

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE GEOGRAFIA BACHARELADO**

**MAPEAMENTO DE UNIDADES DE RELEVO DA SUB-  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SOTURNO / RS**

**TRABALHO DE GRADUAÇÃO B**

**Leônidas Luiz Volcato Descovi Filho**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2007**

**MAPEAMENTO DE UNIDADES DE RELEVO DA SUB-BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO SOTURNO / RS**

**por**

**Leônidas Luiz Volcato Descovi Filho**

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Geografia  
Bacharelado da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),  
como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Bacharel em Geografia**

**Orientador: Prof. Dr. Luís Eduardo de Souza Robaina**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2007**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Naturais e Exatas  
Departamento de Geociências  
Curso de Geografia Bacharelado**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Monografia de Graduação

**MAPEAMENTO DE UNIDADES DE RELEVO DA SUB-BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO SOTURNO / RS**

elaborada por  
**Leônidas Luiz Volcato Descovi Filho**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Bacharel em Geografia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Luís Eduardo de Souza Robaina, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

---

**Edgardo Ramos Medeiros, Msc. (UFSM)**

---

**Carlos Alberto da Fonseca Pires, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 12 de março de 2007.

---

© 2007

Todos os direitos autorais reservados a Leônidas Luiz Volcato Descovi Filho. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Almirante Barroso, n. 397, Bairro Centro, Nova Palma, RS, 97250-000

Fone (0xx)55 32661357; Cel (0xx) 55 99550522; End. Eletr: [leonprs@gmail.com](mailto:leonprs@gmail.com)

---

## DEDICATÓRIA

*A quem me deu a vida este trabalho é dedicado, a minha mãe Jandira e meu pai Leônidas e a quem foi meu orientador e amigo dentro da academia Prof. Luís Eduardo de Souza Robaina.*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a minha família em especial meu Pai Leônidas Luiz Volcato Descovi e minha Mãe Jandira dos Santos Descovi, pelos ensinamentos e pela vida.

Pelo ensino gratuito e de qualidade disponibilizado pela Universidade Federal de Santa Maria, bem como a assistência estudantil dada por ela através das bolsas alimentação, transporte e da casa do estudante universitário II (CEU II) onde pude residir por quatro anos gratuitamente.

Ao meu orientador e amigo Prof. Luís Eduardo de Souza Robaina pelos conhecimentos profissionais passados e pela oportunidade de fazer parte da equipe de trabalho do Laboratório de Geologia Ambiental (LAGEOLAM) e dádiva de convívio com os demais professores e alunos.

Ao Prof. Edgardo Ramos Medeiros, quem tive a oportunidade de conviver e receber incalculáveis ensinamentos dispondo-se também ser colaborador como banca examinadora de meu trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Ao Prof. Carlos Alberto da Fonseca Pires, pela disponibilidade de compor a banca examinadora de meu trabalho.

Ao Centro Internacional de Projetos Ambientais (CIPAM), onde realizei meu estágio profissional supervisionado, especialmente meu Orientador e amigo Prof. Paulo Roberto Jaques Dill, agradeço a oportunidade e aprendizado.

Ao Supervisor de meu estágio profissional supervisionado Prof. Mauro Kumpfer Werlang e Coordenadora Prof. Lilian Hahn Mariano da Rocha, pelos ensinamentos e cobranças.

A Prof<sup>a</sup>. Amanda Post, pela amizade, ensinamentos dados no curso de inglês do Centro de Educação, além da correção do Abstract.

Aos amigos do LAGEOLAM, especialmente ao Romário Trentin e Thiago Bazzan pelos ensinamentos dados ao decorrer de nosso convívio, também pela amizade e parceria.

A minha namorada Vanessa Albertina Agertt pelo carinho, incentivos e apoio em todos os momentos.

Meus irmãos Gilson, Jalcenira, Gerson, Jaqueline e Joici, bem como meus amigos e colegas Adilson Chaves, Gisieli Kramer, Aline B. Trentin, Felipe Bertoldo, que contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

"Toda a nossa ciência, comparada com a realidade, é primitiva e infantil - e, no entanto, é a coisa mais preciosa que temos."

(Albert Einstein)

## RESUMO

Trabalho de Graduação B  
Curso de Geografia Bacharelado  
Universidade Federal de Santa Maria

### **MAPEAMENTO DE UNIDADES DE RELEVO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SOTURNO / RS**

AUTOR: LEÔNIDAS LUIZ VOLCATO DESCOVI FILHO

ORIENTADOR: LUÍS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 12 de março de 2007.

Este trabalho apresenta a elaboração do mapeamento de unidades de relevo da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno. Ela totaliza 987,0 km<sup>2</sup> de área, abrangendo as províncias geomorfológicas do Planalto Meridional, Rebordo e Depressão Central ou Periférica, na região central do Rio Grande do Sul. O objetivo inicial do trabalho é de análise do relevo com elaboração de mapas morfométricos, da rede de drenagem, de declividade, hipsométrico, medição de amplitudes e perfis topográficos além do mapa final. A questão teórico-metodológica consistiu na revisão bibliográfica, utilização de aplicativos de geoprocessamento e análise de mapas, permitindo chegar a resultados sobre o comportamento geoambiental da área. A análise dos mapas da rede de drenagem, hipsométrico, dividido em seis classes e declividade, dividido em quatro classes permitiram observar através desta análise a existência de três comportamentos típicos de relevo. No setor jusante encontramos as altitudes inferiores, os terrenos planos e as declividades baixas, este setor foi convencionado como **unidade I**. No setor médio as altitudes foram variadas com vertentes amplas e declividades acentuadas, rebordo do planalto, ou **unidade II**. Já o setor montante da bacia com cotas elevadas apresenta um relevo de colinas e declividades variadas, o que permite diferentes usos do solo, área denominada **unidade III**. Estudos morfométricos e análise geoambiental, são ferramentas importantes para o planejamento e interpretação do espaço. A Constituição Estadual, no artigo 171 definiu a bacia hidrográfica como unidade básica para planejamento e gestão. O mapeamento de unidades de relevo é uma importante base e ferramenta ao desenvolvimento do mapeamento das unidades geoambientais além de forte subsídio a tomadas de decisões políticas envolvendo a área em estudo.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica; Estudos Morfométricos; Relevo.



## ABSTRACT

Work of Graduation B  
Course of Bachelor Geography  
Federal University of Santa Maria

### **MAPPING OF THE LANDFORMS OF HIDROGRAPHIC SUB-BASIN OF THE SOTURNO RIVER / RS**

AUTHOR: LEÔNIDAS LUIZ VOLCATO DESCOVI FILHO

ADVISER: LUÍS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA

Place and Date of the Defense: Santa Maria, March 12<sup>th</sup>, 2007.

This work presents the elaboration of the Mapping of Landforms Units of Hydrographic Sub-Basin of the Soturno River. It totalizes 987,0 km<sup>2</sup> of area, enclosing the geomorphologic provinces of Southern Plateaus, Rim and Central or Peripheral Depression, in the central region of Rio Grande do Sul state. The initial objective of the work is the analysis of the relief through the elaboration of morphometric maps of the draining net, declivity, hypsometric and topographical measurement of ample and profiles, besides the final map. The theoretical-methodological question consists in the bibliographical review, use of applicatory of geoprocessing and analysis of maps, allowing to find the results about the geoenvironmental behavior of the area. The analysis of the maps of the net of draining, hypsometric - divided in six classes and declivities, divided in four classes – allowed, through this analysis, the finding of the existence of three typical relief behaviors. In the sector ebb tide we find the plain height lands and the inferior low declivities - this sector was stipulated as **unit I**. In the average sector, the altitudes had varied with ample sources and accented declivities, rim of plateaus, or **unit II**. The upstream sector of the basin, with high quotas, presents a hill relief and varied declivities that allow different uses of the ground – it is named area **unit III**. Morphometrics studies and geoenvironmental analysis, are important tools for the planning and interpretation of the space. The State Constitution, in article 171 defined the hydrographic basin as basic unit for planning and management. The mapping of landforms units is an important base and tool to the development of the geoenvironmental mapping units, besides the strong subsidy it provides for the taking of politic decisions involving the area in study.

Key-words: Hidrographic Basin; Morphometric Studies; Landforms.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Localização da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS.....	3
Figura 02 – Localização da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí .....	4
Figura 03 – Fluxograma das etapas do mapeamento .....	17
Figura 04 – Fotografia mostrando área do Planalto Meridional na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS DATA 15/06/2006.....	21
Figura 05 –Fotografia mostrando feições geomorfológicas de escarpa, típica do Rebordo do Planalto Meridional na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS DATA 21/01/2007 .....	22
Figura 06 – Fotografia apresentando a Planícies da Depressão Central ou Periférica na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS DATA 02/12/2006 .....	23
Figura 07 – Mapa da rede de drenagem da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS.....	30
Figura 08 – Percentual por classes altimétrica.....	32
Figura 09 – Mapa altimétrico da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS .....	34
Figura 10 – Mapa de declividade da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS .....	36
Figura 11 – Distribuição percentual por classes de declividade.....	37
Figura 12 – Perfil topográfico A'-B' no sentido Norte/Sul, representando a topografia dentro da área em estudo .....	40
Figura 13 – Perfil topográfico C'-D' no sentido Sudoeste/Nordeste, representando a topografia dentro da área em estudo .....	42
Figura 14 – Mapa de Unidades de Relevo da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS.....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Ordem, número e comprimento de canais .....	29
Tabela 02 – Limite, área e percentual por classe de declividade .....	37
Tabela 03 – Amplitudes altimétrica por setor .....	38

## LISTA DE REDUÇÕES

A.....	Área da bacia.
Ac.....	Área do círculo de igual perímetro ao da bacia.
ANA.....	Agência Nacional de Águas.
APt2.....	Alissolo Hipoclômico Argiluvico típico.
Dd.....	Densidade de drenagem.
DEPLAN.....	Departamento de Estudos Econômicos e Sociais e Planejamento Estratégico.
DSG.....	Diretoria de Serviços Geográficos.
Dv.....	Diferença vertical.
EMBRAPA.....	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
F.SH.....	Nomenclatura da folha.
G-50.....	Bacia hidrográfica do Alto-Jacuí.
Ic.....	Índice de circularidade.
IPT.....	Instituto de Pesquisas Tecnológicas.
INPE.....	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
k.....	numero de classes.
L.....	comprimento dos canais.
LAGEOLAM.....	Laboratório de Geologia Ambiental.
Lt.....	comprimento total dos canais.
LVd2.....	Latossolo Vermelho Distrófico típico.
m.a.....	milhões de anos.
MI.....	Mapa Índice.
MUSLE.....	Modified Universal Soil Loss Equation.
n.....	numero de classes.
PVAa1.....	Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico alissólico.
PVAa3.....	Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico típico.
PVd2.....	Argissolo Vermelho Distrófico arênico.
RBMA.....	Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.
RS.....	Rio Grande do Sul.
RLe1.....	Neossolo Lítico Eutrófico chernossólico.
SCP.....	Secretaria de Coordenação e Planejamento.
SEMA.....	Secretaria Estadual de Meio Ambiente.
SGe1.....	Planossolo Hidromórfico Eutrófico arênico.
SIG.....	Sistema de Informações Geográficas.
UFSM.....	Universidade Federal de Santa Maria.
UNESCO.....	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura.
USLE.....	Universal Soil Loss Equation.
U.T.M.....	Projeção Universal Transversal de Mercator
WEPP.....	Water Erosion Prediction Project.

## SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	iv
AGRADECIMENTOS .....	v
RESUMO.....	vii
ABSTRACT .....	viii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	x
LISTA DE REDUÇÕES .....	xi
SUMÁRIO.....	xii
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
3 METODOLOGIA.....	16
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO .....	20
4.1 Geologia .....	20
4.2 Geomorfologia .....	20
4.3 Solos.....	23
4.4 Clima.....	24
4.5 Hidrografia .....	25
4.6 Vegetação.....	26
5 DISCUSÃO DOS RESULTADOS.....	28
5.1 Análise dos parâmetros associados à rede de drenagem .....	28
5.2 Análise do relevo .....	31
5.3 Declividade .....	35
5.4 Análise das amplitudes das vertentes.....	38
5.5 Perfis topográficos .....	39
5.6 Compartimentação e mapeamento de unidades de relevo.....	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	46
7 BIBLIOGRAFIA .....	48

## 1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, o homem e o meio físico tiveram um forte elo, marcado pela busca da sobrevivência. No momento em que passamos a viver em comunidade, iniciou uma intensa e contínua exploração dos recursos naturais impulsionada pelo crescimento populacional.

A busca por alimentos, relacionada com o crescimento populacional, mostrou-se crescente, gerando um conflito ambiental, a degradação.

Segundo a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1991), o desgaste do meio ambiente foi, com freqüência, considerado o resultado da crescente demanda de recursos e da poluição causada pela melhoria do padrão de vida dos Países, relativamente, mais ricos.

A degradação ambiental que assola a sociedade vem sendo objeto de estudo das ciências ambientais e de modo especial, da Geografia que traz em seu escopo subsídios teóricos para tratar de problemas relacionados com o meio físico e o homem.

Segundo Ross (1992 apud GUERRA & CUNHA 1998), pode-se estabelecer paralelismo entre o avanço da exploração dos recursos naturais com o complexo desenvolvimento tecnológico, científico e econômico das sociedades humanas.

Para Guerra (2006), a ciência moderna e os avanços tecnológicos e industriais têm sido aplicados às áreas rurais nas últimas décadas, tendo havido um progresso significativo em um curto espaço de tempo. Essas mudanças vêm acontecendo há bastante tempo, desde a Revolução Agrícola. Muitos avanços no meio rural aconteceram com rapidez, provocando, ao mesmo tempo, modificações no meio físico terrestre, em algumas áreas. Dentre essas modificações, a irrigação e o desmatamento em grandes extensões de terras, inclusive em vegetações ciliares ou matas galerias, tem proporcionado prejuízos ao ambiente e ao homem.

O conhecimento técnico-científico detalhado de bacias hidrográficas é subsídio para a ciência da terra em geral e para a Geografia Física em específico. Na perspectiva de contribuir com o planejamento ambiental da área em questão faz-se necessário termos informações concretas a cerca dos parâmetros morfométricos da drenagem e atributos do relevo da bacia como um todo.

À universidade pública cabe o compromisso de realização de estudos técnico-científicos em sua região de abrangência. A Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno está, nessa ótica, inserida na região contígua da UFSM, ficando assim possível, uma intervenção da mesma no sentido de colaborar com o planejamento público, urbano e rural da Quarta Colônia/RS.

Desde 1988, com a inserção da Constituição Federal, a participação da sociedade vem sendo estimulada gradativamente. Assim, a compreensão do meio físico e humano de forma sistêmica é essencial.

Neste sentido, o Laboratório de Geologia Ambiental (LAGEOLAM/UFSM) destaca-se em seus estudos morfométricos em bacias hidrográficas, que é a unidade fundamental de planejamento físico, pois possui suas delimitações baseadas em critérios geomorfológicos, mais precisos que outros devido à base natural de seus limites.

A Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno vem sofrendo grandes mudanças, que ocorreram durante o período de intensificação da agricultura e contribuíram, de forma significativa, para a eliminação de grandes áreas de vegetação, estando inseridas nestas, as matas ciliares ou galerias do Rio Soturno e seus afluentes.

Um problema existente nesta Sub-Bacia, que vem se intensificando nos anos é a estiagem, que causa problemas relacionados à quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas acrescido pela demanda crescente do uso em lavoura de arroz o que conduz a maiores dificuldades para o consumo humano prejudicando de maneira significativa a indústria do turismo, aptidão nata da região.

Com a utilização de técnicas de análise, quantificação e cruzamento de informações relacionadas à morfometria, construíram-se bases técnicas como perfis e mapas, ferramentas indispensáveis para estudos geoambientais futuros e tomadas de decisões políticas corretas envolvendo a ocupação e o uso da Sub-Bacia. A figura 01 apresenta o mapa de localização da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno.

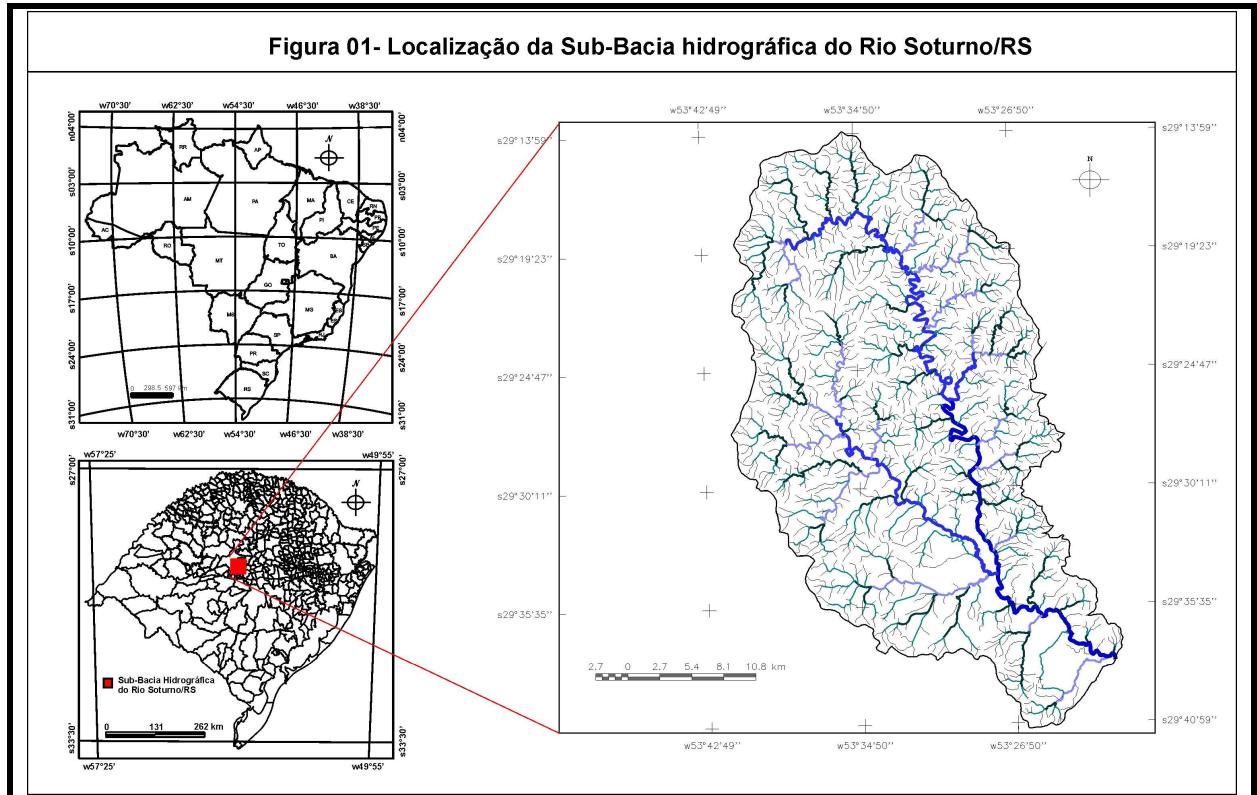


Figura 01 – Localização da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS.  
Org: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

O Rio Soturno é afluente da margem direita do Rio Jacuí, localizado na região central do estado do Rio Grande do Sul. Ao delimitarmos seus divisores de água, encontramos uma Sub-Bacia hidrográfica que possui 987,0 Km<sup>2</sup> de área.

A Bacia hidrográfica do Alto-Jacuí tem como rio principal, o Jacuí, suas nascentes são nas proximidades do município de Passo Fundo, a partir daí o rio recebe vários afluentes, e toma o sentido norte/sul, percorrendo o Planalto Meridional até atingir a Depressão Central ou Periférica, onde o rio muda seu sentido para oeste/leste até atingir o Lago Guaíba.

O Rio Jacuí é uma importante hidrovia de nosso Estado, sendo o mesmo navegável até o município de Dona Francisca. Ele é responsável também por 85% das águas formadoras do Lago Guaíba, segundo dados da Agência Nacional das Águas. No recorte hidrográfico brasileiro, adotado pela Agência Nacional de Águas, a área situa-se na macro região hidrográfica denominada Atlântico Sul. Esta, por sua vez, divide-se em dois trechos: trecho Leste e trecho Sudeste, sendo o que no segundo, encontra-se nossa área (BRASIL, 2001 e SEMA, 2007).

A Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno drena parte dos municípios de Dona Francisca, São João do Polêsine, Faxinal do Soturno, Ivorá, Silveira Martins,



Restinga Seca, Nova Palma e Júlio de Castilhos. Limita-se pelas coordenadas geográficas de longitude 53°21'55" a 53°42'30" Oeste e de Greenwich e latitude 29°13'53" a 29°41'55" Sul do Equador.

Além da abrangência de parte dos territórios municipais citados, a área detêm, entre seus divisores de água, os perímetros urbanos de São João do Polêsine, Ivorá, Nova Palma e Faxinal do Soturno, bem como parte do perímetro urbano de Dona Francisca.

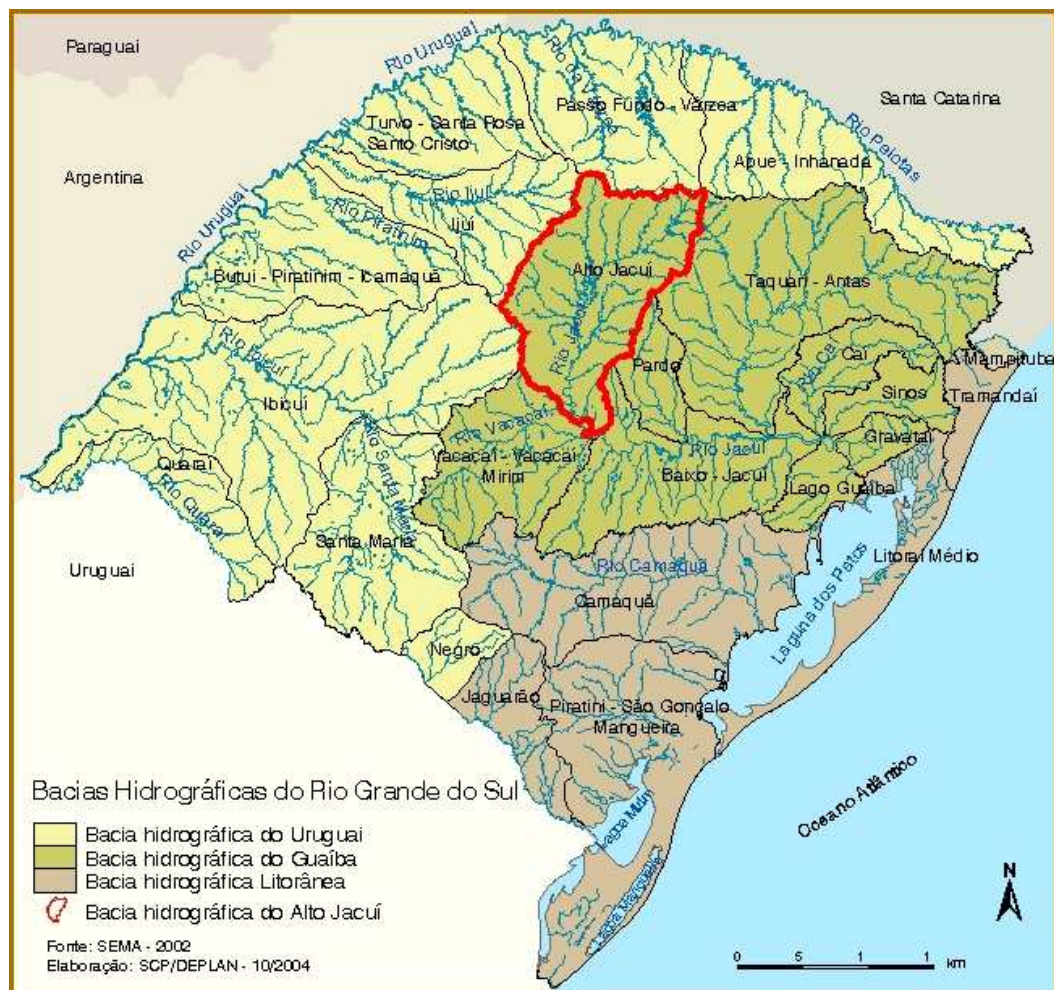


Figura 02 – Localização da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí  
Org: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

A realização deste trabalho buscou ampliar o conhecimento da região da quarta colônia através do estudo e elaboração do mapeamento de unidades de relevo da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Soturno/RS.

A obtenção do objetivo geral partiu da construção de objetivos específicos ao longo do desenvolvimento do trabalho. Entre as etapas desenvolvidas teve-se como objetivos específicos a construção dos mapas temáticos da rede de drenagem,

hipsométrico, declividade e de unidades do relevo, que juntamente com a construção de perfis topográficos e medição de amplitudes das vertentes, possibilitou-nos entender espacialmente a área e compartimentá-la com base na morfometria. Dessa forma atingiu-se o objetivo geral proposto, a identificação e Mapeamento de Unidades de Relevo, que tem grande relevância, como base a estudos futuros e tomada de decisões envolvendo a Sub-Bacia do Rio Soturno, que vem sofrendo sérios impactos relacionados ao uso e ocupação, como no caso da rizicultura, se beneficia das águas, causando a escassez deste recurso nos meses de verão.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O processo histórico de ocupação do espaço, bem como suas transformações, em uma determinada época, faz com que esse meio ambiente tenha caráter dinâmico. Dessa forma, o ambiente é alterado pelas atividades humanas e o grau de alteração de um espaço em relação a outro, é avaliado pelos seus diferentes estágios de desenvolvimento da tecnologia.

Para Guerra (2006), as mudanças ambientais devidas às atividades humanas sempre aconteceram, mas, atualmente, as taxas dessas mudanças são cada vez maiores, e a capacidade dos humanos em modificar as paisagens também tem aumentado bastante. A combinação do crescimento populacional com a ocupação de novas áreas, assim como a exploração de novos recursos naturais, tem causado uma pressão cada vez maior sobre o meio físico.

Conforme Guerra & Cunha (1998), na medida em que a degradação ambiental se acelera e se amplia espacialmente, numa área ocupada e explorada pelo homem, a sua produtividade tende a diminuir, a menos que o homem invista no sentido de recuperá-la. Processos de degradação ambiental como, a erosão, a lixiviação, o desmatamento, as enchentes, os movimentos de massa, ocorrem com ou sem a ação humana, porém o homem se tornou um catalisador para estes fenômenos. Desta forma, ao caracterizarmos processos físicos como a degradação ambiental, deve-se levar em conta critérios sociais relacionados com o uso e ocupação, bem como seu potencial para os tipos de uso.

Para Ross (2003), parece extremamente óbvio que qualquer interferência na natureza, pelo homem, necessita de estudos que levem ao diagnóstico, ou seja, a um conhecimento do quadro ambiental onde vai atuar. Para tanto, a bacia hidrográfica, presta-se como unidade integradora desses setores (naturais e sociais) e deve ser administrada com esta função, a fim de que os impactos ambientais sejam minimizados.

A Constituição Estadual, no artigo 171 define a bacia hidrográfica como unidade básica para planejamento e gestão. A lei 10.350/1994 regulamentou este artigo e estabeleceu para cada bacia do Rio Grande do Sul, a formação de um comitê de gerenciamento, o comitê de bacia. Para nosso Estado, de acordo com a referida lei, foi determinada a existência de três regiões Hidrográficas (Região Hidrográficas do Uruguai, Região Hidrográfica do Guaíba e Região Hidrográfica

Litorânea), as quais foram subdivididas em bacias hidrográficas, totalizando, até o presente momento, 23 unidades.

Conforme Guerra (1978), em seu dicionário geológico-geomorfológico bacia hidrográfica é: o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. Nas depressões longitudinais se verifica a concentração das águas das chuvas, isto é, do lençol de escoamento superficial, dando o lençol concentrado – os rios. A noção de bacia hidrográfica obriga naturalmente a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores de águas, cursos de água principais, afluentes, subafluentes, etc.

Segundo Guerra & Cunha (1998), as bacias hidrográficas contíguas, de qualquer hierarquia, estão interligadas pelos divisores topográficos, formando uma rede onde cada uma delas drena água, material sólido e dissolvido para uma saída comum ou ponto terminal, que pode ser outro rio de hierarquia igual ou superior, lago, reservatório, ou oceano.

Para Botelho; Guerra; Silva; (1999), entende-se como bacia hidrográfica ou bacia de drenagem, a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de água. A bacia hidrográfica é uma célula natural que pode, a partir da definição do seu *outlet* ou ponto de saída, ser delimitada sobre uma base cartográfica que contenha cotas altimétricas, como as cartas topográficas, ou permite a visão tridimensional do terreno, como fotografias aéreas.

De acordo com a proposta de Tucci (2002), bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exutório. Para o mesmo autor, a bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico, onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, considerando-se como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados e também infiltrados profundamente.

Na idéia de Garcez (1993), existem dois tipos de bacias de drenagem: a bacia hidrográfica, conjunto de áreas superficiais para determinada secção do curso de água, e, a bacia hidrogeológica, que são conjunto de áreas superficiais e

subterrâneas, cujo escoamento alimenta um deflúvio em determinada secção transversal.

Rocha (1991) considera que bacias hidrográficas não têm dimensões superficiais definidas, porém elas se subdividem em bacia, quando tem mais de 3000 km<sup>2</sup>, sub-bacia, variam entre 200 e 3000 km<sup>2</sup> e microbacia hidrográfica com menos de 200 km<sup>2</sup> de área. Neste trabalho, a bacia hidrográfica em estudo será concebida como uma Sub-Bacia hidrográfica, pois sua área fica compreendida entre 200 e 3.000 Km<sup>2</sup>.

Segundo as idéias de Chorley, (1962 apud GUERRA & CUNHA, 1998) e Coelho Netto, (1995 apud GUERRA & CUNHA, 1998) o sistema representado pela bacia hidrográfica, é considerado aberto, onde ocorrem entradas e saídas de energia e matéria. As Bacias de drenagem recebem energia fornecida pela atuação do clima e da tectônica locais, eliminando fluxos energéticos pela saída da água, sedimentos e solúveis. Internamente verificam-se constantes ajustes nos elementos das formas e nos processos associados, em função das mudanças de entrada e saída de energia.

Pelo seu caráter integrador das dinâmicas ocorridas nas unidades ambientais e entre elas, as bacias de drenagem revelam-se excelentes áreas de estudo para planejamento (Pires & Santos, 1995 apud Guerra & Cunha, 1998). Além de da bacia de drenagem ter, um papel de fundamental importância na evolução do relevo uma vez que os cursos de água constituem modeladores da paisagem.

As nações mais desenvolvidas têm utilizado a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, compatibilizando os diversos usos e interesses dentro de seus limites naturais e garantindo sua sustentabilidade e qualidade.

Nesse sentido, Cunha & Guerra (2005) chamam a atenção para as bacias hidrográficas que tem grande importância na recuperação de áreas degradadas, até porque grande parte dos danos ambientais que estamos acostumados a ver está inserida ou relacionada com alguma das diversas bacias hidrográficas brasileiras.

Entender os processos atuantes dentro de uma bacia de drenagem, portanto torna-se uma tarefa importante ao passo que se tenta identificar, estudar e caracterizar o relevo.

Nas idéias de Goudie & Viles (1997 apud GUERRA 2006) se quisermos aplicar os conhecimentos geomorfológicos para o manejo ambiental, bem como para solucionar danos causados ao meio ambiente pelo uso inadequado dos recursos

naturais, temos que procurar entender como a sociedade atua no que diz respeito às questões ambientais. Os referidos autores exemplificam que, mesmo sabendo que o corte de árvores pode produzir erosão dos solos e mudanças hidrológicas numa bacia hidrográfica, isso não quer dizer que consigamos resolver o problema ambiental resultante. Eles enfatizam que precisamos também saber por que as pessoas estão cortando árvores, ou seja, antes que possamos propor alguma solução devemos compreender as condições econômicas, capacidade tecnológica, organização cultural e o sistema político das sociedades envolvidas num determinado dano ambiental.

Conforme Guerra & Cunha (1998) os geomorfólogos, em especial aqueles que trabalham com as questões fluviais, passaram a demonstrar, junto aos planejadores e aqueles que têm o poder de decisão, a importância dessa ciência para o planejamento da ambiência. Em alguns países, com relação à gestão de bacias hidrográficas, essa atuação foi pouco expressiva devido à falta de agressividade política dos cientistas e a tendência de evitar conflitos com as questões discordantes.

Para Guerra (2006) a interface entre a geomorfologia e o planejamento é bastante instigante, e o geomorfólogo pode fornecer técnicas de pesquisa e conhecimentos sobre a superfície da Terra, relacionados às formas de relevo e os processos associados, de tal maneira que essas informações sejam vitais para o planejamento, no sentido de prevenir contra a ocorrência de catástrofes e danos ambientais generalizados. No estudo geomorfológico ambiental, onde se faz o inventário do meio físico, ou seja, do espaço geográfico, recorre-se a diversas metodologias em função da complexidade dos ambientes naturais. Atualmente vem sendo usada largamente a análise morfométrica para uma melhor compreensão do meio físico dentro das bacias hidrográficas. Ela utiliza índices lineares e areais e variáveis numéricas para a descrição do comportamento da bacia, sua drenagem, seu relevo etc. A quantificação e a implantação de modelos matemáticos no estudo das bacias hidrográficas se traduziram por inserir formulas e índices e parâmetros para se conhecer o potencial e diferenciar áreas dentro das bacias hidrográficas.

Para Christofolletti (1980) a análise de bacias hidrográficas começou a apresentar caráter mais objetivo a partir de 1945, com a publicação do notável trabalho do engenheiro hidráulico Robert E. Horton, que procurou estabelecer as leis do desenvolvimento dos rios e de suas bacias. A Horton cabe a primazia de efetuar

a abordagem quantitativa das bacias de drenagem ou hidrográficas, e o seu estudo serviu de base para novas concepções metodológicas e originou inúmeras pesquisas por parte de vários seguidores. Não podemos esquecer da contribuição significativa de Arthur N. Strhaler e seus colaboradores.

Conforme Christofolletti (2002) a morfometria do relevo, através do levantamento e análise de parâmetros físicos da área, apresenta-se como um subsídio ao planejamento do uso do solo, ordenando as intervenções antrópicas, de modo a minimizar os impactos ambientais.

Após obtermos dados morfométricos estaremos aptos a realizar o planejamento ambiental e o diagnóstico das bacias hidrográficas, pois é através deles que teremos a base numérica relativa ao relevo, a hidrologia, entre outros.

A hierarquia da drenagem, por exemplo, consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Isso é realizado com a função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos (análise linear, areal e hipsometria) sobre as bacias hidrográficas.

Guerra (2006) comenta que é de grande importância das drenagens para o modelado do relevo terrestre. Elas atuam como importantes agentes geomorfológicos, transformando sedimentos, que na maioria das vezes são oriundos das encostas pertencentes às bacias onde esses rios estão situados. Os canais fluviais têm grande capacidade de esculpir seus vales, formar planícies aluviais, e, ainda, parte dos sedimentos transportados pode contribuir na formação dos deltas, na desembocadura de alguns rios.

Para Strhaler (1952 apud CHRISTOFOLETTI, 1980) os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber de segunda e primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores. E assim sucessivamente.

A densidade de drenagem foi outro conceito aplicado na área de estudo, ele é relativamente antigo, tendo sido formulado pela primeira vez, segundo Christofolletti (1983), por Neuman (1900) através da relação entre a soma do comprimento (km)

de todos os cursos de água em determinada área e a sua superfície (km<sup>2</sup>). Ainda segundo aquele autor, foi Horton (1945) que definiu essa área como sendo a área delimitada como uma bacia hidrográfica. Desde então, esse parâmetro morfométrico das bacias hidrográficas vem sendo estudado e aplicado para interpretação de vários aspectos do meio físico.

Oliveira et. al. (2005) considera a densidade de drenagem um importante parâmetro morfométrico dada a sua simplicidade de definição e mensuração, de longa data vem sendo utilizado para diversas aplicações para o conhecimento do meio físico. A hidrologia da bacia hidrográfica, através da densidade de drenagem é um parâmetro largamente utilizado para compor modelos e equações de perda de solo e modelagem de escoamentos superficiais como, por exemplo, o modelo WEPP (Water Erosion Prediction Project) desenvolvido por Foster (1987) no Agricultural Research Service e MUSLE (Modified USLE) elaborada por Williams (1975), do Sedimentation Laboratory da Universidade de Oxford. Nesses dois exemplos, a densidade de drenagem é um dos parâmetros adotados para a previsão da produção de sedimentos. Com efeito, a densidade de drenagem possui uma relação direta com o potencial de transferência de sedimentos, uma vez que, quanto maior a densidade de drenagem, menor é a distância percorrida pela partícula, deslocada por erosão, do terreno na vertente até o curso de água. Importante se faz a análise e estudo de parâmetros relacionados com as vertentes.

Christofolletti (1978) indica que o estudo das vertentes representa um dos mais importantes setores da pesquisa da geomorfológica, englobando a análise de processos e formas. As vertentes em seu sentido mais amplo significam superfícies inclinadas não horizontais.

Um parâmetro largamente estudado e que possui grande importância na análise de vertentes, relaciona-se com sua inclinação, ou seja, a declividade. A declividade conforme Duarte (1988) é a inclinação do relevo em relação à linha do horizonte, ou mais tecnicamente, como sendo a tangente trigonométrica da inclinação de uma linha do relevo relacionada com a linha do horizonte. Este parâmetro apresenta importância em relação à velocidade de escoamento superficial, ou seja, declividades elevadas implicam em forte processo de erosão dos solos.



O espaço terrestre, com fenômenos e múltiplas relações, constitui o objeto de análise e estudos geográficos, onde uma série de variáveis de interpretação e de conclusão desses estudos podem ser representados cartograficamente.

Problemas relacionados à forma de apropriação humana dos recursos naturais, em especial, o uso da terra, constituem temática que necessitam exclusivamente, da representação cartográfica das variáveis de análise das questões relevantes aos mais diferentes temas.

Keller (1969) comenta que somente o registro de fatos em mapas poderá mostrar a distribuição real das diferentes formas de uso do espaço rural.

Segundo Joly (1990) o mapa constitui um meio para expressar ou sugerir a quem quer que interesse, a diversidade das relações visíveis ou invisíveis, que são a própria essência das realidades geográficas.

Construir e estudar os mapas também tem fundamental importância para a análise e estudos morfométricos, onde os mesmos servem como ferramentas para a interpretação e descrição do relevo nas áreas estudadas.

Para Tricart (1963 apud ROSS, 2003), os elementos de descrição do relevo são informações que devem ser retiradas das cartas topográficas.

Nas idéias de Raisz (1969) as curvas de nível, parte componente da carta topográfica são linhas que em intervalos iguais ligam pontos de igual altitude ou cota, e são mais próximas onde à inclinação. Um homem com senso analítico perspicaz e algum conhecimento de geomorfologia e geografia, pode ler um número assombroso de fatos, num mapa de curvas de nível, o que lhe dará plenas condições de delimitar a bacia hidrográfica a partir de um mapa topográfico ou carta topográfica. A partir disso destacamos a importância da cartografia para os mapeamentos e estudos em bacias hidrográficas.

A carta topográfica é subsídio, portanto, para mapeamentos da rede de drenagem, hipsométrico e de declividade, pode ser complementado por medições de vertentes e perfis topográficos, e dessa forma se apresentará como um subsídios para a interpretação do relevo nas bacias hidrográficas, pois os mesmos contêm importantes informações morfométricas relacionadas ao relevo. Para fins de planejamento ambiental, torna-se imprescindível a construção desses mapas.

De acordo com Tricart; Rochefort; Rimbart (1976 apud MÜLLER FILHO & SARTORI, 1999) a carta topográfica, através da interpretação das curvas de nível, dos padrões de drenagem e dos tipos de canais fluviais, permite a identificação do

relevo, mas não informa sobre seus tipos genéticos, pois são meramente descritivas e, portanto, não pressupõem nem a natureza, nem as condições da formação dos relevos, isso pode ser obtido através da confecção, cruzamento e análise dos mapas temáticos.

É através da carta topográfica que construímos os mapas temáticos, eles possuem grande importância em programas de planejamento físico-territorial e ambiental, pois permitem a compreensão da superfície terrestre além do limite de visão natural, permitindo o conhecimento do espaço de forma mais ampla. O mapa registra através de um desenho seletivo, convencionado e generalizado de alguma área da superfície terrestre, como se vista de cima e numa escala reduzida.

Entre os mapas de fundamental importância para a obtenção de informações relacionadas ao meio físico e posterior planejamento ambiental do mesmo, encontramos o mapa altimétrico ou hipsométrico.

Mapa hipsométrico ou carta em cores hipsométricas, pode ser construído a partir de cartas topográficas, quando se procura simplificar faixas de variação altimétrica, em uma classe. Cada classe é representada por uma faixa de altitudes, que pode ser encontrada a partir de uma fórmula, ou atribuída com base na configuração do relevo da área estudada. Cada classe será representada por uma cor previamente definida. Tal processo de elaboração é conhecido pelo nome de iluminação da carta.

Dessa forma podemos fazer a análise da altimetria/hipsometria do relevo, através das classes de altitudes semelhantes. Segundo Libault (1975 apud MÜLLER FILHO & SARTORI, 1999) a seleção de cores hipsométricas a colocar-se nos intervalos de classes costuma iniciar com tonalidades claras para as altitudes menores e gradativamente mais escuras à medida que a altitude aumenta.

O mapa de declividade pode de acordo com idéias de Zuquette & Gandolfi (2004) ser construído de duas formas, por medidas diretas ou a partir de cartas topográficas. Independente do caminho escolhido é preciso definir as classes a serem consideradas. A definição das classes está condicionada a verificação da frequência e distribuição das medidas da qualidade do mapa topográfico. Mapa de declividade ou carta de declividade representa a declividade das vertentes, quando avaliada na carta topográfica através da concentração ou dispersão das curvas de nível, tem seu valor real mascarado pelas mitações gráficas inerentes à equidistância.

Para Müller Filho & Sartori (1999) o mapa de declividade vai registrar dessa forma a inclinação das vertentes, elas costumam ser medidas de duas formas, em valores percentuais e em valores angulares. As duas maneiras de mensurar os declives são semelhantes e levam em consideração os seguintes dados extraídos dos declives, a diferença de nível entre os pontos altimétricos considerados e seu afastamento horizontal.

Para nosso mapeamento, seguiram-se os limites estipulados pelo IPT apud Oliveira (1998) onde o mapa de declividade é construído através do fatiamento em quatro classes de declividade. Esses limites de declividade são 2%, 5% e 15%, eles são usados para a definição de unidades de relevo.

A delimitação das classes, pode ser executada por processo manual ou informatizado. Manualmente são aplicados ábacos ou outro recurso geométrico de calibração. Já o processo informatizado é feito através da digitalização das medidas e das altitudes tendo como base os mapas topográficos. Fica claro que o produto final dependerá de aspectos como: tamanho do pixel, o método de interpolação, a forma de digitalização e a forma geométrica da área em questão.

Os produtos cartográficos do mapeamento de unidades de relevo nos subsidiam ao planejamento, execução e impressão de mapas que são elaborados a partir do momento em que cruzamos as informações contidas nos mapas de declividade, mapa hipsométrico e drenagem.

Um instrumento de fundamental importância na geografia é o mapa. Sendo o mapa a representação total ou parcial da superfície terrestre sobre uma superfície plana, organização através de uma orientação escalar, esta representação é extremamente importante para a organização das sociedades.

Através do mapeamento, poderemos espacialmente identificar as áreas com susceptibilidade para ocorrência de problemas ambientais, como, degradação, erosão, desmoronamentos, estiagens, alagamentos, entre outros, que frequentemente ocorrem em bacias hidrográficas, e desta forma poderemos tomar medidas mitigadoras junto aos administradores municipais onde está inserida a área em estudo.

Portanto teremos mais instrumentos técnicos que servirão de ferramenta na análise ambiental, o mapa de unidades de relevo da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Soturno/RS e seus produtos cartográficos. Ferramentas fundamentais para se

trabalhar com nas políticas de alocação dos usos e ocupação dentro da unidade delimitada espacialmente por atributos por fatos naturais, a bacia hidrográfica.

Com base nestas observações este trabalho pretende contribuir com a análise ambiental através do estudo dos atributos básicos da geomorfologia que está representado pelo estudo do relevo através da morfometria.

### 3 METODOLOGIA

Para a elaboração do mapeamento da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Soturno/RS, utilizamos o método lógico conhecido como método dedutivo que pressupõe que existam verdades gerais já afirmadas e que sirvam de base (premissas) para se chegar através dele a conhecimentos novos, portanto, tomamos esse método como norteador dos passos a serem executados em nosso trabalho.

Em um primeiro momento tomaram-se as cartas topográficas do Ministério do Exército da Diretoria de Serviços Geográficos (DSG), pertinentes à área em estudo, a Sub-Bacia do Rio Soturno. Delimitou-se o divisor de águas da mesma no software SPRING 4.3 desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), um Sistema de Informações Geográficas (SIG) utilizado largamente para a confecção de mapas georeferenciados. No software registramos as cartas e com os pontos de controle retirados, trabalhamos com a digitalização em um documento georeferenciado, no sistema (U.T.M) Projeção Universal Transversa de Mercator.

Utilizando as cartas em escala 1:50.000 de Camobi F.SH.22.V-C-IV-2/MI:2965/2, Faxinal do Soturno F.SH.22.V-C-V-1/MI:2966/1, Júlio de Castilhos F.SH.22.V-C-I-2/MI:2948/2, Nova Palma F.SH.22.V-C-II-3/MI:2949/3, Val de Serra F.SH.22.V-C-I-4/MI:2948/4, foram medidas amplitudes de vertentes, construídos perfis topográficos, além dos mapas hidrográfico, hipsométrico, declividade e de unidades de relevo.

Utilizou-se o software SPRING 4.3 desenvolvido pelo INPE, para a digitalização das cartas topográficas referentes à Sub-Bacia a ser mapeada e o programa Corel DRAW 12, desenvolvido pela Corel Inc, para editoração final dos mapas.

Conforme o fluxograma (figura 03), podemos acompanhar sucintamente os passos seguidos para realização do presente trabalho.

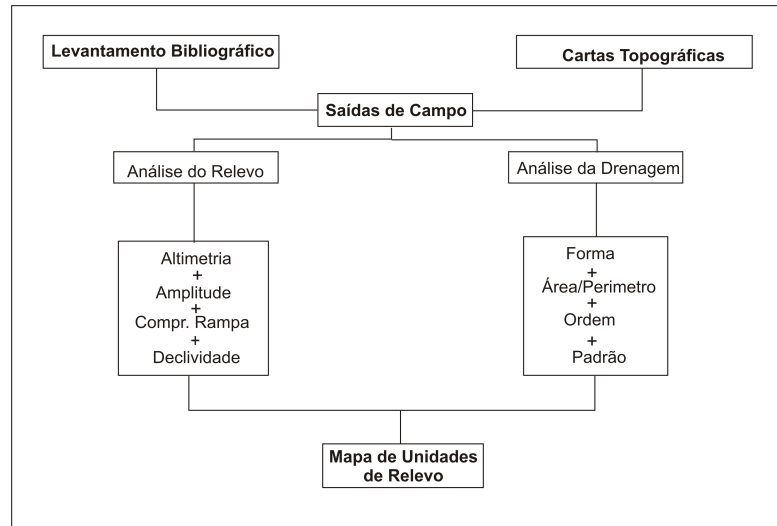


Figura 03 – Fluxograma das etapas do mapeamento  
Org: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

Conforme a classificação de Horton (1952) modificada por Strhaler (1957 apud CRHISTOFOLETTI, 1980) a quantidade de rios existentes em uma bacia hidrográfica é obtida pela soma dos canais de primeira ordem. Sendo que o comprimento dos canais é dado pela letra **L**. O rio principal é denominado pelo critério de ordem dos canais. A área da bacia dada pela letra **A**, é toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em plano horizontal. O comprimento da bacia é dado pela letra **L**, que representa a maior distância medida, em linha reta, entre a foz e determinado ponto situado ao longo do perímetro da bacia.

A forma da bacia dada pelo índice de circularidade, proposto por Miller (1953 apud CRHISTOFOLETTI, 1980), que é a relação existente entre a área de um círculo de mesmo perímetro, expresso pela formula (1).

$$I_c = A/A_c \quad (1)$$

Onde:

**I<sub>c</sub>** = índice de circularidade;

**A** = área da bacia considerada;

**A<sub>c</sub>** = área do círculo de igual perímetro ao da bacia considerada.

O valor máximo a ser obtido é igual a **1,0**, e quanto maior o valor, mais próxima da forma circular estará a bacia de drenagem. A densidade da drenagem é

a correlação do comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica, expressa pela formula (2).

$$\mathbf{Dd = Lt/A} \quad (2)$$

Onde:

**Dd** = densidade da drenagem;

**Lt** = comprimento total dos canais;

**A** = área da bacia.

A partir das informações do relevo, drenagem, divisor de águas e cotas da bacia hidrográfica, obtemos os instrumentos básicos para geração e análise dos mapas temáticos (drenagem, hipsométrico, declividade e unidades de relevo) da Sub-Bacia Hidrográfica em questão.

Para encontrar as classes do mapa hipsométrico, utilizou-se a formula de Sturrges (3).

$$\mathbf{K = 1 + 3,3logn} \quad (3)$$

Onde:

**K** = número de classes;

**n** = número de observações.

A amplitude dos intervalos das classes foi obtida através do calculo dado pela formula (4).

$$\mathbf{DV/K} \quad (4)$$

Onde:

**K** = número de classes encontrado pela equação;

**DV** = diferença entre os valores máximos e mínimos encontrados para cada variável.

Para Gerardi & Silva (1981) este método é simples e permite estabelecer rapidamente o número e a amplitude de intervalos de classes adequados aos valores observados.

Foram encontradas para a bacia hidrográfica, seis intervalos hipsométricos distintos, ou seja, inferiores a 120 metros; de 120 a 200 metros; de 200 a 280 metros; de 280 a 360 metros; de 360 a 440 metros; e acima de 440 metros. Os pontos de menor e maior cota dentro da área são respectivamente, aproximadamente 35 e 528 metros.

O mapa de declividade foi construído através do fatiamento em quatro classes de declividade, de 0% a 2% a classe um, de 2% a 5% a classe dois, de 5% a 15% a classe três e a classe quatro com declividades maiores que 15%. Estes limites são usados pelo IPT apud Oliveira (1998) para a definição de unidades de relevo.

Associado a declividade utilizou-se a medida de amplitude das vertentes para distinção das formas predominantes de relevo.

A partir da análise dos parâmetros de drenagem e relevo buscou-se integrar os dados através da construção do mapa de unidades de relevo.

Para a construção do mapa de unidades de relevo, analisaram-se as técnicas aplicadas por Sangoi et al (2003) e Trentin (2004).



## 4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

Neste capítulo apresentam-se as características gerais da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Soturno/RS através de informações com relação à geologia, geomorfologia, solos, clima, hidrografia e vegetação.

### 4.1 Geologia

Na região sul do Brasil, segundo Roisenberg & Viero (2002) o vulcanismo fissural é registrado em sua totalidade no território do Rio Grande do Sul, onde mais da metade da área do Estado, na região setentrional, é recoberta por uma pilha vulcânica de derrames basálticos sobrepostos ou intercalados com unidades ácidas, que constituem a Formação Serra Geral da Bacia do Paraná.

Segundo Sartori (1975) o Planalto Meridional formado por rochas vulcânicas no Período Cretáceo da Era Mesozóica (138-128 m.a.), decorre de derrame fissural, que é aquele que em que o magma penetra por fissuras decorrentes da tectônica que causou a ruptura continental entre América do Sul e África. Mais da metade da área do nosso Estado é recoberta por uma seqüência vulcânica de derrames de lava, que constituem a Formação Serra Geral.

A Seqüência Básica da Formação Serra Geral, compreende segundo Roisenberg & Viero (2002) derrames de basalto, andesito e basalto com vidro, além de brechas vulcânicas e sedimentares, diques e soleiras de diabásio e corpos de arenito interderrames. Essa seqüência originou-se, fundamentalmente, de um magma básico de filiação toleítica gerado no manto superior. Os diques, com variadas espessuras e extensões, aparecem encaixados na cobertura Sedimentar Gonduânica e nos Terrenos Pré-Cambrianicos. Os arenitos interderrames, sob a forma de camadas descontínuas de arenitos eólicos, mais raramente fluviais, representam à persistência de condições desérticas semelhantes àquelas que perduravam por ocasião da deposição da Formação Botucatu.

### 4.2 Geomorfologia

A Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS está localizada numa área de transição entre o compartimento geomorfológico Planalto Meridional Brasileiro, suas

Encosta/Rebordo e a Depressão Central ou Periférica, configurando um relevo, com três formas típicas.

A primeira está representada pelo Planalto Meridional que está sobre a Formação Serra Geral. Apresenta tipicamente terrenos mais tabuliforme e na sua borda é representado por terminais escarpados, festonados e profundamente dissecados pela erosão fluvial. A parte inicial da Serra Geral nesta área apresenta cotas altimétricas em torno de 400 metros em relação ao nível do mar.

Na (figura 04) podemos observar melhor a configuração geomorfológica típica de planalto que ocorre em grande parte do setor montante do Rio Soturno, topos planos e vertentes pouco amplas com baixa declividade no terreno, propicia aos diversos usos, entre eles as culturas do trigo, fumo, milho e principalmente a soja. A introdução de equipamentos agrícolas nestes terrenos é facilitada devido às pequenas declividades, contribuindo para as práticas intensivas de agricultura.

O planalto é o segundo setor com maior área dentro da Sub-Bacia conforme nosso estudo, representando entorno de 45% do total.



Figura 04 – Fotografia mostrando área do Planalto Meridional na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS DATA 15/06/2006

Fonte: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

A segunda compartimentação de relevo típica da Sub-Bacia é a representada pela região de Encosta/Rebordo do Planalto Meridional Brasileiro (figura 05). O rebordo estende-se de leste a oeste do nosso Estado, coincidindo com o limite entre

o Planalto, em sua vertente sul, e a Depressão Periférica ou Central, representado por terminais escarpados e profundamente erodidos e recortados. Apresenta frentes abruptas que descem formando patamares tanto em direção do vale do Rio Jacuí (norte/sul) como em direção aos vales do Rio Soturno, afluentes e subafluentes, o que provocou um sucessivo escalonamento de patamares estruturais. Eles representam um testemunho “*in loco*” do recuo da linha de escarpa e se apresentam como esporões interfluviais alongados e irregulares que interdigitam com o vale do Rio Soturno e seus afluentes e subafluentes na Depressão Periférica da Bacia do Paraná, representada localmente pela Depressão Central Gaúcha.

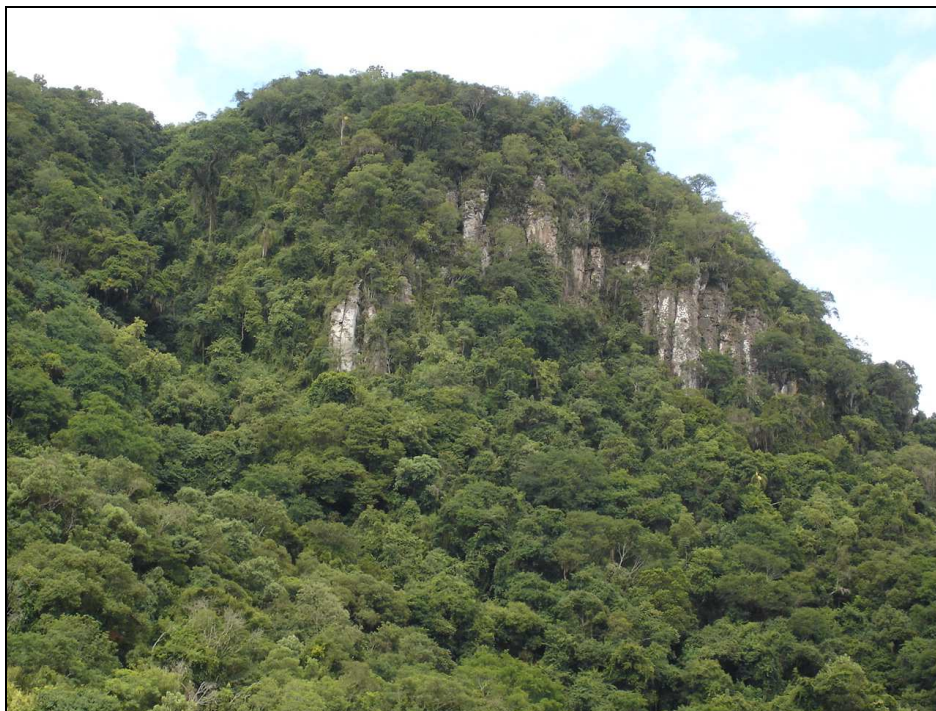


Figura 05 –Fotografia mostrando feições geomorfológicas de escarpa, típica do Rebordo do Planalto Meridional na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS DATA 21/01/2007  
Fonte: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

A terceira compartimentação de relevo existente na Sub-Bacia é a Planície Sedimentar Aluvial da Depressão Central ou Periférica, caracteriza-se por apresentar terrenos levemente ondulados a planos em grandes extensões próximo as várzeas dos afluentes de maior ordem, como é o caso do Rio Soturno (figura 06).



Figura 06 – Fotografia apresentando a Planícies da Depressão Central ou Periférica na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS DATA 02/12/2006  
Fonte: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

### 4.3 Solos

Segundo a classificação taxonômica de 1973 e 1999 das unidades de mapeamento do levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul, e revisão feita em trabalhos que analisam a área, como de Streck et al (2002), pode-se enquadrar os solos da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Soturno em unidades de mapeamento.

Unidade Santa Maria caracterizada por Alissolo Hipocrômico argilúvico típico APt 2, mediamente profundos, friáveis e imperfeitamente drenáveis; relevo suavemente ondulado.

Estes solos são comuns na região da Depressão Central e ocorrem nos municípios de Dona Francisca, Faxinal do Soturno, São João do Polêsine e Nova Palma.

Unidade Charrua caracteriza-se por apresentar solos novos, ou seja, Neossolos, conforme a classificação da EMBRAPA (1999 apud STRECK et al 2002) enquadra-se como Neossolo Litólico eutrófico chemossólico RLe1, pois apresenta o horizonte A chernozêmico. Possui textura média e ocorre em relevo montanhoso com substrato amigdalóide. É constituída por solos pouco desenvolvidos, rasos, moderadamente drenados, formados a partir de rochas básicas. Os Neossolos Litólicos, devido à sua pequena espessura, e por ocorrerem em regiões de relevo



forte ondulado e montanhoso, em geral com pedregosidade e afloramentos de rochas, e por terem baixas tolerâncias de perdas de solo por erosão hídrica, apresentam fortes restrições para culturas anuais.

Ocorre nas regiões da Encosta Inferior do Nordeste e no Vale do Uruguai, ocupando as encostas de relevo mais acentuado, ocorrem Neossolos Litólicos eutróficos (Unidade Charrua) associados à Chernossolos Argilúvicos férricos típicos (Unidade Ciríaco). Esta unidade ocorre em solos dos municípios de Dona Francisca, Faxinal do Soturno, São João do Polêsine, Ivorá e Nova Palma.

A Unidade mapeamento Oásis Streck et al (2002) caracteriza por apresentar solos classificados como Argissolo Vermelho-Amarelo alumínico alissólico PVAa1, textura argilosa, relevo ondulado, substrato basalto. São mediamente profundos (menos de 130 cm), moderadamente drenados e desenvolvidos a partir de rochas básicas. Essa unidade ocorre essencialmente nos municípios de Faxinal do Soturno e Nova Palma.

Unidade Júlio de Castilhos segundo Streck et al (2002) apresenta Argissolo Vermelho-Amarelo alumínico típico PVAa3, textura argilosa, relevo ondulado e substrato basalto. São bem drenados e desenvolvidos a partir de rochas eruptivas básicas (basalto). Ocorre na borda do Planalto e na região das Missões, na área em estudo encontramos nos municípios de Júlio de Castilhos e Nova Palma, associado ao relevo ondulado formado por elevações (coxilhas) com declives que variam de 5 a 15% e altitudes acima dos 440 metros.

Ainda ocorrem na área em estudo conforme Streck et al (2002) a Unidade São Pedro (PVD2, Argissolo Vermelho distrófico arênico, junto a Depressão Central); a Unidade Vacacaí (SGe1, Planossolo Hidromórfico eutrófico arênico, junto a Depressão Central, próximo às planícies deposicionais de sedimentos dos rios); e Unidade Cruz Alta (LVd2, Latossolo Vermelho distrófico típico, tem sua ocorrência na região do Planalto Médio).

#### **4.4 Clima**

A área em estudo de acordo com Nimer (1990) enquadra-se na zona climática denominada Subtropical, tendo como temperaturas médias anuais de 18°C a 20°C, sendo as médias mínimas variando entre 8°C a 10°C, e as máximas entre 30°C a 32°C, e precipitações medias anuais de 1.722mm. Os meses mais quentes são

dezembro, janeiro e fevereiro, já os mais frios são os meses de junho. Julho e agosto.

Moreno (1961 apud ITAQUI, 2002) comenta que segundo a classificação climática de Wilhelm Köppen, nosso Estado enquadra-se na zona fundamental temperada e no tipo fundamental temperado úmido. A Sub-Bacia em estudo, apresenta a variedade climática Cfa, caracterizada pela ocorrência de chuvas durante todos os meses do ano, por possuir a temperatura do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio superior a -3° C.

Conforme Nimer (1990) das regiões geográficas do globo, bem regadas por chuvas, o sul do Brasil é a que apresenta distribuição espacial deste fenômeno de forma mais uniforme, com precipitação média anual variando entre 1.250 a 2.000mm. Na área em estudo, a precipitação média anual está entre 1.500 e 1750mm, sendo a época da concentração máxima da precipitação os meses de julho, agosto e setembro, enquanto que novembro, dezembro e março são os meses que apresentam menor índice pluviométrico. A temperatura média anual situa-se entre 18 e 20°C. O mês mais quente é janeiro, com uma temperatura média em torno de 25°C e o mês mais frio é julho, com uma temperatura média em torno de 13°C.

## **4.5 Hidrografia**

Nosso Estado é dividido em três regiões hidrográficas, nossa área em estudo insere-se na região Hidrográfica do Guaíba, e dentro dessa na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí.

O Rio Soturno é afluente da margem direita do Rio Jacuí e caracteriza-se por ser um rio de águas limpas e de leito predominantemente pedregoso, com exceção na porção sul, onde ocorrem as planícies de deposição. É um rio de porte médio, tendo como largura média trinta (30) metros e a profundidade oscilante entre 2,5 a 1 metro. Nasce no município de Júlio de Castilhos, junto aos divisores de água da porção noroeste da Sub-Bacia, em seu percurso banha terras do município de Nova Palma, Faxinal do Soturno, percorrendo uma direção preferencial, nordeste/sudeste até desaguar no Rio Jacuí, próximo à cidade de Dona Francisca, no referido município.

Em seu percurso montanhoso, o Rio Soturno é aproveitado para a produção de energia, elétrica, possuindo três usinas hidroelétricas e entre estas possui duas ainda em atividade. Próximo às várzeas da porção sul do Rio Soturno, Rio Mello e Arroio Guarda-mor, encontram-se extensas áreas com cultivo de arroz irrigado, sendo estes rios importantes fontes de água para tal atividade econômica.

Registraram-se nos últimos anos no Rio Soturno, constantes enchentes trazendo muitos prejuízos econômicos e sociais para os municípios componentes da Sub-Bacia, como por exemplo, sensíveis perdas nas safras de arroz, soja e milho.

Os afluentes da margem direita do Rio soturno são: Rio Mello, que nasce na Serra Geral e deságua no Rio Soturno no município de Faxinal do Soturno. O Arroio Guarda-mor, que é um subafluente do Rio Soturno, também nasce na Serra Geral e percorre longo trecho entre o rebordo do planalto. Banha pequena várzea e deságua no Rio Mello, pouco antes deste desaguar no Rio Soturno. O Arroio Sanga Funda, nasce nas proximidades da cidade de São João do Polêsine.

O principal contribuinte do Rio Soturno é o Arroio Fenício, que ao longo de seu percurso adquire maior ordem. Outros importantes contribuintes da margem direita do Soturno são os Arroios Tabuleiro, Ivorazinho e Laranjeira.

Os afluentes da margem esquerda do Rio Soturno são: os Arroios Salso, Mirapicica, Pedras Brancas, Portella (corta o perímetro urbano de Nova Palma), do Tigre, além do Arroio da Divisa, que faz o limite entre os municípios de Faxinal do Soturno e Nova Palma. O Arroio Giuliani, cortado pela RS-149, no trecho entre Nova Palma e Faxinal do Soturno.

A rede de drenagem da Sub-Bacia possui grande importância econômica, turística e social, pois seus afluentes e subafluentes percorrem a Sub-Bacia dando formas à paisagem além de oferecer a possibilidade de sua exploração.

## **4.6 Vegetação**

Em face das diferenciações da vegetação observadas nas viagens encetadas pelo interior do Estado, Reitz et al. (1988) apud Itaqui orgs. (2002) identificaram para o Rio Grande do Sul oito regiões fisiográficas como unidades para zoneamento ecológico-florestal: Floresta Pluvial da Encosta Atlântica, Áreas do Sudeste ou Escudo Rio-grandense, Bacia do Rio Jacuí ou Depressão Central, Área do Parque

do Espinho, Bacia do Rio Uruguai, Bacia do Rio Ibicuí, Área do Planalto ou Floresta com Araucária e Restinga Litorânea.

Revestindo a encosta sul do Planalto Meridional que atravessa o Estado na altura aproximada do paralelo 29°30', região denominada de "Fralda da Serra Geral" por Rambo (1956) apud Itaquí orgs (2002), e com extensos prolongamentos ao longo dos vales escavados pelo Rio Jacuí e seus tributários, situa-se uma floresta densa, de caráter estacional, que embora distinta em certos aspectos da Floresta Estacional Decidual da região do Alto Uruguai, da Ombrófila Densa do extremo nordeste do Estado e da Floresta e da Floresta Ombrófila Mista por sobre o Planalto Meridional, mostra numerosas espécies em comum com as mesmas.

Parte da vegetação primitiva da Sub-Bacia do Rio Soturno era constituída de matas tropicais, hoje quase inteiramente desaparecidas, para cederem lugar à agricultura. Delas restam apenas pequenas porções nas encostas próximas e junto ao Rebordo do Planalto Meridional.

Devido à presença de exuberante e preservada Mata Atlântica junto aos vales e encostas do Rebordo do Planalto, implantou-se uma área piloto, a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul (RBMA/RS) dentro e nos entornos da Sub-Bacia do Rio Soturno. O Brasil solicitou à UNESCO o reconhecimento de tais áreas como Reserva da Biosfera, isso tornaria viável a obtenção de financiamentos para projetos. As Reservas da Biosfera são áreas especialmente protegidas que fazem parte de uma rede internacional de intercâmbio e cooperação para a conservação e desenvolvimento sustentado (SEMA, 2000).



## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir das informações obtidas, foi possível a construção de um banco de dados georeferenciados em um SIG, de onde se extraiu dados espacializados referentes aos parâmetros morfométricos da área em estudo. A partir deles analisaram-se as informações referentes à rede de drenagem, hipsometria do relevo, declividade, perfis topográficos, amplitude das vertentes e unidades de relevo.

### 5.1 Análise dos parâmetros associados à rede de drenagem

A rede de drenagem da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Soturno (figura 07) apresenta uma hierarquia fluvial de 6ª ordem. Seu rio principal estende-se em dois sentidos preferências, no sentido sudoeste-nordeste desde sua nascente até realizar 22,6 km quando sofre uma inflexão para direção sudeste percorrendo assim mais 78,6 km. Após percorrer 101,2 km atinge sua foz no Rio Jacuí.

A área da bacia é de 987,0 km<sup>2</sup> apresentando um perímetro 164,0 km. A bacia possui um baixo índice de circularidade 0,1955, ou seja, fortemente marcada por um controle estrutural. Conhecendo este índice sabemos mais acerca da forma superficial da bacia. Podendo assim considerar que o tempo em que a precipitação ocorrida nas nascentes ao noroeste da Sub-Bacia e periferia das microbacias irão levar para atingirem a foz da Sub-Bacia em estudo é maior que o das precipitações ocorridas nas drenagens mais a jusante da Sub-Bacia.

Segundo OLIVEIRA et al. (1998) a forma superficial da bacia é usada para se saber o tempo que a gota de chuva leva para percorrer a distância entre o ponto mais afastado da bacia e a sua foz (tempo de concentração).

Portanto a Sub-Bacia em estudo que tem a forma alongada e estreita, num aspecto de retângulo achatado, ao receber a precipitação em sua montante terá tempo suficiente para as precipitações de sua jusante atingir a foz a tempo de dar lugar as da montante. Isso contribui para um bom escoamento das águas até atingir o Rio Jacuí na Depressão Central. Este índice nos dá uma noção da forma da área estudada, usamos o mesmo para indicar os riscos de inundações. As bacias com índice de circularidade próximos a um, possuem áreas circulares e são mais

susceptíveis a inundações por ocasião de um menor tempo de concentração das águas das chuvas.

Baseados no valor obtido para o índice de circularidade da área drenada pelo Rio Soturno e seus afluentes e subafluentes, concluímos que a mesma apresenta baixa susceptibilidade a processos de inundação, no setor médio e na montante.

A rede de drenagem da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Soturno, possui comprimento total de 1750 km (tabela 01). Ela apresenta uma magnitude de 1127 canais, ou seja, o número de drenagens tributárias de primeira ordem. Os canais de primeira ordem juntos, totalizam 1011 km dentro da área em estudo.

Existem 269 canais tributários de segunda ordem, eles surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e totalizam 340 km de drenagens. Os mesmos possuem capacidade de erosão e transporte de sedimentos em seus leitos.

Encontramos na área em estudo, 65 canais de terceira ordem, que juntos totalizam 170 km de drenagem, os mesmos se formam a partir da confluência de dois canais de segunda ordem, e por sua vez, apresentam em áreas de grande declividade um maior poder de erosão e transporte que seus tributários inferiores (primeira e segunda ordem).

Os canais de quarta e quinta ordem, respectivamente, 18 e 3 canais, apresentam uma extensão de respectivamente, 106 e 82 km. Apresentam grande poder de erosão, transporte e no caso dos canais de quinta ordem, também deposição de sedimentos.

O canal de sexta ordem é o que indica a hierarquia fluvial da Sub-Bacia em estudo, forma-se a partir da confluência de dois canais de quinta ordem, no caso da bacia do Soturno, o Arroio Pedra-branca com o próprio Rio Soturno. Este canal apresenta uma extensão de 41 km até a foz com o Rio Jacuí. A (figura 07) apresenta o mapa de drenagem da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno.

Ordem das Drenagens	Nº de Canais	Comprimento total dos canais (km)
1ª ordem	1127 canais	1011 km
2ª ordem	269 canais	340 km
3ª ordem	65 canais	170 km
4ª ordem	18 canais	106 km
5ª ordem	3 canais	82 km
6ª ordem	1 canal	41 km
Total	1483 canais	1750 km

Tabela 01 – Ordem, número e comprimento de canais  
Org: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

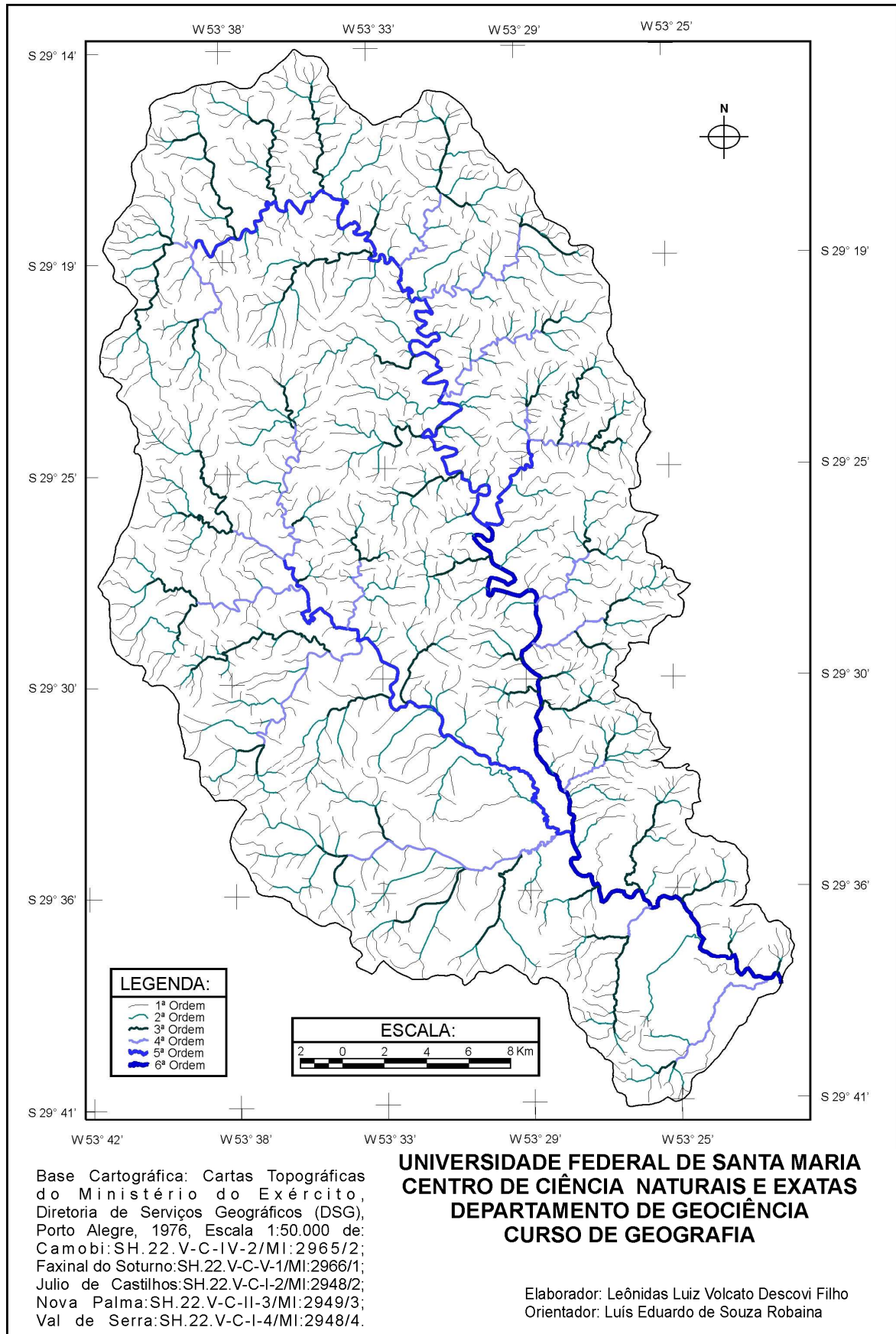


Figura 07 – Mapa da rede de drenagem da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS  
Org: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

Villela & Mattos (1975 apud RIZZI, 1999) analisando a densidade de drenagem de maneira qualitativa, indicam que o índice de 0,5 km/km<sup>2</sup> representa bacias com drenagem pobre e o índice extremo de 3,5 km/km<sup>2</sup> ou mais indica bacias excepcionalmente bem drenadas.

A densidade de drenagem **Dd** da Sub-Bacia do Rio Soturno é de 1,77 km/Km<sup>2</sup>, o que nos leva a considerar esta área mediamente drenada. A densidade de drenagem é considerada uma variável de suma importância na análise morfométrica das bacias hidrográficas, ela demonstra o grau de dissecação topográfico em paisagens elaboradas pela ação das drenagens demonstrando também a quantidade existente de canais de escoamento nesta área.

## 5.2 Análise do relevo

O relevo da Sub-Bacia do Rio Soturno foi estudado através da análise do mapa hipsométrico. Adotou-se a fórmula de Sturges para divisão das classes do mapa, onde se considerou a equidistância entre o ponto de maior e menor cota altimétrica. O ponto de maior cota altimétrica localiza-se junto ao Cerro Comprido, situado nos divisores de água a leste, junto à jusante da Sub-Bacia em estudo, atinge 528 metros acima do nível do mar. Já o ponto de menor cota altimétrica dentro da área em estudo localiza-se junto à foz com o Rio Jacuí, possui cota inferior a 40 metros acima do nível do mar, ele situa-se junto à jusante da área em estudo, onde predomina a suavidade no terreno.

A compartimentação altimétrica do terreno, levou em consideração a quantidade e cota das curvas de nível da Sub-Bacia do Rio Soturno e através dela obtemos seis classes altimétricas distintas.

A primeira representa a área contígua à jusante da Sub-Bacia, possui seus limites marcados pelas curvas de nível entre 40 e 120 metros. Estas áreas podem ser consideradas como parte da Depressão Central ou Periférica. Encontramos nesta classe relevo relativamente plano, e, portanto é nesta área que ocorre a maior parte do processo de deposição fluvial dos sedimentos trazidos pela rede de drenagem ao baixo curso da bacia hidrográfica. É nesta área que onde além de encontrarmos meandros no rio principal, situam-se os solos aluviais da Unidade Santa Maria. Esta classe possui uma maior abrangência de terrenos pouco inclinados entre as curva de nível o que acaba por configurar um relevo

predominantemente de planícies, as declividades frequentemente são menores que 2%. Sua ocorrência se dá junto às planícies contíguas ao Rio Soturno até a foz com o Rio Jacuí, junto ao município de Dona Francisca. Esta classe perfaz um total de 162,0 km<sup>2</sup> da área em estudo, o que representa 16,4% da Sub-Bacia do Rio Soturno, como mostra a (figura 08).

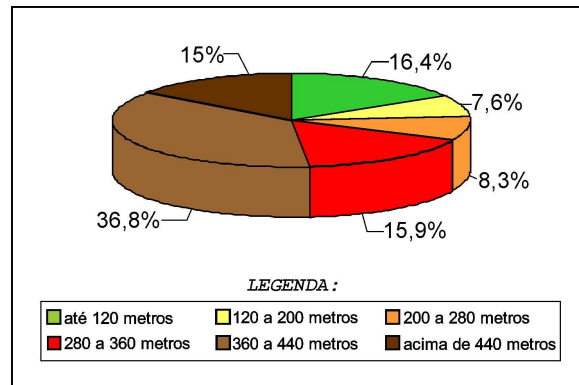


Figura 08 – Percentual por classes altimétrica  
Org: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

Entre as cotas de 120 a 200 metros em relação ao nível do mar, encontramos a segunda classe de altimétrica da Sub-Bacia em estudo. Encontramos nesta classe afloramentos da Formação Botucatu. Ela compreende uma área de transição entre as planícies de inundação dos Rios Soturno e Mello, sendo este último seu principal afluente da margem direita, e a escarpa da Formação Serra Geral, aí surgem com menor frequência os solos aluviais da Unidade Santa Maria. Esta classe representa 7,5% da área da bacia o que totaliza 74 km<sup>2</sup>, o que a faz pouco representativa dentro da bacia em estudo.

A terceira classe marcada pelos limites entre 200 e 280 metros representa a face sul da escarpa do Planalto Meridional, possui 8,3% da área em estudo, perfazendo 82,0 km<sup>2</sup> de área da Sub-Bacia do Rio Soturno.

Seguindo os delineamentos das segunda e terceira classe, a quarta classe está um pouco acima e representa a parte final da escarpa e, portanto é uma classe de transição entre os terrenos com declividade acentuada, ou seja, não representa o fim das declividades acima de 15% no terreno, mas ocorre uma sensível diminuição das mesmas junto ao terreno nesta área. Seus limites estão entre 280 e 360 metros. Estas classes representam 15,9% da área da bacia hidrográfica, ou seja, 157,0 km<sup>2</sup>. A quarta classe altimétrica marca o fim da escarpa e o início dos patamares e coxilhas sobre Planalto Meridional.

A quinta classe representa a parte inicial e pouco erodida de cima do Planalto Meridional, está entre as cota de 360 e 440 metros acima do nível médio do mar e possui 364 km<sup>2</sup> de área que representa 36,86% da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Soturno. Encontramos nesta área terrenos com maior homogeneidade, predomina aí declividades até 2%, não sendo a única declividade encontrada nesta faixa, podendo também ser encontradas declividades superiores, em áreas de vertentes mais amplas. Situam-se aí também vários morrotes e coxilhas onde se evidenciam várias das nascentes da margem esquerda do Rio Soturno.

A última classe (sexta) esta situada além dos 440 metros acima do nível do mar, encontramos aí a maioria dos divisores de água do lado oeste, iniciando desde a parte superior da montante até a jusante da bacia hidrográfica. Compreende, portanto os pontos de maior cota altimétrica situados principalmente no entorno da bacia, representando um total de 148,0 Km<sup>2</sup>, o que cobre 15% da área da Sub-Bacia do Rio Soturno. Esta classe comporta a maioria das nascentes inclusive as nascentes principais do Rio Soturno.

Veja a distribuição espacial da altitude no mapa altimétrico da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno na (figura 09).

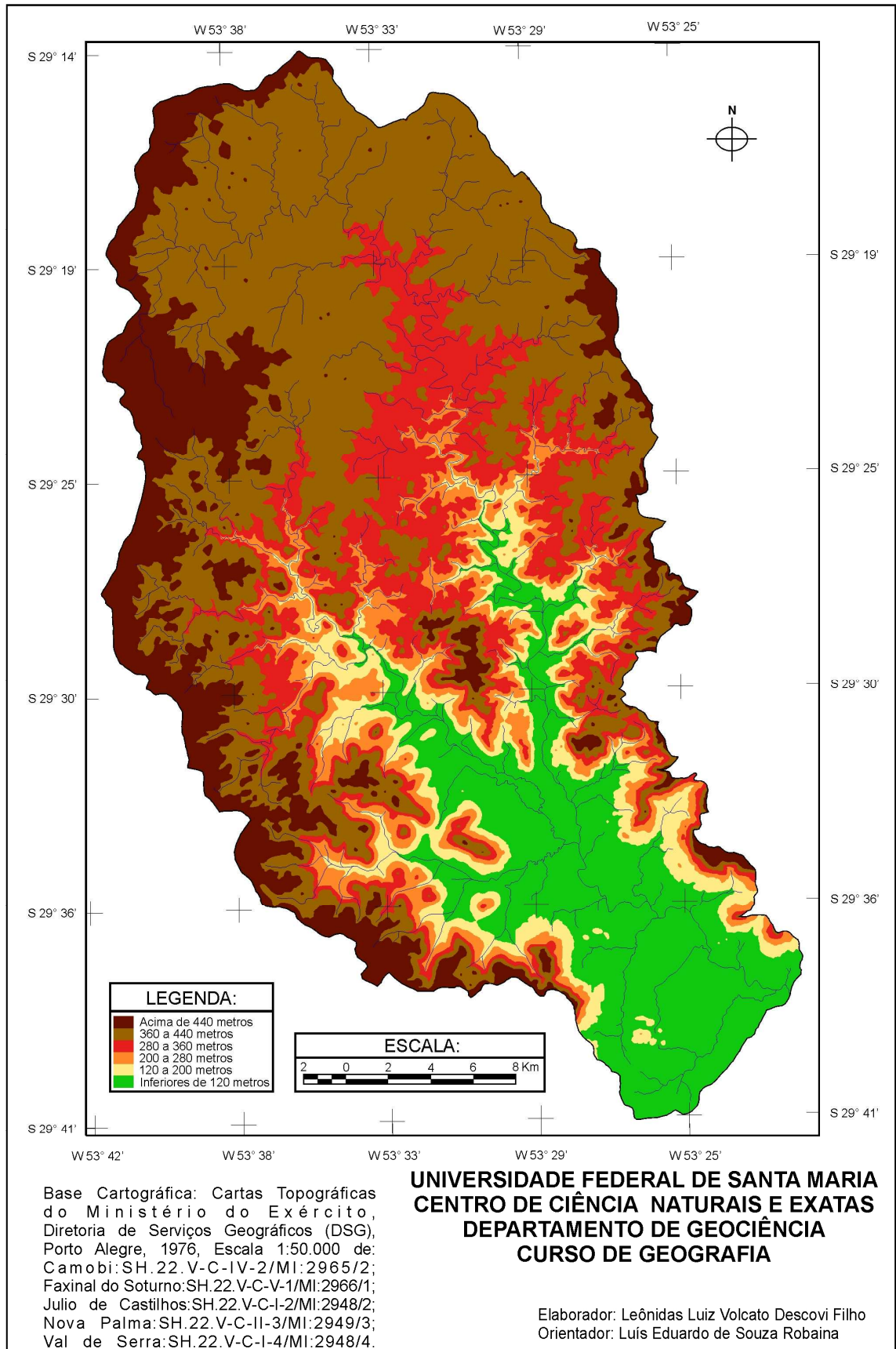


Figura 09 – Mapa altimétrico da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS  
Org: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato



### 5.3 Declividade

A divisão das classes de declividade da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Soturno (figura 10), foi elaborada pelo método das distâncias entre as curva de nível do terreno. Com a utilização de três limites de declividade no terreno, distribuídos em quatro classes, pode-se descrever através da interpretação do mapa de declividade, sua distribuição na área da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Soturno/RS.

Constatou-se que a área estudada situa-se tipicamente em uma região de transição entre a Depressão Central ou Periférica e os patamares e topos do Planalto Meridional gaúcho.

Através do mapa de declividade, e do banco de dados do sistema de informações geográficas (SIG) Spring, pode-se obter informações mais precisas em relação as área e o percentual de todas as classes de declividade.

A primeira classe de declividade possui declividades inferiores que 2%, dessa forma a mesma representa terras planas. Podemos distinguir dois setores predominantes de ocorrência da declividade de 2%. O primeiro ocorre na Depressão Central, em áreas de deposição dos Rios Mello e Soturno, estendendo-se até a foz da Sub-Bacia, no Rio Jacuí, onde a classe apresenta grande expressão nos vales. O segundo situa-se sobre o Planalto Meridional associado às rochas da Formação Serra Geral, que constituem os topos planos e áreas relativamente planas junto as nascentes principais do Rio Soturno, estas áreas estão incluídas, principalmente, no município de Júlio de Castilhos.

A classe de declividade menor que 2% representa 29% da bacia em estudo (figura 11), o que perfaz 286,0 km<sup>2</sup> da área, consistindo na segunda classe em tamanho, na área em estudo (tabela 02).

A segunda classe, com declividades entre 2% a 5%, apresenta-se como a de, relativamente, menor expressividade com 84,0 km<sup>2</sup> de área, ou seja, 9% da Sub-Bacia em estudo, conforme mostra a figura 11 e tabela 02.

Localiza-se predominantemente próximo aos terrenos plano da Depressão Central, associada às áreas de início de escarpa e de cimeira do Planalto Meridional, sendo que a mesma é distribuída de forma heterogênea.



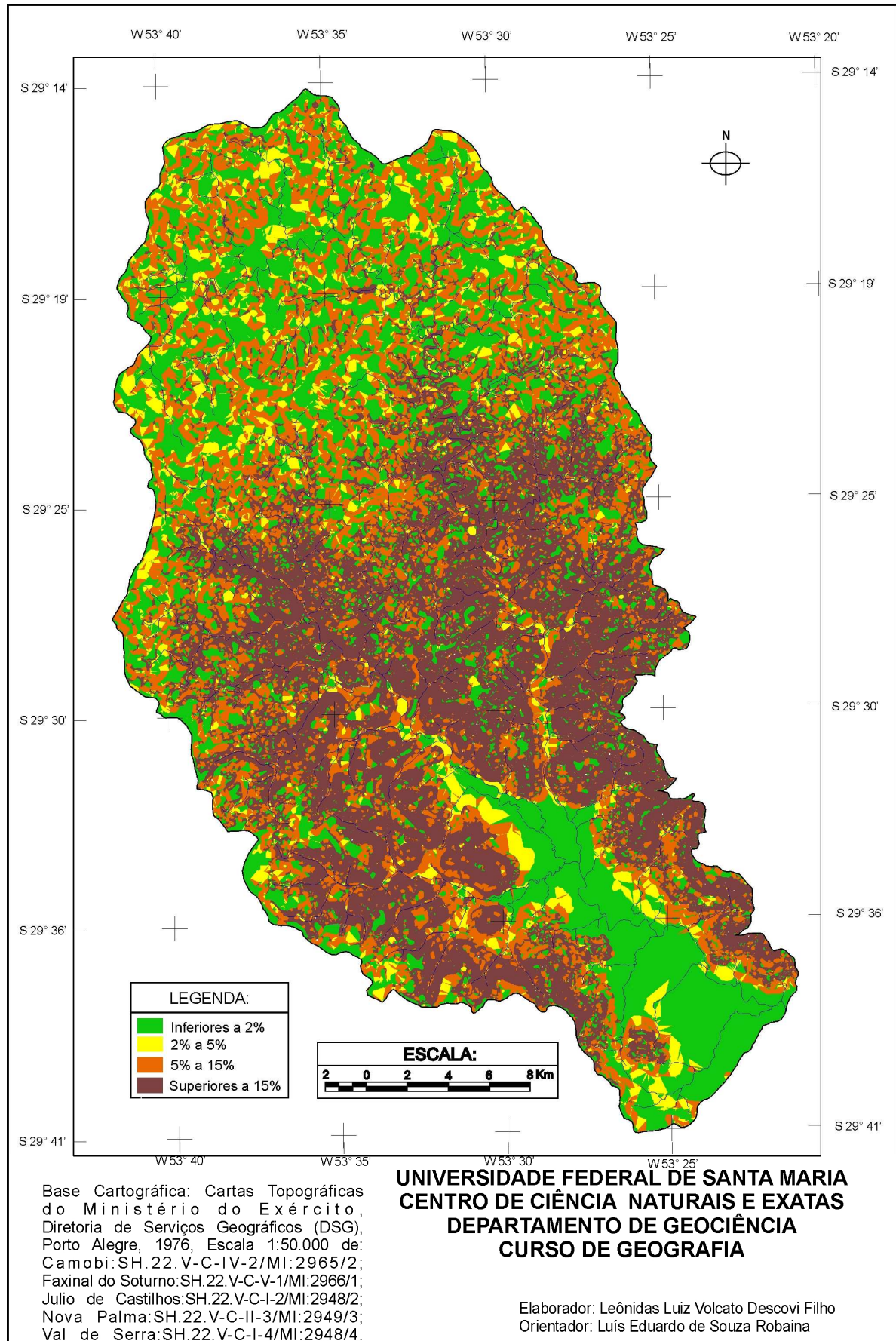


Figura 10 – Mapa de declividade da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS  
Org: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

O intervalo de declividade entre 2% e 5% acompanham a base da escarpa, junto aos dois principais vales da Sub-Bacia, são eles o vale do Rio Soturno e o vale do Rio Mello.

A terceira classe entre 5% a 15% está associada às vertentes das formas de relevo definidas como morros. Este intervalo marca a transição entre terrenos relativamente pouco ondulados e locais com terrenos de maior ondulação. Representa 27% da Sub-Bacia do Rio Soturno (figura 11), o que equivale a uma área de 275,0 km<sup>2</sup> (tabela 02). Esta classe constitui segundo o IPT apud Oliveira (1998) o limite para o uso de equipamentos agrícolas pesados, pois acima da declividade de 15%, encontramos vertentes com elevada inclinação e quando utilizamos tais áreas na agricultura, as terras perdem sua proteção natural contra as precipitações pluviométricas e por sua vez tornam-se susceptíveis a erosão superficial.

classes	Limites das classes	Área das classes em km <sup>2</sup>	Percentual de cada classe
1ª classe	até 2%	286,0 Km <sup>2</sup>	29%
2ª classe	2% a 5%	84,0 Km <sup>2</sup>	9%
3ª classe	5% a 15%	275,0 Km <sup>2</sup>	27%
4ª classe	acima de 15%	343,0 Km <sup>2</sup>	35%

Tabela 02 – Limite, área e percentual por classe de declividade  
Org: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

A quarta e última classe, apresenta declividades superiores a 15%, e são encontradas predominantemente nas áreas de rebordo do Planalto Meridional, bem como ao longo dos morros testemunhos, que constituem os divisores de água da Sub-Bacia principal e de algumas de suas microbacias internas.

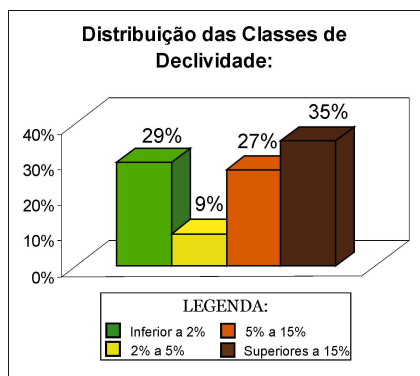


Figura 11 – Distribuição percentual por classes de declividade  
Org: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

A quarta classe constitui 35% da área em estudo (figura 11), ou seja, 343,0 km<sup>2</sup> (tabela 02), o que faz com que a mesma seja a maior classe de declividade, e, portanto, é a declividade típica encontrada dentro da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Soturno/RS.

#### 5.4 Análise das amplitudes das vertentes

Através da análise das amplitudes altimétricas da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Soturno, distinguimos dois grandes setores morfológicos.

O primeiro setor convencionou-se chamar de alto curso. Nele encontram-se em área de maiores cotas altimétricas. Sobre o Planalto Meridional, seu relevo apresenta vertentes de menores amplitudes altimétricas, sendo que das 20 vertentes medidas neste setor, encontramos variações entre 18 e 45 metros (tabela 03). A amplitude média encontrada para este setor foi de 28 metros, sendo que associando a esses valores de amplitudes encontramos declividades predominantemente abaixo dos 15%, o que acaba por configurar um relevo pouco acidentado, levemente ondulado, característico do Planalto Meridional. Passamos a chamar as elevações altimétricas deste setor da Sub-Bacia do Rio Soturno de colinas, que são assim chamadas por apresentarem amplas vertentes e topos são relativamente planos.

Amplitudes do setor médio (em metros)		Amplitudes do setor alto curso (em metros)	
102	199	25	30
216	254	22	34
228	156	26	40
156	112	27	25
129	239	25	45
128	259	26	25
208	245	21	30
110	345	26	18
290	159	31	35
184	131	26	28

Tabela 03 – Amplitudes altimétrica por setor  
Org: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

O segundo setor denominou-se de médio, que envolve a porção média da Sub-Bacia do Rio Soturno e está situado no rebordo do Planalto Meridional, ou seja,

na área de transição entre as terras planas da Depressão Central ou Periférica e a parte superior do Planalto Meridional gaúcho.

Foram medidas 20 amplitudes em todo setor, sendo que as mesmas variaram entre 102 a 345 metros (tabela 03), e a sua amplitude média está próxima aos 200 metros, o que caracteriza vertentes com fortes inclinações. Os dados de amplitude e declividade caracterizam a forma de relevo, deste setor da bacia hidrográfica, como morros. Os valores das vertentes medidas retratam amplitudes sempre maiores que 100 metros, isso associado às declividades predominantemente acima dos 15%, não raro encontramos neste setor vertentes escarpadas com 45% de inclinação.

## **5.5 Perfis topográficos**

Os perfis topográficos (figuras 12 e 13) permitem uma melhor compreensão da constituição do relevo na área em estudo.

O perfil A'-B' tem 38.5 km no sentido Norte/Sul, ou seja, estendendo-se de um divisor de águas à Norte, até um divisor ao Sul da Sub-Bacia (figura 12). Neste perfil observamos a partir de (A) ao norte, um relevo levemente ondulado a ondulado, de topos de colinas e vertentes de colinas, no Planalto Meridional, onde encontramos importantes nascentes da margem esquerda do Rio Soturno. O relevo existente no início do perfil A'-B', pertence ao setor denominado alto curso do Rio Soturno.

O perfil A'-B', faz uma descida abrupta, que representa a encosta/rebordo da Serra Geral, onde frequentemente encontra-se escarpas com afloramentos de basaltos, pertencentes ao setor médio da Sub-Bacia.

Logo em seguida encontramos áreas intercaladas de planícies/vales dos principais rios com Soturno, Mello e o Arroio Guarda-mor, e divisores internos de algumas microbacias, que apresentam amplitudes de vertentes elevadas (de 100 a 340 metros), configurando relevo de morros e morrotes (figura 12).

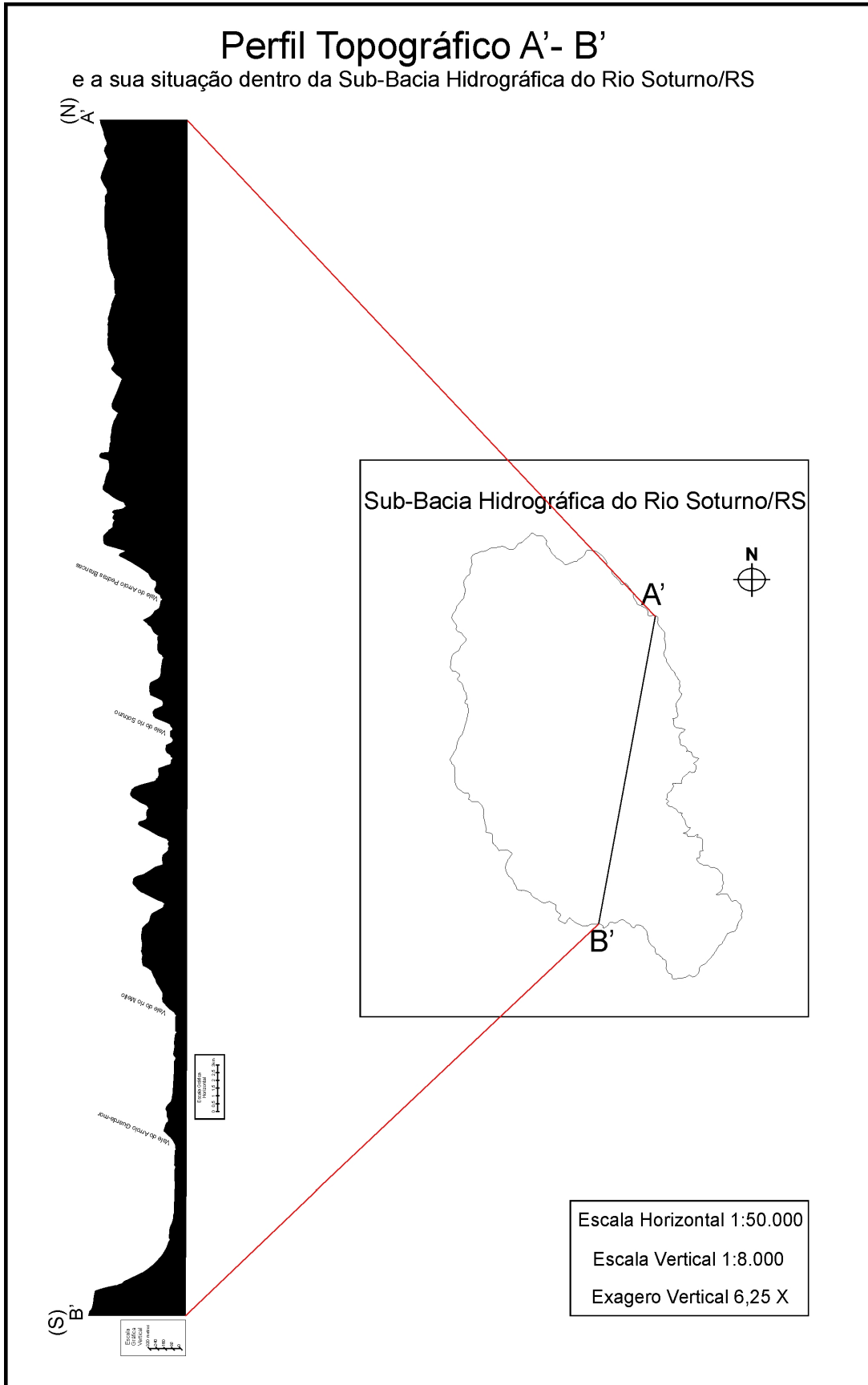


Figura 12 – Perfil topográfico A'-B' no sentido Norte/Sul, representando a topografia dentro da área em estudo

Org: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

O perfil topográfico C'-D', apresenta uma extensão de 19.3 km, parte do divisor de águas a sudoeste e segue até o divisor a nordeste, seccionando transversalmente os Rios Soturno, Mello e Arroio Guarda-mor, principais drenagens da Sub-Bacia (figura 13).

Esta secção permite a análise detalhada dos divisores internos das principais microbacias da área em estudo, onde encontramos intercaladas sucessivamente morros/morrotes, da encosta/rebordo e planícies de fundo de vale, pertencentes à Depressão Central.

O vale do Rio Mello, com altitudes entorno dos 60 metros, é o mais amplo do perfil, com uma secção de aproximadamente 1,5 km, apresenta terrenos mais planos, com declividades inferiores a 2%, pertencentes ao setor baixo curso, onde ocorrem áreas de planície de deposição recente de sedimentos, advindos do setor médio curso, que possui declividades superiores a 15% e alto índice de erosão.

Ao ultrapassar o rebordo/encosta, já quase atingindo o ponto (D'), o perfil alcança cotas de aproximadamente 340 metros, onde ocorre um relevo de declividades abaixo de 15% e conseqüentemente uma suavização na topografia (figura 13).

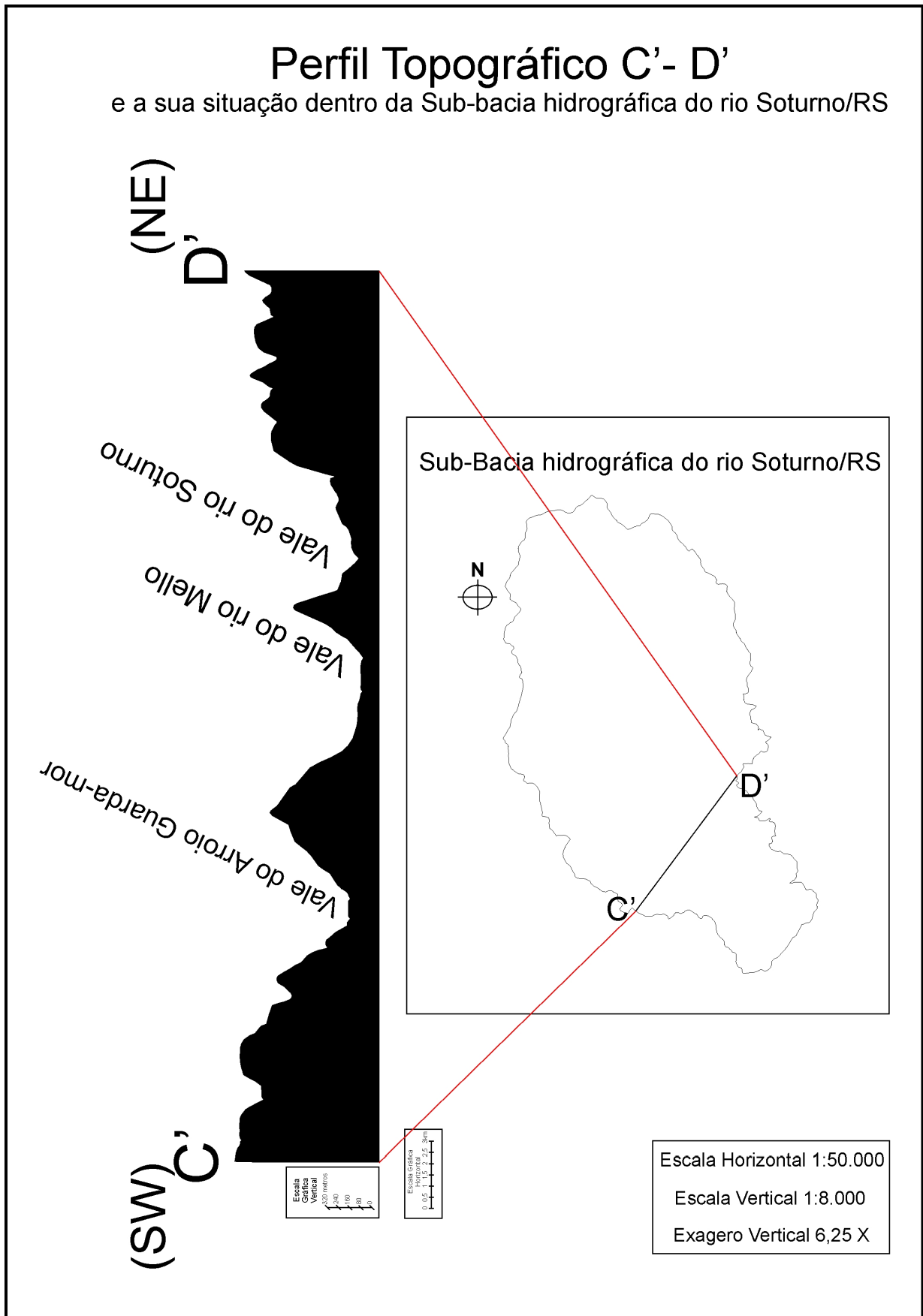


Figura 13 – Perfil topográfico C'-D' no sentido Sudoeste/Nordeste, representando a topografia dentro da área em estudo

Org: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

## 5.6 Compartimentação e mapeamento de unidades de relevo

O mapeamento e compartimentação das unidades de relevo destaca áreas com características morfométricas homogêneas, ou seja, agrupa áreas com parâmetros como altitude, amplitude, declividade e densidade de drenagem semelhantes.

Duas maneiras distintas de serem realizadas as análises para a definição das unidades de relevo conforme Lollo (1978 apud Rodrigues, 1992): o enfoque paramétrico e o enfoque fisiográfico. O enfoque paramétrico tem por objetivo definir como a declividade, a amplitude, a extensão e rede de drenagem auxiliam na seleção das unidades de relevo.

No mapeamento de unidades de relevo da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Soturno utilizou-se o enfoque paramétrico, e através de uma análise, cruzamento e declividade das informações morfométricas referentes aos três mapas anteriormente analisados (rede de drenagem, altimétrico e declividade), foi possível a individualização de três unidades homogêneas de relevo. A seguir descreveremos detalhadamente as características morfométricas das unidades.

### **Unidade I**

Caracteriza-se por apresentar declividades inferiores a 2% e altitudes menores que 120 metros, está localizada no setor do baixo curso do Rio Soturno, junto ao sul da bacia, e possui área de aproximadamente 103 km<sup>2</sup> o que representa 10,5% da área estudada, apresentando como característica marcante a homogeneidade de altitudes e declividades. Por estar englobando áreas de menor cota altimétrica coincide com as planícies e vales dos Rios Soturno e Mello. Nesta unidade se encontram as áreas planas de inundação e acumulação da bacia em estudo. Neste setor ocorre a rizicultura irrigada, nos vales planos dos rios principais, como por exemplo o Soturno.

### **Unidade II**

A unidade está caracterizada por apresentar declividades maiores que 15% e altitudes até entorno dos 340 metros. Localiza-se na área de rebordo do Planalto Meridional, no setor médio do Rio Soturno, é o setor de maior área, ou seja, 45% equivalentes a 445km<sup>2</sup> da área da Sub-Bacia do Rio Soturno. Ocorre presença típica



de escarpas com afloramentos da Formação Serra Geral bem como os arenitos interderrames (intertraps).

Este setor apresenta, genericamente, a forma de anfiteatro, envolvendo alguns dos principais divisores internos de suas microbacias, além dos divisores principais da área em estudo, nesta transição do setor do baixo curso, com o setor do alto curso da Sub-Bacia hidrográfica do Rio Soturno.

Nesta unidade os processos de dissecação são muito significativos, que é agravado pelos desmatamentos e mau uso dos solos, gerando erosão e movimentos de massa em alguns setores de declividade elevada. Os usos nesta unidade são variados, constituindo uma área de policultura.

### **Unidade III**

Esta unidade é caracterizada por apresentar colinas de pequena amplitude, sendo seus topos planos, com declividade inferiores 2% e, vertentes com declividade inferiores a 15%, com raras exceções em alguns pontos. Esta unidades representa 44,5% da área em estudo, o que totaliza 439 km<sup>2</sup>. A unidade III localiza-se no setor alto curso do Rio Soturno, e apresenta terrenos amplamente utilizados para agricultura e pecuária. A (figura 14) apresenta o mapa de unidades de relevo da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno.

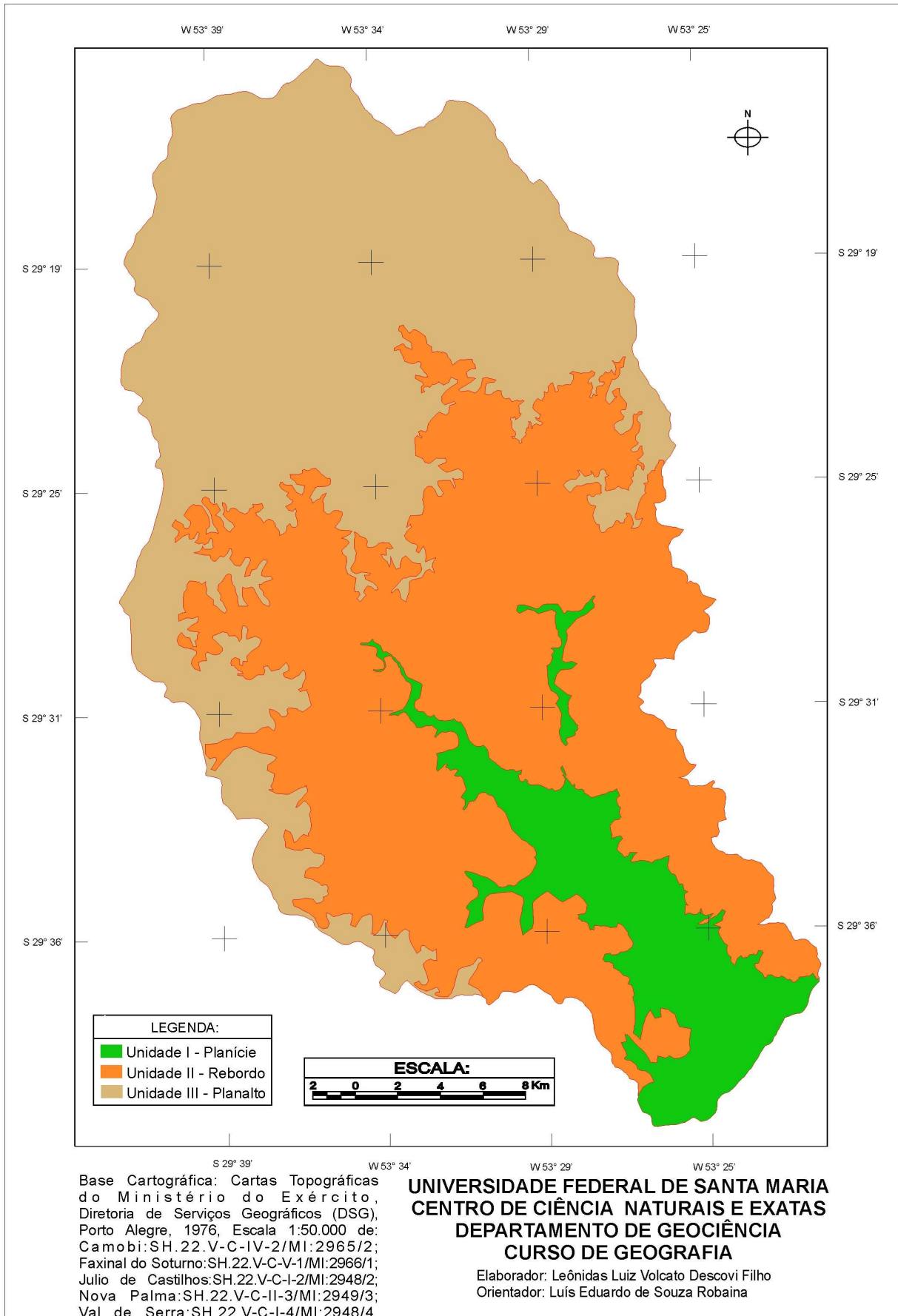


Figura 14 – Mapa de Unidades de Relevo da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno/RS  
Org: DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de definição de unidades de relevo da Sub-Bacia do Rio Soturno/RS, representa uma base para estudos ambientais.

Ao observarmos as unidades I, II e III, temos plenas condições de diferenciar uso e ocupação, potencialidades econômicas e fragilidades ambientais dentro da Sub-Bacia estudada.

A unidade I apresenta forte vocação para rizicultura, por apresentar terrenos de baixas declividades, junto às planícies de acumulação e inundação ao longo dos cursos de maior ordem. Quanto a indicações e limitações aos usos da terra neste setor da bacia encontramos problemas relacionados à erosão, assoreamento e alagamento devido suas baixas declividades e altitude. Não podemos esquecer das secas que ocorrem nesse setor, ela está relacionada com as drenagens usadas na irrigação do arroz, nas várzeas bem com as drenagens dos banhados nas nascentes e surgências das drenagens de primeira e segunda ordem no alto curso do Rio Soturno, além dos fortes desmatamentos de mata ciliar ao longo das drenagens que compõem a Sub-Bacia em estudo.

A unidade II apresenta sérias restrições quanto aos usos da terra. As declividades neste setor são predominantemente superiores a 15% e segundo o IPT, essas áreas apresentam serias restrições devido à conjugação de fatores como a declividade, amplitude e densidade de drenagem, que contribuem fortemente para a dissecação e erosão dentro desta unidade. Este setor necessita de medidas que contribuam na minimização dos impactos, elas podem ser tomadas ao se restringir atividades como a extração da vegetação, da agricultura ou da exposição do solo ao intemperismo físico e químico e uso de implementos agrícolas pesados, tais fatores serão catalisadores para ocorrência de erosões. Dentre as medidas mitigadoras a ser tomada neste setor, recomenda-se o cumprimento do código florestal, que não permite o desmatamento em áreas com declividades superiores a 45°. A implementação de áreas de preservação seria outra solução para o setor, tendo em vista a existência de resquícios da Mata Atlântica na Sub-Bacia, especialmente nas áreas de rebordo, próximas a encosta.

A unidade III tem elevada importância para a bacia, tendo em vista a ocorrência de diversas nascentes que contribuem para a perenização do Rio

Soturno, surgências junto às áreas planas de topos de colinas são principais responsáveis pelo surgimento de canais de primeira ordem. Este setor da bacia possui predominantemente declividades inferiores que 2%. A existência de áreas com declividades superiores a 15% restringe-se a poucos hectares, as vertentes amplas proporcionam a geomorfologia do setor às formas colinas que em sua maioria nunca passam dos 15% de inclinação. Devido a essas características, pode-se inferir que se devem ter cuidados quanto ao uso dos solos neste setor, tentando aproveitar as potencialidades das áreas adequadas, ou seja, em condições de suportar sua exploração sem apresentar reflexos negativos de degradação de ambiência na Sub-Bacia.

Com nosso produto cartográfico final teremos uma base sólida para avançarmos nos estudos desta Sub-Bacia, pois os mapas temáticos que permitam definir unidades geoambientais, estabelecendo suas fragilidades e potencialidades que por sua vez são de importância singular na tomada de decisões que envolva a área estudada.

## 7 BIBLIOGRAFIA

BOTELHO, R. G. M.; GUERRA, A. J. T.; SILVA A. S. da **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (DNPEA. Boletim técnico, 30).

BRASIL. Ministério da Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Constituição da Republica Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 1988.

BRASIL. Ministério do Exército. Diretoria de Serviços Geográficos (DSG). **Camobi**. Carta Topográfica, Porto Alegre, 1976. F.SH.22.V-C-IV-2/MI:2965/2. Escala 1:50000.

BRASIL. Ministério do Exército. Diretoria de Serviços Geográficos (DSG). **Faxinal do Soturno**. Carta Topográfica, Porto Alegre, 1976. F.SH.22.V-C-V-1/MI:2966/1. Escala 1:50000.

BRASIL. Ministério do Exército. Diretoria de Serviços Geográficos (DSG). **Julio de Castilhos**. Carta Topográfica, Porto Alegre, 1976. F.SH.22.V-C-I-2/MI:2948/2. Escala 1:50000.

BRASIL. Ministério do Exército. Diretoria de Serviços Geográficos (DSG). **Nova Palma**. Carta Topográfica, Porto Alegre, 1976. F.SH.22.V-C-II-3/MI:2949/3. Escala 1:50000.

BRASIL. Ministério do Exército. Diretoria de Serviços Geográficos (DSG). **Val de Serra**. Carta Topográfica, Porto Alegre, 1976. F.SH.22.V-C-I-4/MI:2948/4. Escala 1:50000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Diretoria das Bacias Hidrográficas do Leste. **Sinopse das Bacias Hidrográficas do Atlântico Sul**. Volume II – Atlântico Sudeste, Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br) acessado em 20 de novembro de 2006.

CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: ed. da UFG, 1994. 137p.

Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, **Nosso Futuro Comum**. 2.ed.Rio de Janeiro:Editora da Fundação Getulio Vargas,1991,430p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª edição. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188p.

\_\_\_\_\_. (1983) **A significância da densidade de drenagem para a análise geomorfológica**. Boletim de Geografia Teorética. Rio Claro, 13(26): 27-53.

\_\_\_\_\_. (2002) **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. 236p.

CUNHA, S. B. da & GUERRA, A. J. T. (orgs.) **A Questão Ambiental: diferentes abordagens**. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 248p.

EMBRAPA.Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA- SPI, 1999. 412p.

GARCEZ, L. N. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1993.

GERARDI, L. H. de O. & SILVA, B. C. N. **Quantificação em Geografia**. São Paulo: Difel, 1981. 161p.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 6ª edição. Rio de Janeiro:IBGE, 1978. 448p.

GUERRA, A. J. T. **Encosta e a Questão Ambiental**. In Cunha, S. B. da & CUNHA, S. B. da & GUERRA, A. J. T. (orgs.) **A Questão Ambiental: diferentes abordagens**. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 248p.

GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192p.

GUERRA, A. J. T. & CUNHA S. B. da **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 2.ed.Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, 372p.

HORTON, R. E. (1945) **Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology**. Geological. Society Americana bulletin, 56(3): 275-370.

ITAQUI, J. (org.) **Quarta Colônia: inventários técnicos**. Condesus Quarta Colônia, Santa Maria: 2002. 256p.

JOLY, F. **A Cartografia**. Campinas: Papyrus, 1990.

KAUL, P. F. T. Geologia. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: 1990. p.29-54.

KELLER, E. C. S. **“Projeto de mapeamento da utilização da terra”**. Aerofotogeografia. Instituto de Geografia. USP. São Paulo, 1969.

KURTZ, S. M. de J. M. **Metodologia para Zoneamento Florestal Sub-Bacia hidrográfica do rio Soturno/RS**. Tese de doutorado, pos graduação em engenharia florestal, UFSM, 2002. 197p.

MÜLLER FILHO I. L. & SARTORI M. da G. B. **Elementos para a interpretação geomorfológica de carta topográficas: contribuição à análise ambiental**. Santa Maria: UFSM, 1999. 94p.

NIMER, E. **Clima** in : Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. IBGE: Rio de Janeiro, 1990. p.151-187.

OLIVEIRA, A. M. S. et al. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p. 101 – 109.

\_\_\_\_\_. Densidade de Drenagem da Bacia Incremental do Reservatório de Porto Primavera, rio Paraná (SP/MS): perspectiva de sua adoção como indicador de produção de sedimentos das bacias hidrográficas. **Revista de Geomorfologia**, Ano 6, Nº 1, 2005, pgs 33-44.

RAISZ, E. **Cartografia Geral**. Rio de Janeiro: Editora Científica 1969. 413p.

RIZZI, N. E. et al. **Caracterização Ambiental da Bacia do Rio Canguiri – Região Metropolitana de Curitiba – PR**. Curitiba, 1999.

ROISENBERG, A. & VIERO, A. P. O Vulcanismo Mesozóico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. In HOLZ M. & De Ros, L. F. (editores) **Geologia do Rio Grande do Sul**. CIGO/UFRG, Porto Alegre: Edição Revisada, 2002, 444p.

ROCHA, J. S. M. da **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 2ª ed. Santa Maria: UFSM, 1991. 181p.

RODRIGUES, E. B. A. **A importância dos Landforms na elaboração de cartas de susceptibilidade aos movimentos de massa na região de Águas de Lindóia/SP**. III Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica. São Paulo, 1992.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Meio Ambiente e Planejamento**. 7.ed. São Paulo: Contexto, 2003. 85p.

SANGÓI, D. S. et al. Mapeamento de “Landforms” na Bacia do rio Inhacundá, São Francisco de Assis/RS. **Geosul**. Florianópolis. v. 18, n.36, jul.-dez. 2003. p. 151-167.

SARTORI, P. L. et al. **Contribuição ao estudo das rochas vulcânicas da bacia do Paraná na região de Santa Maria, RS**. Revista brasileira de geociências, São Paulo, 5: 141-159, 1975.

SEMA, Governo do Estado do Rio Grande do Sul. **Áreas naturais protegidas do Rio grande do Sul**. Porto Alegre: SEMA/DEFAP, 2000.

SUTILI, F. J. **Manejo biotécnico do Arroio Guarda-mor: princípios, processos e práticas**. Santa Maria, dissertação de mestrado pos graduação em engenharia florestal, 2004. 115p.

STRECK. E. V. *et al* **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002.107p.

TRENTIN, R. **Mapeamento de Unidades de Relevo: Bacia Hidrográfica do rio Itu/RS**. Santa Maria, Monografia de graduação curso de geografia, 2004. 74p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrografia: ciência e aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH, 2002. 843p.

VIZZOTTO, V. L. **Distribuição espacial da mata ciliar do Rio Soturno em 3 décadas no município de Faxinal do Soturno-RS**. 36f. Monografia (Curso de Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, 1991.

ZUQUETTE, L. V. & GANDOLFI, N. **Cartografia Geotécnica**. São Paulo: Oficina de textos, 2004. 190p.