código de computador; e estrutura de arquivo que é a representação dos dados em armazenamento no equipamento computacional.

Os dados ambientais podem ser apresentados segundo uma visão territorializada, a qual se denomina matriz geográfica (BERRY, 1987; XAVIER – DA - SILVA, 1999). Trata-se de uma disposição conjugada de variáveis segundo suas ocorrências em unidades territoriais.

Ao se analisar os vários componentes de um SIG, pode-se afirmar que houve, nos últimos anos, tanto rápidos e crescentes avanços no que refere à interface homem-máquina, quanto sensível redução de custos na área de aquisição de equipamentos e de programas computacionais. Considera-se também o elevado grau de aprimoramento destes programas, assim como de softwares de SGI, que permitem efetuar análises em computadores pessoais, hoje com alta capacidade e desempenho, que até a poucos anos só eram feitas com grandes programas, executados em computadores de altíssimo desempenho.

Conforme destaca Guidara (1999), a tecnologia SIG está cada vez mais acessível a pequenas empresas e mais compreensível a profissionais de várias áreas do conhecimento, eliminando algumas barreiras para a formação de pessoal técnico, estrutura organizacional e normas de operação, porém o banco de dados é ainda um componente complexo de compreender, projetar, implementar e relativamente muito mais custoso financeiramente.

Para a realização de estudos ambientais, tem-se por objetivo a conquista de informações geográficas, utilizando-se, para tal fim, dados que, por possuírem uma posição espacial, ou localização geográfica definida, são denominados georreferenciados ou espaciais.

O desenvolvimento de Sistemas de Informações Geográficas, conforme citam Teixeira et al. (1992), é conseqüência direta dos avanços científicos na área da computação, cujos impulsos iniciais deram-se nas décadas de 1940, quando foram desenvolvidos equipamentos e procedimentos que levaram à elaboração de rotinas para a automação de determinados processos de análise espacial.

Os três principais objetivos de um Sistema de Informação Geográfica conforme Scholten e Stillwell (1990), são:

- armazenar, gerenciar e integrar uma grande quantidade de dados espacialmente geocodificados;
- suprir meios para realizar análises que integram e relacionam os dados de componentes geográficos;
- organizar e manejar os dados, de tal forma, que as informações cheguem ao usuário e possam ser facilmente acessíveis.

O primeiro sistema com características básicas de um SIG foi proposto em 1962, por Tomlinson, no Canadá, durante seminário sobre Inventário Nacional de Capacidade de Uso do Terra, para favorecer o uso de dados coletados pelo Canadá *Land Inventory* (CLI) posteriormente, em 1964, ele representou o primeiro sistema com características de SGI, e que foi denominado *Canadian Geographic Information System* (GOES, 2000).

SIG segundo Bonham-Carter (1998), é um sistema computacional para gerenciamento de dados espaciais, e que a superfície terrestre sugere que locações possam ser determinadas ou calculadas em função de coordenadas geográficas. A maioria dos sistemas existentes restringe-se a duas dimensões espaciais, embora alguns sistemas, de particular interesse de geólogos, tenham capacidade tridimensional para representar objetos ou locais.

Segundo Xavier – da - Silva (2001), o geoprocessamento e o uso de sistemas geográficos de informação propiciam a visão holística, por criar procedimentos analíticos e sintetizadores que revelem a possibilidade de interferências das relações causais aplicáveis à situação ambiental, a partir dos estudos de eventos e entidades ambientais, suas ligações, localizações, duração e nos diversos níveis de ocorrência. Torna-se então possível identificar relações de contingência, conexão, proximidade e funcionalidade entre as partes integrantes da situação ambiental. É fundamental que, no uso do geoprocessamento e de SGI, os procedimentos metodológicos adotados respeitem a natureza variável dos dados ambientais, mas permitem análises e integrações sucessivas que possibilitem deduzir as causas dos fenômenos ambientais.

Para Carvalho Filho (1995), os Sistemas de Informações Geográficas são estruturas heurísticas de modelagem e investigação da realidade ambiental, que além de também exercerem as tarefas de armazenamento, atualização, recuperação e exibição de dados e informações ambientais, trabalham com a estrutura ambiental relacional, seja física, biótica ou sócio-econômica de uma determinada região que se

pretende estudar. Daí decorre a complexidade e exigências inerentes a preparação dos dados para a entrada e aplicação por Sistemas de Informações Geográficas.

Desde sua concepção inicial, mais simplista e voltada para o projeto e construção de mapas, o SIG tem incorporado uma variedade crescente de funções. Em especial, apresentam mecanismos sofisticados para a manipulação e análise espacial dos dados, permitindo uma visualização dos resultados bem mais intuitiva do que a obtida através de relatórios e gráficos convencionais.

Segundo Câmara (1993), as principais características de um SGI são:

- Integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo, cadastros urbanos e rurais, imagens orbitais, redes e modelos numéricos de terreno;
- Combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados;
- Consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo de base de dados geocodificados.

Na conceituação proposta por Rodrigues (1990), o Sistema de Informação Geográfica constitui um elaborado banco de dados que, no *stricto sensu*, compreende software, que desempenha as funções de coleta, manipulação, análise e apresentação de informações sobre entidades de expressão espacial, para os quais são relevantes as características de posição, forma, distribuição espacial, conectividade, vizinhança, proximidade e permanência. E que SIG, *lato Sensu*, compreende tanto o software, como hardware, o banco de dados, os procedimentos de entrada e saída de dados, as normas de operação, de codificação, o pessoal técnico e a estrutura organizacional.

Os dados em um SIG podem ser originários de variadas fontes, e podem ser classificadas como primárias, que constituem as derivadas de levantamentos diretos no campo ou as obtidas de produtos de sensoriamento remoto, e como secundárias, que envolvem mapas e estatísticas, os quais são derivados de fontes primárias (TEIXEIRA et al., 1992).

Os Sistemas de Informações Geográficas armazenam e processam dados espaciais por meios das formas de estruturas matricial ou vetorial. Espera-se dos SGI versatilidade para suportar ambas as estruturas, de modo a atender melhor às necessidades do público usuário. Em geral, cada programa de SIG privilegia uma ou outra das estruturas.

Um SIG completo deve ser capaz de trabalhar com relações topográficas, ou seja, com estruturas geométricas que manipulam relações com vizinhança, conexão e permanência. Pode-se resumir topologia como uma “inteligência gráfica” associada ao sistema.

O significado de SIG, tradução de SIG (*Geographic information System*) já gerou muita discussão no meio científico, pois a sua tradução para “sistemas de informações geográficas” pode levar à crença de que as informações sejam geográficas e, na verdade nem todas as informações trabalhadas são especializáveis.

Xavier - da - Silva (1999), defende que o termo é assim caracterizado pois “sistema” significa uma estrutura organizada, com limites definíveis, funções externas e internas com dinâmica própria e conhecimento de suas relações com a realidade. Informação não somente um dado, mas é um ganho de conhecimento, o que é possível quando a transmissão é feita através de um protocolo convencionado. Geográfico, por sua vez, é em relação ao sistema, e não em relação à informação. O sistema é geográfico, pois os dados são espacializados.

Teixeira et al (1992) também associam o sentido de geográfico às informações, quando colocam que “um sistema de informação geográfica utiliza uma base de dados computadorizada que contém informação espacial, sobre a qual atuam uma série de operadores espaciais”.

Moura (1993) coloca que a cartografia automatizada ou digital adota a tradicional metodologia de construção de cartas temáticas, mas as análises e sínteses podem envolver relações mais complexas, evidenciando mútuas relações, que melhor representariam à dinâmica espacial; o que exige recursos como os oferecidos pelos Sistemas Informativos Geográficos. Segundo a autora, “o interesse nos recursos da cartografia temática cresceu com a evolução da cartografia automatizada, também conhecida como cartografia numérica ou digital e, principalmente, dos Sistemas Informativos Geográficos, nos quais a base essencial de trabalho são os métodos de *overlay mapping* (sobreposição de mapeamentos), e os mapas temáticos, também chamados de *themes*, *overlays*, *coverages*, *data planes*, *layers* ou *levels* conformam um sistema para responder perguntas, para embasar decisões ou auxiliar na resolução de problemas”.

Partindo da conceituação de SIG como instrumento de elaboração eletrônica que permite a coleta, gestão, análise e representação automatizada de dados

georreferenciados, Muzzarelli et al (1993), desenvolvem estudo bibliográfico sobre o termo, comprovando que, ainda, não existe uma definição padronizada e universalmente aceita. Segundo os autores, a falta de uma definição precisa do termo deve-se a dois fatores: o primeiro, que as potencialidades da informática ainda não estão completamente exploradas e previsíveis, e o segundo que percebeu-se uma tendência de que os conceitos de geografia sejam associados ao quadro teórico, enquanto o instrumento operacional para os estudos espaciais seja associado à cartografia. Não obstante as diferenças de definições existentes, o autor observa a rápida difusão dos SIG's, conduzida por: - um crescente interesse no território do ponto de vista geográfico, urbanístico e ambiental, sobretudo com a conscientização a respeito de suas limitações; - uma maior necessidade de informações, asseguradas pelo desenvolvimento tecnológico com uma relação custo/benefício mais vantajosa.

O autor mostra que as primeiras definições de SIG levavam a visão errada de que qualquer mapeamento por computador poderia ser um SIG. Cita os conceitos adotados por Tomlinson e outros, no início dos anos 70, o que chama de conceitos baseados no *process-oriented approach*, quando um SIG era visto como um conjunto de subsistemas integrados que ajudariam na conversão de dados geográficos em informações úteis. Outra visão extremamente ampla do conceito foi adotada por Clarke em 1986, que conceituava um SIG como *computer-assisted systems for the capture, storage, retrieval, analysis, and display of spatial data*. Essa visão de Clarke e outros é chamada por Cowen de *application approach*, pois associa o SIG à informação manipulada mas não o diferencia de outras formas de manipulação de dados, tem-se a etapa caracterizada por Cowen como *database approach*. Esse conceito é defendido por Tomlinson; Boyle em 1981, e por Dangermond em 1983<sup>2</sup>

Sobre o termo "topologia", Teixeira et all (1992) explicam que o conceito "define a localização dos fenômenos geográficos, um em relação aos outros, não requerendo necessariamente o uso do conceito de coordenadas, mas considerando apenas a sua posição no arranjo da rede, por exemplo".

---

<sup>2</sup> Disponível no sítio: <http://www.scribd.com>

De acordo com Moura (1993) nota-se uma grande difusão do SIG na produção de inventários e apoio à prática do planejamento, uma vez que permite a definição física e análise quantitativa dos componentes sócio-econômicos, mesmo análises qualitativas atribuindo pesos às características identificadas dentro de uma escala de valores estabelecida. Assim, tornou-se o principal instrumento de planejamento urbano por possibilitar um retrato mais fiel de sua complexidade e permitir a integração de análises por disciplinas diversas (do ponto de vista geológico, arquitetônico, econômico, entre outros).

Hoje os SIG's procuram evoluir nas metodologias de tratamento de dados. O conjunto de dados, tanto cartográficos como alfanuméricos, oferece informações que são exercidas, mas existem, também, relações espaciais ou lógicas e a essência dos Sistemas Informativos Geográficos está em explicar essas relações.

Os Sistemas Informativos Geográficos, ao buscar formas de trabalhar com as relações espaciais e lógicas, tendem a evoluir do descritivo para o prognóstico. Em lugar de, simplesmente descrever elementos ou fatos, podem traçar cenários, simulações de fenômeno, com base em tendências observadas ou julgamentos de condições estabelecidas.

O uso de um SIG está relacionado à geração de um espaço heurístico, pois permite: extração seletiva de variáveis e acompanhamento das variações ambientais (monitoria). O caráter heurístico está na possibilidade de aquisição paulatina e ordenada de conhecimento sobre uma problemática ambiental. Esse processo chamado de calibração permite a aproximação entre a realidade ambiental e seu modelo representativo (XAVIER – DA – SILVA, 1992). "Um sistema de informação geográfica é um conjunto integrado de programas (software) especificamente elaborados para serem utilizados com dados geográficos, executando espectro abrangente de tarefas no manuseio dos dados. Essas tarefas incluem a entrada, o armazenamento, a recuperação e os produtos resultantes do manejo dos dados, em adição à ampla variedade de processos descritivos e analíticos". (CALKINS; TOMLINSON, 1977, *apud* CHRISTOFOLETTI, 1999).

Os dados não têm significado próprio, mas são símbolos usados na representação de fatos, conceitos ou instruções. Para que um dado se torne informação, é preciso conhecer o significado que é atribuído ao mesmo.

Num SIG, existem duas grandes formas de organização de um ambiente de trabalho:

- Organização baseada num banco de dados geográficos;
- Organização baseada em projetos.

No primeiro caso, o usuário define inicialmente o esquema conceitual associado às entidades do banco de dados geográficos, indicando, para cada tipo de dados, os seus atributos não-espaciais e as representações geométricas associadas. No segundo caso, o usuário define inicialmente um referencial geográfico (que delimita uma região de trabalho) e a seguir, define as entidades geográficas que compõe o projeto. Nota-se que um banco de dados geográficos pode ter vários projetos, sendo que as definições do esquema conceitual valem para todos os projetos do banco.

## **2.2 O uso do sensoriamento remoto**

As ciências tiveram um desenvolvimento ao longo dos anos, principalmente aquelas ligadas ao meio ambiente, assim houve uma demanda maior nos mapas. O avanço das técnicas computacionais é um bom exemplo, pois fornece valiosos instrumentos à cartografia facilitando a construção dos mapas, bem como, melhorando a qualidade dos produtos cartográficos, por serem substituídos de produtos analógicos para digitais. Desta forma, teremos uma aproximação e maiores vínculos entre a cartografia, Sensoriamento Remoto e SIG.

De acordo com Curran (1985) o surgimento do Sensoriamento Remoto ocorreu uma ampliação da capacidade do homem em obter informações sobre os recursos naturais e o meio ambiente, sendo que este se coloca como mais uma ferramenta complementar para facilitar trabalhos temáticos e também levantamentos.

Assim, no contexto de Rocha (2000), “o Sensoriamento Remoto pode ser definido como a aplicação de dispositivos que, colocados em aeronaves ou satélites, nos permitem obter informações sobre objetos ou fenômenos da superfície da Terra, sem contato físico com eles”.

Novo (1992) afirma que o Sensoriamento Remoto é definido como:

A utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e análise de interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta terra, em suas mais diversas manifestações.

Ainda Novo, (op. cit.) confirma que “o Sensoriamento Remoto visto como sistema de aquisição de informações pode ser subdividido em dois subsistemas: 1) subsistema de coleta de dados e 2) subsistema de análise de dados”.

A autora afirma também, que “o que chega ao sensor é uma certa intensidade de energia que depois se transforma em sinal passível de interpretação. As interpretações compõem os sistemas de análise dos dados que incluem o processamento fotográfico, o processamento eletrônico do sinal, a modelagem, etc.”

Conforme Crósta citado por Frasson (2001):

Do ponto de vista técnico-científico, imagens de Sensoriamento Remoto vêm servindo de fonte de dados para estudos de levantamentos geológicos, ambientais, agrícolas, cartográficos, florestais, urbanos, oceanográficos, entre outros. As imagens de Sensoriamento Remoto passaram a representar uma das únicas formas viáveis de monitoramento ambiental em escala local e global. Nesse momento em que a humanidade começa a encarar seriamente a necessidade de monitorar as mudanças globais que vem ocorrendo na superfície do planeta, o Sensoriamento Remoto aparece como ferramenta estratégica para o futuro.

As técnicas científicas ao longo do tempo foram-se aperfeiçoando, dando mais subsídio ao autor, facilitando a geração e interpretação de mapas.

As imagens de Sensoriamento Remoto têm a seu favor a periodicidade, permitindo assim, a geração de mapas de qualquer parte da superfície terrestre sempre atualizados, tanto no que se refere a dados quantitativos como qualitativos. Desta forma, não se pode negar o potencial de aplicação do Sensoriamento Remoto para o mapeamento dos recursos naturais, especialmente em levantamentos de uso da terra (MOTA, 2008).

Estas técnicas atualmente são aplicadas nas mais diversas áreas facilitando o poder investigativo do homem, abrindo possibilidades de planejamento e gerenciamento dos recursos naturais.

Desta forma, pode-se dizer que com os SIG's, o Sensoriamento Remoto torna-se ainda mais relevante, pois com a associação destas duas ferramentas, a geração de planos de informação pode-se tornar mais rápida e periódica e facilitar o levantamento de informações de um dado de uma área ou região que se deseja estudar e pesquisar (MOTA, 2008).

O Sistema Sensor, conforme Novo (1992), é “qualquer equipamento capaz de transformar alguma forma de energia em um sinal passível de ser convertido em informação sobre o ambiente”.

Com o decorrer do tempo, novas técnicas e novos modelos vêm se definindo e ganhando características de melhor resolução. Segundo Marchetti; Garcia (1986) "nos princípios de Fotogrametria existe a essência de aprimoramento em três elementos: a luz, a descrição e a mensuração". Em outras palavras, entende-se como em constante desenvolvimento o aparato técnico-científico, isto é, em franco aperfeiçoamento os satélites, a tecnologia empregada na coleta de dados e os aplicativos que compõem a base de laboratório para cruzamento e geração de mapas temáticos, bem como obtenção de dados. Assim, têm-se atualmente muitos autores que discutem este assunto de maneira tecnicamente semelhante.

Estes programas, aliados ao avanço e a capacidade de computadores constituem-se em ferramentas importantes para o desenvolvimento de pesquisas. Sabe-se que atualmente a tecnologia e a capacidade de desenvolvimento e/ou ajuste de imagens assume maior versatilidade e precisão.

Assim, o avanço da tecnologia pode possibilitar um detalhamento maior em cruzamento de dados. Os efeitos da generalização são cada vez mais substituídos por detalhes, estes podendo ser obtidos com maior intensidade em laboratório, embora nunca se descarte um levantamento de campo.

Porém, necessariamente, deve existir uma área ou faixa de transição entre ambos, que se privilegia para estudos, uma vez que a escala das imagens são classificadas como locais por Cihlar (2000) e apresentam-se de boa resolução.

Desta forma, é fundamental que um trabalho de avaliação em nível de campo e laboratório se desenvolva e que seja executado no sentido de viabilizar novas alternativas de gerenciamento, tanto ambiental, como no sentido de suporte científico e comprobatório para tomada de decisões dos poderes públicos, sejam eles municipais e/ou estadual frente à execução de projetos para a comunidade.

Como técnicas auxiliares têm-se o sensoriamento remoto que permite obter informações sobre determinados objetos. Novo (1999), “define Sensoriamento

Remoto como sendo a tecnologia que permite a aquisição de informações sobre objetos sem contato físico com eles”. Da mesma forma Rocha (2000), afirma: “o Sensoriamento Remoto pode ser definido como a aplicação de dispositivos que colocados em aeronaves ou satélites, nos permitem obter informações sobre objetos ou fenômenos na superfície da Terra, sem contato com eles”. Para tanto, o sensoriamento remoto contribui na aquisição e determinação de informações qualificando os objetos alvo de estudo. Esta técnica também pode ser usada na aquisição das informações referentes ao ecossistema aquático, no qual a água é o elemento essencial para a manutenção da vida do Planeta.

### **2.3 Água**

Neste contexto, Fernandes; Garrido (2002) alerta que embora dois terços do planeta sejam formados por água, a água potável é na realidade um recurso escasso. As águas de oceanos e mares, que são salgadas, representam 97% do total deste recurso na natureza. Os 3% restantes distribuem-se entre águas doces congeladas nas calotas polares, que representam 2%, e águas superficiais e subterrâneas que representam 1%. O mesmo autor afirma ainda que deste 1% de águas superficiais e subterrâneas doces, as águas subterrâneas perfazem um total de 97%. Segundo dados da UNESCO/PHI (1998) o volume de água subterrânea em escala mundial é estimado em 23 milhões de quilômetros cúbicos.

Para Fernandes; Garrido (2002), os usos da água podem ser classificados como consuntivos e não consuntivos. No primeiro caso, tem-se a água de mananciais, retirados através de captações ou derivações, e apenas parte dela retorna a sua fonte de origem. Exemplos de usos consuntivos são: a agricultura irrigada, o abastecimento humano, a dessedentação de animais e o abastecimento industrial. Os mesmos autores classificam os usos não consuntivos como aqueles que utilizam a água em seus próprios mananciais sem haver necessidade de retirá-las ou, após captada, retorna integralmente a seus mananciais. Exemplos deste tipo de uso são: a pesca, o lazer e recreação, a navegação fluvial e a preservação da natureza.

Duarte Costa (1997) comenta que a maioria dos usos são consuntivos, e dentre eles, alguns requerem maiores cuidados com as características físicas, químicas e/ou biológicas das águas. Neste caso, encontram-se os usos doméstico, a irrigação e as indústrias. Entre os não consuntivos, merecem especial atenção os usos com recreação e a preservação da natureza.

Cavalcanti (2001) comenta que a demanda mundial por água dobra a cada 20 anos; no entanto, estima-se que para o ano de 2020, o volume hídrico ofertado para cada habitante, deva chegar a apenas metade do que representa hoje.

No Correio Da Unesco (1999), foi escrito o seguinte: há apenas 50 anos, nenhum país do mundo registrava níveis catastróficos em reservas de água. Hoje, cerca de 35% da população mundial vive nessa situação. Em 2025, dois terços dos habitantes do planeta terão reservas de água frágeis, se não catastróficas. Em compensação, os países e regiões ricos em água como o norte da Europa, o Canadá, a quase totalidade da América do Sul, África Central, Extremo Oriente e Oceania continuarão a dispor de vastas reservas. Futuramente, isto poderá ser motivo de guerras entre países.

De acordo com dados do IBGE (1991), 61% da população brasileira se abastece do manancial subterrâneo, seja por meio de poços profundos, rasos ou nascentes. Assim, é comprovada a extrema importância que estes mananciais assumem no país, e conservá-los é de vital importância em todos os sentidos:

As águas, consideradas nas diversas fases do ciclo hidrológico, constituem um bem natural indispensável à vida e às atividades humanas, dotadas de valor econômico em virtude de sua limitada e aleatória disponibilidade temporal e espacial, e que, enquanto bem público e de domínio do Estado, deve ser por este gerida, em nome de toda a sociedade, tendo em vista seu uso racional sustentável (Código Estadual do Meio Ambiente 2000, Art. 120).

O Gerenciamento dos Recursos Hídricos, para ser correto, segundo Lanna (1993), deve ser embasado em um “conjunto de ações governamentais destinadas a regular o uso e o controle dos recursos hídricos e a avaliar a conformidade da situação corrente com os princípios doutrinários estabelecidos pela política dos recursos hídricos”. Merece destaque desta forma, a formulação de princípios e diretrizes, bem como documentos que orientam a gestão para a criação de sistemas gerenciais.

Lanna (1993) afirma, neste sentido, que “a gestão dos recursos hídricos deve considerar a ligação estreita existente entre os problemas de quantidade e qualidade das águas”. O mesmo autor alega a gestão dos recursos hídricos e sua importância para a sociedade, afirmando o seguinte:

Os recursos hídricos são bens de relevante valor para a promoção do bem estar de uma sociedade. A água é bem de consumo final ou intermediário na quase totalidade das atividades humanas. Com o aumento da intensidade e variedade desses usos ocorrem conflitos entre usuários. Uma forma eficiente de evitar estes conflitos é a gestão integrada do uso, controle e conservação dos recursos hídricos (LANNA 1993).

O Artigo 134 do Código Estadual do Meio Ambiente (2000) afirma que “incumbe ao Poder Público manter programas permanentes de proteção das águas subterrâneas, visando ao seu aproveitamento sustentável, e a privilegiar a adoção de medidas preventivas em todas as situações de ameaça potencial a sua qualidade”. O poder público deve gerenciar os recursos com investimentos em projetos, obras e ações que garantam a oferta deste recurso. Assim, o mesmo tem o direito de implementar cobrança pelo uso dos recursos, de maneira que seja possível gerenciar projetos de conservação ou recuperação de mananciais.

Fernandes; Garrido (2002) afirmam que “a cobrança pelo uso dos recursos hídricos é um instrumento de política nacional de gestão do uso da água dos mananciais, previsto desde 1934, no Código de Águas”. Salientam ainda que a Lei Federal nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, reafirmou a necessidade de manutenção deste instrumento, sobretudo como indutor de uma postura de racionalidade do usuário da água, para que o mesmo use-a sem desperdício.

#### **2.4 A declividade do terreno, um fator relevante no uso da terra**

Os homens têm uma relação antiga com o meio ambiente, assim, torna-se muito importante conhecer e analisar o espaço em que está inserido e desta forma compreender as transformações que ocorrem, a complexidade e a interdependência entre os elementos, para uma maior harmonia entre o homem e o meio.

Através do levantamento do uso da terra pode-se, planejar e aproveitar melhor os recursos disponíveis e desta forma agredir menos o meio ambiente. Existe aptidão específica para cada área em relação ao uso. Quando se realiza atividades antrópicas em desacordo com a aptidão natural da terra, são gerados conflitos de uso. Estes conflitos de uso inadequado são responsáveis por um maior desgaste e perda de fertilidade natural deste recurso. Para Bertoni; Lombardi Neto (1990,) “cada terreno deve ser utilizado de acordo com sua capacidade e tratado conforme sua necessidade”.

Segundo Duarte *apud* rocha (1997) define mapa clinográfico como “a inclinação do relevo em relação à linha do horizonte, ou mais tecnicamente, como sendo a tangente trigonométrica da inclinação da linha do relevo relacionada com a linha do horizonte”. Este mapa refere-se à inclinação das vertentes, servindo para indicar as diferentes formas de relevo.

Rocha (1999) ressalta que o uso da terra e a declividade do terreno estão intimamente relacionados com uma maior ou menor infiltração da água no solo. O autor, realizando experimentos para algumas áreas do Rio Grande do Sul constatou que a infiltração da água da chuva, com chuvas pesadas, em locais de floresta pode chegar a aproximadamente 150mm/hora, enquanto em locais de lavoura estimou em apenas 6mm/hora. Para o mesmo, significando assim, que em locais de lavoura, especialmente as que são mal conduzidas, a água quase não infiltra. Destaca-se assim, dois fatos negativos. O primeiro diz respeito à degradação do solo por erosão e outro ao assoreamento de leitos fluviais.

## **2.5 Os mapas e sua relevância**

O homem ao longo do tempo tem causado profundas alterações no ambiente natural. Estas mudanças estão ligadas a diversos fatores. Percebe-se mais as alterações onde à exploração econômica é mais acentuada, principalmente quando se lança mão dos recursos de maneira desordenada e irracional, desconsiderando as aptidões do meio natural. A natureza sempre foi vista como algo a ser explorado e a inteira disposição do homem. A exploração predatória no Brasil iniciou-se no período colonial com o Pau-Brasil, que visava lucros para a coroa portuguesa.

Os danos ambientais a nível mundial aumentaram pela constante exploração dos recursos naturais disponíveis, levando a humanidade cada vez mais a repensar suas práticas e valores, despertando uma consciência ambiental.

Desta forma, percebeu-se cada vez mais, que os mapas tornam-se ferramentas importantes, permitindo a representação de todo e qualquer fenômeno da superfície terrestre, assim facilitando o planejamento das ações do homem.

Santos (1990) comenta que os mapas podem ser entendidos como a representação cartográfica dos fenômenos naturais e humanos de uma determinada área, dentro de um sistema de projeções e em uma determinada escala, de modo que traduz com fidelidade as formas e dimensões do terreno. O mesmo autor comenta ainda que os mapas podem ser divididos em dois tipos: os mapas básicos e os mapas temáticos. No primeiro caso, o autor afirma que se trata de um mapa que contenha informações concernentes a superfície do terreno que está sendo estudado, e o mapa temático, por sua vez, é o fenômeno em análise propriamente dito.

Segundo Martinelli, (2003), “o mapa temático exporá, assim, um tema, que deverá ser declarado no título. Portanto, este, além de dizer do que se trata, deve especificar onde se dá o acontecimento e em que data”.

Para Joly (1990) “o objetivo dos mapas temáticos é fornecer, com o auxílio de símbolos qualitativos e/ou quantitativos dispostos sobre uma base de referência uma representação convencional dos fenômenos localizáveis de qualquer natureza e de suas correlações”.

Raisz (1969) “refere-se ao assunto comparando o homem a uma formiga sobre um tapete, sendo assim impossível para o homem conhecer a estrutura do espaço além de seu campo visual”. Assim, percebe-se a relevância do mapeamento, na explicação do autor ao se referir a formiga para explicar a noção de espaço, que o homem possui, e desta forma, mostrou uma visão maior de como usar a nossa criatividade. Quando se reduz o espaço, tem-se uma visão do “todo” através do mapeamento. Neste sentido, torna-se necessário reduzir a superfície a uma proporção que nos permite ter uma compreensão total ou parcial da superfície em estudo, com uma simples visão. Também comenta que os mapas são representados por símbolos, áreas, linhas e pontos, por meio dos quais se tem uma facilitação da localização, a identificação e distribuição dos elementos no espaço, desta forma, a escala do mapa deve levar em consideração o número de detalhes que se procura.

Os mapas possuem grande utilidade, servem para análise dos fenômenos existentes sobre a superfície terrestre, fornecem bases para analisar os objetos de estudo. Como exemplo tem-se os mapas hipsométricos, clinográficos e o do uso da terra.

Assim, pode-se vincular o uso dos mapas diretamente ao planejamento ambiental, através de nível de microbacia ou de unidade administrativa. De acordo com Santos (1990) “o planejamento ocupa um lugar proeminente dentro das projeções governamentais, especialmente o seu alcance, exige a análise de todos os fatores que integram os quadros da infra-estrutura natural e construída de um Estado”. Desta forma, os mapas temáticos tornam-se uma ferramenta indispensável e mostram a sua utilidade na organização do espaço.

Os dos mapas: hipsométrico, clinográfico e principalmente o de uso e cobertura da terra possuem grande importância, determinam a forma adequada do espaço, através deles percebe-se onde existam áreas de risco.

Os mapas hipsométricos representam a altitude do relevo e são divididos em classes de altitudes que variam de acordo com a distribuição, sendo a opção que melhor representa está baseada na progressão geométrica. Segundo Loch (2006), “a curva de progressão corresponde aproximadamente àquela da distribuição das elevações na superfície terrestre (curva hipsométrica da Terra)”.

O mapa clinográfico também tem sua relevância. Este é desenvolvido por geomorfologistas, geógrafos através de diversos métodos de construção, onde têm-se como base uma carta topográfica na qual a representação do relevo é feita por curvas de nível. Portanto, quanto mais próximas foram as curvas maior será a inclinação do relevo analisado.

os mapas clinográficos ou de declividade como são conhecidos, têm uma aplicação bastante ampla tanto no planejamento de uso da terra rural e urbano, como na implantação de grandes obras de engenharia (barragens, hidrelétricas, estradas, etc) e na determinação de áreas de risco ambiental (LOCH, 2006).

Desta forma para tornar-se completa uma análise de uma determinada área é preciso levar em consideração o tipo de uso deste local. Isto se torna possível através dos mapas de uso da terra. O mapa do uso e cobertura da terra pode ser definido como aquele que mostra as relações entre o homem e a natureza.

De acordo com Loch (op. cit.), “um mapa de uso e cobertura da terra de um determinado território é um dos mais importantes para diversos estudos e aplicações porque faz a ligação entre os elementos físicos e os sociais”. Entretanto pode se afirmar que a cobertura da terra mostra o óbvio do seu uso, desta forma, nota-se onde há vegetação e ausência de vegetação, floresta densa, solo exposto, agricultura e a estrutura urbana.

## 2.6 Variáveis limnológicas

A temperatura superficial da água sofre influência de vários fatores, como: latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. O aumento da temperatura ocorre geralmente por despejos industriais, (indústrias canavieiras), tendo como exemplo as usinas termoelétricas. A temperatura exerce importante função no meio aquático, determinando uma série de influências sobre os parâmetros físico-químicos. A medida que a temperatura aumenta de 0° a 30°, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto que a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam as solubilidades com a elevação da temperatura (CETESB, 2001).

Segundo Esteves (1998), “a condutividade elétrica da água constitui uma das variáveis mais importantes em limnologia, visto que pode fornecer importantes informações tanto sobre o metabolismo do ecossistema aquático, como sobre fenômenos importantes que ocorrem na sua bacia de drenagem”.

As informações importantes de acordo com o mesmo autor são as seguintes:

- 1º) informações sobre o magnitude da concentração iônica. Os íons mais diretamente responsáveis pelos valores de condutividade elétrica em águas interiores são os chamados macronutrientes (cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonato, sulfato, cloreto, etc.), enquanto que nitrato, nitrito e especialmente ortofosfato, têm pouca influência. O íon amônio pode ter influência somente em altas concentrações;

- 2º) a variação diária da condutividade elétrica da água fornece informações a respeito de processos importantes nos ecossistemas aquáticos, como produção primária (redução dos valores) e decomposição (aumento dos valores);
- 3º) a condutividade elétrica pode ajudar a detectar fontes de poluidoras nos ecossistemas aquáticos;
- 4º) as diferenças geoquímicas nos afluentes do rio principal ou de um lago podem ser facilmente avaliadas com auxílio de medidas da condutividade elétrica, (ESTEVES, 1998).

De acordo com Esteves (op. cit.), “a concentração de sais minerais dissolvidos na água é expressa como salinidade, que corresponde ao peso, em gramas, sais presentes em 1000g de água”. Portanto, os principais íons que são responsáveis pela formação de sais em água destacam-se os cátions (magnésio, sódio, potássio) e os ânions (bicarbonato, cloreto e sulfato). No entanto, para se ter uma maior classificação, deve-se determinar a salinidade da água, quantificando a concentração de cada sal, ou seja, separar e efetuar a somatória final.

TDS é uma variável limnológica importante nos sistemas aquáticos, exercendo influência nas propriedades e é determinante para que a água seja de qualidade, no entanto, com concentrações elevadas a água se torna imprópria para o consumo humano. Conforme Strassburger (2005), “alguns sólidos em altas concentrações como os sulfatos e cloretos poderão causar corrosão e danificar o sistema aquático”.

O termo pH é utilizado para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução. O pH possui influência nos ecossistemas aquáticos naturais. Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9. É de extrema utilidade as medidas do pH, pois fornecem inúmeras informações sobre a qualidade da água. O pH das águas superficiais é entre 4 e 9, podendo ser alcalinas devido a presença de carbonatos e bicarbonatos. Desta forma, o pH reflete o tipo de solo por onde a água percorre.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Procedimentos metodológicos

A metodologia segue as etapas do organograma na Figura 03, mostrando os procedimentos que foram adotados.

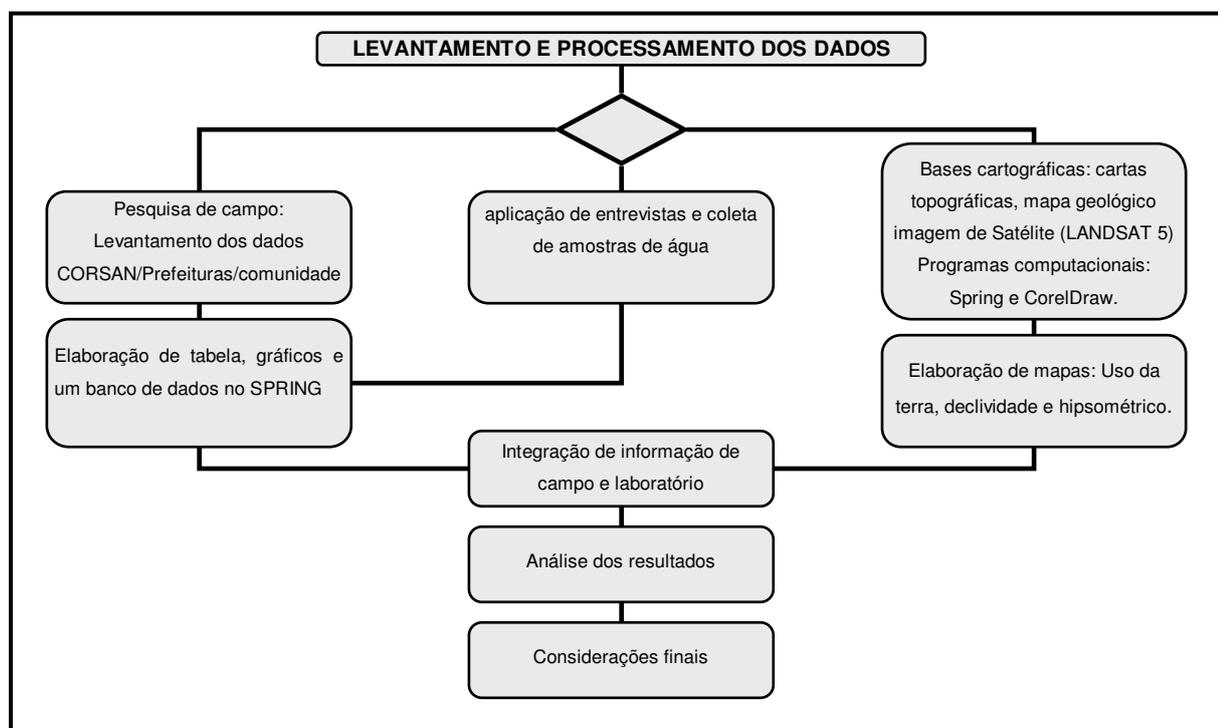


FIGURA 03 - Organograma das etapas de execução da pesquisa.

Org.: PASSOS, V. F. dos

Para desenvolvimento deste trabalho, realizou-se entrevistas com alguns agricultores e funcionários responsáveis pela captação da água. Utilizou-se coletas de dados limnológicos (pH, CE, TDS e a salinidade) da água do Arroio Tumurupará para analisar as formas de uso da terra.

Na Figura 03 estão representados as etapas deste trabalho. Primeira etapa consistiu no levantamento de informações contidas por meio de entrevistas realizadas com a comunidade local. Também nesta etapa realizou-se o levantamento da base cartográfica.

Na segunda etapa, montou-se o banco de dados no Programa computacional SPRING, para execução de mapeamentos. Na planilha do Excel foram cadastrados os dados coletados a campo, bem como os dados relativos à coleta de água.

Na terceira etapa, realizou-se a integração do banco de dados e análises dos resultados. Para tanto, foram aplicados dez (10) entrevistas e coletado dezessete (17) amostras.

A quarta etapa tratou-se dos resultados e das discussões da pesquisa. E a última etapa consistiu na edição final dos mapas e nas considerações finais, com sugestões para a população e para as Prefeituras envolvidas.

### **3. 1.1 Materiais e métodos**

- Os materiais e cartas Topográficas utilizados foram os seguintes:
- - Carta topográfica de Campina das Missões, na escala 1:50.000, folha: SG 21-Z-D-V-3 (MI-2897/3), da DSG (Diretoria de Serviço Geográfico) do Ministério do Exército, ano de 1975.
- - Carta topográfica de Santo Cristo, na escala 1:50.000, folha: SG.21-Z-D-V-4 (MI-2897/4), da DSG (Diretoria de Serviço Geográfico) do Ministério do Exército, ano de 1980.
- - Carta topográfica de Cerro Largo, na escala 1:50.000, folha: SH.21-X-B-II-2 (MI-2913/2), da DSG (Diretoria de Serviço Geográfico) do Ministério do Exército, ano de 1981

Através das cartas topográficas foram digitalizados os arquivos linha, tais como rede hidrográfica, estradas, limites e polígonos.

Todo o trabalho realizou-se em um computador Pentium Duo Corel, com um processador de 2.2GHz e uma placa de memória DDR de 1 GB. Utilizou-se o aplicativo computacional SPRING, utilizado para o tratamento das imagens, tais como: georreferenciamento, cruzamento dos planos de informação e digitalização de polígonos e linhas.

Para a construção de gráficos e tabelas utilizou-se o programa de informática Excel e para a elaboração dos textos utilizou-se o Microsoft Word.

Através da definição dos pontos amostrais, realizou-se a coleta das variáveis limnológicas na data prevista. Com o peagâmetro da marca pH MASTER SENSOGLASS obteve-se o pH da água em sub-superfície. Através do condutímetro da marca ORION 215 foram obtidas a temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), Condutividade Elétrica ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) e o Totais de Sólidos Dissolvidos ( $\text{mg}/\text{l}$ ). Definiu-se dezessete (17) pontos amostrais distribuídos uniformemente na bacia hidrográfica do Arroio Tumurupará (Pessegueiro).

As variáveis limnológicas foram avaliados de acordo com a metodologia dos autores transcritos a seguir:

Conforme Debert (2000), a escala de pH é constituída de uma série de números que variam de 0 a 14, denotam vários graus de acidez ou alcalinidade. No entanto, valores abaixo 7e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto valores de 7 a 14 indicam aumento da basicidade.

A CE da água varia de acordo com a temperatura e a concentração total de substancias ionizadas dissolvidas. Nas águas com valores de pH nas faixas extremas ( $\text{pH}>9$  ou  $\text{pH}<5$ ), os valores de condutividade são apenas às altas concentrações de poucos íons em solução.

Para medir a temperatura, foram utilizados termômetros simples de mercúrio ou aparelhos mais sofisticados como o “Termistor” conforme salienta ainda Deberdt (2009), os quais servem para registrar diretamente a temperatura das várias profundidades na coluna de água. Estas medidas devem ser realizadas no próprio local de coleta.

Segundo Souza (2001), “as concentrações de sólidos dissolvidos, maiores que  $400\text{mg}/\text{L}$  tornam a água imprópria para o consumo, não podendo exceder  $500\text{mg}/\text{L}$ ”.

De acordo com Esteves (1998), “a concentração de sais minerais dissolvidos na água é expressa como salinidade, que corresponde ao peso, em gramas, dos sais presentes em  $1000\text{g}$  de água”. Do mesmo autor, “a salinidade das águas interiores apresenta grande amplitude de valores, podendo variar desde valores menores do que

0,5‰ (água doce), passando por diferentes graus de salobridade (oligohalina e mesohalina) até valores maiores do que 35‰ (águas hipersalinas).

### **3.2 Procedimentos técnicos**

Para a execução deste trabalho obteve-se auxílio de várias ferramentas cartográficas e computacionais. As etapas foram: Entrevistas, elaboração do mapa de localização, hipsométrico, clinográfico e do uso da terra da respectiva área de estudo. Também realizou-se coleta de amostras de água.

#### **3.2.1 Mapa Hipsométrico**

Esse mapa de acordo com BARROS SARTORI; MÜLLER FILHO (1999) é um tipo de carta largamente empregada nos Atlas, em escalas pequenas. Pode também ser construída a partir de uma carta topográfica, quando procura-se simplificar faixas de variação altimétrica. Cada faixa de altitude é representada por uma cor previamente definida. Tal processo de elaboração é conhecido pelo nome de iluminação da carta.

Na elaboração do mapa Hipsométrico, em escala 1:50.000, levou-se em consideração as curvas de nível, as quais, possuem uma equidistância de 20 metros.

Foram estabelecidas cinco (5) classes de hipsometria, suas equivalências e cores estão representadas nas mapas temáticas de acordo com Quadro 01 que segue:

**QUADRO 01: Composições das cores e suas referentes altitudes nos municípios de Cândido Godói, Campina das Missões e Ubiretama/RS.**

COR	ALTITUDES
AMARELO	100 - 150
LARANJA	150 - 200
VERDE	200 - 250
VERMELHO CLARO	250 - 300
VERMELHO	300 - 350

Organizado por: PASSOS. V. F. dos, 2008

### 3.2.2 Mapa clinográfico

Este mapa foi realizado através do aplicativo SPRING usando-se antes o método DE BIASI (1991), baseando-se na carta topográfica de Campina das Missões, Santo Cristo e Cerro Largo. Usa-se a seguinte fórmula:

$$D = \frac{E}{Dh} \times 100\%$$

Onde: D= declividade (em %)

E= eqüidistância das curvas de nível

Dh= distância horizontal entre duas curvas de nível

Após a aplicação desta equação para todas as declividades obteve-se os resultados que podem ser visualizados no Quadro 02.

**QUADRO 02: Composições das cores e suas referentes declividades nos municípios de Cândido Godói, Campina das Missões e Ubiretama/RS**

DECLIVIDADE %	COR
0-5	AMARELO
5- 12	LARANJA
12- 30	VERMELHO
30- 47	MARRON FRACO
> 47	MARROM

Organizado por: PASSOS. V. F. dos, 2008

### 3.2.3 Mapa de Uso da terra

Tendo como base a Imagem LANDSAT 5, resolução espacial 30 metros, bandas 3, 4, 5 o dia 13/10/2008, verificou-se as formas de uso da terra nas áreas da microbacia em estudo. Interpretou-se as características da imagem, diferenciando-as com cores de acordo com as formas de uso da terra, as quais foram agrupadas em classes, assim definidas:

- Sistema de drenagem - formado por rios;
- Agricultura - áreas com vegetação de porte baixo, incluindo culturas temporárias e permanentes;
- Campos e pastagens - áreas com vegetação rasteira;
- Vegetação – área com árvores e/ou arbustos definidas ou estratificadas (Quadro 03).

#### **QUADRO 03: Formas de Uso e Ocupação do Solo e respectivas cores**

<b>COR</b>	<b>FORMAS DE USO DA TERRA</b>
VERDE	ÁREAS FLORESTADAS
VERMELHO	SOLOS EXPOSTO/AGRICULTURA
AMARELO	CAMPO
AZUL	LÂMINAS DE ÁGUA

Organizador: PASSOS.V. F. dos, 2008

### 3.2.3 Procedimentos de elaboração

Para a elaboração dos mapas de localização, hipsométrico, clinográfico e uso da terra utilizou-se o SIG SPRING 4.3 com seus programas periféricos e um aplicativo computacional de tratamento de imagens<sup>3</sup> para a edição final dos mapas. Os mapas gerados a partir da carta topográfica, na qual foram digitalizadas as curvas de nível e rede

---

<sup>3</sup> CorelDraw 12, aplicativo de desenho gráfico que proporciona aos desenhistas uma ferramenta de trabalho mais agradável para a edição final dos mapas.

de drenagem permitiram a interpolação entre diferentes altitudes com o auxílio do modelo numérico temático (MNT). Após esta interpolação, gerou-se os arquivos no Scarta em formato *.ipl*, para serem abertos no Iplot e posteriormente salvos em *.ps* (*post script*). Estes, por sua vez, foram ser abertos no aplicativo computacional de tratamento de imagens, onde se fez com o primeiro (mapa de localização) toda editoração do que foi gerado no *Scarta*, tanto a redigitação das coordenadas planas (UTM) como também a escala gráfica, o contorno da área de estudo e a legenda. Por fim, o mapa recebeu um quadro remodelado para representação das coordenadas, permitindo um espaço maior para a representação do mapa em uma folha de formato A4 (210 x 297mm).

Após a elaboração do primeiro mapa criou-se um arquivo *.cdr* de modelo, que facilitou a edição e geração dos próximos mapas, análogo ao sistema de copiar e colar. Para que não haja distorção entre um mapa e outro, os próximos mapas gerados no *Scarta*, não precisarão conter escala, coordenadas, o norte, mas apenas o contorno e a legenda.

A escala foireeditada no aplicativo computacional com auxílio da ferramenta Papel Gráfico, em que no segmento fragmentado, utilizou-se três colunas e duas linhas e para os demais segmentos, quatro colunas e duas linhas. Posteriormente, fez-se o preenchimento alternado dos segmentos com auxílio de dispositivos alternativos como o desenho de um pequeno quadro com preenchimento de cor preta, permitindo, com o uso da ferramenta Conta-gotas, usar esta cor neste pequeno quadro. Com um clique sobre este mesmo quadro, com o uso da ferramenta Lata de tinta foi preenchida com um zoom bastante elevado para ter um clique certo nos seus respectivos alvos. Os valores numéricos da escala, assim como os demais elementos textuais são reeditados com a ferramenta Texto em Arial 9. Digitou-se um número e com auxílio de ferramenta Seleção, selecionou-se o número e com comando copiar e colar fez-se tantos necessários; com o dispositivo de ordenamento e distribuição de elementos executou-se ordenamento. Após esse procedimento, redigitou-se os números com seu devido valor em cada um dos segmentos da escala gráfica.

As coordenadas foram redigitadas com auxílio da ferramenta Texto e no menu Texto, selecionou-se Arial, fonte 9 para as letras maiores e 6 para as letras menores. As letras menores ainda foram reordenadas em seu deslocamento pelo menu Texto, Formatar Texto. O deslocamento utilizado foi de 50% Para evitar a repetição de trabalho executou-se o comando Copiar e Colar tantas vezes quantas necessárias, e posteriormente fez-se

no aplicativo computacional de tratamento de imagens as devidas correções e ordenamento, novamente utilizando-se do artifício do menu Organizar, Alinhar e distribuir e opção Alinhar e distribuir novamente, onde das laterais, as latitudinais, pode-se usar o alinhamento à esquerda e distribuição pelo espaçamento em sua lateral e para as coordenadas longitudinais o alinhamento na base e distribuição pelo espaçamento em sua extensão longitudinal.

Uma vez gerado este arquivo, e salvo, eliminou-se a parte temática do mapa e salvou-se como modelo que serviu para elaboração dos demais mapas da área de estudo. Teve-se o cuidado de ajustar o tamanho e a posição dos demais mapas; modificar o título de acordo com o tema proposto ao respectivo mapa; salvar o arquivo modelo com um novo nome e imediatamente após os primeiros ajustes de encaixe do novo tema da área de estudo, evitando que o aplicativo computacional de tratamento de imagens entre em instabilidade devido a grande disponibilidade de memória que este aplicativo exige do computador. E desta forma se chegou a esses mapas finais.

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Constatou-se, conforme mapa base elaborado a partir das cartas topográficas, que a nascente do Arroio Tumurupará situa-se a Sudeste da Cidade de Cândido Godói. O deslocamento das águas se faz no sentido Leste-Oeste passando nas proximidades da cidade de Campina das Missões. A microbacia faz parte dos municípios de Cândido Godói e Campina das Missões. Esta área em estudo denominada de microbacia de Tumurupará tem aproximadamente 10.090 ha.

Conforme Wild (1993) é importante salientar que: “O solo é um dos recursos que o homem utiliza, sem se preocupar com o período necessário para sua recuperação, acreditando que vá durar para sempre; quando investe no solo, é para obter maiores colheitas, raramente para conservá-lo”. Esta situação é típica na microbacia em estudo, visto que, observou-se em campo que existem problemas ambientais como: lavouras agrícolas próximas do Arroio, que em função do mau uso (técnicas e manejos inadequados) contribuem para o assoreamento e a poluição da água.

Portanto, tem-se atualmente a necessidade de ações com vistas a minimizar e buscar soluções para os problemas ambientais ocorrentes. Os problemas são resultantes de ações antrópicas sobre os ecossistemas que as sub-bacias comportam, quebrando sua cadeia de inter-relações. Porém, as conseqüências ou impactos também ocorrem inter-relacionados e em cadeia. Contudo, pode-se mencionar que a água da Microbacia do Arroio de Tumurupará é o ponto de concentração de todos os resultados ocorridos na bacia de captação, ou seja, do efeito final das conseqüências de cada ação desenvolvida e dos seus impactos.

Destaca-se a importância de estudar e formular redes de informações sistematizadas que venham a caracterizar a origem exata dos fenômenos que ocorrem e contribuem para a deterioração da Microbacia em estudo, ressaltando assim, o

comprometimento da qualidade de vida dos cidadãos que dela necessitam. Além disso, os Municípios de Campina das Missões e Cândido Godói são usuários da água do Arroio Tumurupará, água esta, tratada por estações de tratamento da CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento.

A preservação dos mananciais insere-se no processo de planejamento do uso dos recursos ambientais, que considera as sub-bacias hidrográficas como um contexto de planejamento. Esse programa deverá tender a definir uma reversão dos efeitos através da correção ou controle das suas causas. Para isso deve-se pensar numa política de planejamento que busque primeiramente a recomposição dos recursos naturais (especialmente em áreas de conflitos) inerentes à sub-bacia, para, em seguida se definir políticas conservacionistas que visem à preservação e a conservação de exemplares dos diversos ecossistemas. O manejo adequado e sustentável dos recursos é de vital importância. Portanto, a recuperação dos deteriorados ambientes nesta área de estudo são vitais à manutenção dos processos ecológicos essenciais ao equilíbrio ambiental deste local e arredores.

Entretanto realizou-se entrevistas com alguns agricultores e funcionários que reside nesta área de estudo. Ao se discutir a questão da preservação ambiental com as pessoas das comunidades localizadas na área de estudo, a maioria concorda que é necessário preservar as nascentes, fontes de água e dizem que as águas superficiais estão poluídas por causa dos venenos das lavouras, lixos; falam que não tem mais peixes e que os rios e arroios estão rasos. Concordam que a situação dos arroios está associada ao desmatamento da mata ciliar e admitem que é preciso mudar. No entanto, na prática não é isso que pode ser visto. Quando se faz a reposição da vegetação nas margens dos rios e arroios ou em Áreas de Preservação Permanente (APPs), ou, quando se faz a limpeza de rios e outras ações semelhantes é porque existe algum projeto que parte de uma entidade ambiental como APAMA (Associação de Proteção Ambiental Amigos da Água) ou por parte das escolas.

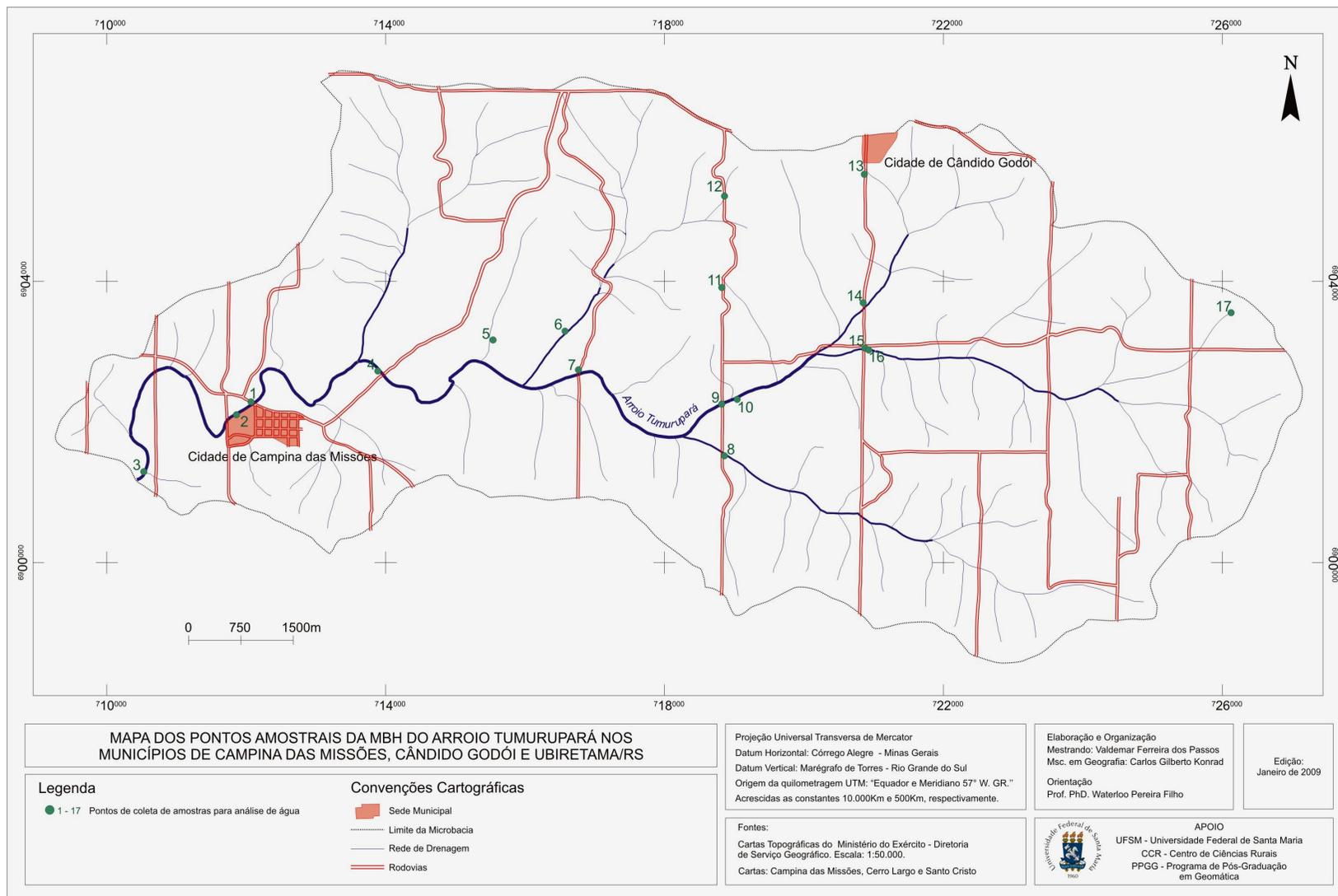
Em relação às águas da microbacia do Arroio Tumurupará, teve-se contato com moradores, em alguns casos, se colocou que é necessário proteger as águas que servem para o abastecimento da população urbana. A população fala que é jogado lixo no Arroio Tumurupará, que as margens em muitos lugares estão devastadas e isso facilita que a água das lavouras nos dias de chuva entram diretamente no arroio, levando terra e os produtos químicos que foram aplicados, contaminando a água. No entanto, poucas são as

atitudes tomadas para reverter essa situação. Por outro lado, existem moradores conscientes e que cuidam da mata ciliar e sabem que preservar a água significa preservar a vida. Alguns moradores acham que para os que não trabalham na agricultura seria fácil falar, não desmatar e evitar o uso de agrotóxicos, porque não trabalham nas lavouras. Justificam ainda que o agricultor precisa acompanhar o desenvolvimento e investir em tecnologia para aumentar a produtividade. Diante dessa situação, mesmo sendo difícil não se pode desistir, fala-se no desenvolvimento sustentável, que é preciso pensar nas gerações futuras e garantir o direito de uma vida melhor, com qualidade. Tudo isso é possível se for preservado os recursos naturais, a água e a vegetação.

Os tipos de lixo mais produzidos provêm de alimentos e bebidas industrializados como frascos, potes e embalagens plásticas, garrafas pet, latinhas, embalagens de produtos de limpeza, plásticos de lonas, frascos de veneno.

A nível local e global a grande quantidade de lixo que se produz é uma questão muito preocupante, principalmente em países subdesenvolvidos onde as leis ambientais não são cumpridas, não há uma educação ambiental para sensibilizar a população da necessidade extrema que existe em reduzir a produção do lixo (Anexo 01).

A figura 04 mostra a localização dos pontos amostrais na microbacia de Tumurupará. As amostras coletadas foram avaliadas em laboratório e transcritos em um quadro e posteriormente analisadas ponto a ponto.



**Figura 04 - Mapa dos pontos amostrais da Microbacia do Arroio Tumurupará nos Municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campina das Missões/RS**

Organizado por: PASSOS, V. F. dos, 2009

Para este trabalho, realizaram-se coletas amostrais de água, tendo como suporte os mapas, GPS, termômetro e máquina fotográfica. Estas coletas de água foram analisadas em laboratório e obteve-se a geração dos dados em quadro e figuras, (Quadro 04).

**QUADRO 04 – Dados limnológicos da área de estudo nos municípios de Cândido Godói, Campina das Missões e Ubiretama/RS**

Pontos	pH	CE/ $\mu$ S	Sal‰ <sub>0</sub>	TDS/mg/l
1	7,2	123,3	0,1	58
2	6,9	363	0,2	199
3	7,2	114,5	0,1	54
4	6,9	122,8	0,1	59
5	7,7	126,2	0,1	64
6	7,4	133,3	0,1	63
7	7,3	127,7	0,1	61
8	7,1	143,4	0,1	68
9	7,3	121,3	0,1	58
10	6,8	110,9	0,1	53
11	6,9	154,0	0,1	73
12	7,0	116,9	0,1	55
13	6,9	108,2	0,1	51
14	7,0	125,3	0,1	59
15	7,1	114,8	0,1	54
16	7,0	115,7	0,1	55
17	6,9	62,5	0,0	29

Organizador: PASSOS. V. F. dos, 2008

No contexto geral as temperaturas não variaram muito, porém, ressalta-se o ponto dois (02) que apresenta menor temperatura (19,5°C) aos demais pontos analisados (Anexo 02). Porém, neste ponto a condutividade, o pH e a salinidade apresentam-se elevados, de acordo com ESTEVES, (1998) a temperatura pode ter grande influência sobre os valores da condutividade elétrica.

#### 4.1 Análise dos dezessete (17) pontos amostrais

A amostra dezessete (17) localiza-se em uma das nascentes do Arroio Tumurupará, onde existem concentrações de pequenas lavouras. Nesta área o solo é avermelhado e este se encontra sem mata ciliar. As altitudes são entre 300m a 350m, com declividade maior que 47% em relação ao resto da microbacia.

O ponto quinze e dezesseis (15 e 16) obteve-se na Estação de captação de água em Cândido Godói, sendo que o ponto 16 foi coletado a montante da captação e o 15 a jusante. Neste local percebeu-se também a falta de mata ciliar e o livre acesso do gado, que em alguns pontos chegava a beber água do Arroio. Assim, prova que as leis não estão sendo cumpridas pelas autoridades e pela população local.

O ponto quatorze (14) foi coletado em um afluente do Arroio na direção norte, que passa num campo, com altitudes de 5% a 12%, com pouca vegetação, próxima a estrada que segue para a cidade de Cândido Godói.

Próximo a Cândido Godói a oeste da cidade coletou-se a amostra treze (13). Este ponto encontra-se nas altitudes de 250m a 300m, com 5% a 12% de declividade.

A amostra doze (12) foi coletada ao Norte da área de estudo. Neste local existe mata ciliar, a declividade é de 30% a 47%, com 200m a 250m de altitude.

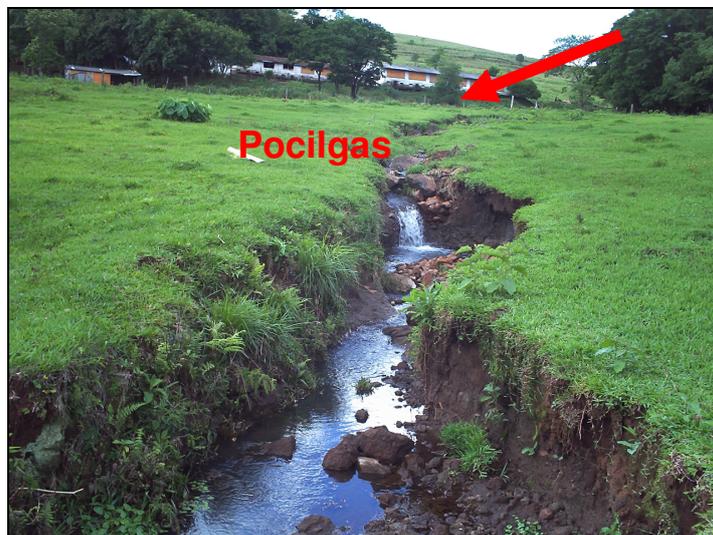
A amostra onze (11) foi coletada em um afluente que passa numa lavoura, sendo que há presença de erosão nesta área, (Figura 05). Este local situa-se em área de risco (maior que 47%) acima da declividade permitida para atividades agrícolas, além de não respeitar as leis da preservação ambiental, que prevê preservar a mata ciliar dos mananciais, nascentes, rios e Arroios. Percebeu-se que neste local a condutividade elétrica da água encontra-se alta, estando em segundo lugar em relação aos demais pontos, com 154 $\mu$ S. Este local encontra-se em altitudes de 250m a 300m com declividades acima de 30%.



**FIGURA 05 – Afluente tributário do Arroio Tumurupará cruzando em uma lavoura com presença da erosão.**

As amostras nove e dez (09 e 10) foram coletadas no Arroio principal (Tumurupará) com 5% a 12% de declividade. Estes pontos se localizam no centro da microbacia em estudo e a atitude destes pontos é de 150m a 200m. Neste local percebeu-se que a margem esquerda do Arroio Tumurupará encontra-se praticamente sem mata ciliar e com agricultura presente, lavouras até a margem do Arroio. Na margem direita deste mesmo local como notou-se existe bastante mata ciliar, e com declividades de 12 a 30% sendo maiores do que na margem esquerda (Figura 10).

O ponto oito (08) foi coletado ao sul da microbacia em um afluente do Arroio principal, este possui vários tributários, sendo que esta foi classificado como afluente de terceira ordem. A altitude deste ponto é de 150m a 200m, permanecendo assim na mesma altitude dos pontos 9 e 10. A declividade neste local é de 5% a 12%, sendo que se encontra bastante campo a margem desta afluente. A mata ciliar está ausente neste afluente, no entanto, está presente na margem do Arroio. Observou-se também a presença de pocilgas próximo do afluente, (Figura 06).



**FIGURA 06 - Afluente esquerdo do Arroio Tumurupará com a nascente próximo a pocilgas**

Organizado por: PASSOS, V. F. dos, 2009

A amostra sete (07) foi coletada no Arroio principal. Optou-se por este local por ser perto da estrada e por existir ali um balneário. A mata ciliar não está de acordo com a lei, existe bastante campo. A declividade é de 5% a 12% e a altitude de 150m a 200m.

No lado esquerdo do Arroio principal em direção a jusante coletou-se a amostra seis (06), em um dos afluentes. Este possui muitos tributários, sendo assim, um afluente de terceira ordem. Possui declividade de 5% a 12% e altitude entre 150m a 200m. A vegetação neste local praticamente é nula, desta forma está em desacordo com as leis ambientais.

Outra amostra número cinco (05) coletou-se logo a seguir, no lado esquerdo do Arroio principal, sendo o único afluente. Este afluente encontra-se numa situação lamentável, sem mata ciliar e passa por um campo e por lavouras. A altitude neste local é entre 150m a 200m, com declividade 5% a 12%. Observa-se que isto está registrado no pH, este ponto está com o valor mais alto nesta variável em relação aos demais pontos coletados. Nota-se que isto está atrelado ao relevo e ao tipo de uso da terra.

Antes da cidade de Campina das Missões, entre a área urbana e a rodovia coletou-se a amostra quatro (04). Neste local existe uma grande quantidade de plantação de eucaliptos na margem do Arroio Tumurupará (Figura 07). Este local é bastante úmido e deveria ser preservado com mata ciliar para manter este manancial que alimenta o Arroio. A altitude é entre 100m a 150m e a declividade entre 12% a 30%.



**FIGURA 07 - Plantação de Eucaliptos na margem direita do Arroio Tumurupará**

Organizado por: PASSOS, V. F. dos, 2009.

Na amostra três (03), encontrou-se mata ciliar. Localiza-se neste local um balneário, onde a população local nos finais de semana se encontra para horas de lazer. A declividade é entre 0% a 5%, com altitudes entre 100m a 150m.

A jusante da captação de água na cidade de Campina das Missões obteve-se a amostra dois (02), que se encontra alterada nas variáveis limnológicas analisadas. Notou-se que a condutividade desta amostra é a mais alta de todas as dezessete (17) amostras analisadas. Da mesma forma a salinidade também é a mais alta. Este provavelmente está sofrendo alterações por influência de dejetos humanos largados no Arroio, por estar a jusante da cidade, (Anexo 03). Neste local tem-se a ausência de mata ciliar, isso também está contribuindo com as alterações e com a poluição do Arroio. A declividade é de 0% a 5% e a altitude entre 100m a 150m.

A amostra um (01) foi coletada a montante da captação de água em Campina das Missões. Este se encontra na altitude entre 100m a 150m, com declividade entre 0% a 5%. Neste local percebeu-se a ausência de mata ciliar.

Através do programa computacional SPRING elaborou-se mapas de hipsométrico, clinográfico e uso da terra, (Figuras 09, 10 e 11).

No Mapa hipsométrico mostram-se as altitudes da área de estudo que variam de 100m até 350m. Através deste, obtém-se a idéia do relevo e em quais áreas encontram-se as maiores e menores altitudes, (Figura 09).

O mapa clinográfico mostra os declives e aclives do relevo, aos quais ajudam na orientação correta do uso da terra; dá noção do relevo e mostra onde este se encontra mais acentuado ou menos acentuado, (Figura 10).

Através do mapa do uso da terra pode-se avaliar o que está sendo cultivado em uma determinada área. Este mapa apresenta lavouras, solos expostos e áreas florestadas, (Figura 11).

Ao analisar os três mapas (hipsométrico, clinográfico e uso da terra) percebe-se que a área em estudo é explorada predominantemente pela agricultura; da mesma forma nota-se que esta está sendo realizada incorretamente em alguns locais, pois existem lavouras em lugares de riscos, ou seja, acima de declividades permitidas (>47%).

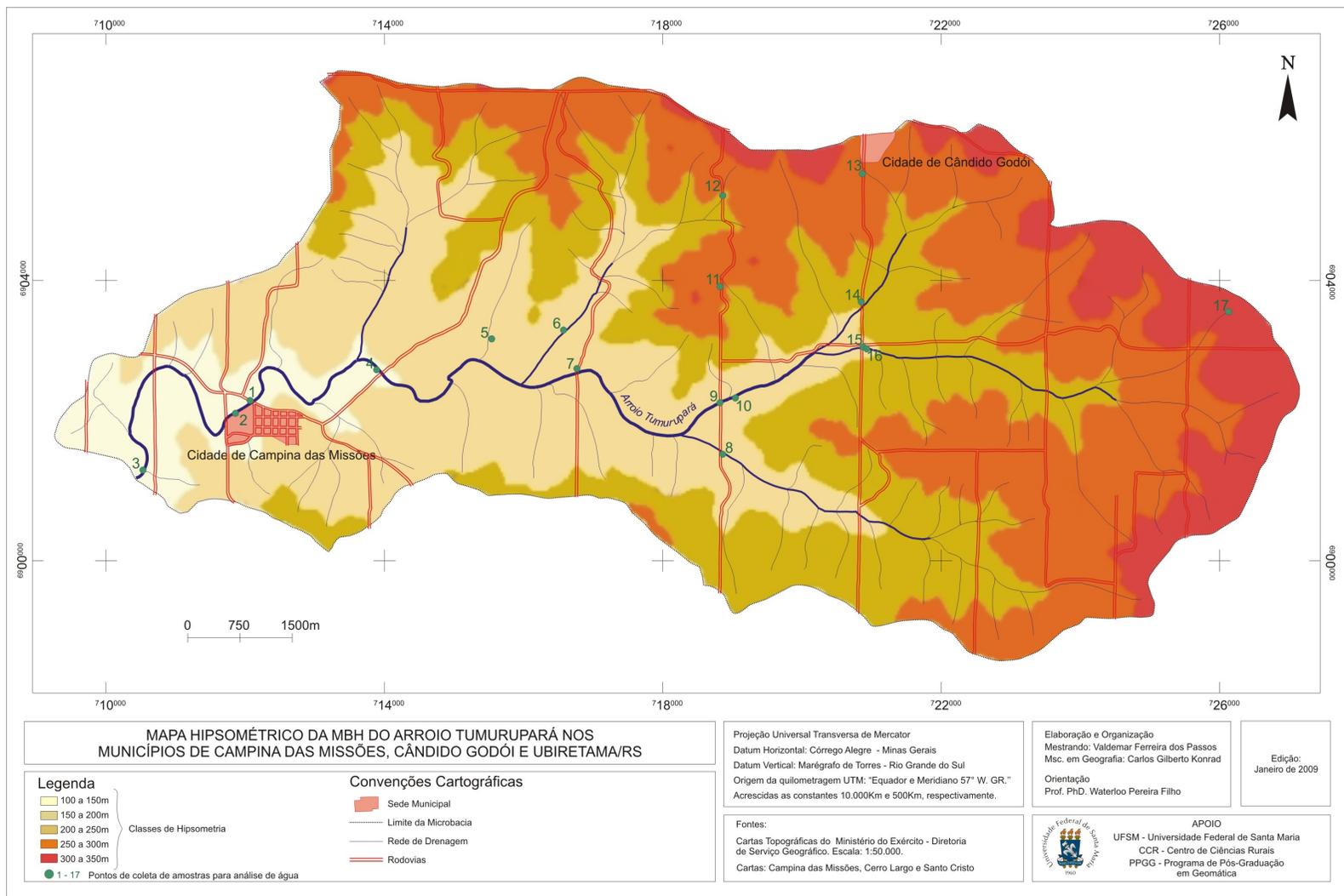
Na área também existem lavouras até a margem do Arroio, desta forma não segue as leis municipais estaduais e federais, que prevêm a preservação da mata ciliar, conforme a largura do rio ou Arroio (Figura 08). Com o mapa do uso da terra verificou-se

maior visibilidade quanto ao problema da falta de preservação da mata ciliar e a falta da vegetação nas encostas e nas nascentes de alguns tributários do Arroio. Isso ocasiona o assoreamento do Arroio, provocando transbordamento em temporadas chuvosas e a escassez da água em épocas de estiagens.



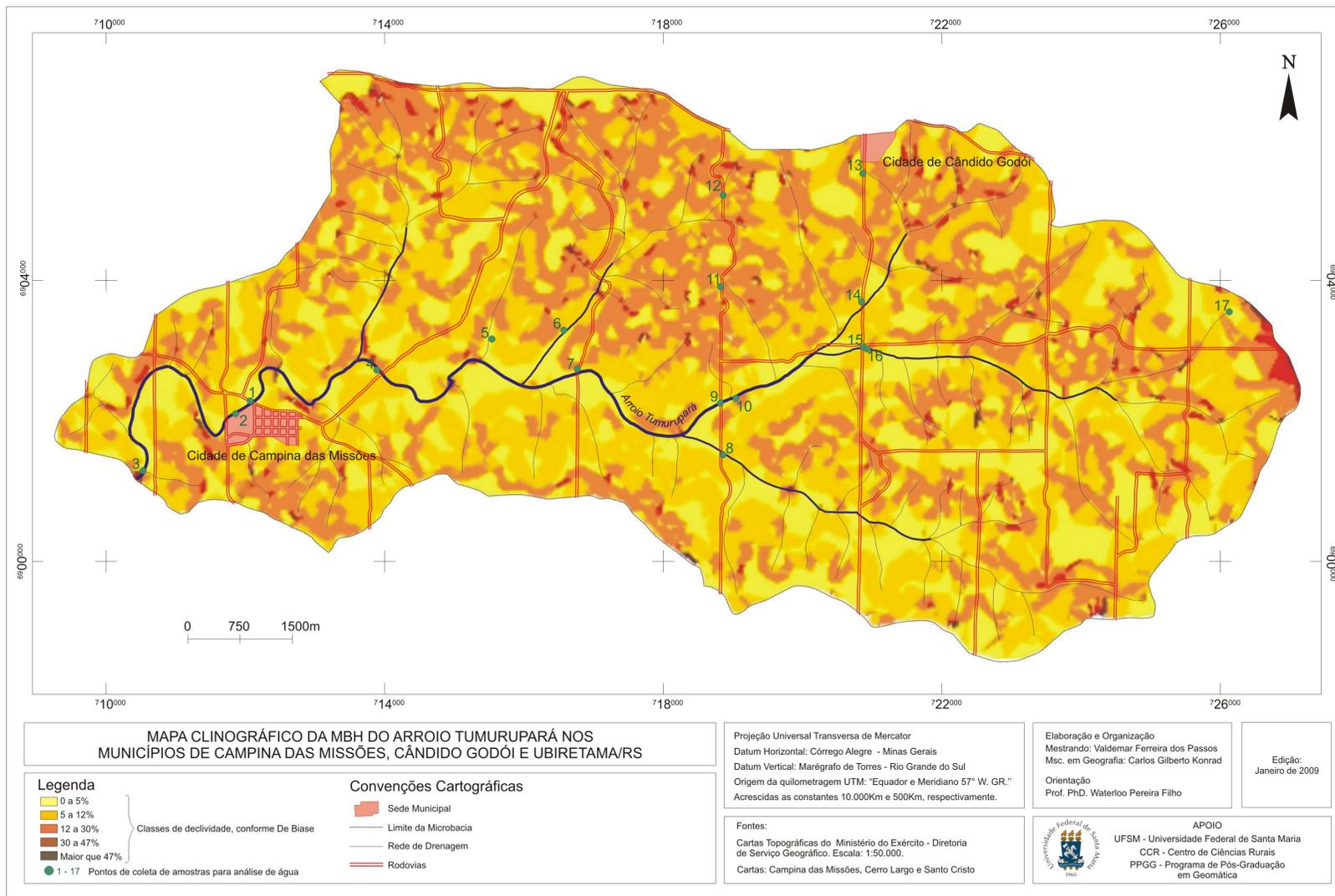
**FIGURA 08 – Agricultura próximo no Arroio Tumorupará na linha Acre Cândido Godói-RS**

Organizado por: PASSOS, V. F. dos, 2009

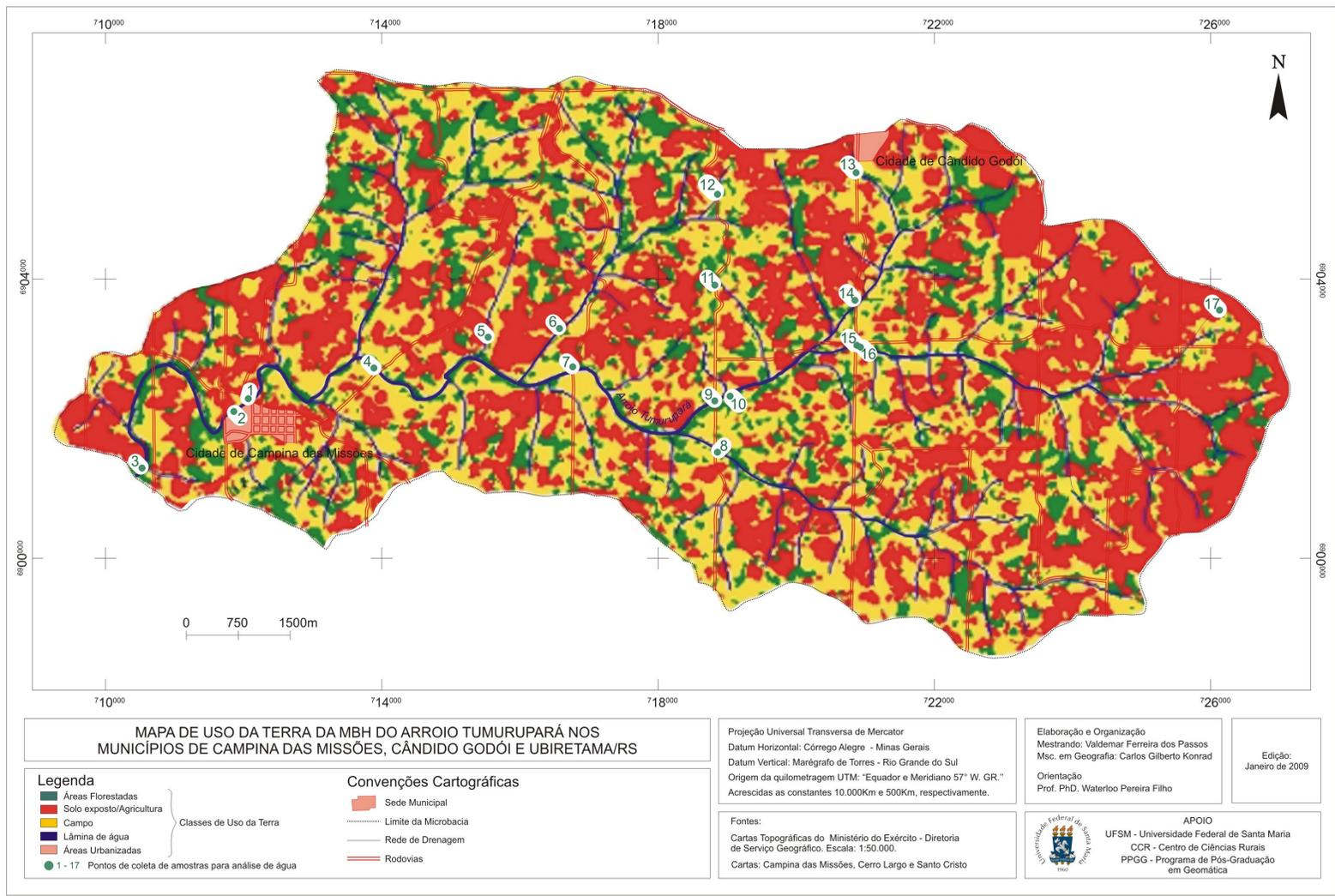


**FIGURA 09 - Mapa Hipsométrico da Microbacia do Arroio Tumurupará nos Municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campina das Missões/RS**

Organizado por: PASSOS, V. F. dos, 2009



**Figura 10 - Mapa Clinográfico da Microbacia do Arroio Tumurupará nos Municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campina das Missões/RS**  
 Organizado por: PASSOS, V. F. dos, 2009



**FIGURA 11 - Mapa do uso da terra da Microbacia do Arroio Tumurupará nos Municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campina das Missões/RS**

Organizado por: PASSOS, V. F. dos, 2009

O mapa do uso da terra mostra a ausência da vegetação, solo exposto, a agricultura excessiva, o descaso com a preservação. As alterações nas amostras têm a influência da falta de vegetação e principalmente da agricultura próxima deste Arroio (Figura 11).

A alteração da água encontra-se maior na jusante, onde as altitudes são menores, de 100m a 150m, com poucas áreas florestadas, (representado em verde no mapa do uso da terra), mas com muito solo exposto, agricultura, (representado em vermelho) (Figura 11). O maior problema é que nesta área de estudo encontram-se pequenos agricultores e a agricultura é de subsistência, esta é a razão de haver muita agricultura e pouca vegetação.

A análise das amostras indica algumas diferenças em relação às variáveis do pH, CE e TDS. Na amostra 01 que foi coletada a montante da captação de água no município de Campina das Missões, o pH encontra-se mais alto do que na amostra 02, mas o CE a salinidade e o TDS são mais baixos na amostra 01. Entre as amostras, o ponto 02 mostra-se crítico, com alterações e valores elevados. Esta amostra foi coletada a jusante da captação na cidade de Campina.

As amostras que foram coletadas no Arroio Tumurupará indicam modificações nas suas propriedades físicas. Estas se encontram alteradas principalmente em relação à CE, TDS e salinidade.

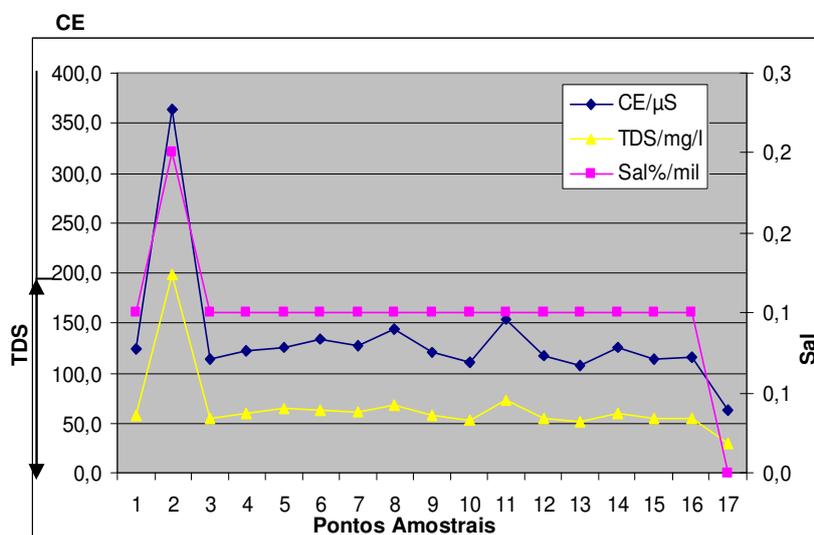
Os dados na Figura 12 indicam que a condutividade elétrica varia entre 62,5  $\mu\text{S}$  no ponto 17 até 363  $\mu\text{S}$  no ponto 02, representado neste figura por uma linha azul. A linha amarela está representando os totais de sólidos em suspensão que variam de 29 mg/l no ponto 17 a 199 mg/l no ponto 02. A salinidade está sendo representado nesta figura com uma linha cor violeta. Este varia de 00 no ponto 17 a 0,2 ‰ no ponto 02. Notou-se uma variação da amostra 02, esta mostra-se alta em relação as demais. Percebeu-se no local onde foi coletado a amostra a presença de dejetos domésticos, este ponto localiza-se a jusante do ponto de captação de água próximo a cidade de Campina das Missões. Os demais pontos amostrais encontram-se praticamente homogêneos nas variáveis analisadas (Figura 12).

Segundo Pereira Filho (2000), “a condutividade elétrica é uma das mais importantes entre as variáveis limnológicas, pois muitas vezes ela, representa integração do ambiente terrestre com o aquático”.

A condutividade elétrica de uma solução é a capacidade desta em conduzir a corrente elétrica. Considerando-se que a capacidade de uma solução em conduzir a corrente elétrica é função da concentração dos íons presentes, é de se esperar que em soluções de maior concentração iônica, maior será a condutividade elétrica (ESTEVES 1998).

Através da medida da condutividade é possível detectar fontes poluidoras nos sistemas aquáticos, uma vez que valores elevados podem indicar poluição. Portanto, ao analisar a amostra 02 percebe-se que esta se encontra com valor elevado em comparação com as demais amostras analisadas. Assim, pode-se afirmar que a amostra 02 está poluída com dejetos domésticos, situação vista na saída a campo.

Segundo Esteves (1998) “O estudo das características dos sólidos apresenta importante papel no entendimento de ecossistemas aquáticos. Os sólidos apresentam grande concentração de nutrientes passíveis de troca com o meio”. Desta forma, entende-se que a amostra 02 apresenta concentração de nutrientes de troca com o meio ambiente e o aquático



**FIGURA 12 – Representação das variáveis, condutividade elétrica, totais de sólidos em suspensão e salinidade.**

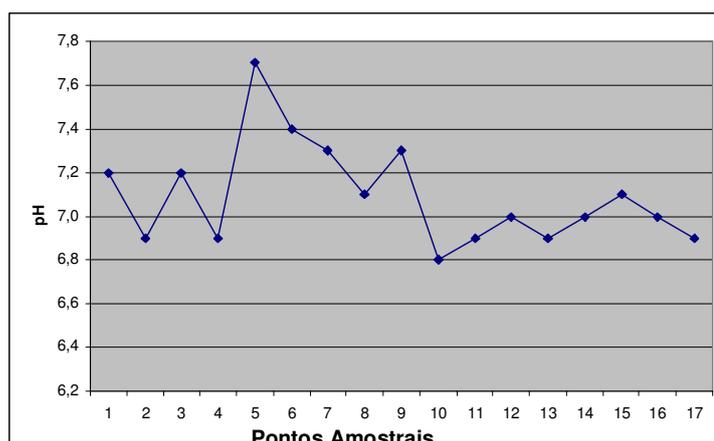
Fonte: saída a campo  
Organizado por: PASSOS, V. F. dos, 2009

A figura 13 está representando o pH da água dos 17 pontos amostrais coletados. O pH varia de 6,8 no ponto 10 a 7,7 no ponto 05. O ponto 05 é o que apresenta maior valor de pH em relação aos demais. Percebe-se que há pouca variação nos demais pontos. A

amostra 05 foi coletada no lado esquerdo do arroio principal. Este afluente está degradado e com pouca mata ciliar, percorrendo entre campos e lavouras. A altitude neste local é entre 150m a 200m possuindo declividade entre 5% a 12%. Isso influencia no pH da água, modificando-a.

De acordo com Deberdt (2009), usa-se o termo pH para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução, sendo o modo de expressar a concentração de íons de hidrogênio nessa solução. O pH é constituído por uma escala que variam de 0 a 14, denotam vários graus de acidez ou alcalinidade. Os valores de 7 a 14 indicam aumento da basicidade, enquanto valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez.

Desta forma percebe-se que a amostra do ponto 05 ao estar acima de 7 mostra que encontra-se com maior aumento da basicidade em relação aos demais.



**FIGURA 13 – Representação da variável, pH.**

Fonte: saída a campo  
Organizado por: PASSOS, V. F. dos, 2009

Percebeu-se que no Arroio tumurupará a rocha basáltica encontra-se muitas vezes aflorada. É nesta situação que se encontra a maior parte do arroio. Por isso que as variáveis, pH, condutividade elétrica e totais de sólidos terão alterações nas suas escalas (Figura 14).



**FIGURA 14 - Rochas basáltica aflorada no Arroio Tumurupará em Campina da Missões-RS**

Organizado por: PASSOS, V. F. dos, 2009

Encontram-se no Anexo 03 algumas fotografias representativas mostrando o que foi visto nas margens do arroio e nos afluentes visitados a campo, onde percebeu-se muito descaso com o meio ambiente como: falta de mata ciliar, benfeitorias em lugares impróprios, plantação de Eucaliptos na margem do Arroio Tumurupará e em mananciais de água, lavouras em áreas íngremes acima da declividade permitida para agricultura, campo até no Arroio, facilitando a passagem do gado para dessedentação, assim obstruindo as margens provocando erosão no Arroio. Todos estes problemas são bem nítidos e presentes nesta área de estudo. Assim, é necessária uma educação ambiental e conscientização da população local, pois estas atitudes certamente trarão benefícios para a população em Geral, uma vez que esta terá a orientação correta do uso da terra e das vantagens que isso proporcionará a todos.