UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS

MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO INHACUNDÁ, MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS/RS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Dionisio Saccol Sangoi

Santa Maria, RS,Brasil
2006

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO INHACUNDÁ, MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS/RS

por

Dionisio Saccol Sangoi

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa
De Pós-Graduação em Geografia e Geociências, da Universidade
Federal de Santa Maria (UFSM, RS),como requisito parcial para
obtenção de grau de
Mestre em Geografia

CARLOS ALBERTO DA FONSECA PIRES

Santa Maria, RS, Brasil
2006

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências

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

MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO INHACUNDÁ, MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS/RS

elaborada por
Dionisio Saccol Sangoi

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Geografia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Carlos Alberto da Fonseca Pires, Dr.
(presidente/Orientador)

Nelson Gasparetto, Dr., (UEM)

Andrea Valli Nummer, Drª, (UFSM)

Santa Maria,16 de Fevereiro de 2006

Aos meus pais

AGRADECIMENTOS

A **Universidade Federal de Santa Maria**, pela oportunidade de realizar este curso de Pós-Graduação.

Ao **Professor Carlos Alberto da Fonseca Pires**, pela orientação, confiança e pelos conhecimentos adquiridos durante estes anos de convivência.

A **Professora Andrea Valli Nummer**, pelas sugestões, ensinamentos e amizade conquistados durante os anos de trabalho em conjunto.

Ao **Professores Edgardo Ramos Medeiros** e **Luis Eduardo Robaina**, pelas oportunidades ofertadas, pela confiança investida, e pelos anos de trabalho que resultaram em conhecimentos fundamentais para vida profissional.

Aos **Colegas do Laboratório de Geologia Ambiental**, que sempre proporcionaram lições de sabedoria, mesmo que de forma não intencional, durante todos esses anos de convivência diária.

Aos **Professores e Funcionários do PPGGEO**, pela dedicação no intuito de transmitir conhecimentos as gerações de novos pós-graduandos

Muito Obrigado

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Aos Meus pais, **Ari Eloi Sangoi e Terezinha Saccol Sangoi**, pelo amor, pelo esforço e exemplo de vida e por estar sempre ao meu lado nos momentos mais difíceis.

A minha irmã **Deise**, pelas palavras de amor e carinho que sempre reconfortaram-me quando eu mais necessitava.

Aos meus GRANDES AMIGOS, em especial ao **Anaíde Denílson, Liége, Lenise, Lourenço, Marcelo, Medianeira, Núbia, Rafael, Renato, Rodrigo, Patussi, e Valdelirio,** que durante os anos de graduação e pós-graduação, foram essenciais, pelo companheirismo, pela ajuda em momentos difíceis e pelas lições que ensinaram.

Aos que por ganância, arrogância, orgulho, inveja, escolheram não mais partilhar de sua amizade comigo, agora digo, com a sabedoria que essa empreitada me proporcionou, que vocês não farão falta nos anos que se seguirão.

Obrigado a todos.

“Inhacundá”

“Serpenteando
Paciente,
Tranqüila,
Incansavelmente
Atravessa a minha terra
Rio Amigo,
Acolhedor.
Que assisense
Não te conhece?
Qual o que não te ama?
Embora sejas pequeno,
Talvez tímido, recalcado
Para mim és o maior!
Por isso já decidi:
Igual a ti
Outro não há,
Meu Querido Inhacundá”

Leopoldino Vieira Cidade

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	I
LISTA DE TABELAS	II
LISTA DE FORMULAS	III
RESUMO	IV
ABSTRACT	V
1.INTRODUÇÃO	01
2.METODOLOGIA	04
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. Evolução do Estudo da Geomofologia	15
3.2. Geomorfologia e a Análise Ambiental	23
3.3. Técnicas e Metodologias para mapeamentos dos fatos ambientias	25
3.4. Processos erosivos acelerados ligados a dinâmica superficial	28
3.5. Geomorfologia e geologias regionais	31
3.6 antecedentes: a Evolução da ocupação humana da área de estudo	35
3.7. Antecedentes: Evolução humana de São Francisco de Assis	36
3.8. Pedologia presente na área de estudo	37
3.9 Climatologia regional	37
3.10. Vegetação Local	38
4. **APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**	40
4.1 – Análise dos Parâmetros Morfométricos	40
4.1.1 Mapa de Unidades do Terreno	48
4.2. Análise da Geologia	51
4.3 Ocupação do Espaço na Bacia do Arroio Inhacundá	56
4.4. Mapa de Feições Superficiais	61
4.5. Mapa Geoambiental	65

4.CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 68

5.BIBLIOGRAFIA 71

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – Localização da Área de Estudo 02

FIGURA 02 – Esquema-modelo da elaboração do mapeamento proposto 06

FIGURA 03 - Modelo Teórico da Matriz resultante do agrupamento de atributos para o Mapeamento Geoambiental 13

FIGURA 04- Mapa de Unidade de Terreno da Bacia do Arroio Inhacundá 52

FIGURA 05 – Croqui sobre provável estratigrafia encontrada na Bacia Do Arroio Inhacunda 56

FIGURA 06 – Mapa Geológico da Bacia Hidrografia do Arroio Inhacundá 57

FIGURA 07 –plantação de pinus e arenização associada com vossorocamento 60

FIGURA 08 – Mapa de Ocupação do Espaço na Bacia do Arroio Inhacundá 62

FIGURA 09 - Areais em base de colinas 63

FIGURA 10- vossoroca esta atingindo a lateral da estrada. 64

FIGURA 11 - Afloramento de Rochas . 64

FIGURA 12 Afloramento de rochas em Cerros Isolados. 65

FIGURA 13 - Afloramento de Rochas na porção Superior da Bacia 66

FIGURA 14 – Mapa de Unidades Geoambientais**.** 69

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Rede hidrográfica do Arroio Inhacundá	43
TABELA 2 - Rede Hidrográfica do Setor A do Arroio Inhacundá	46
TABELA 3 – Rede Hidrográfica do Arroio Carai-passo	46
TABELA 4: Rede hidrográfica do setor mais a jusante do Arroio Inhacundá	47
TABELA 5: Classes do Comprimento de Rampa	49

LISTA DE FORMULAS

TABELA 1: Rede hidrográfica do Arroio Inhacundá	43
TABELA 2 - Rede Hidrográfica do Setor A do Arroio Inhacundá	46
TABELA 3 – Rede Hidrográfica do Arroio Carai-passo	46
TABELA 4: Rede hidrográfica do setor mais a jusante do Arroio Inhacundá	47
TABELA 5: Classes do Comprimento de Rampa	49

RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA E GEOCIENCIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL DA BACIA DO ARROIO INHACUNDÁ, SÃO FRANCISCO DE ASSIS/RS

Autor: Dionísio Saccol Sangoi
Orientador: Carlos Alberto da Fonseca Pires
Co-Orientador: Luis Eduardo de Souza Robaina
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 16 de Fevereiro de 2006.

A área da bacia hidrografia do arroio Inhacundá, esta compreendida entre as coordenadas 54° 59’32’’ e 55°20’10’’ Oeste e 29°20’00’’ e 29°37’23’’ Sul. Com área de 36.333,74 hectares, esta bacia esta situada dentro dos limites municipais da cidade de São Francisco de Assis, que esta localizada na região da campanha gaúcha, no sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul. O Objetivo deste trabalho é estabelecer e mapear as unidades de geoambientais que ocorrem na Bacia Hidrográfica do Arroio Inhacundá. Os parâmetros morfométricos considerados foram: Unidades de Terreno, Ocupação do Espaço, Geológica e Feições Superficiais. A metodologia proposta consiste em realizar cruzamentos dos mapas de Unidades de Terreno, Ocupação, Feições e Geologico, buscando estabelecer unidades com características geoambientais homogêneas. Os Resultados encontrados mostraram que a Bacia apresenta sete unidades diferenciadas, onde se destacam as unidades a jusante da bacia, com a ocorrência de areias e voçorocas. A utilização do mapeamento geoambiental, mostrou-s e eficiente, pois permitiu realizar uma avaliação correta e estabelecer algumas discussões sobre as potencialidades e restrições em uma área que apresenta uma diversidade interessante, com pequenos e grandes proprietários, problemas ambientais, usos e ocupações variadas.

Palavras-chave: Mapeamento, Arenização, Geoambiental.

ABSTRACT

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA E GEOCIENCIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

GEOENVIRONMETAL MAPPING OF INHACUNDÁ RIVER BASIN, SÃO FRANSCISCO DE ASSIS MUNICIPALITY/RS

Author: Dionísio Saccol Sangoi
Orientate: Carlos Alberto da Fonseca Pires
Co-Orientate: Luis Eduardo de Souza Robaina
Date and Place: Santa Maria, February 16 th, 2006

The Inhacundá River Basin Area which comprended between the coordinates 54° 59’32’’ e 55°20’10’’ West and 29°20’00’’ e 29°37’23’’ South. with area of the 36.333,74 hectares. This Basin is situated into the limits of municipality of the São Francisco de Assis, located in Campanha Region; southwest of the Rio Grande do Sul State. The objective of this work was mapping geoenvironmetal units with helpened by: Morphometrical Parameters, Spatial Occupations; Geological studies and. Surfaces Structures. The methodological approach consisted in crossing four different maps: Geological, Land Units, Spatial Occupations and Surfaces Structures. The Results funded showing that basin presents Seven Geoenvironmetal Units. With special attention to Two units located in lower Inhacundá, which presents problems with gully erosion and sandification. The Use of the Geoenvironmetal Mapping is correct because permitted realized a correct evaluation of the area, proposed to discuss about potentialities of this basin.

Key-Word: Geonviroment, Mapping, Degradation

1. Introdução

A geomorfologia tem sido tratada como a parte da Ciência que estuda as formas, origem e evolução do relevo terrestre. Lança mão de estudos de vários fenômenos comuns às Geociências como intemperismo e tectônica de placas. Em linhas gerais pode-se dizer que, ao longo do tempo geológico, o relevo é o resultado da procura de equilíbrio entre a ação resultante dos fenômenos internos e externos. Entre os fenômenos internos pode-se destacar a tendência de fluxo da astenosfera, *hot spot* e movimento de placas tectônicas e todas as suas conseqüências, tais como orogênese, vulcanismo e terremotos. Por outro lado, entre os fenômenos externos pode-se citar intemperismo, denudação, erosão, sedimentação e, mais modernamente, a ação do homem. Essa ação antrópica, incorporada modernamente pela Geomorfologia, tem sido uma grande aliada nos estudos ambientais. Permite entender, modelar e prever fenômenos como inundações, movimento de massa, subsidência de grandes áreas, entre outros.

Atualmente, os estudos ambientais têm como foco principal a bacia hidrográfica, pois esta tem um funcionamento sistêmico, que facilita analise dinâmica do conjunto de elementos e unidades que compõe o sistema e também permite indagar e averiguar as relações entre este sistema e o se meio que este esta inserido.(Cristofolleti,1981)

A área da bacia hidrografia do arroio Inhacundá, esta compreendida entre as coordenadas 54° 59’32’’ e 55°20’10’’ Oeste e 29°20’00’’ e 29°37’23’’ Sul. Com área de 36.333,74 hectares,esta bacia esta situada dentro dos limites municipais da cidade de São Francisco de Assis, que esta localizada na região da campanha gaúcha, no sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, conforme Figura 01

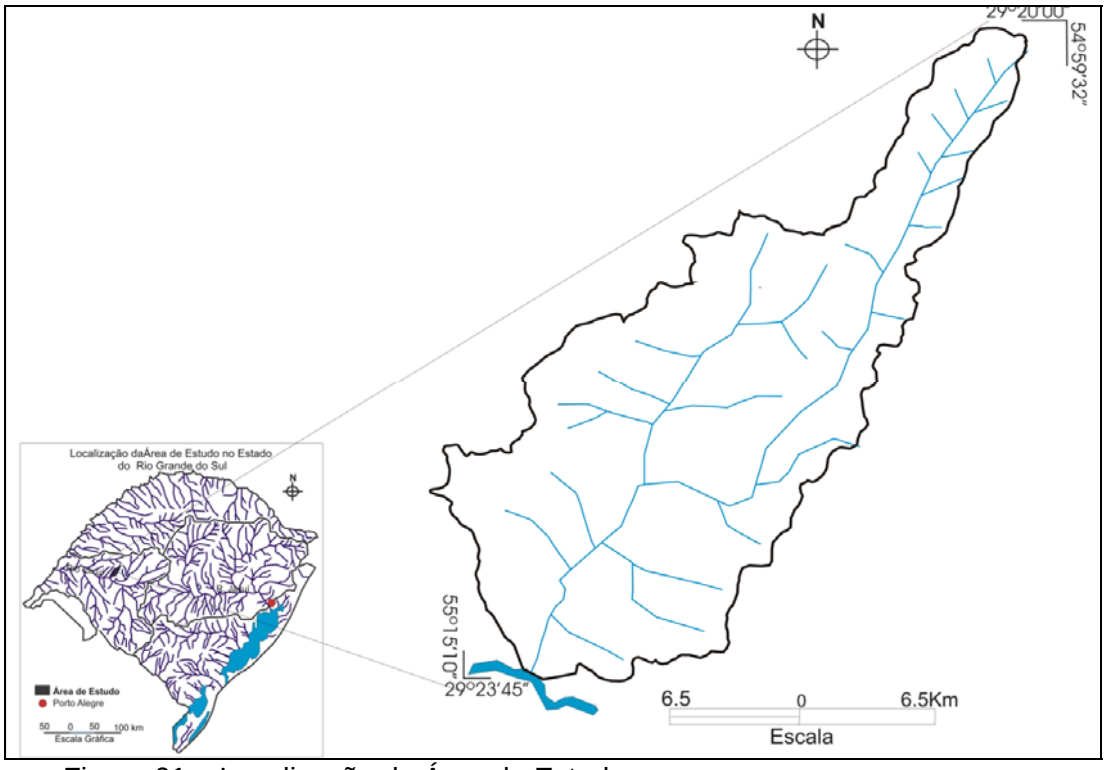

Figura 01 – Localização da Área de Estudo.
Org. Sangoi.D.S. 2006

A caracterização geológica e geomorfológica da área têm sido objeto da investigação de vários pesquisadores. Entre trabalhos realizados na área de estudo pode-se destacar White (1909); Ab'saber (1964); Maciel Filho, Meneghotto e Sartori (1971); Muller Filho *et al.* (1971),Scherer (1988); Suertegarary et al. (1989) e Scherer et al. (2002).

O objetivo geral desse trabalho é contribuir para as Ciências Geográficas e Geomorfológica, visando acrescentar conhecimentos aos campos do estudo geoambiental, proporcionando assim, contribuir para a melhoria dos condicionantes de bem-estar da sociedade em geral.

Os objetivos específicos desse trabalho são os seguintes:

- estabelecer e caracterizar as unidades geoambientais na Bacia Hidrográfica do Arroio Inhacundá, com auxílio do mapeamento, auxiliando a gestão em áreas;
- mapear as unidades geoambientais que ocorrem na Bacia Hidrográfica do Arroio Inhacundá; fornecendo subsídios aos órgãos públicos para gestão nessas áreas;

- constituir e organizar um banco de dados, que permita o acompanhamento do desenvolvimento das unidades geoambientais por pesquisadores e pelos órgãos públicos interessados.

2. Metodologia

As teorias científicas são sempre constituídas pela combinação de raciocínio humano e observação. Para Vergas(1985) a*pud* Marques dos Anjos(2002) no campo da geociências devemos desenvolver uma combinação dos três métodos científicos conhecidos: o dedutivo, o indutivo e o experimental. O método Indutivo é utilizado para inferir informações que não se conhecia antes como, por exemplo, declividades em bacias. O método dedutivo se desenvolve principalmente na fase de coleta de dados prontos, e os processos baseiam-se na experimentação, isto é, em tentar validar os resultados formulados nas etapas anteriores.

A metodologia deve representar a espinha dorsal de qualquer trabalho. Para que isso ocorra devemos observar algumas etapas básicas. A metodologia de Libault(1971), é segundo Ross (1995) uma das mais claras e de simples aplicações, sendo que para os trabalhos nas geociências, principalmente nas áreas voltadas para os fenômenos físicos, esta metodologia é considerada bastante atual e aceitável.

Com base neste autor, a metodologia deste trabalho, seguiu as seguintes etapas:

1) O **Nível Compilatório:** Corresponde à fase inicial da pesquisa, onde se estabelecem os objetivos iniciais e coleta-se as informações que se julgarem úteis.

Neste nível realizou-se a revisão bibliográfica direcionada para os seguintes temas: Geomorfologia aplicada aos estudos ambientais; Cartografia e análise ambiental e Processos de Dinâmica Superficial, além de obtenção de material bibliográfico sobre geologia, geomorfologia, clima, vegetação e ocupação histórica e recente de São Francisco de Assis.

Ainda neste Nível, foi constituída a base cartográfica do trabalho, com o auxilio do Software Spring. O mapa-base foi obtido através das seguintes cartas topográficas:

- Folha de São Francisco de Assis SH.21-X-D-IV-2;
- Folha de Manuel Viana SH 21 -X-D-IV-1;
- Folha de Vila Kramer SH.21-X-D-I-4 e ,
- Folha de Nova Esperança SH-X-D-I-2;

Todas as cartas estão em escala 1:50000, e foram elaboradas pela Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro (DSG) do Ministério do Exercito entre os anos de 1972 e 1979.

O Primeiro passo na construção do mapa – base foi a delimitação da bacia Hidrográfica do Arroio Inhacundá, pois segundo Botelho e Silva(2004) a bacia hidrográfica vem sendo utilizada como célula básica para análise ambiental desde fins da década de 1960, por:

> "Permitir reconhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que a partir de estudos mais detalhados sobre a dinâmica vegetal – e da contribuição a ação humana sobre esta é que se vai poder traçar um melhor caminho para o uso e manejo da area de forma a impacta-la da menor forma possível"

Sob essa base cartográfica, foram realizados os estudos morfométricos da bacia. A morfometria é uma importante ferramenta de análise em estudos morfológicos, pois definem as relações que se estabelecem entre os atributos as propriedades dinâmicas das bacias (Cooke & Doornkamp 1974).

A Analise numérica de características em uma bacia hidrográfica traz um conhecimento da área, de cada estagio de desenvolvimento das forças que atuam neste, de suas formas (Doornkamp & King 1971).

Deste modo, temos os seguintes parâmetros morfométricos analisados neste trabalho :

A) Magnitude da bacia: é definida pela ordenação dos canais conforme Strahler *apud* Christofoletti (1952) e Scheidegger (1967).

B) Padrão da drenagem da bacia hidrográfica: definido pelo método de Strahler, considerando a linha geral do escoamento dos cursos d'água em relação à inclinação da camada geológica.

C) Densidade de drenagem da bacia hidrográfica: segundo Horton apud Christofoletti(1981) definida como a relação entre o comprimento total dos canais de escoamento e a área total. Essa relação pode ser representada pela expressão:

$$Dd = L/A; \qquad (1)$$

Onde Dd é a densidade da drenagem; L é o comprimento total dos canais e A é a área da bacia.

E) Forma da bacia: é realizada com o uso de dois índices principais: i) o coeficiente de compacidade e ii) o fator forma. O coeficiente de compacidade é a razão entre a área da Bacia Hidrográfica e a área de um círculo de mesmo perímetro. Pode ser calculado a partir da expressão:

$$K_c = 0{,}28.\ P/A, \qquad (2)$$

Onde P é o perímetro da bacia hidrográfica em quilômetros; A é a área de um círculo igual à área da bacia, em quilômetros quadrados. Se esse valor for próximo do valor 1 mais circular é a bacia.

E) Fator forma: é um índice que consiste na relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia hidrográfica. A largura média da bacia é obtida pela divisão de área desta pelo seu comprimento. O comprimento da bacia corresponde à extensão do canal principal. Desse modo, o fator forma representado pela expressão:

$$K_f = A/L^2, \qquad (3)$$

Onde A é a área da bacia, em quilômetros quadrados, e L é o comprimento do canal principal, também em quilômetros. Valores altos para o fator forma indicam maior circularidade da bacia, enquanto valores baixos para fator forma indicam menor possibilidade de ocorrências de enchentes na bacia.

Além da análise morfométrica, nesta etapa da pesquisa, foram elaborados os seguintes produtos cartográficos, tendo auxilio do software Spring 3.6..

a) Mapa de Declividade: Foram determinadas seguindo a metodologia adaptada de IPT (1991). Na Tabela 01 estão representadas as diferentes classes de declividade estabelecidas para este trabalho:

Tabela 01 – Classes de declividades determinadas para a Bacia do Arroio Inhacundá

Classes	Declividades	Descrições
I	< 2%	Áreas muito planas, quando da ocorrência junto aos rios formam áreas de acumulação.
II	2 – 12%	áreas onde se registram ocorrências de processos erosivos, limite máximo para uso de mecanização na agricultura
III	12-15%	Áreas com inclinações elevadas, com uso restrito de maquinário agrícola e em áreas urbanas, necessidade de cortes ou aterros
IV	> 15%	Áreas com inclinações elevadas, com uso restrito de maquinário agrícola e necessidades de projetos especiais para ocupação.

Org: Sangoi,D.(2006)

b) O mapa hipsométrico da bacia do arroio Inhacundá, construido com base nas seguintes classes de altimetria apresentadas na Tabela 02;

Tabela 02-Classes altimetricas, Bacia Hidrográfica do Arroio Inhacundá.

Classes	Valores
I	Abaixo de 100 metros
II	Entre 100 e 200 metros
III	200 e 300 metros
IV	Acima de 300 metros

Org: Sangoi,D.(2006)

I) Comprimentos das vertentes da bacia: definido como a diferença horizontal entre os pontos de maior e menor cota em uma determinada vertente. A Tabela 02 informa as Classes de comprimento de vertente obtidas e os seus respectivos valores.

Tabela 03 - Classes e Valores de comprimento de Vertente obtidos na Bacia do Arroio Inhacundá

Classes	Valores
I	<250 m
II	250-500 m
III	500-1500 m
IV	1500-3000 m
V	>3000 m

Org: Sangoi.D.,2006

C) Mapa de Unidade de Terreno: As unidades de terreno foram estabelecidas com base nos seguintes parâmetros : magnitude e classificação da drenagem; cálculo do índice de forma, coeficiente de compacidade e densidade de drenagem; análise altimétrica; classes de declividade; e comprimento de vertente.

A integração desses dados possibilitou a construção do Mapa de Unidade de Relevo. O conceito de unidades de relevo é definido como o estabelecimento de áreas com parâmetros morfométricos homogêneos, tais como a altitude, amplitude, declividade e densidade de drenagem.

Conforme Lollo *apud* Rodríguez (1992) existem duas maneiras distintas de serem realizadas as análises para a definição das unidades de relevo: o enfoque fisiográfico e o enfoque paramétrico. Neste trabalho utilizaremos o enfoque paramétrico que tem o objetivo de definir áreas utilizando elementos representativos, como a declividade, a amplitude, a extensão e parâmetros da rede de drenagem.

2) **Nível Correlativo:** É a etapa onde se estabelecem as correlações entre os dados já adquiridos e também onde se obtém novos dados. Nesta etapa também se inicia a preparação das interpretações e a análise dos dados.

Neste nível, foram realizados trabalhos de campo na área de estudo, objetivando estabelecer e\ou reconhecer os diferentes parâmetros da bacia. Os principais parâmetros analisados em campo foram: unidades de terreno, unidades litológicas, ocupação do espaço e feições superficiais (Vossorocas, areias e rochas). Para a execução dos trabalhos de campo foram utilizadas, as Cartas Topográficas, Bússolas e GPS

Para a execução dos trabalhos de campo, foram executados os seguintes.passos:

A) Lito-pedológico:

O mapa *Lito-pedológico*, pode ser descrito como um mapa geológico adaptado, cuja principal característica é o de apresentar os principais tipos de rocha, relacionando-as com sua gênese e o ambiente deposicional. O Mapa Lito-pedológico informa também a ocorrência de estruturas significativas com intrusões, diques e falhas.

Neste trabalho, a confecção do mapa Lito-pedológico foi obtido através de um processo composto pelas seguintes fases:

1ª Fase: **obtenção de bibliografia especializada da área em estudo**: estabelecimento do conhecimento preliminar da área.

2ª Fase: obtenção de documentos cartográficos: reconhecimento dos principais tipos de compartimentos Lito-pedológicos, através da aquisição de cartas topográficas, mapas geológicos locais e regionais e imagens de satélite. Como Ferramenta Suporte foram utilizados os seguintes materiais:

- Mapa Geológico, em Escala de 1:100000, da área do município de São Francisco, elaborado pelos Geólogos Maciel Filho, Meneghotto e Sartori, da Universidade Federal de Santa Maria, no ano de 1971.
- Mapa Geológico denominado Domo do Itu, em escala de 1:250000 elaborado por Greshman et all, do Departamento de geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no Ano de 1985

Imagens do Satélite Landsat de 23/11/00, nas orbitas-ponto 224/80 e 223/80, nos canais RGB 342.

3ª Fase: Trabalho de campo: estabelecimento *in loco,* de áreas de cada compartimento Lito-pedológico, detalhamento das características geológicas de cada compartimento, como direção e comprimento de pequenas falhas e diques.

4ª Fase: Trabalho de Gabinete Posterior: agrupar as informações adquiridas e registro das mesmas, elaborando o mapa lito-pedológico

B) Mapa de ocupação do espaço.

O Mapa de ocupação do espaço é o documento cartográfico que informa o tipo de utilização que esta sendo realizada em determinado local. A bibliografia mostra diversos tipos de mapas que retratam a utilização do espaço em determinada área. Os nomes podem variar: Uso do Solo, Uso do Terreno, Ocupação do Solo, Classificação do Terreno, etc... porem todas remetem ao mesmo tipo de tarefa.

Adota-se nesse trabalho o termo *Ocupação do Espaço,* baseando-se no pressuposto de que a ocupação das áreas se dá, não apenas ao nível do solo, ou do terreno. Sendo bem mais complexa com todo um conjunto de movimentos dinâmicos que não pode ser contida na expressão “uso do solo”, pois até mesmo a expressão “do solo” é passível de controvérsias.

O solo é definido das mais diversas maneiras por diferentes ramos das ciências. Para os agrônomos solo é “a camada superficial de terra arável possuidora de vida microbiana”, já para os engenheiros é “material escavável, que perde sua resistência quando em contato com a água”; os geólogos consideram o solo como “produto do intemperismo físico e químico das rochas”.

Devido a essa indefinição, decidiu-se abandonar o conceito de “uso do solo”.

Por motivos idênticos a terminologia “uso do terreno” também foi descartada. O conceito de ocupação também pesou na decisão, pois demonstrava ser esta uma expressão do verdadeiro fenômeno que ocorre nas áreas estudadas. A tomada de um espaço por um agente estranho (uma cultura que avança sobre uma floresta, ou a tomada de espaços antes silvestres por novas áreas de uma cidade em rápida expansão).

O mapa de Ocupação espaço, foi elaborado com base em três fases distintas:

Fase de Pesquisa em Gabinete: mediante consulta em bibliografias, foram estabelecidos os principais elementos de ocupação do espaço (produtos agrícolas cultivados, produtos silvícolas plantados e os obtidos mediante extração, tipos de criação de gado predominante etc...);

Fase de Pesquisa de Campo: Por meio de trabalhos de campo, observaram-se as áreas de ocorrência dos vários tipos de ocupações. Foram realizadas entrevistas com proprietários rurais objetivando estabelecer quais as culturas que eram utilizadas atualmente, o tempo de rotação das culturas e se haveria a existência do binômio gado-culturas. Também se estabeleceu pontos de controle (traves com coordenadas retiradas com GPS) com o intuito de estabelecer parâmetros para a classificação de imagens de satélite, para uma maior acuracia, na classificação da imagem.

Fase de Gabinete: de posse dos dados levantados em campo, foi elaborado o mapa final de ocupação do espaço, primeiramente utilizado imagem de satélite da área. Foram estabelecidos os principais elementos que deveriam ser levados em consideração como agente de ocupação do espaço. Foi iniciado o processo de classificação digital da imagem, que utilizou os pontos coletados em campo, para proporcionar uma maior precisão na resposta. Infelizmente, a classificação digital não apresentou grande veracidade, confundindo elementos, e estabelecendo ocupações errôneas. Essa técnica foi abandonada, por absoluta falta de precisão no resultado final.

Sendo assim, foi adotada a classificação manual da imagem, que consistiu na impressão das imagens de satélite e com base nos relatórios de campo foi elaborada uma chave de interpretação, que estabeleceu as diferentes formas de ocupação do espaço

3) **Nível Semântico.** É o nível onde predomina a interpretação dos dados e das chaves criadas nos níveis anteriores. Nesta fase se obtêm as conclusões mais esclarecedoras. Sendo assim, no nível semântico foi possível a elaboração das unidades de terreno, bem como a sintetização das diferentes feições superficiais e as múltiplas ocupações espaciais presentes na bacia. Ainda foi

possível estabelecer neste nível as primeiras interpretações que levaram a definição das unidades geoambientais.

A) Mapa de Feições Superficiais.

O mapa de feições superficiais foi elaborado com a finalidade de estabelecer uma forma de cartografizar os processos de dinâmica superficial principalmente a arenização e o vossorocamento. Esses dois processos são fundamentais para o estabelecimento de um Mapa Geoambiental, pois onde eles ocorrem, deve-se ter um cuidado especial com o manejo da terra, pois somente o aparecimento destes processos já indica o quão fragilizado é o local.

O mapa de Feições Superficiais ainda traz assinaladas áreas com presença de matacões e lineamentos de rochas expostas, o que evidencia presença de forte erosão laminar e de áreas com problemas de geração de solos, que assim como as áreas de arenização e vossorocamento, devem ter manutenção mais cuidadosa.

O processo de Geração do mapa de Feições Superficiais constitui-se das seguintes fases:

Primeira fase: estabelecimento dos processos dinâmicos superficiais mais significativos na área. Elaboração da análise das principais feições decorrentes destes processos e se estas poderiam ocorrer na área estudada.

Segunda Fase: realização de trabalho de campo na área, identificando e localizando através de GPS as feições superficiais encontradas.

Terceira Fase: realização de trabalho de gabinete para elaboração do mapa de feições superficiais, utilizando imagem de satélite e coordenadas coletadas pelo GPS com a identificação de feições superficiais, que não foram observadas em campo, devido a restrições de acesso.

Como ferramenta suporte para a elaboração dos mapas de Ocupação do Espaço e Feições Superficiais, foi utilizado como suporte a imagem do satélite CBERS-2, do dia 22/08/02, na orbita/ponto 161/133 nos canais RGB 123.

4) Nível Normativo: Neste Nível se busca a representação sintética dos resultados, seja através de gráficos, Tabelas, cartogramas ou outros instrumentos

que possibilitem a normatização das informações adquiridas das etapas anteriores.

Neste Nível foram elaborados os mapas finais de Unidades de Terreno, Feições Superficiais, e Lito-pedológico. Dando origem ao Mapa de Unidades Geoambientais contendo a caracterização de cada unidade.

Os mapas geoambientais, são descritos como sendo "*uma entidade especializada (...) constituindo um conjunto de problemática homogênea, cuja variabilidade é mínima, de acordo com a escala cartográfica*" (Riché et al.,1989).

Para Zuquette e Gandolfi (2004), quando existe um grande número de elementos e atributos, a análise pode ser feita por meio de matrizes. Na elaboração dessas matrizes deve-se analisar que tipo de medidas estão sendo consideradas, se existem relações entre elas, e se outras condições de contorno estão sendo avaliadas. Os autores citam a obra de Berry (1964), segundo o qual pode-se montar matrizes com os mais diversos atributos, sendo que os mapas representam as matrizes graficamente e de uma maneira especial, em que cada unidade do mapa indica uma célula. Sendo assim, o *Mapa Geoambiental* aqui proposto, apresenta-se matematicamente como uma matriz onde as colunas são os atributos e as linhas são os isômeros pontos.

È importante destacar que, após a definição desta matriz inicial, considerando que algumas unidades estabelecidas, eram idênticas em quase todos os atributos, decidiu-se pela união dessas unidades. Esse procedimento possibilitou uma leitura mais fácil e objetiva. Evitou-se, desse modo, uma poluição visual desnecessária e que poderia acarretar uma interpretação errônea.

A elaboração da chave de interpretação final para o Mapa de Unidades Geoambientais foi estabelecida neste nível, visto que para se obter o resultado final no estabelecimento dessas unidades, é necessária a utilização da "adição" de mapas, através de uma matriz como exemplificado por Barry (1964) e Zuquette & Gandolfi (2004), a Figura 02 ilustra o procedimento de adição de mapas realizado neste trabalho.

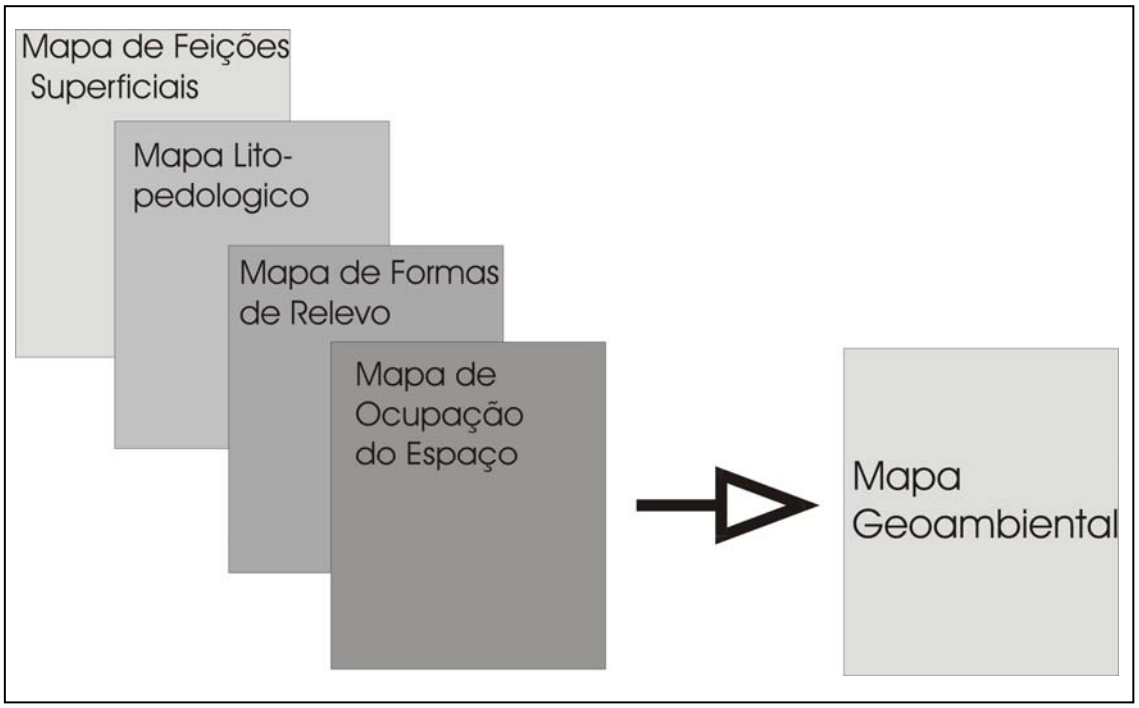

Figura 02 – Modelo proposto para a elaboração do mapeamento geoambiental

Org.: Sangoi,D. (2004)

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica, apresentada neste trabalho visa à apresentação das diversas opiniões dos autores sobre os seguintes temas: Evolução do Estudo da Geomorfologia, Geomorfologia A Análise Ambiental, Técnicas e Metodologias para Mapeamentos dos Fatos Ambientais, Processos erosivos acelerados ligados à dinâmica superficial,

3.1 Evolução do Estudo da Geomorfologia

A relação entre sociedade e natureza, é um dos objetos de estudo da geografia. Estas relações são realizadas em diferentes níveis e em diferentes escalas, em geral o desenvolvimento dessa sociedade esta associado à intensidade de exploração dos recursos contidos na natureza.

A paisagem é entendida como sendo a síntese dos diversos componentes que a produzem, ou seja, a paisagem, além de ser um dado perceptível e revelador do espaço, é formada por elementos geográficos que se articulam uns com relação aos outros. Alguns elementos pertencem ao domínio natural, abiótico, como o substrato geológico, o clima, as águas. Outros elementos constituem o domínio vivo, a biosfera, formada pelo conjunto das comunidades de vegetais e animais que nascem, desenvolvem-se e se dissolvem. Esta interação e/ou síntese é exposta à ação do homem ao longo do tempo, que alcança, cada vez mais, as condições técnicas para modelar grande parte das paisagens terrestres de acordo com os seus interesses e necessidades, reforçando assim, o fato das paisagens terrestres constituírem conjuntos desigualmente frágeis e mutáveis (DOLLFUS, 1973).

Segundo Guerra (1978) O ramo da ciência geográfica encarregado de estudar a formação e evolução das estruturas que compõem a paisagem, denomina-se de Geomorfologia, palavra quem em sua etimologia, significa estudo (logus), das formas (morpho) da terrra (geo)

Segundo Ross (1992) no Brasil as primeiras contribuições geomorfológicas, datam do século XIX, quando pesquisadores *naturalistas* buscavam maneira de compreender o meio ambiente. Em escala mundial essa discussão apareceu ao longo do século XV. Leonardo da Vinci, nessa época, já observava que cada vale fora escavado pelo rio, e a relação entre os vales é a mesma que entre os rios, além de fazer observações sobre questões relacionadas à deposição sedimentar. Durante o século XVI, o conhecimento sobre a dinâmica dos terrenos pouco evolui. Apenas a obra de Bernard Palissy (1510-1590) procura compreender o antagonismo entre as ações internas, que criam o relevo, e as ações externas, que tentam destruí-lo; o antagonismo entre o escoamento e a vegetação, expressando claramente a idéia de plantar árvores a fim de amenizar a erosão; a importância dos fenômenos externos no fornecimento dos materiais constituintes das rochas, e a relação existente entre os fenômenos geomorfológicos e a pedologia.

Para Ross (op.cit) em meados do século XVIII o geólogo inglês James Hutton (1726-1797), reconhecido como o 1º grande fluvialista, observou que as ações na superfície da Terra reduziriam o relevo e permitiriam arrasamento das montanhas, chamando a teoria de "*Actualismo*" segundo a qual "*o presente é a chave do passado*". Entretanto, registrou suas idéias num perfil mais científico do que didático, fazendo com que suas idéias passassem complemente despercebidas. Algumas lacunas da proposta de Hutton foram esclarecidas pelo seu amigo John Playfair em sua obra de 1802. Entre as observações pode-se destacar aquela segunda a qual "cada rio consiste em um tronco principal, alimentado por certo número de tributários, sendo que cada um deles corre em um vale proporcional ao seu tamanho, e o conjunto forma um sistema de vales comunicantes com declividades tão perfeitamente ajustadas que nenhum deles se une ao vale principal em um nível demasiado superior ou inferior; tal circunstância seria infinitamente improvável se cada vale não fosse obra do rio que o ocupa".

Essa observação é considerada como *lei de Playfair*, ou *lei das confluências concordantes*. John Playfair foi o primeiro e permaneceu por muito tempo como o único a tê-la formulado e compreendido.

O geólogo alemão Abraham Gottlob Werner no século XIX postulou a existência de um oceano universal que teria contido em solução todos os princípios minerais de formação da crosta terrestre e todos os tipos de rochas,

inclusive as vulcânicas. Essa teoria foi chamada de "*Netunismo*" (oriunda do nome do deus grego dos oceanos Netuno). A popularização dessa corrente fez esquecer a teoria do atualismo. Quase ao mesmo tempo de Werner, Charles Lyell (1797-1875) publicou os *Principes of Geology*. Entendia a importância das idéias de Hutton e foi seu grande divulgador, popularizando o princípio do atualismo, realizando ataque inclemente às correntes catastróficas e fornecendo detalhes dos processos erosivos e denudacionais. Graças as suas contribuições, a corrente fluvialista começou a se impor de modo definitivo.

O frances Alexandre Surrel, durante O Simpósio Geológico de 1841, realizado em Paris, publica um trabalho com importantes princípios geomorfológicos entre os quais o *Princípio da Tensão Regressiva* e o *Princípio do Perfil de Equilíbrio*. O primeiro conceito afirma que as todas as bacias hidrográficas apresentam algumas características comuns, isto é, as porções mais altas são áreas de recepção e as porções mais baixas áreas de deposição. O princípio do perfil de equilíbrio estabelece o conceito de nível de base, ponto onde todos os processos erosivos remontantes iniciavam. Ainda nesta mesma época encontram-se as contribuições importantes de Peschel (1869), Von Richthoffen (1886) e de Margerie (1888). Podendo ser considerados como os pioneiros na tentativa de entender os princípios de desenvolvimento das formas de relevo a partir de um modo sistemático (Ross,1992).

Grove Karl Gilbert (1843-1918) em 1877 definiu três leis importantes: a *Lei dos Divisores*, a *Lei das Declividades* e a *Lei da Estrutura*. A Lei dos Divisores estabelece que as maiores declividades sejam encontradas próximo aos topos. A lei das declividades propõe uma associação entre a velocidade do fluxo de água à inclinação a vertente e é diretamente proporcional a capacidade de erosiva. A lei da estrutura estabelece que diferentes constituintes litológicos (rochas mais ou menos resistentes) promovem diferentes arranjos esculturais nas formas de relevo. Através de suas idéias, Gilbert conseguiu isolar a Geomorfologia do âmbito Geológico, no qual sempre estivera integrada, e lançar as bases para uma disciplina própria. (Gregory,1992)

Gregory (1992) informa ainda que o primeiro Modelo de desenvolvimento integrado foi o "*ciclo da erosão*" desenvolvido por William Morris Davis entre 1884 e 1889, este ciclo foi fortemente inspirado nas *teorias evolucionistas* de Charles Darwin, e baseava-se na transposição das diferentes "fases da vida" de um ser

vivo para a paisagem. Durante a “juventude” o relevo é forte, vigoroso, os rios entalham seus canais profundamente originando assim, vales em forma de ‘v’; durante a fase da “maturidade”, os rios perdem um pouco de sua força e há um aplainamento do relevo regional e por fim durante a “velhice” o relevo esta plano e os rios já não têm qualquer poder de erosão.

Essa teoria, nos dias de hoje, é vista como ultrapassada e simplista, pois não demonstra as variações provocadas por eventos técnicos recentes (terremotos) e por crer que as diferentes fases eram compartimentadas. Não haveria concatenamento das diferentes fases. Na época esta visão davisiana, ganhou seguidores, como os franceses Emmanoel de Martonne (1873-1955) e Henri Baulig (1877-1962). Produziram ensaios sobre a evolução do relevo local baseados nas considerações davisianas e são considerados os principais divulgadores desta escola na língua francesa. A visão davisiana perdurou até meados do século XX, embora autores como Alfred Hettner tenha exposto as várias das deficiências das pressuposições davisianas, a propósito de uma maior influência climática sobre as paisagens.

São pioneiros os trabalhos pioneiros de Hutton, Lyell e Playfair, no século XIX. Porem é com W. M. Davis que a Geomorfologia assume o papel de ciência independente. O emprego de métodos quantitativos na Geomorfologia data dos fins do século XIX, com uma finalidade de identificação de superfícies homogêneas. (Cristofoletti, 1981).

Em 1945 um artigo de Horton sobre escoamento e drenagem superficial, revolucionou a Geomorfologia, pois demonstrava que os processos erosionais podiam sofrer reativação após os estágios descritos por Davis (c.1930) e por tornar possível a utilização de parâmetros morfométricos na mensuração desses fenômenos (Sheidegger, 1961).

Mais recentemente, o desenvolvimento das teorias relacionadas à quantificação, associadas aos estudos morfométricos, está ligado à escola anglo-americana, onde Horton (1945), Schumm (1956), Stralher (1960), Scheiddeger (1961), foram os principais expoentes do estudo e do desenvolvimento das teorias e modelos de evolução dos canais fluviais, sendo que as teorias de hierarquia fluvial e magnitude de canais demonstram, de forma quantitativa, alguns elementos essenciais para a compreensão do processo endógenos dentro das bacias hidrográficas.

A partir da Segunda Guerra Mundial, surgiram importantes contribuições à Geomorfologia Fluvial, destacando-se os trabalhos de Robert Horton, relacionadas com bacias hidrográficas, e Adrian Scheidegger no campo da matemática aplicada a Geomorfologia. (Cristofolotti, 1974).

Stralher(1974) trabalhou com o desenvolvimento de padrões morfométricos, e ordenação de drenagens, afirmando que esses estavam intrinsecamente relacionados entre si e com o desenvolvimento dos processos nas Bacias Hidrográficas.

A vertente exemplificada pelos trabalhos elaborados pôr Pierre Birot(1964)e Jean Tricart(1978), explorara uma perspectiva mais estrutural da geomorfologia, muito mais ligada compressão dos processos dinâmicos, a partir da compreensão do funcionamento das estruturas geológico-pedológicas-pedológicas. Esta visão teve uma série de seguidores como os pesquisadores americanos Thornbury, Cookmann e Dorrnkamp.

O contínuo desenvolvimento de processos de mensuração levara ao estabelecimento da morfometria como elemento fundamental na comparação e compreensão de bacias hidrográficas. Outra vertente que cresceu independente, foi iniciada por Scheidegger em seu *Theoretical Geomorphology* de 1961, através de uma abordagem teorética, assentara o entendimento da geomorfologia fluvial exclusivamente na Matemática.

Os estudos das vertentes também ofereciam novos paradigmas que instigavam os Geógrafos, como Schumm (1956) quem foi o percussor do estudo morfológico das vertentes associados às técnicas desenvolvidas por Horton.

Já em meados da década de 60 e inicio da década de 70, as técnicas numéricas estão solidamente edificadas na geomorfologia. Chorley (1972) apresenta aplicação de métodos estatístico em geomorfologia, introduzindo a mensuração como base para um conhecimento estatístico. Porém ressalta o autor que esta base deveria ser utilizada apenas como caráter preparatório para uma aproximação estatística mais complexa, não devendo, portanto, ser uma substituta da observação em campo.

A partir da década de 70 e evoluindo até nossos dias, observa-se que a geomorfologia cada vez mais se integra a outras áreas, sempre se apoiando no desenvolvimento cada vez maior de técnicas quantitativas, em um nível epistemológico.

Segundo Ross (1990), observamos um crescimento da contribuição alemã e soviética (escola Russa) na geomorfologia; a escola alemã com uma abordagem que denota um entendimento de modo mais integrado, resultando em um desenvolvimento de produtos cartográficos cada vez mais elaborados, criando e desenvolvendo os conceitos de Morfoescultura e Morfoestrutura, alem de proporem a classificação taxonômica do relevo e de cartas Geoambientais e de Geodinâmica. A escola soviética, que valoriza a elaboração de cartas em escalas media e pequena, desenvolveu conceitos relacionados a esculturas e estruturas dos mesmos.

Chorley e Hagget (1972) apresentam através da sua clássica obra de 1974, *Modelos e Teorias em Geografia,* as implicações estatísticas nas mensurações morfométricas e suas correlações com os diferentes processos de esculturação do relevo. O autor ressalta porem estudo tem apenas um caráter preparatório, não sendo definitivo para elaboração de análises e que as ações estatísticas deveriam ser aglutinadas aos trabalhos de campo e pesquisas adjacentes, para que se obtivesse uma visão completa das atividades geomorfológicas das bacias hidrográficas.

Entre as tendências surgidas nas décadas de 60, 70 e 80, dentro da geomorfologia, destaca-se que a escola soviética. A escola soviética, fortemente influenciada pelos conceitos “penkianos” (cartografia de relevo) utiliza os conceitos de morfoescultura e morfoestrutura, para cartografizar as diferentes formas de relevo, sem perder algumas informações essenciais. Entre seus principais autores encontram-se Gerasimov e Mercejakov que durante décadas desenvolveram suas pesquisas atrás da chamada “Cortina de Ferro”.

A Geomorfologia brasileira conheceu novos cenários a partir dos anos 60 e início os anos 70, incorporando conceitos a Teoria Geral de sistemas e aplicando idéias relativas ao equilíbrio dinâmico. Hoje diferentes grupos de pesquisas, alguns trabalhando com os eventos geomorfológicos do Quaternário; outros mais voltados a pesquisas de métodos de cartografização, outros voltados à busca de modelos baseados em novos paradigmas sistêmicos.

Atualmente há uma tendência para a associação de geomorfologia com outros ramos das ciências como, por exemplo, a ciência do solo. Como resultante desta associação temos a criação de uma nova área de estudo chamada de microgeomorfologia que busca a compreensão do modelado do relevo através do

estudo dos processos na escala das microformas de relevo (menores que 1 m²) estudados em nosso pais por pesquisadores como Selma Simões de Castro, da UFG(Universidade Federal de Goiás).

Outra vertente de pesquisa encontra-se na união da geomorfologia, com a área da física aplicada, principalmente com os elementos fractais, numa tentativa de buscar a compreensão dos processos dinâmicos através de modelos eminentemente matemáticos, representada principalmente pelo Pesquisador ligado a Universidade de São Paulo Anderson Chistofoletti

No Brasil, alguns naturalistas, como Saint-Hilaire (1770), Ave-Lallemant (1800), e outros, em seus relatos de viagem descrevendo algumas paisagens brasileiras, mas apenas com caráter fisionomista.

As primeiras contribuições eminentemente geomorfológicas foram realizadas por Azevedo em 1950. Ele foi considerado um dos fundadores da geomorfologia brasileira e foi um dos maiores propagadores dos conceitos davisianos.

Aziz Ab'saber em 1960, sob influencia da geomorfolgia alemã, estabelece uma relação entre os diferentes climas brasileiros e as formas de relevo, dividindo o pais assim em seis domínios morfoclimáticos. Dedicou-se mais tarde aos eventos eminentemente quaternários, na qual seu campo de observação busca apenas estabelecer o entendimento das relações morfogenéticas (Ross,1992).

Jurandir Luciano Sanches Ross, foi fortemente influenciado pelos conceitos dos russos Gerasimov e Mercejakov. Enquanto coordenador chefe da área de geomorfologia do projeto Radanbrasil, estabelece uma nova classificação para o relevo brasileiro, baseado nos conceitos de morfoescultruras, morfoestrutura e taxonomia de relevo.

Atualmente, com o emprego cada vez maior das técnicas matemáticas,a morfometria adquire cada vez mais importância nos estudos geomorfológicos, principalmente em bacias hidrográficas, pois possibilita a utilização de todo o potencial das teorias sistêmicas, que são a bases epistemológicas atuais na ciência geomorfológica.

A importância da análise morfométrica consiste na possibilidade de analisarmos uma área qualquer pôr um viés quantitativo, ou seja, atribuindo a partir de uma serie de parâmetros e seus respectivos conjuntos de valores, as características principais de cada área, deixando de lado a simples constatação

visual, sem base matemática, que durante anos perdurou na ciência geomorfológica.

Por meio da analise dos dados morfométricos, tais como, declividade, comprimento de vertente, amplitude, altimetria, densidade de drenagem, magnitude dos canais de drenagem, é posssivel estabelecer unidades de relevo homogêneas.

Bigarella (1980) expôs em sua obra, que o entendimento dos paleoclimas que existiram no Brasil é a chave para o entendimento das condições atuais de disposição do relevo brasileiro.

Alem dos Pesquisadores já citados, o quadro epistemológico da geomorfologia nos pais aponta para alguns outros caminhos bastante interessantes. Dentro da linha de cartografização dos fatos geomorfológicos, temos Jurandir Luciano Sanches Ross como o seu principal expoente. Na linha de Geo-ecologia, as contribuições de Ana Luiza Coelho Neto e do seu grupo de pesquisa na Universidade Federal do Rio de Janeiro,

Outra linha importante é a de estudo de encostas e dinâmica de escorregamentos, que é desenvolvida com vigor pelo grupo do Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT). E por fim ao grupo que trabalha com o entendimento dos processos erosivos sejam eles em bacias hidrográficas, micro morfologia e outros eventos de dinâmica da superfície, onde se destacam Antônio Jose Teixeira Guerra, Sandra Cunha, Selma Simões de Castro e Antônio Carlos Vitte.

3.2. Geomorfologia e a Análise Ambiental

A questão da taxonomia e da representação cartograficado relevo tem revelado grande dificuldade de solução pelo fato das formas de relevo serem tridimensionais, apresentarem diferentes tamanhos, gêneses e idades. Diante disso, têm-se inúmeras propostas de representação do relevo, que geralmente valorizam alguns aspectos, em detrimento de outros.

Werlang (2004) define relevo como conjunto heterogêneo das formas que compões a terra. O relevo se concretiza através da geometria das formas que suas formas apresentam e seu modelado ocorre pela diferenciação local e regional

Para ROSS (1994), o conhecimento das potencialidades dos recursos naturais passa pelo levantamento dos solos, relevo, rochas e minerais, das águas, do clima, da flora e da fauna, enfim de todas as componentes do estrato geográfico que dão suporte a vida. Esses estudos devem originar produtos cartográficos temáticos de geomorfologia, geologia, pedologia, climatologia e uso da terra e da vegetação.

Ross (2003, p. 26-27) ressalta que os conceitos que melhor fazem compreender o modelado terrestre são os de morfoestrutura e morfoescultura, os quais foram propostos por Mescherikov e Gerasimov, na Rússia (entre as décadas de 1940 e 1970).

O primeiro conceito diz respeito à estrutura mórfica e geológica do terreno, geralmente referenciando-se a embasamentos estruturais (cristalinos e/ou sedimentares). Ademais, segundo a mesma referência, as plataformas (regiões cratônicas), as cadeias orogenéticas (sejam os maciços antigos ou modernos) e as bacias sedimentares (ou seja, áreas de diferentes idades e composições litoestratigráficas) são classificadas como exemplos bem práticos de tais domínios geológicos. Ou seja, é impossível se analisar o relevo sem que haja uma inter-relação entre os fatos geomorfológicos e as ações geológicas e climáticas nele atuantes.

Ross (2001, p. 33-35) considera, ainda, este elemento analítico e seus respectivos domínios pela denominação de “macroformas estruturais”, que condiz com a sua classificação, suas formas e disposições, o que entra em consonância com as propostas de Ab’saber (2001), ao retratar a necessidade de se conceber estudos integrados de *megageomorfologi*a, ou seja, reconhecer integralmente os caracteres intrínsecos do modelado terrestre em determinadas porções territoriais, sejam elas de pequenas, médias ou grandes extensões territoriais

Pontuando sobre unidades de relevos Rodriguez e Pejon (1998) afirmam que o mapeamento das unidades de relevo tem por objetivo definir áreas com parâmetros morfométricos homogêneos, tais como densidade de drenagem, altitude, declividade e amplitude.

Robaina, Cassol e Medeiros (2002) afirmam que as técnicas de unidades de relevo, possibilitam a avaliação de processos naturais e definem parâmetros para a susceptibilidade das áreas, sendo que possibilitam uma visão integradora dos diferentes elementos do meio ambiente.

Christofoletti (1981) comenta que as contribuições inseridas no contexto da analise das formas do relevo e dos processos que lhe são inerentes, procurando compreender a dinâmica do modelado terrestre. Consideram-se essa perspectiva como a mais útil, pois permite diagnosticar o funcionamento das formas de relevo e predizer as conseqüências que poderão acontecer caso sejam rompidas determinadas circunstancias ambientais. Por essa razão, embora tratadas como fenômeno da natureza, as implicações humanas são evidentes, tanto sociais, como as econômicas.

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

Para Guerra (1980), vertentes são planos de declividade por onde ocorrem águas pluviais, apresentam formas variadas, agrupando-se em três tipos distintos: côncavas, convexas e retilíneas. As vertentes côncavas apresentam a linha de perfil com curvas de nível mais afastadas na base aproximando-se à medida que chegam ao topo. A o contrario são as vertentes de perfil convexo, que apresentam um perfil com curvas de nível mais afastadas no topo e mais próximas na base, e as vertentes de perfil retilíneo constituem-se, por um perfil onde as curvas apresentam um valor eqüidistante entre si.

Sobre a origem dos diferentes tipos de vertentes, Birrot (1964) afirma que elas variam conforme diferentes aspectos, como por exemplo, clima, natureza da rocha e sua estrutura, aspectos pedológicos.

Para Mercejakov (1968) os processos de morfogenéticos são responsáveis pela esculturação das formas de relevo, representando a ação dinâmica externa sobre as vertentes. Esses processos não atuariam separadamente, mas em conjunto no qual a composição qualitativa e a intensidade dos fatores respectivos é diferente. Esse conjunto de fatores responsáveis pela elaboração tem desenvolvimento diferente e a sua eficácia é igualmente variada, conforme o meio que age.

Oposto a este raciocínio, Cristofoletti (1974) considera esses processos de forma isolada e vai além, pois consegue distingui-los isoladamente. O autor resume as seguintes categorias mais importantes da morfogênese do estudo do

modelado das vertentes: meteorização, movimento de massa, processos morfogenéticos fluviais e a ação biológicas.

Penteado (1983), afirma que as vertentes apresentam-se geralmente com a forma côncava e convexa com ou sem seguimentos retilíneos intercalados. A mesma autora, afirma ainda que é muito difícil descrever geometricamente uma vertente, pois os declives são irregulares e por isso mesmo raramente podem ser descritos por equações matemáticas

3.3. Técnicas e Metodologias para Mapeamentos dos Fatos Ambientais

Por muito tempo a Cartografia esteve preocupada na representação de "como o mundo é", mas novas necessidades passaram a ser exigidas, voltando-se para a representação de "como o mundo funciona". Isso não significa que os princípios da Cartografia mudaram, mas, que seus produtos necessitam novas formas de representação, incluindo simbologias que tornem legíveis a geoinformação apresentada aos usuários.

Para o IBGE (2002) as cartas e mapas são representações gráficas no plano, normalmente em escalas reduzidas, dos aspectos naturais, culturais e artificiais de qualquer superfície terrestre.

Para Salomé e Van Dorsser (1982) o propósito dos mapas geomorfológicos é o de apresentar uma representação gráfica das formas de relevo em uma área e indicar seu raio de influencia.

Para Ross (1992) a cartografação geomorfológica ressente-se da dificuldade de encontrar um modelo de representação, que valorize todos os elementos envolvidos nos processos geomorfológicos.

Para Demek (1967) extensas analises descritivas das formas, idades e gêneses do relevo tornam-se muito mais ricas e lógicas quando acompanhadas por documentos cartográficos nos quais estes estejam espacializadas.

Balatka & Sladek (1967) apud Cunha *et al* (2003) consideram o mapeamento geomorfológico tanto resolve uma série de problemas geomorfológicos práticos como evita a ocorrência destes, principalmente através

da identificação de áreas favoráveis ou desfavoráveis ao desenvolvimento das atividades humanas.

Tricart (1967) elaborou uma metodologia de mapeamento na qual todo importância esta centrada nas formações superficiais, indicando tanto o grau de resistência erosiva, como a litologia que a sustenta. O autor ainda sustenta que, no universo das cartas geomorfológicas de detalhe devem fornecer uma análise de todos os elementos do relevo, constituindo –se em um documento complexo que gera difíceis problemas cartográficos, no que tange a sobreposição dos símbolos e cores.

Verstappen e Zuidan (1975) centram, em seu clássico trabalho, todo peso do mapeamento geomorfológico na identificação das formas e nas características litológicas, deixando em segundo plano, todas as demais informações. Para estes autores há três tipos básicos de mapas geomorfológicos: os mapas preliminares, cuja elaboração ocorre antes do trabalho de campo, com base somente na interpretação de fotografias aéreas; os mapas com fins gerais, que são resultado das investigações geomorfológicas puras, sem fins específicos; e os mapas com fins especiais, que visam orientar ou resolver problemas específicos.

Para Ross (1992) a cartografação geomorfológica deve mapear concretamente o que se vê e o não o que se deduz da análise, portanto os mapas geomorfológicos devem representar os deferentes tamanhos das formas de relevo e em seguida as representações morfométricas. Devem-se aplicar a cartografia geomorfológica, os mesmos princípios da cartografia de solos ou da cartografia geológica.

A concepção da paisagem tem sido de grande aplicabilidade nos estudos de Ecologia da Paisagem, particularmente nos trabalhos de cartografia das unidades de paisagem (Fedorowick, 1993; Rocha, 1995; Schreider, 1990), com vistas ao manejo dos recursos naturais.

De maneira geral, os estudos de ecologia da paisagem envolvem diretamente a cartografia de unidades de paisagem e procuram subsidiar as ações de Planejamento da Paisagem em uma perspectiva ecológica (Hendrix et al., Odum, 1988). Nesses estudos, a paisagem é dividida em unidades funcionais. Cada unidade é hierarquizada em função de valores relativos que possui para a comunidade e também, frente às necessidades de produção e proteção dos recursos naturais, do uso do solo e da proteção ambiental.

Inumeros autores desenvolveram tecnicas ou metodologías para análise ambiental. Entre eles podemos citar Riché et al. (1989) que trabalha com o conceito de unidades geoambientais definido-as como sendo uma entidade espacializada, na qual o substrato (material de origem do solo), a vegetação natural, o modelado e a natureza e distribuição dos solos, em função da topografia, constituem um conjunto de problemática homogênea, cuja variabilidade é mínima, de acordo com a escala cartográfica.

Pio Fiori (2004) afirma que as técnicas para elaboração dos mapeamentos geoambientais variam bastante, mas que de um modo geral consistem na sobreposição de mapas temáticos, entre os quais se destaca o geológico, o geomorfológico pedológico, litológico, uso e ocupação. Cada qual caracterizando comportamentos homogêneos.

Para Zuquette e Pejon (1996) o mapeamento baseado no conceito de Unidades de Terreno permite que se estabeleça uma série de análise com maior segurança, tais como: as covariações dos atributos, a validade das extrapolações a impossibilidade quanto a interpolações e o controle espacial dos atributos.

Segundo Lollo e Rodrigues (1998) há duas maneiras de distintas de estabelecer as unidades de terreno: o enfoque fisiográfico e o enfoque paramétrico. O enfoque fisiográfico tem seu mote na delimitação das unidades com base na visualização dos processos de formação do relevo. O enfoque paramétrico tem o objetivo de delimitar áreas diferenciadas utilizando parâmetros representativos tais com declividades, amplitudes, extensão e parâmetros diversos de rede de drenagem.

Monteiro (2004) considera que os sistemas ambientais (geossistemas) são integrados por variados elementos que mantêm relações mútuas entre si e são continuamente submetidos aos fluxos de matéria e energia e que resulta numa unidade de organização do ambiente natural. Em cada sistema verifica-se, comumente, um relacionamento harmônico entre seus componentes e eles são dotados de potencialidades e limitações específicas sob o ponto de vista dos recursos ambientais.

O diagnóstico geoambiental utiliza-se de análises setoriais que servem de meio para a integração dos componentes. Adotaram-se procedimentos que conduzem à delimitação dos sistemas ambientais, em consonância com

pressupostos metodológicos integrativos capazes de apresentar e compreender as relações de interdependência entre os componentes físico-bióticos

3.4. Processos erosivos acelerados ligados à dinâmica superficial

Os processos de dinâmica superficial são responsáveis pela modelagem da superfície terrestre. Os resultados desses processos são os objetos de estudo da geomorfolgia. Para Embleton & Thornes (1979) apud Infanti jr. & Fornasari Filho, (2002) esses processos são ações dinâmicas ou eventos que envolvem a aplicação de forças sob certos gradientes. E são provocados por agentes como água, chuva, vento, rios, etc...

O processo erosivo causado pela água das chuvas tem abrangência em toda superfície terrestre , em especial nas áreas com clima tropical onde índice pluvial é bastante alto.

Segundo Guerra (1999) regiões ou áreas onde as chuvas se concentram em determinados épocas do ano , agravam ainda mais a erosão> os processos tendem a se acelerar onde as terras são desmatadas para exploração de madeira ou uso agrícola pois os solos ficam desprotegidos da cobertura vegetal.

Para Oliveira (1999) a identificação dos mecanismos que determinam os processos erosivos é fundamental para a elaboração de projetos de controle da erosão e deve ser cuidadosamente definidas durante a etapa de cadastramento de processos erosivos no campo.

Para o cadastramento dos possessos erosivo em campo é preciso que se tenha muito claro a terminologia a ser utilizada. Neste item serão apresentados os conceitos de ravinas, Vossorocas e arenização segundo diferentes autores.

Segundo Guerra (1993) entende-se por vossoroca o resultado obtido pela escavação do solo ou de rocha decomposta pelo lençol de escoamento superficial.

Para Bigarella (2004) a erosão em sulcos, valas ou ravinas se desenvolvem rapidamente deixando traços acentuados de sua ação. Os sulcos são abertos pelos pequenos filetes que se encaixam na superfície pela remoção de detritos ao longo de seu fluxo. O escoamento deixa de ser laminar e passa se concentrar em um único local. Com a retirada desses detritos, a velocidade da

água torna-as maior, gerando uma catalisação do processo, e por conseguinte uma erosão regressiva a montante. Cabe destacar ainda que o autor considera que esses filetes, são em sua maioria originários pelas trilhas de gado, a ação de arados ou mesmo como retratado por LAZARROTO (2003) pelo trabalho, das formigas, tatus e outros animais.

Para Maciel Filho (1994) diferencia as ravinas das Vossorocas, para o autor ravina é o sulco provocado por um agente erosivo que é a água da chuva e o vossorocamento é o processo originado não só pela água da chuva, mas também pela ação da água subterrânea.

Já para Infanti jr. E Fornasari Filho (2002) o processo de voçoramento é mais complexo, pois se desenvolve de duas maneiras diferentes e concomitantes, a primeira em um nível superficial (erosão laminar) e subsuperficalmente, através do efeito *piping*.

Os mesmos autores destacam ainda, que as Vossorocas são palco ainda de uma série de fenômenos: erosão interna, solapamentos, desabamentos e escorregamentos.

Para Bigarella (2004) as Vossorocas são processos cíclicos, constituindo de quatro fases: a primeira é a erosão do canal e o encaixamento, num segundo momento ocorre o retrocesso da cabeceira e o rápido alargamento do nível de base, após a recomposição e em seguida sua estabilização, porém o autor salienta que esse processo é retroalimentavel, pois uma nova mudança no nível de base propiciaria uma nova reativação do processo.

Suertegaray (1995) afirma que a ampliação das Vossorocas, cuja evolução é remontante, possibilita o alargamento do canal de escoamento. Esse desencadeia a formação de sub-canais que no conjunto transformaram áreas de retrabalhamento recente.

Bigarella (2004) informa ainda que há ainda seis tipos básicos de Vossorocamento: a Vossoroca de forma linear; a bulbiforme; a dendrítica, mais comum a Vossoroca em treliça; a pararela e a composta.

Segundo Guerra & Cunha (2002) o desenvolvimento das Vossorocas depende de uma série de condicionantes que devem agir simultaneamente. A erosão das cabeceiras através do processo da erosão denominado *splash* , a erosão laminar (*runoff)* que fragiliza as camadas mais superficiais do solo, o efeito

piping (Erosão Tubular) que permite o estabelecimento de canais subsuperficiais, e por conseqüência a perda de coesividade do solo.

Bigarella (2005, pg 938) afirma que

> "*Embora a erosão tubular opere através de vários mecanismos, não abrange as formas de dissolução responsáveis pelas cavernas e pelas feições da topografia cárstica (...). A erosão tubular afeta materiais desde argila até cascalho nos aluviões , bem como loess, cinzas vulcânicas, solos, além de rochas argilosas, siltitos entre outras*"

Esta explicação abrange as feições que o autor relaciona com o efeito da erosão tubular extremamente intensa, na qual os canais subterrâneos *carream* todos os materiais finos, formando vazios e condutos que *a posteriori* ocasionara um solapamento to teto destes canais, levando a abertura de Vossorocas.

Suertegaray (1995) identifica uma relação muito próxima entre os processos de Vossorocamento e arenização, pois ambos agem em espaços fragilizados em que o substrato é facilmente desagregável. Os processos de arenização segundo Suertegary(1988) é entendido como o retrabalhamento de depósitos areníticos pouco ou nada consolidados e que promovem nessas áreas , uma dificuldade de fixação da vegetação devido a constante mobilidade dos sedimentos.

Para Souto (1984) os processos de arenização têm se intensificado com o passar dos anos, em áreas em que o substrato é arenoso e apresenta-se friável, com cobertura vegetal escassa. tornando-se assim extremamente frágil. Nessas formações, a porosidade e permeabilidade são elevadas e o nível freático tende a aprofundar-se dificultando a vegetação. Cabe destacar ainda que, segundo Suertegaray e Verdum (2005), os processos de arenização vêm se tornando cada vez mais preocupantes, pois o manejo equivocado desses ambientes, naturalmente frágeis, acarreta uma expansão muito rápida das áreas de arenização.

Na discussão sobre a origem dessas manchas de areia e das Vossorocas, os diversos autores salientam que a ação antrópica e os processos naturais agem de maneira combinada na deterioração da natureza, sendo que esse tempo de

erosão é natural, mas o homem com sua forma de ocupação e apropriação do meio acabam acelerando esse processo (Auzani, 2003).

3.5. Geomorfologia e Geologias Regionais

Para Ab'saber (1964) a área em estudo compreende aos domínios dos chapadões e das escarpas estruturais, O mesmo autor em 2003 assim descreve assim a geomorfologia da depressão periférica:

> *"Ao Sul (...) sucede-se à depressão central do Rio Grande do Sul, onde se desenvolveu a larga e fértil planície aluvial (...). Enquanto essa faixa rebaixada é dominada por uma topografia de coxilhas, constituindo-se num dos setores mais típicas da campanha gaúcha".*

A área de Estudo esta localizada na transição entre duas províncias gemorofológicas: a Depressão Periférica e o Planalto sul-rio-grandense. (Muller Filho, 1970). Segundo esse autor A depressão Periférica é o domínio das amplas planícies aluviais dos Rios Jaci, Santa Maria e Ibicuí, com a presença de inúmeros morros testemunhos originários da exposição e erosão diferencial provocada pela acentuada silicificação do Arenito Botucatu.

O Planalto Sul-brasileiro, que abrange a região norte da área em estudo, apresenta, na região, segundo Mulher Filho (1970), um relevo suavemente ondulado, formado por coxilhas de pequena extensão, dotado de uma litologia basáltica.

Segundo Medeiros, Veiga e Muller Filho (S/D) as características geomorfológicas estão relacionadas as rede de drenagem do Rio Ibicuí e de seus tributários e com as estruturas geológicas encontradas na região, sendo muito importante na região à atividade tectônica. Com base nestas informações os autores elaboraram a seguinte classificação:

- Conjunto de colinas de sedimentação pleistocênica;
- Colinas de sedimentação pleistocênica superposto;
- Colinas de depósitos cenozóicos;
- E um conjunto de cerros tabulares
- Planície aluvial de formação recente

- E o conjunto mais significativo, composto por colinas capeadas por sedimentos quaternários, algumas vezes holocênicos e quaternários.
-

Conforme Suertegaray (1989), a Bacia Hidrográfica do Arroio Inhacundá possui geomorfologia constituída de quatro compartimento assim identificados: encosta do planalto, com basalto da Formação Serra Geral e com presença de Arenitos Silficados; morros testemunhos capeados de Basalto, com a presença arenitos nas camadas inferiores; áreas de coxilhas suaves, originários de depósitos arenitos da Formação Botucatu e da Formação Rosário do Sul, recobertos por áreas de sedimentos de origem Pleistocênica e holocênica e depósitos aluviais**.**

Segundo Suertegaray, et al (1989), na cuesta de São Francisco de Assis, O trabalho de entalhamento do Arroio Inhacundá, originou vales festonados e uma escarpa com front no sentido SE-NW

Os mesmos autores ainda afirmam que o trabalho de erosão diferencial nas vertentes, motivados pela silicificação dos arenitos, provocou um processo erosivo em forma de degraus.

E por fim, um último compartimento é a planície aluvial, corresponde a feições de fundo chato, na qual a importantes plantações de arroz. (Suertegary et al, 1989)

Os primeiros trabalhos sobre a geologia de São Francisco de Assis, recorrem a Maciel Filho, Meneghotto e Sartori, de 1971. Esse trabalho registrou a presença na área do município de São Francisco de Assis, das formações Santa Maria do Triássico; a Formação Botucatu, de origem Juro-cretáceo, e Serra Geral de Origem Vulcânica e datado do Jurássico/Cretáceo.

Recentemente, Lavina e Scherer (2002). Descreveram uma sucessão de fácies constituída por interdigitação de sedimentos de origem lacustre, fluviais e eólicos, característicos da Formação Botucatu e da Formação Guará, sendo importante ressaltar o sistema de Falhas com direção NE-SW provocando assim grande movimentação tectônica.

Importante Contribuição à geologia estrutural foi ao trabalho de Carraro, Eick e Gammermann de 1985, no qual os autores, com base em fotos aéreas,

localizaram as falhas existentes na região, constatado que esses lineamentos possuem direção NW-SE, em sua direção principal, com fraturas combinadas e intercaladas em direção NE-SW, acarretando ainda uma série de blocos rebaixados.

Recentemente Scherer, et al, em artigo Intitulado “Arcabouço Estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná”, elaboram uma nova Seqüência para a deposição durante o período Mesozóico,utilizando-se de modernas técnicas de estudos estratigráficos propondo uma seqüência Neo-jurassica, formada em ambiente de deposição Fluvio-eólico, a Formação Guará.

A Formação Guará, segundo a descrição de Scherer et al. (2002), é constituída por uma sucessão de arenitos finos a conglomeráticos de coloração que vai do avermelhado ao esbranquiçado, com comportamento estrutural cruzado e/ou plano-paralelo. Na região de São Francisco de Assis, a formação é constituída de arenitos grossos a conglomeráticos com estratificações acanaladas, de espessura média de 100 metros.

A Formação Botucatu, foi descrita pela primeira vez por Segundo DNPM (1971) por Gonzaga Campos em 1889. De idade Jurássico-cretacea e compõe se de arenitos eólicos avermelhados, sedimentos inicialmente de características fluviais, sobrepostos por arenitos eminentemente eólicos, de granulometria média a fina, com estratificação cruzada, características de ambiente deposicional eólico. A espessura desta formação e variável, chegando atingir 100 metros.

A sedimentação do Botucatu no Rio Grande do Sul foi estudada por Scherer (1988) apud Scherer et al. (2002). Os autores propõem que a Formação Botucatu representa uma interação entre arenito-lava das formações vulcânicas subseqüentes, devido às observações entre os contatos lava-dunas. Esse contato acabou por formar uma camada silicificada superior que serve como feição mantenedora, tornando possível a ocorrência de erosão diferencial. A maior resistência dessa rocha torna comum o aparecimento na região, de morros com topos planos, semelhantes às mesas das regiões de clima mais seco.

A Formação Serra Geral, descrita inicialmente por White (1909) *apu*d Scherer et al. (2002), É constituída por os derrames basálticos que ocorrem no sul do Brasil, bem como as intrusivas associadas (sills, diques, etc.) de idade Jurássica/Cretácea (Maciel Filho, Meneghotto e Sartori,1971). Ainda segundo

esses os autores, as rochas principais da formação encontradas na região são os basaltos que se apresenta em vários derrames, formando patamares, sendo comum o fenômeno da esfoliação. Ressalta-se ainda a ocorrência de grandes áreas onde os basaltos se encontram em avançado estado de alteração. Verifica-se entre os derrames a presença significativa de arenitos intertrápicos, de pequena espessura (1 a 5 metros).

3.6 Antecedentes: Evolução da ocupação humana da área de estudo

A região onde hoje se situa o município de São Francisco de Assis(emancipado em janeiro de 1884), tem como primeiros ocupantes conhecidos os índios Tapes, cujos registros mais antigos são anteriores ao século XV.

O Tratado de Tordesilhas, em 1482, fixou as então terras dos índios Tapes como pertencentes à coroa espanhola. Esses, mais preocupados com a busca por ouro, pratas e outros metais preciosos, negligenciaram as terras planas da campanha por pelo menos dois séculos.

A situação começa a modificar em meados do século XVII com as bandeiras paulistas que aprisionavam índios para posterior revenda como escravos para as plantações da então colônia portuguesa. Como contrapartida essas empresas ajudavam a expandir os domínios lusitanos no sul do continente através da fixação de população *criolla* nessas terras “sem dono”.

Em 1628 ocorre a da destruição das 18 reduções de jesuíticas de Guairá, com dispersão de milhares de indígenas pelas terras compreendidas entre os rios Paraná e Uruguai. Essa destruição das reduções jesuíticas ocorreu com uma destruição de suas estâncias, deixando centenas de milhares de cabeças de gado que acabaram se tornando selvagens.

O tratado de Madrid, de 1750 estabeleceu um novo limite entre as duas coroas, na qual a casa espanhola ficaria com a Colônia de Sacramento, na Região do Prata enquanto que Portugal ficaria com a região conhecida como Sete Povos Missionários. O rei português, temendo uma insurreição indígena, ordena a expulsão dos jesuítas das reduções e o desmantelamento total dos “Sete Povos”. Tem início a guerra guaranítica que culminará com a destruição completa desses povos e a expulsão dos jesuítas.

Pelo Tratado de Santo Ildefonso, em 1777, a região oeste do Rio Grande do Sul passa para fazer parte novamente do império espanhol sendo que a linha divisória seria deveria ser demarcada por uma comissão mista binacional.

Em 1801 as escaramuças luso-espanholas estão mais violentas que nunca, um estancieiro, Vitor Nogueira da Silva, embosca e dizima um batalhão espanhol com mais de 200 homens, sendo esta a primeira vitória portuguesa nas terras missioneiras contra os espanhóis. Nogueira da Silva recebe como prêmio, uma sesmaria na Região do Rio Itajurú, sendo condicionada esta, a construção de um forte as margens do rio Inhacundá.

Em 1812 registra-se a elevação da povoação a condição de capela, a capela de São Francisco de Assis. Fazia parte do então município de Rio Pardo, cuja área cobria uma extensão de aproximadamente 2/3 do atual estado do Rio Grande do Sul. Quarenta anos depois, em 1857, a capela passa a condição de paróquia, com jurisdição submetida ao município de São Borja. Em 4 de janeiro de 1884 São Francisco de Assis é elevada a condição de vila e em 1938 a condição de município pelo decreto n° 7199.

3.7 Antecedentes: Evolução humana de São Francisco de Assis

A área onde se encontra o atual município de são Francisco de Assis teve seus primeiros habitantes os índios Tapes, do grande grupo dos Gês com forte influencia dos tupis-guaranis. Devidos às disputas fronteiriças, espanhóis e portugueses expulsaram os indígenas da região e localizaram ali, suas guardas de fronteiras, fortificações militares, que ora eram espanholas, ora eram portugueses. Devido a essas constantes trocas, muitos soldados, reformados ou desertores, estabeleceram-se na região.

A busca pelo gado criado selvagem e disperso depois da destruição das missões jesuíticas, fez com que um número considerável de pessoas ocupasse os rincões assisenses. Em conversas com moradores locais, informações referentes aos assentamentos primitivos dão conta de que grande número de aglomerados locais da região, como a Vila Kraemer e Vila Santa Rosa, surgiram

como entrepostos ou paradouros para os antigos tropeiros descansarem, na prática de levar essas tropas de gado para centros mais desenvolvidos.

Outro aspecto das estâncias é a utilização de mão de obra escrava por parte dos proprietários. O que possibilitou no aparecimento do elemento afro-brasileiro na região.

Durante o "*boom*" da imigração italiana, em meados do século XIX, a região de São Francisco de Assis, foi um ponto de fluxo de italianos, estabelecidos na região mais "*declivosa*" e de difícil acesso (relegada pelos grandes estancieiros). Os colonos italianos estabeleceram pequenos minifúndios, onde a produção de vinho e aguardente, para comercialização na própria cidade e arredores, foi substancialmente importante para o seu estabelecimento na cidade.

Outros grupos de imigrantes convergiram para a cidade, destes os mais destacados foram os de origem alemã, cuja data inicial de chegada á cidade e de 1926.

Atualmente, São Francisco de Assis possui uma população de 26.000 habitantes (IBGE, 2005), com cerca de 80% da população estabelecida na zona urbana. Um dado interessante mostra a fuga dos jovens da cidade, seja para irem estudar em cidades maiores (Alegrete, Santa Maria, Santana do Livramento) ou para buscarem emprego em centros maiores.

3.8 Solos

A Pedologia local e bastante variada. Segundo relatório EMATER (2001), há oito unidades diferentes que são no município. Os solos de origem arenítica são abundantes , principalmente os Latossolos e os Argilosolos, e em menor número os Alissolos. Esses solos são bastante frágeis , extremamente susceptíveis a erosão e com manchas de neossolos intercaladas. Nas regiões mais declivosas os solos são raros. Quando presente, estão associados às rochas aflorantes. Na várzea dos rios Inhacundá e Ibicui, encontram-se os solos de origem hidromórfica, associadas aos solos argilosos.

3.9 Clima

O clima da área, de acordo com a classificação de Koppen (Nimer,1979) recebe a denominação de CFAh, ou seja subtropical mesotérmico, constantemente úmido.Esse clima é caracterizado por meses de frio, com geadas de maio a agosto, e calor intenso, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro, sendo que a temperatura média nos meses mais quentes é superior a 20 °C. A continentalidade é importante fator para as amplitudes térmicas acentuadas. As precipitações são bem distribuídas durante todo o ano, e sua gênese esta ligada aos *sistemas de fretes frias* que dominam periodicamente o clima do estado (Barros Sartori, 1978), e seus índice variam entre 1250 e 1500mm/ano, devido a regularidade das frentes frias , os ventos predominantes são os dos quadrantes Sul (chamado popularmente de *Minuano)* e Sudoeste *(Pampeano*).

3.10.Vegetação

A distribuição da vegetação está associada ao solo, às condições climáticas e a disponibilidade de água. As variedades de vegetação no município são bastante limitadas devido ao tipo de solo ser de origem arenítica em sua maioria, medianamente fértil, parcialmente coberto por florestas. A vegetação representada por campos limpos com pastagens nativas e exóticas, bons para criação de gado. As espécies nativas mais comuns são Angico, Cedro, Cabriúva, Ipê e Guajuvira. A espécie exótica mais comum e o Eucalipto.

Na Área em Estudo, pode-se observar três tipos de conjuntos floristicos: os campos, os capões de mata nativa e as matas galerias ao longo dos rios.

Marchiori estudou longamente esses biomas e desenvolveu diversos trabalhos, Em suas obra de 2004, o autor debruça-se sobre a vegetação dos campos sulinos, tecendo diversas comparações com outros tipos de campos nativos espalhados pelo globo. Marchiori afirma que estes campos são relíquias de climas pretéritos mais secos, fato que explica a ocorrência de espécies de características cactáceas como o butiazeiro-anão, em climas úmidos como o sul do Brasil. Bigarella (2003) também considera essa hipótese. Esse autor considera

que a atual distribuição da vegetação é resultado de inúmeras alternâncias entre climas secos e úmidos no sul do Brasil.

As Matas galerias limitam-se às várzeas dos rios, e são constituídas por arbustos de pequeno porte. As principais espécies são o Sarandi e a Amarilha, alem de pequenas plantas como unha de gato, viuvinha e Espinillho que são encontradas nos limites entre as matas-ciliares e as outros biomas.

Os capões são localizados geralmente entre as coxilhas e em outros locais com água em abundancia oferecendo uma rica diversidade de espécies, os capões da região de São Francisco têm como espécie mais comum os Icamaquã, o Pau-ferro, a Tinbauva e o Espinilho. Cabe ressaltar ainda a presença de uma árvore que é um “símbolo” da região: O butiazeiro- anão. Sua Primeira descrição foi feita pelo viajante naturalista Ave-llalemant em 1858 e a planta característica dos chamados campos de areia. A planta apresenta características xeromórficas (sem folhas caule robusto, pequeno porte), evidenciando um clima anterior muito mais seco. Essa planta estende-se da região da campanha gaúcha e adentra aos territórios argentino, uruguaio e paraguaio.

Por fim, cabe uma menção a introdução de espécies exóticas na região. Dentre todas as espécies exóticas que se encontra na região, as mais significativas são o Pinus Elliot e o Eucalipto. Essas espécies se adaptam excepcionalmente bem as condições climáticas locais e são cultivados em larga escala. Acarretam problemas ambientais como rebaixamento do nível freático, pois essas duas espécies necessitam de um grande referencial hídrico para sua sobrevivência

Atualmente, com o emprego cada vez maior das técnicas matemáticas, a morfometria adquire cada vez mais importância nos estudos geomorfológicos, principalmente em bacias hidrográficas, pois possibilita a utilização de todo o potencial das teorias sistêmicas, que são a bases epistemológicas atuais na ciência geomorfológica.

A importância da análise morfométrica, consiste na possibilidade de analisarmos uma área qualquer pôr um viés quantitativo, ou seja, atribuindo a partir de uma serie de parâmetros e seus respectivos conjuntos de valores, as características principais de cada área, deixando de lado a simples constatação visual, sem base matemática, que durante anos perdurou na ciência geomorfológica.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A indicação para a continuidade dos trabalhos de análise morfométrica na Bacia do Arroio Inhacundá aponta para a necessidade de desenvolvimento de um modelo interpretativo para elucidar a compartimentação geomorfológica e, a partir daí, elaborar sugestões de unidades homogêneas nas áreas de estudo. Esse modelo é um processo identificado como caracterização geológica/geomorfológica da área. Essas informações são integradas para produzir Mapas Unidades de Terreno que são elementos importantes nessa caracterização.

4.1.– Análise dos Parâmetros Morfométricos

A bacia do Arroio Inhacundá apresenta uma hierarquia fluvial de 5ª ordem que se estabelece a partir da confluência do Arroio Inhacundá e o Arroio Carai-passos.

De uma maneira geral, considerando-se a linha de escoamento dos cursos de água em relação com a inclinação das camadas geológicas, o Arroio Inhacundá pode ser considerado como um rio subseqüente porque o seu leito principal obedecer às linhas de fraqueza geológicas do terreno conforme define Christofoletti (1974, p.83-84).

A bacia apresenta uma área total de 35994.26 hectares e um perímetro de 109208.8 metros. A Tabela 04 mostra características dessa rede hidrográfica.

O comprimento total dos cursos d’água é de 539.540.09 metros, distribuídos pelos seus 449 canais e uma densidade de drenagem total de 14.98 m/ha. Os canais de primeira ordem apresentam o menor comprimento médio (914,05 metros cada canal) e uma densidade de drenagem de 8,83 m/ha.

Tabela 04: Rede hidrográfica do Arroio Inhacundá

Hierarquia dos rios	N°. de canais	Comprimento total	Comprimento médio	Densidade de drenagem
1ª	348	318.090,91 m	914.05 m	883 m/ha
2ª	82	104.592,62 m	1.275,51 m	2,90 m/ha
3ª	15	56.658,29 m	3.777,21 m	1,57 m/ha
4ª	3	45.829,97 m	15.276,65 m	1,27 m/ha
5ª	1	14.368,3 m	14.368,3 m	0,39 m/ha
Total	449	539.540,09 m	1.201,64 m	14,98 m/ha

Org: adapt. de SANGOI, D. S. ; TRENTIN, R.(2003)

O maior comprimento médio dos canais se refere aos canais de 4ª ordem, atingindo uma média de 15.276,65 metros. O canal de 5ª ordem apresenta um comprimento de 14.368,3 metros.

O padrão de drenagem, arranjo espacial dos cursos fluviais, pode ser influenciado em sua morfogenética por algumas características naturais da área, entre as quais destacam-se: a natureza e disposição das camadas rochosas, a resistência litológica variável, as diferenças de declividade e a evolução geomorfológica da região (Christololetti, 1974). A Bacia Hidrográfica do Arroio Inhacundá apresenta, predominantemente, padrão e forma retangular, obedecendo à linha das falhas e fraturas geológicas.

A forma superficial de uma Bacia Hidrográfica, segundo (Oliveira *et al,* 1998) é usada para se saber o tempo que uma gota de chuva leva para percorrer a distância entre o ponto mais afastado da bacia e o seu exutório (tempo de concentração).

O *coeficiente de compacidade* da Bacia do Arroio Inhacundá um valor de 0,084. O que indica que a bacia possui forma muito alongada.

O *fator forma* da bacia hidrográfica do Arroio Inhacundá apresenta um valor de 0,10. Esse índice reforça a idéia de uma bacia alongada, próxima da forma retangular e estreita.

Com base na análise visual dos padrões da rede de drenagem, a bacia pode ser divida em três setores, conforme Figura 03.

O setor A, correspondendo à porção mais a montante da Bacia Hidrográfica (Inhacundá superior); o setor B, correspondendo à sub-bacia do

Arroio Caraí-passo (afluente da margem direita a médio curso do Inhacundá) e; o setor C porção mais a jusante da Bacia Hidrográfica (Inhacundá inferior).

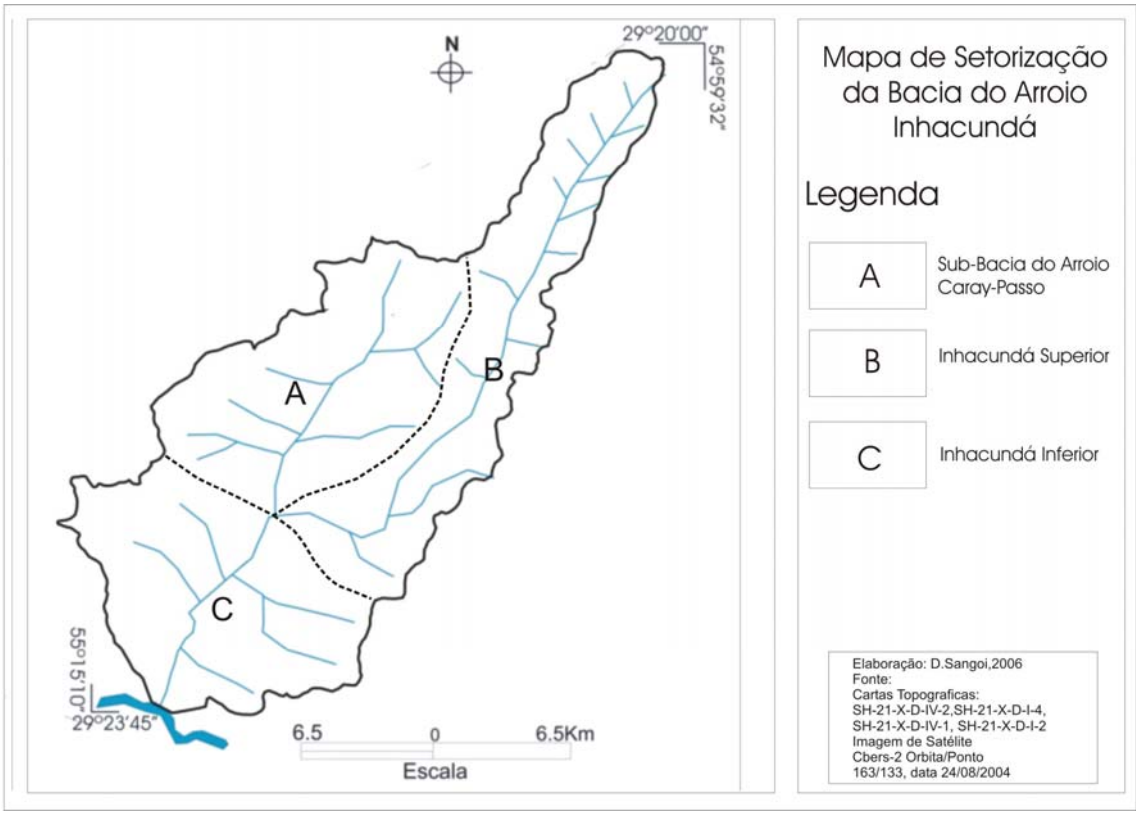

Figura 03 – Mapa dos Setores da Bacia do Arroio Inhacundá

O setor A tem uma área de 11.203,27 hectares e se estende desde o topo do planalto até a porção na qual o Arroio. Sofre uma inflexão que provoca uma brusca mudança na direção do canal de nordeste - sudoeste para leste – oeste. O padrão de drenagem neste setor se caracteriza pela forma retangular, controlada pela fratura das rochas. Neste segmento a drenagem se encontra encaixada, o que condiciona o desenvolvimento bem definido do canal principal. Os canais das bacias auxiliares se apresentam pouco desenvolvidos, onde as sub-bacias não ultrapassam uma hierarquia de 3ª ordem e o número de magnitude não ultrapassa 6 canais em cada sub-bacia. Este setor da bacia hidrográfica possui 127 nascentes e o canal principal atinge uma hierarquia de 4ª ordem.

Quanto à forma, o *coeficiente de compacidade* apresentou valores de 0,10 e o *fator forma* 0,07. O Índice de Forma através dos valores de *fator forma* é significativo parâmetro na divisão deste setor.

O setor B se refere à sub-bacia do Arroio Carai-passos, principal afluente do Arroio Inhacundá, onde temos uma área de 10.490,06 hectares e uma hierarquia fluvial de 4ª ordem. O arroio Carai-passos possui uma magnitude de 111 canais com as sub-bacias desenvolvendo magnitudes de até 14 canais. O padrão da drenagem neste setor possui a forma dendrítico – retangular apresentando menor controle estrutural, em relação ao setor anterior. O *índice de forma* é definido por valor de *coeficiente de capacidade* de 0,12 e de *fator forma* de 0,34.

O setor C se apresenta a partir do médio curso até a foz e possui uma área de 14.300,93 hectares. Estende-se desde a porção onde o canal principal sofre inflexão para oeste até o rio Ibicuí onde o Arroio Inhacundá deságua. O canal principal neste segmento apresenta outra inflexão quando o Arroio Carai-passos junta-se ao Inhacundá voltando a deslocar-se para sudoeste. As drenagens possuem um padrão predominantemente dendrítico, onde os canais das sub-bacias possuem maior extensão e um número de magnitude, maior que a constatada nos outros setores.

As sub-bacias auxiliares neste segmento não ultrapassam a 3ª ordem e apresentam uma magnitude que chega a um máximo de 24 nascentes, o que soma um total de 110 nascentes nesse setor da Bacia Hidrográfica. O valor para o Coeficiente de Compacidade é de 0,10, enquanto que de Fator Forma é de 0,35. O Índice de Forma define padrões semelhantes entre os setores B e C, mas um padrão diferenciado com relação ao setor A.

O comportamento hidrológico das rochas repercute na densidade de drenagem, uma vez que em rochas de pouca infiltração, permitem um maior escoamento superficial, possibilitando formação de canais.

A análise da densidade de drenagem por setores definiu os seguintes parâmetros da drenagem. A Tabela 05 apresenta os valores obtidos para o setor A. Conforme os valores expressos na Tabela 05, podemos dizer que os canais de 1ª ordem apresentam um comprimento médio de 862,58 metros, pouco inferior a média da Bacia. Este setor apresenta um significativo comprimento do canal de 4ª ordem, que é o dobro da média da Bacia e bastantes superiores aos outros setores, indicando a característica muito alongada dessa porção da drenagem.

Neste segmento, que é o setor com maior número de canais de drenagem, os comprimentos totais dos cursos d'água apresentam um valor de 157.925,72 metros, distribuídos pelos seus 166 canais, de 1ª a 4ª ordem, o que condiciona um comprimento médio de 36.220,07 metros e uma densidade de drenagem neste segmento de 14,09 m/ha.

TABELA 05 - Rede Hidrográfica do Setor A do Arroio Inhacundá

Hierarquia dos rios	N°de canais	Comprimento total	Comprimento médio	Densidade de drenagem
1ª	127	109.548.8 m	862.58 m	9.77 m/ha
2ª	34	3.498.75 m	102.90 m	0.31 m/ha
3ª	4	12.831.43 m	3.207.85 m	1.14 m/ha
4ª	1	32.046.74 m	32.046.74 m	2.86 m/ha
Total	166	157.925.72 m	36.220.07 m	14.09 m/ha

Org.: adapt . de SANGOI, D. S. ;TRENTIN, R.(2003)

Uma das características do setor são os canais de 2ª ordem relativamente curtos, provavelmente devido ao controle estrutural muito marcante nesta porção da bacia. A Tabela 06 apresenta os índices obtidos para o setor B, sendo este a da sub-bacia do Arroio Carai-passo.

Com referencia a sub-bacia do Arroio Carai-passo, esta possui um comprimento total na sua rede de drenagem que atinge uma importância de 156.847,48 metros, distribuídos em seus 149 canais fluviais, com um comprimento médio de 1.052,66 metros e uma densidade de drenagem neste setor da Bacia Hidrográfica de 14,95 m/ha. Este setor da bacia apresenta a maior complexidade da rede gerando 6 canais de 3ª ordem e canais de 2ª ordem mais alongados que o setor A.

TABELA 03 – Rede Hidrográfica do Arroio Carai-passo(setor B)

Hierarquia dos rios	N° de canais	Comprimento total	Comprimento médio	Densidade de drenagem
1ª	111	96.494,9 m	869,32 m	9,19 m/ha
2ª	21	28.098,11 m	1.338,0 m	2,67 m/ha
3ª	6	19.516,75 m	3.252,79 m	1,86 m/ha
4ª	1	12.737,72 m	12.737,72 m	1,21 m/ha
Total	149	156.847,48 m	1.052,66 m	14,95 m/ha

Org.: adap de SANGOI, D. S. ;TRENTIN,R.(2003)

O setor C (Tabela 07), forma o segmento mais a jusante da Bacia Hidrográfica, desta forma a condição de relevo mais plano, permite desenvolver

maior número de canais de drenagem. Neste setor a densidade de drenagem é a mais elevada, com um valor de 15,71 m/há.

TABELA 07: Rede hidrográfica do setor C do Arroio Inhacundá

Hierarquia dos rios	Número de canais	Comprimento total	Comprimento médio	Densidade de drenagem
1ª	110	112.047,21 m	1.018,61 m	7,83m/ha
2ª	27	72.995,76 m	2.703,54 m	5,10 m/ha
3ª	5	24.310,11 m	4.862,02 m	1,69 m/ha
4ª	1	1.045,51 m	1.045,51 m	0,07 m/ha
5º	1	14.368,3 m	14.368,3 m	1,0 m/ha
Total	114	224.766,89 m	1.971,63 m	15,71 m/ha

Org.: adap SANGOI, D. S. ;TRENTIN, R.(2003)

Outra característica importante deste setor é a ocorrência do canal de 5ª ordem com um comprimento de 14.368,3 metros.

Ocorrem 144 canais, que apresentam um comprimento total de 224.766,86 metros e um comprimento médio de 1.971,63 metros.

A análise altimétrica é uma ferramente auxiliar na identificação de áreas de acumulação e áreas de Dissecação

A Bacia Hidrográfica do Arroio Inhacundá possui uma variação altimetria de 340 metros. O ponto mais elevado está localizado a 422 metros e o mais baixo é de apenas 60 metros. Os pontos mais altos estão localizados no setor NW da bacia, e seguindo à jusante até a confluência com o rio Ibicuí, onde se localizam os pontos mais baixos, com média de 60 metros.

A porção sudoeste da bacia possui um relevo mais suave, com cotas que vão de 80 metros a 293 metros e uma tendência a suavização, que vai do sentido N-S, evidenciando-se uma zona de relevo mais susceptível a erosão.

Já a porção leste apresenta um relevo mais escarpado, com altimetria que variam de 368 metros a 100, ou seja, 268 metros de amplitude.

Observa-se a ocorrência de pontos cotados que vão de 318 a 368 metros, tanto na porção leste quanto oeste da bacia. Porém, na porção leste, é maior o número de morros e cerros. Esta diferença pode estar relacionada com as diferentes litologias que formam o setor da bacia, bem como uma suposta diferenciação no processo de erosão entre ambas.

A porção mais a montante da bacia hidrográfica apresenta vales encaixados, com pontos cotados. Nas proximidades da confluência do Arroio

Inhacundá com o Carai-passos as cotas são mais modestas, apresentando-se cotas que vão de 200 a 280 metros, com pontos que atingem 291 metros.

A porção mais a jusante apresenta vários cerros e morros, formados por arenitos silicificados, que favorecem a manutenção de uma altimetria que varia entre 140 e 240 metros. O relevo apresenta-se bastante trabalhado, com a presença de inúmeros vales e um continua e estreita planície de deposição, bordejando o rio Ibicuí.

Quantitativamente pode-se afirmar que a bacia do arroio Inhacundá tem a grande parte de suas áreas compreendida entre as altitudes de 100 a 200 metros.

As declividades variam de menos de 2% a mais de 15%, sendo que a classe de declividade predominante nas áreas em estudo é a classe 2%-15%, que ocupa cerca de 80% na bacia do arroio Inhacundá.

Na bacia do arroio Inhacundá, as maiores declividades localizadas em sua maioria na faixa de transição entre o Planalto e a Depressão, o Rebordo do Planalto.

Na bacia do arroio Inhacundá os usos são variados, tendo que a declividade controladora de certos tipos de uso. Verifica-se que na porção mais a jusante da bacia encontra-se as classes de declividade menor de 2%, sendo que nesta área a agricultura é bastante intensa, principalmente próximo aos leitos dos rios, onde a cultura do arroz irrigado merece destaque. Por se constituir em uma área muito plana, há a ocorrência de inúmeras barragens e açudes, sendo as mesmas utilizadas para a irrigação da cultura do arroz.

Declividades baixas entre 2 e 5% ocorrem associadas à porção mais a montante da bacia onde existem atividades agrícolas, onde se destaca a soja.

As declividades superiores a 15% formam uma faixa localizada no centro-norte da bacia. Constituindo a passagem das áreas de baixas para as de relativamente altas altitudes. Por apresentar as vertentes com maior inclinação à vegetação apresenta-se mais conservada.

Na Bacia do Arroio Inhacundá, identifica-se cinco classes de comprimento de rampa, como demonstra a Tabela 08.

Desse modo pode-se dizer que não existe um padrão de vertentes alongadas, elas encontram-se, em todas as áreas da bacia, sendo que as de menor comprimento são mais presentes nas áreas a NW da Bacia, próximos a cabeceiras do arroio Carai-passo.

Com base nos parâmetros do relevo distinguem-se cinco áreas com características semelhantes.

TABELA 08: Classes do Comprimento de Rampa

Classes	Distâncias	Áreas correspondentes (ha)	% correspondente
I	<250 m	19.652,50	54,09
II	250-500 m	8.847,08	24,35
III	500-1500 m	5.032,12	13,85
IV	1500-3000 m	1.980,14	5,45
V	>3000 m	821,12	2,26

Org. adapt. SANGOI, D. S. ; TRENTIN, R.(2003)

A área que envolve as declividades menores que 2%, em altitudes inferiores a 100 metros. Esta se localiza na várzea do arroio Inhacundá, e de alguns de seus afluentes, onde se encontram as áreas de inundação e deposição de bacia.

A segunda área compreende as altitudes inferiores a 200 m e declividades entre 2 e 15%. Ocupa aproximadamente 40% da área da bacia e caracteriza-se por ser uma unidade de relevo com aspecto colinoso onde estes apresentam suas encostas levemente íngremes e pouco onduladas.

A terceira área refere-se a porção que apresenta declividades superiores a 15% e altimetria entre 200 e 300 m. Caracteriza-se por ser uma área de rebordo do planalto apresentando encostas íngremes e relevo movimentado.

Como quarta área definiu-se as altitudes superiores a 300 m e declividades inferiores a 15%, caracteriza-se por apresentar uma topografia suave à levemente ondulada, constituindo o topo do planalto.

A quinta área é definida por encostas com topos planos e vertentes íngremes, com altimetrias inferiores a 300 m, regionalmente conhecidas como Cerros.

4.1.1 Mapa de Unidades do Terreno

O mapeamento das unidades de relevo é definem as áreas com parâmetro morfométrico homogêneo, tais como a altitude, amplitude, declividade e densidade de drenagem. Conforme Lollo *apud* Rodríguez (1992) existem duas maneiras distintas de serem realizadas as análises para a definição das unidades de relevo: o enfoque fisiográfico e o enfoque paramétrico. O enfoque paramétrico tem o objetivo de definir áreas diferençadas usando elementos representativos, como a declividade, a amplitude, a extensão e parâmetros da rede de drenagem.

O Mapa de Unidade de Terreno foi elaborado a partir do cruzamento das informações dos setores da drenagem com as unidades de relevo, dividindo-se a Bacia Hidrográfica do Arroio Inhacundá, os quais se organizam em 6 unidades, comforme mostra a figura 04.

Unidade I é a que se apresenta entre as declividades inferiores a 2%, a altitude não ultrapassam os 100 metros e está localizada na porção mais a jusante da Bacia Hidrográfica, no setor C em relação à análise da drenagem. Esta unidade ocupa uma área de 1637,95 hectares, ou seja, 4,55 % da área total da Bacia.

Unidade II é a unidade que se apresenta entre as declividades 2 a 15%, e as altitudes inferiores a 200 metros e estão inseridas dentro do setor C em relação à análise da drenagem. É a unidade que ocupa a maior área dentro da Bacia Hidrográfica, com 12.112,22 hectares, ou seja, 33,7 % da área total, correspondendo quase a totalidade das áreas à jusante da bacia.

Unidade III é a que se apresenta definida por encostas com topos planos e vertentes íngremes, regionalmente conhecidas como Cerros. Esta unidade apresenta-se ocupando uma pequena porção localizada à sudeste da porção mais a Jusante, a qual corresponde a 447,1 hectares, representando 1,25 % da área total.

Unidade IV é a unidade que se apresenta definida pelas declividades entre 2 a 15% e as altitudes são inferiores a 300 metros e encontra-se inserida nos setores A e B em relação ao comportamento da drenagem, ocupando a maior

área destes. Localiza-se na porção central da Bacia Hidrográfica, ocupando uma área de 8.044 hectares, ou seja, 22,45da área total.

Unidade V é a que apresenta sua definição caracterizada por apresentar suas declividades superiores a 15% e as altitudes superiores a 300 metros. Esta unidade localiza-se na porção centro - noroeste da bacia, ocupando uma área de 9.517 hectares, ou seja, 26,4 % da área total da Bacia. caracteriza-se por apresentar as declividades maiores que 15% e as altitudes superiores a 300 metros. Está inserida nos setores A e C quanto ao comportamento da drenagem sendo que ocupa a maior área destes.

Unidade VI caracteriza-se pelas suas declividades serem inferiores a 15%, e as altitudes superiores a 300 metros. Esta unidade encontra-se inserida no setor A quanto ao comportamento da drenagem, ocupando a área mais a montante da Bacia Hidrográfica, e também as áreas das encostas do divisor d'água da bacia na sua porção mais a montante. Ocupa uma área de 3.896,11 hectares, o que corresponde a 10,82 % da área total da Bacia Hidrográfica.

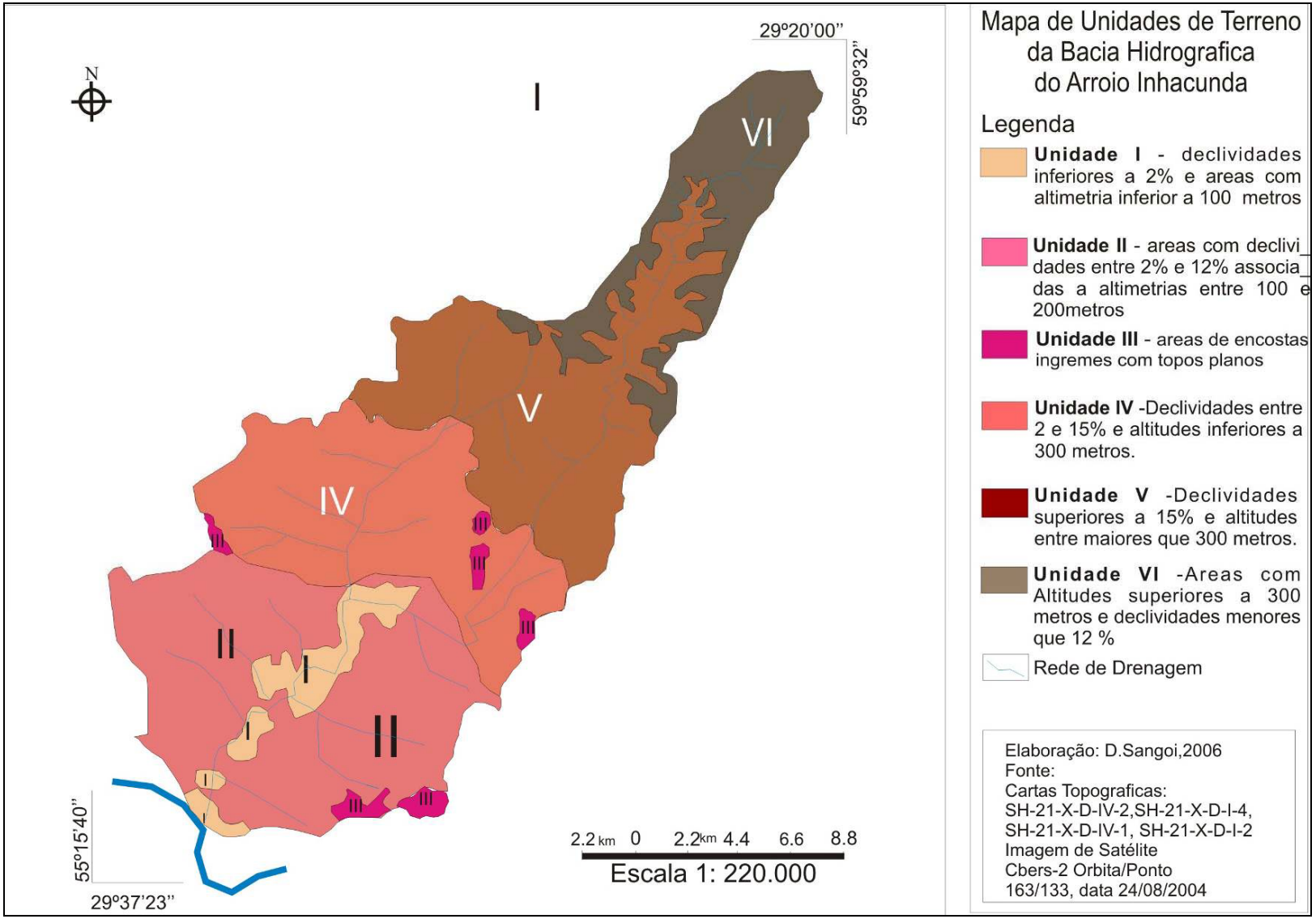

Figura 04 - Mapa de Unidades de Terreno da Bacia do Arroio Inhacundá

4.2. Análise da Geologia

O Levantamento geológico é fundamental para estabelecermos algumas relações entre o substrato geológico, e os outros componentes. As litologias e as estruturas estão indicadas na Figura 06. Desta Análise foram definidos seis compartimentos distintos.

A região da Bacia do Arroio Inhacundá está caracterizada pela presença geológica dos arenitos da Formação Botucatu e Formação Guará e as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, sub-dividas em 4 derrames, comformme figura 05

Os primeiros trabalhos sobre a geologia de São Francisco de Assis, recorrem a Marciel Filho,Meneghotto e Sartori, de 1971. Elaboraram o mapeamento em escala de 1:100.000 Esse trabalho registrou a presença na área do município, das formações Santa Maria do Triássico; a Formação Botucatu, de origem Juro-cretaceo, e Serra Geral de Origem Vulcânica e datado do Jurássico/Cretáceo. Os autores descrevem as rochas da área total do então município de São Francisco de Assis. Aparte Oeste do município de São Francisco de Assis desmembrou-se para se torna o novo município de Manoel Viana, em 1982.

A geologia da região foi descrita primeiramente por Mulher Filho et all (1971), e recentemente por Scherer et al. (2002). Segundo esses autores, nesta região a sucessão de fácies constituídas por interdigitação de sedimentos de origem lacustre, fluvial e eólicos, característicos da Formação Botucatu e da Formação Guará,sendo importante ressaltar o sistema de Falhas com direção NE-SW provocando assim grande movimentação tectônica, como mostra a figura 06.

Importante Contribuição à geologia estrutural foi ao trabalho de Carraro, Eick e Gammermann de 1985, no qual os autores, com base em fotos aéreas, estabeleceram importantes apontamentos sobre os falhamentos existentes na região, constatado que esses lineamentos possuem direção NW-SE, em sua direção principal, com fraturas combinadas e intercaladas em direção NE-SW, acarretando ainda uma série de blocos rebaixados.

Recentemente Scherer, Faccini e Lavina, em Capitulo Intitulado “Arcabouço Estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná” utilizando modernas técnicas de estudos estratigráficos elaboram uma nova Seqüência para a deposição durante o citado período, propondo uma seqüência Neo-jurassica, formada em ambiente de deposição Fluvio-eólico, a Formação Guará.

O primeiro compartimento é composto por rochas areniticas quartzosas com grânulos de sílicas. Apresenta-se com oxido de ferro que caracteriza sua cor vermelha, em geral é friável com estratos cruzados.

A Formação Guará, segundo a descrição de Scherer,Faccini e Lavina,2002, é constituída por uma sucessão de arenitos finos a conglomeráticos de coloração que vai do avermelhado ao esbranquiçado, com comportamento estrutural cruzado e/ou plano-paralelo, na região de São Francisco de Assis, a formação apresenta-se de arenitos grossos a conglomeráticos com estratificações acanaladas, de espessura variável, mas em média de 100 metros arenitos finos.

A Formação Botucatu, que foi descrita pela primeira vez por Gonzaga Campos em 1889 tem idade Jurássico-cretacea e compõe se de arenitos eólicos avermelhados, sedimentos inicialmente de características fluviais, sobrepostos por arenitos eminentemente eólicos, de granulometria média a fina, com estratificação cruzada, características de ambiente deposicional eólico. A espessura da Formação e variável, chegando atingir 100 metros

A sedimentação do Botucatu no Rio Grande do Sul foi estudada por Scherer (1988) apud Scherer, Faccini e Lavina (2002). Esse trabalho propõe a Formação Botucatu representa uma interação entre arenito-lava das formações vulcânicas subseqüentes, devido às observações entre os contatos lava-dunas. Esse contato acabou por formar uma camada silicificada superior que serve como feição mantenedora, tornando possível a ocorrência de erosão diferencial. A maior resistência dessa rocha, torna comum o aparecimento na região, de morros com topos planos, semelhantes às mesas das regiões de clima mais seco.

A Formação Serra Geral descrita inicialmente por White (1909) inclui os derrames basálticos que ocorrem no sul do Brasil, bem como as intrusivas associadas (sills, diques, etc) de idade Jurássica/Cretácea (Maciel Filho et al.,1971).

Ainda segundo esses os autores, as rochas principais da formação encontradas na região são os basaltos que se apresenta em vários derrames , formando patamares, sendo comum o fenômeno da esfoliação. Ressalta-se ainda a ocorrência de grandes áreas em avançado estado de alteração.Verifica-se entre os derrames a presença significativa de arenitos intertrápicos, de espessura bastante pequena

Compõe a Formação Guará, de idade jurássica, sendo,localizada principalmente na região Oeste do Rio Jagauri em direção Oeste.

A Formação Guará perfaz um total de 22114.32 hectares ou 61,43% da área total da bacia. Situada na área a jusante da bacia, Os solos sobre o Arenito Guará caracterizam-se pelos solos frágeis que se originam de seu intemperismo, esse solos naturalmente fragilizados, com pouco ou nenhuma estrutura origina os processos de arenização e voçoramento que são comuns na área.

A Área de contato entre os arenitos fluviais e o Derrame mais antigo (Primeiro Derrame) encontra-se capas de rochas silicificadas, de grande resistência à erosão. Essa resistência provoca um processo de erosão diferencial que foi descrita por inúmeros autores, como Ab'saber, Marciel Filho, e Suertegaray, pois esse processo resulta em morros com topos planos e vertentes abruptas.

O Primeiro Derrame de Rochas Vulcânicas (ácidas), ocupa uma fina camada delgada, situada entre as altitudes de 220 e 280 metros como podemos ver no croqui da Figura 04.

Ocupando, parte da região norte da bacia, O Primeiro Derrame tem uma área de 4200 hectares e corresponde a 11.67%

O segundo derrame de rochas vulcânicas, ocupa quase a totalidade da área mais encaixada do vale formado pelo arroio, o segundo derrame está situado entre as cotas de 280 e 340 metros, com pequenas variações, devido à falhamentos que cortam o vale no sentido NW-SE, e possui uma área de 3563.43 hectares, em 9.90% da bacia.

Entre o Segundo e o Terceiro Derrames, encontramos uma final camada de Arenitos intertrápicos, provavelmente originário da Formação Botucatu. Esses arenitos formam uma área de apenas 982 hectares, perfazendo 2,73% da área total da bacia .

O Derrrame Superior é composto por rochas vulcânicas do tipo ácidas, provavelmente com presença de quartzos nestas rochas. Ocupando a faixa que vai de 380 a 430 metros de altitude, esta camada tem 13,84% da área total da bacia e esta situada na porção mais ao norte da bacia, se estendendo por uma área de 4981,60 hectares.

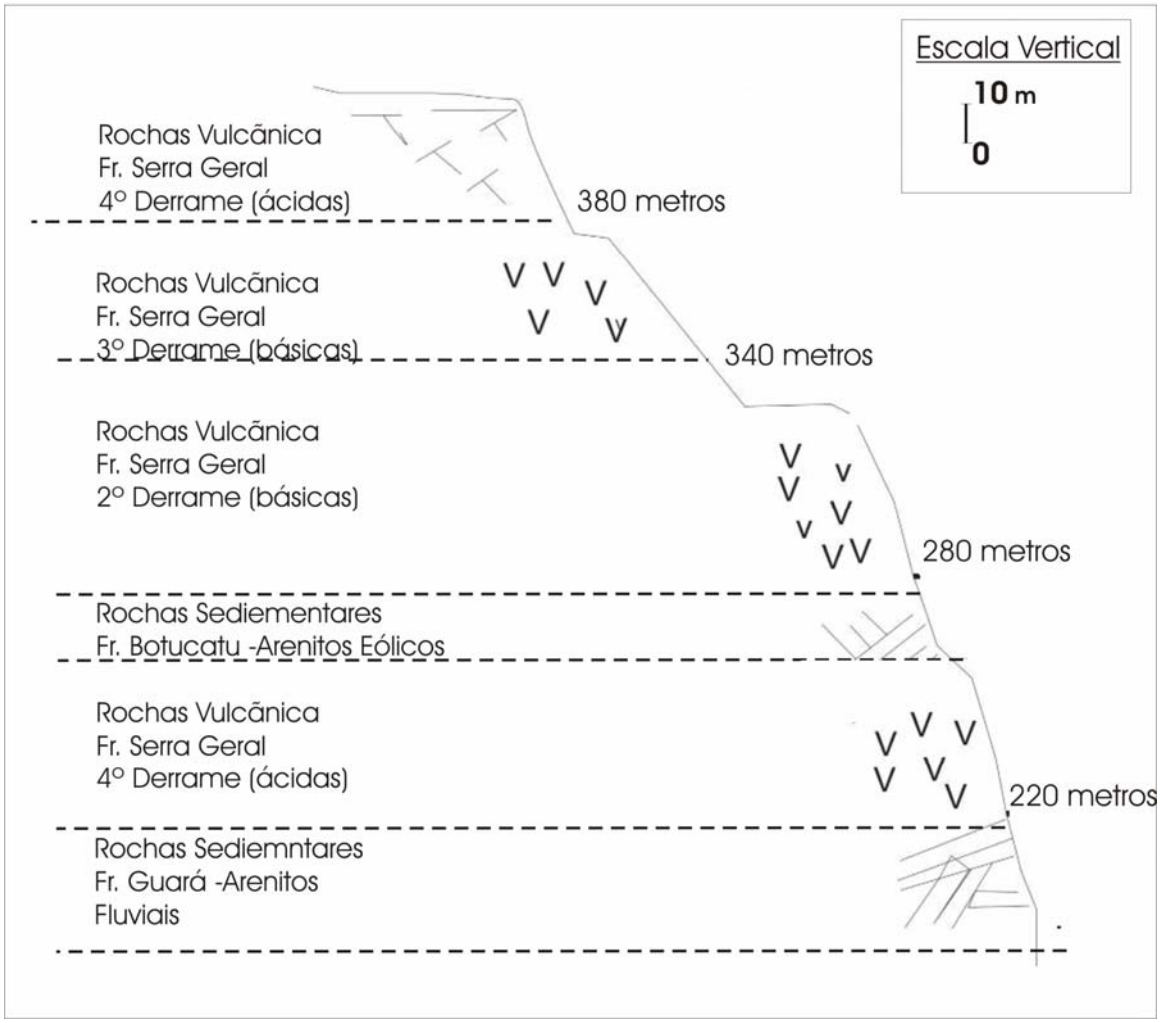

Figura 05 – Croqui sobre estratigrafia encontrada na Bacia do Arroio Inhacundá
Org: Sangoi.D.S.2005

Estruturalmente ainda é digna de nota a presença de um diábasio em forma de sill, próximo a sede do município, na antiga estrada para Alegrete.

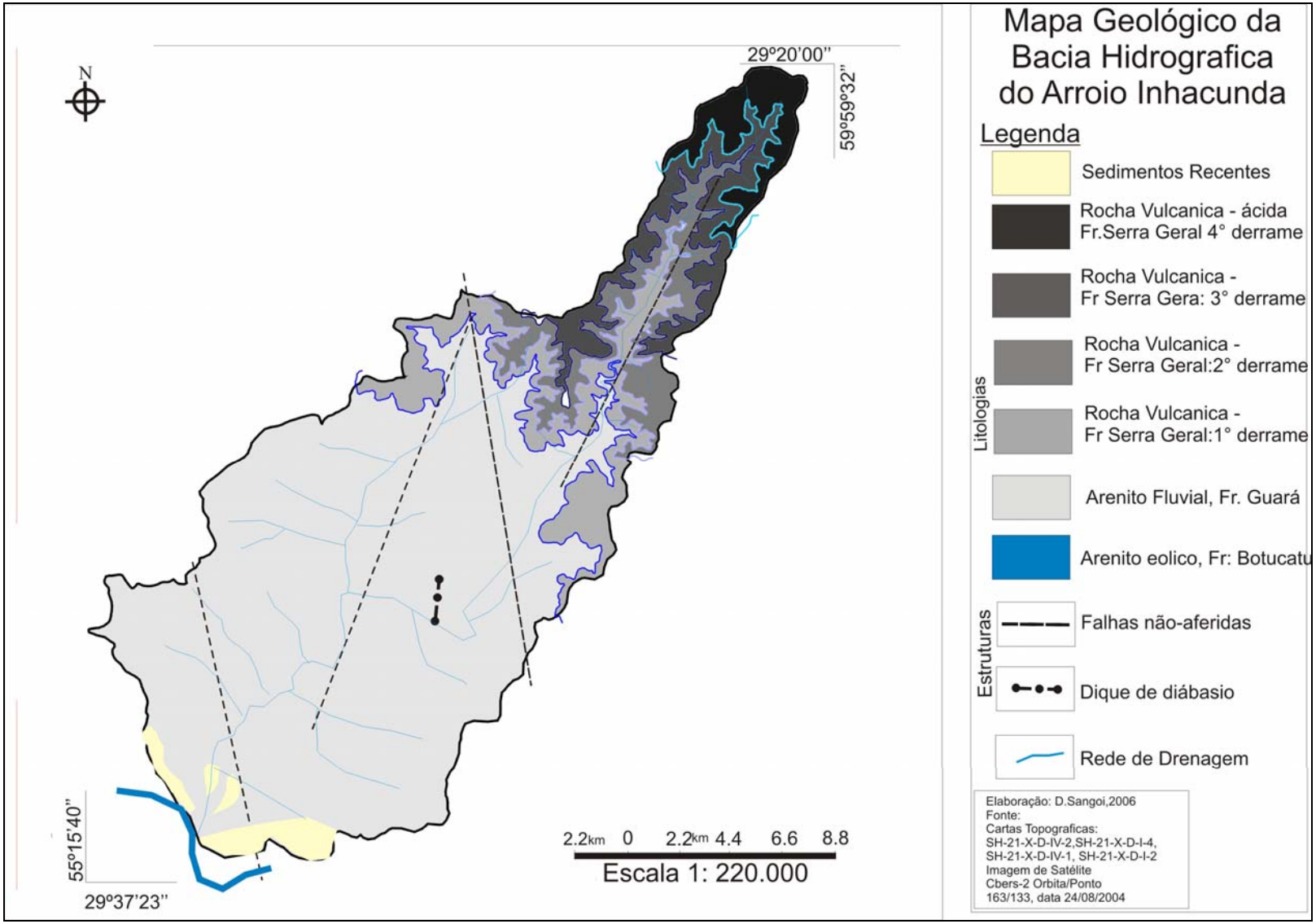

Figura 06 – Mapa Lito-pedológico da Bacia Hidrografia do Arroio Inhacundá

4.3 Ocupação do Espaço na Bacia do Arroio Inhacundá

A estrutura fundiária de São Francisco de Assis com suas grandes propriedades, reflete a grande concentração de terra. Está dentro da região historicamente ligada à criação de gado. De acordo com EMATER (2001), 73,7% das propriedades tem menos de 100 hectares, o que é considerado como pequenas propriedades visto que o modulo rural na região e de 25 hectares (INCRA,2004). Porém, os 26,30% restantes das propriedades, ocupam cerca 82,18% das terras do município! O universo da pesquisa abrange todos os 2.365 estabelecimentos rurais do município. Os pequenos proprietários rurais, com áreas de cerca de 20 hectares estão concentrados na região da encosta serrana, situada à leste do município e geralmente são de ascendência italiana (PMSFA,2004).

Como em quase todo restante do estado, a agricultura é o carro-chefe da economia assisense, responsável por cerca de 60% do PIB da cidade (IBGE, 2004). Esse aspecto que torna a economia da cidade muito sensível as oscilações das *comodites* num contexto mais globalizado.

Os principais produtos agropecuários são: o trigo, o soja, bovinos de corte e os ovinos, sendo que estes quatro produtos representam mais de 95% de todos os produtos agropecuários produzidos no município.

Segundo a EMATER (2001) as características do meio rural assisense registram duas regiões de aspectos bem diferenciados: a região a encosta do planalto e a região da planície à jusante.

A região das encostas do planalto, de relevo acidentado, e de boa produtividade, ocupado por pequenas propriedades rurais, com ênfase na produção para subsistência. A região da planície à jusante, com relevos planos e de produtividade baixa, afetada por problemas de vossorocamento intenso, onde predomina as grandes propriedades, voltadas para criação de ovinos, bovinos e plantação de soja em larga escala.

O mapa de ocupação do espaço, tem como objetivo principal estabelecer quais são as aços que estão sendo desenvolvidas em determinada área num intervalo de tempo pré-escolhido. Para elaboração deste mapa foram utilizadas imagens de satélite CBERS-2 de 24 de Agosto de 2004 e trabalhos de campo.foram estabelecidas Sete diferentes ocupações para o espaço total da bacia.

Nas margens a jusante do rio Inhacundá e de seu principal tributário, o Carai-Passo, encontra-se uma conjunção entre mata galeria, já bastante alterada pela ação antrópica, e o cultivo de arroz., ocupando uma área de 1760 hectares ou 4,88 % da área total da bacia, essa unidade não apresenta problemas muito significativos atualmente. Porém, o conflito pela água é uma possibilidade que não pode deixar de ser levada em consideração, uma vez que as lavouras orizicolas demandam grande quantidade de água, para seu desenvolvimento, levando a um represamento das águas do arroio.

Com 22.496 hectares e ocupando 62.5% da área total da bacia, as grandes propriedades agropastoris ocupam toda região a jusante da bacia, na Figura 06 observamos uma propriedade dentro desta área onde os processos de vossorocamento e arenização estão associados. Essas áreas apresentam boa fertilidade, porém o manejo inadequando, resultado de um histórico desleixo por parte de alguns donos das propriedades, solos arenosos mal formados, pouco estruturados e a retirada das gramíneas que através de seus sistemas de raízes, sustentam esses solos, provocam um aceleramento desses processos.

As áreas de Florestamento foram agrupadas em um modulo em separado, pois apresentam características diferenciadas. São produtos originalmente extrativistas, diferentes das culturas como soja e milho, tem um período entre o plantio e a “colheita” longo de cerca de 7 anos, o que torna as áreas ocupadas por essas atividades bem menos dinâmicas do que por exemplo as áreas com plantios de soja-trigo ou da criação de gado, onde a rotação de culturas ou a utilização do campos bem mais intensa. Outra característica especial desta área é que os florestamentos, são também uma tentativa de estabilizar os processos de arenização recorrente na área, fornecendo cobertura vegetal para os campo de areia,

protegendo-os do clima e dos ventos da região, evitando assim a expansão dos áreas pelas chuvas e pelos ventos.

Os Florestamentos de Pinus e Eucalipto estão localizados dentro da grande área onde predomínia as grandes propriedades com atividades voltadas para o mercado (ovinocultura, bovinocultura e plantações de milho e soja em larga escala). Apresentam uma área que perfaz um total de 1,56% da área ou seja 561 hectares Na Figura 07 observamos no local indicado pela letra “a” uma pequena plantação de pinus, e ao lado uma vossoroca.com arenização

Figura 07 **-** Plantação de pinus (a) e arenização associada com vossorocamento(b). Resultantes da associação de praticas inadequadas sobre solos

A quarta área é caracterizada por propriedades familiares de média a pequena dimensão (entre 100 e 25 hectares), localizadas em solos pouco profundos. Essas Propriedades estão localizadas próximas ao centro da bacia e ocupam um área de 3433 hectares.

A quinta área esta localizada nas vertentes íngremes que formam a parte do vale mais a montante da bacia. Caracterizada por minifúndios e pequenas propriedades de subsistência, de colonização predominantemente italiana; Essa área tem um total de 4602 hectares e possui 12.78 % do total das terras da bacia. Esta área possui solos muito rasos, associados à rochas expostas, que dificultam a mecanização agrícola, deslizamentos de terra são comuns,

A sexta área analisada fica localizada na porção mais ao norte da bacia, com 2577 hectares, essa área caracteriza-se por possuir uma vocação pela bovinocultura, em detrimento as atividades de plantio, motivada pelos solos pobres e com associação de alinhamento de rochas expostas.

A área urbana de São Francisco de Assis ocupa 568 hectares, o que representa 1,56% do total da ara que abrange a bacia. A cidade caracteriza-se por ser uma rota de passagem para as cidades mais desenvolvidas da região, Santiago, ao norte e Alegrete ao oeste, porém com uma rede de serviços e infra-estrutura frágil algumas áreas da cidade sofrem com um início de processo de arenização, motivado pela impermeabilização do centro da cidade.

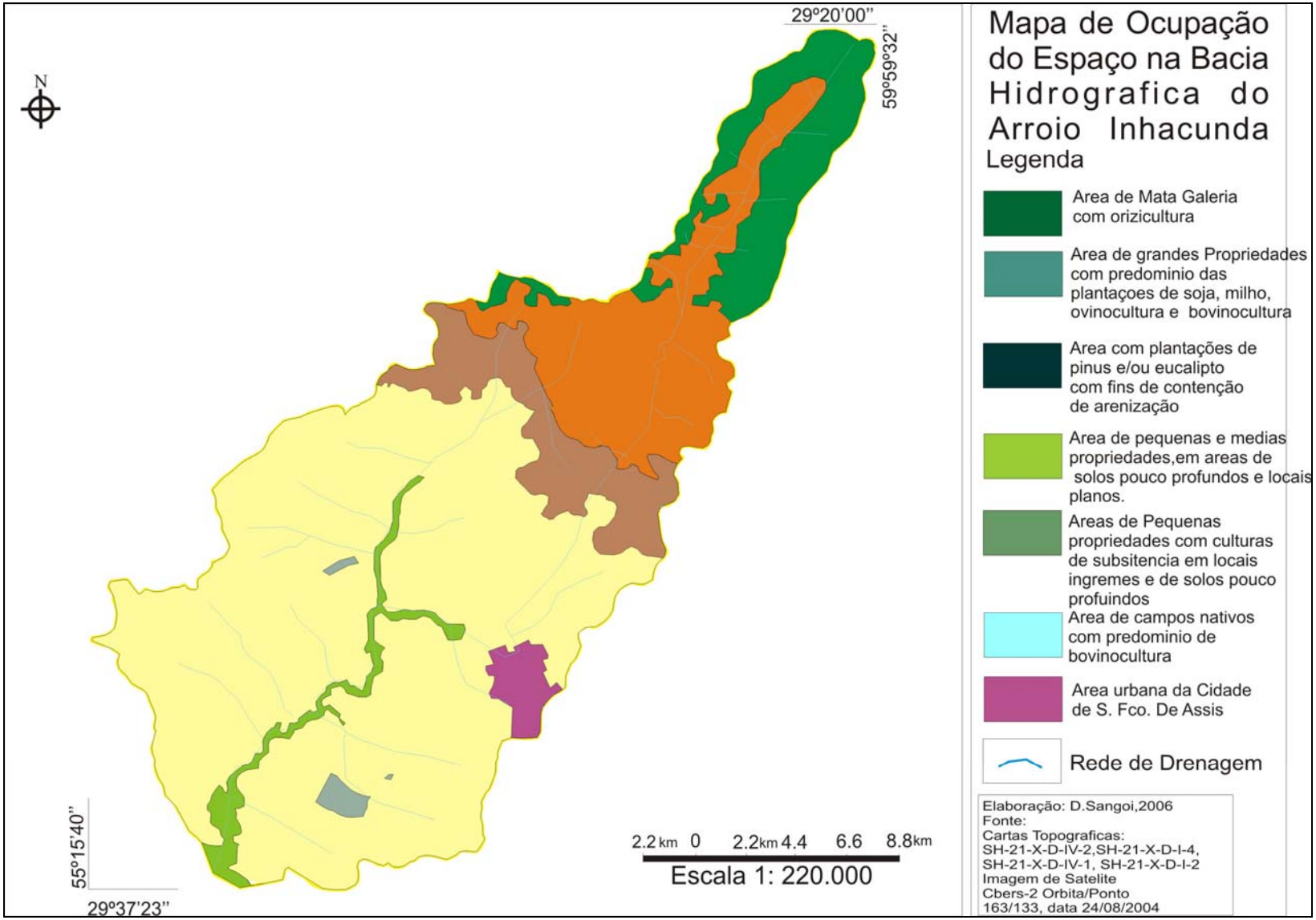

Figura 08 – Mapa de Ocupação do Espaço na Bacia do Arroio Inhacundá

4.4. Mapa de Feições Superficiais

O mapa de Feições apresenta três feições distintas:

Os areais, que são os campos de areia que ocupam quase sempre a base dos morros e das colinas, como observado na Figura 09.

Figura 09 **-** Areais em base de colinas

Na Área da bacia encontramos oitos áreas definidas de areias perfazendo o total de 380 hectares, localizadas na porção mais ao sul da bacia, sendo que desses oito, seis areais estão associados a encostas de morros e os outros dois estão localizados nas coxilhas, como podemos aferir segundo a figura 14

As Áreas de Vossorocamento, estão associadas a solos frágeis, elas estão principalmente localizadas nas cabeceiras de drenagem e ocupam 205 hectares. Localizadas principalmente na região sul da bacia, próxima da confluência do Inhacundá e do Ibicui. As duas maiores Vossorocas encontradas na bacia, são na verdade, varias Vossorocas associadas e acabam por formar uma paisagem bastante preocupante como podemos ver na Figura 10

Figura 10 - Vossorocamento, nota-se que a esquerda (indicado pela letra “a”), a vossoroca esta atingindo a lateral da estrada.

As áreas com afloramento de rocha perfazem uma área total de 4.58 hectares. Localizadas em três regiões: uma localizada na região central da bacia, delineando uma transição abrupta de topografia Figura 11

Figura 11 - Afloramento de Rochas (indicado pela letra “a”) em topo de Cerros. Na base observa-se bovinocultura extensiva.

Outra área de afloramento de rochas na extremidade Sudeste da bacia, como podemos observar na Figura 12**,** esses afloramentos de rochas estão situados em topos de morros isolados, sendo originados provavelmente de silicificação dos arenitos, que estão em contato com a primeira camada de rochas vulcânicas,

Figura 12 **-** Afloramento de rochas em Cerros Isolados, localizados na porção Sudeste da Bacia

E uma terceira área esta situada na porção setentrional da Bacia, Estes afloramentos estão associados ao contato das Rochas Vulcânicas do Terceiro,derrame com o derrame superior da bacia(constituído por rochas acidas). A Figura 13 mostra essas linhas de pedras, próximas a localidade de Vila Kramer.

Figura 13 - Afloramento de Rochas na porção Superior da Bacia

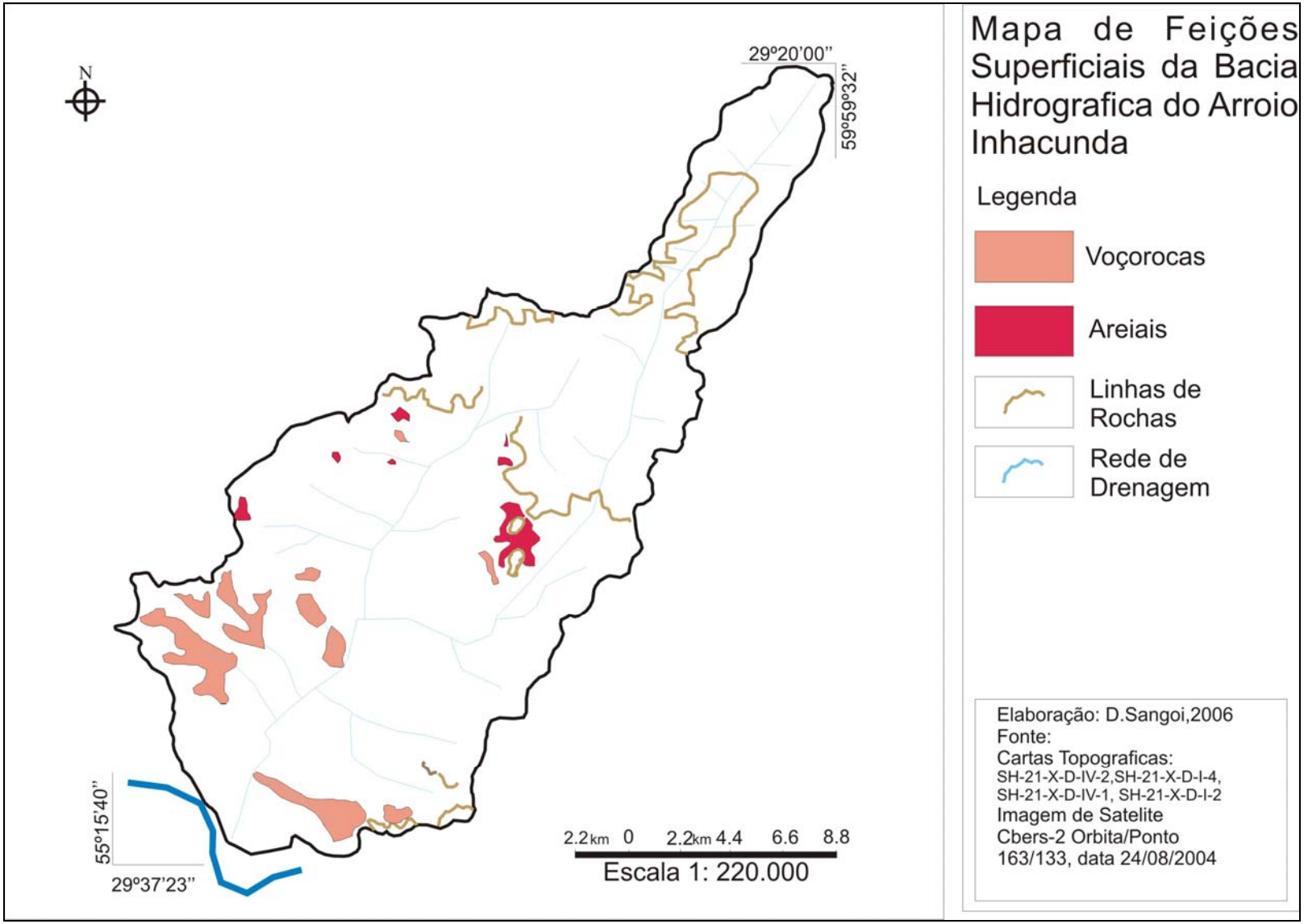

Figura 14 – Mapa de feições superficiais

4.5. Mapa Geoambiental

O mapa Geoambiental, é o resultado da integração dos outros quatro mapas aqui apresentados, esta "*soma*" possibilitou a criação de Sete Unidades Geoambientais, com características bastante homogêneas.

A unidade mais Setentrional é caracterizada por Terrenos planos, com declividades menores que 15% e com altimetrias superiores a 300 metros. Apresentando rochas vulcânicas e solos rasos com ocorrência de blocos de rocha exposta. A Ocupação Principal é a bovinocultura extensiva, aproveitando o pasto abundante, as principais restrições a essa área devem-se as rochas expostas, que indicam um processo de erosão laminar muito forte, com perda significativa do pouco solo que ocorre na área, esta Unidade possui de 3.896,11 hectares, o que corresponde a 10,82 % da área total da Bacia Hidrográfica.

A Segunda unidade localiza-se no vale superior do Arroio Inhacundá. Apresenta declividades superiores a 15% e em altitudes inferiores a 300 metros.apresenta litologia formada por Rochas Vulcânicas dos derrames básicos; a ocupação característica dessa unidade são as pequenas propriedades rurais, com agricultura de subsistência, as feições características dessa unidade são as linhas de pedra, pontilhada por áreas de vegetação nativa. A área total dessa unidade perfaz 4.824 hectares.

A terceira unidade esta localizada na porção do médio Inhacundá. Caracteriza-se por declividades superiores a 15% em cotas menores que 300 metros. Litologicamente há um predomino os arenitos Fluviais, sendo que as pequenas propriedades são características quanto a ocupação do espaço e as feições mais comuns são as linhas de rochas expostas que estão associadas a vegetação nativa que se encontram nas íngremes em costas.

A Quarta unidade tem como características marcantes o uso intensivo do solo por parte de grandes propriedades com plantação de soja, criação de gado .O constituinte geológicos da bacia são os arenitos fluviais no qual forma-se um solo

profundo, arenoso, precariamente estruturado, com grandes áreas de arenização e voçororcamento.

A Quinta unidade, é formada pela área urbanizada da cidade de São Francisco de Assis. Apresenta-se na transição de duas unidades de terreno (Unidades II e IV), com predomínio das características da Unidade II(Declividades inferiores a 12% e Altimetria variando entre 100 e 200 metros). Os arenitos fluviais predominam nesta unidade. Os principais problemas estão relacionados com cortes de estrada inadequados e a pequenos Vossorocamentos provocados por construções sem cuidados.

A ultima unidade esta localizada na várzea do arroio Inhacundá e de seu tributário o Carai-passo. É formada por áreas planas e baixas, com solos hidrormórficos, onde as matas galerias e a orizicultura disputas espaço. Esta área e protegida pelo código florestal, porém os agricultores invadem a área restrita para suas plantações aproveitando as águas do arroio. O manejo descuidado dos recursos hídricos, associados às técnicas de plantio obsoleta podem levar a um grave problema de assoreamento a montante do Arroio Inhacundá e a jusante do Rio Ibicui.

A Sétima Unidade apresenta declividades menores que 12% e uma altimetria entre 100 e 200 metros. Com predomínio de substrato de arenitos fluviais da formação Guará, os solos desta unidade são profundos e mal estruturados, conseqüentemente os processos de arenização e Vossorocamento são intensos, acentuados pela presença de grandes propriedades voltadas para a bovinocultura, ovinocultura e plantações de soja.

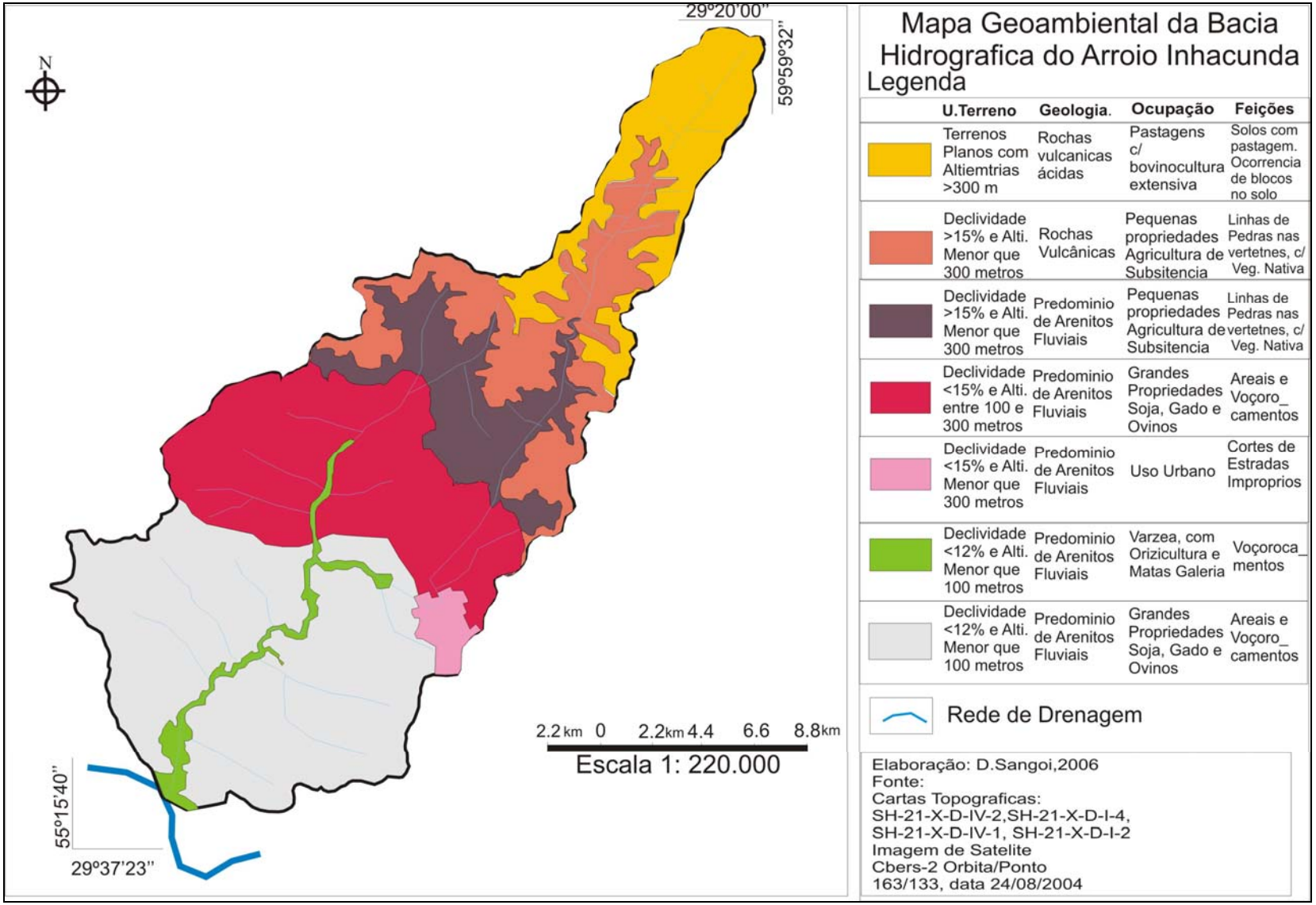

Figura 14 – Mapa de Unidades Geoambientais.

4.CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A utilização do *mapeamento geoambiental*, mostrou-s e eficiente, pois permitiu realizar uma avaliação correta e estabelecer algumas discussões sobre as potencialidades e restrições em uma área que apresenta uma diversidade interessante, com pequenos e grandes proprietários, problemas ambientais, usos e ocupações variadas.

A análise, interpretação e sobreposição dos quatro mapas, permitiram extrair uma gama de dados, de forma razoavelmente rápida e econômica. Pode-se afirmar ser esta uma técnica e um método válidos pra investigação dos problemas ambientais.

Pela superposição permitiu-se elaborar um *mapa geoambiental* que contempla todas as áreas da bacia do arroio Inhacundá, esta foi divida em seis grandes unidades. Notou-se que alguns fatores como geologia ocupação do espaço, influenciam mais que os outros, necessitando repensar a viabilidade de adotar-se um sistema e ponderação.

Os resultados mostram uma área com problemas potencialmente perigosos, pois o uso inadequado e excessivo do solo através de pisoteio excessivo do gado, se mostra uma pratica que beira a temeridade , pois e fato provado que este pisoteio irá provocar a aberturas de pequenas ravinas, que rapidamente evoluirão para as Vossorocas, que nesta região são medidas em centenas e centenas de metros.

Faz-se necessário repensar em todo o processo para acharmos uma saída para a situação, pois conclusivo que as atuais práticas levam a esta situação ambiental precária e com menos terras os proprietários, ficam cada vez mais descapitalizados, contraindo mais dividas e adquirindo mais gado e fazendo uma lotação que muitas vezes é duas, três vezes maior que o permitido.

Porem o que se vislumbra no horizonte é o “canto da sereia” a vinda da gigante sueco-finlandesa Stora ENSO, promete e ser a redenção de todos os problemas. Segundo *release* da secular empresa (fundada pelo rei sueco em 1288!) a empresa pretende i adquirir cerca e 1000000 hectares para plantação de

pinus e eucalipto para fabricação de celulose, e iria construir uma fábrica de celulose na região de Rosário. Somente a noticia de interesse da empresa fez a especulação por terras no município crescer, alem de provocar inúmeras discussões entorno de varias questões.

De um lado estão os Ambientalistas, que afirmam que as imensas plantações de pinus e eucalipto irão provocar impactos ambientais irreversíveis, pois irão destruir ecossistemas frágeis e que as culturas de eucalipto dependem de muita água, bem que começa a faltar na região.

Outro problema levantado pelos ambientalistas é relacionado com a perda da identidade cultural, afinal a região da campanha é tradicionalmente vista como uma terra de amplos vazios, de paisagem sem fim, e uma floresta de eucalipto iria proporcionar uma descaracterização deste ambiente.

Do outro lado estão os políticos, empresários e o governo do estado, o presidente Da Stora Enso para AMÉRICA latina, Nils Grasftron, afirma que a empresa irá trabalhar em contato com a comunidade ”A Stora Enso tem como objetivo incentivar os proprietários locais a estabelecerem suas proprias plantações, como uma oportunidade para o uso alternativo de suas terras”, afirmou ele em 19 de Janeiro de 2005.

O governo do Estado utiliza a justificativa de que a vinda da empresa seria mais um incentivo a combalida economia da metade sul do estado, a décadas estagnada e sem perspectiva de avanços econômicos.

Resta saber como essa discussão será resolvida, no fim das historia, pesando-se na balança da justiça, qual prato balançara , o que estiver o poder econômico, ou o que estiver o senso de preservação?

Recomenda-se para a *Unidade do Vale A montante do Inhacundá* um manejo adequado desta unidade requer a restrição a ocupação destas encostas por atividades agrícolas pesadas, pois o efeito do rastejo, pode desencadear processos de escorregamentos e corridas de lama em ocasiões de precipitação intensa.

Recomenda-se para a unidade esta localizada a jusante do arroio Inhacundá Como Ação de prevenção, é necessário, criar algumas alternativas para substituir a criação de bovinos e ovinos, que se alimentam das gramíneas que sustentam os frágeis solos. Por parte do ministério publico, cabe fiscalizar o limite de lotação de cabeças de gado por hectare para evitar o pisoteio excessivo

do gado, que em um curto espaço de tempo, provoca o surgimento de ravinas, que desencadeia todo o processo de vossorocamento.

Recomenda-se *para a Unidade de Áreas com problemas ambientais* ações que devem ser tomadas em dois estágios: a curto prazo e a médio e longo prazo. A curto deve-se buscar soluções de engenharia para contenção dessas áreas (barreiras vegetais, gabiões, entre outras soluções). A médio e longo prazo, a sociedade organizada deve fiscalizar e estimular os proprietários dessas áreas a utilizar outros métodos de plantio ou manejo animal. O poder público, em contrapartida, deve restringir ao máximo a utilização dessas áreas, seja através de fiscalização ou e taxação.

Recomenda-se para maior fiscalização por parte do poder público para a *Unidade Várzea do Inhacundá.* Essa área é protegida pelo código florestal, mas os agricultores invadem a área para suas plantações, aproveitando as águas do arroio. O manejo descuidado dos recursos hídricos, associado a técnicas de plantio obsoletas podem levar a um grave problema de assoreamento a montante do Arroio Inhacundá e a jusante do Rio Ibicui.

5. BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, A.N. **Relevo Brasileiro e seus Problemas**. Vol 1, (135-217).Companhia Editora Nacional. São Paulo-Sp.1964

_____. Um Conceito de Geomorfologia A serviço das Pesquisas do Quaternário. **Geomorfologia** n° 18. Igeog –USP, São Paulo.1969

_____`Problemática da Desertificação e da Savanização no Brasil Tropical**. Geomorfologia**, São Paulo: USP,n° 210,1970

_____A revanche dos Ventos. Derruição de solos areniticos e formação de areias na campanha gaúcha.**Ciência e Ambiente**,1995. 11:7-31

_____ **Os Domínios de Natureza no Brail: Potencialidades Paisagísticas.São Paulo: Ateliê editorial,2003**

ANJOS, C.A.M; NETO, J.V.F; CERRI, L.E.S. & GANDOLFI, N. **Um Modelo para Avaliação de Risco em Áreas Urbanas.**in 9ª CBGE,Unesp/Rio Claro.1999

AUZANI,G.M. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da arenizaçãono 1° distrito de São Francisco de Assis-RS.** 2003.129f.Dissertação (Mestrado em Engenharia Agricola) – Universidade Federal de Santa Maria,Santa Maria,2003.

Ave-Lallemant,R**. Viagem pela Província do Rio Grande do Sul(1858).**São Paulo:Itatiaia/Usp,1980.

Barros Sartori, M.G. 1978 AS Diversas Fase dos Tipos de Tempo em Santa Maria, Ciência e Ambiente,1983

BIGARELLA, J.J.; BECKER, B. & DOS SANTOS,A**. Origem das paisagens tropicais e subtropicais.** Florianópolis: Edufsc. 1994 v. 3

BIRROT, P **La Geomorphologie. ,1964**

Carraro, Eick e Gammermann de 1985**.Mapa Geologico Domo do Itu, escla 1:250000** .IGEO, UFRGS.1985.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgard Blucher,1974.144p
_____.**Geomorfologia Fluvial**. Rio Claro: Edgard Blucler,1981.313p

Chorley, M. Modelos Para Geografia. São Paulo: Edusp1972.

COOKE R.U.& DOORNKAMP J.C**.Geomorphology in Environmental management: an introduction.** Clerendon Press.Oxford.1974.

Cunha,S.B. & Guerra A.J.T.Degradação Ambiental.In: Guerra,A.J.T. E Cunha,S.B.Gormofologia r Mieo Ambeinte.2ª Ed. Rio de Janeiro;Bertrand Brail.2001,p337-379.

CUNHA,C.M.L.;MENDES.I.A. & SANCHEZ,M.C. A cartografia do relevo; uma Análise Comparativa de técnicas para Gestão Ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**,2003.

DE BIASI, M**. Carta de Declividade de Vertente: confecção e utilização.** São Paulo: IG/USP,1970.16p.

DUARTE, P.A. **Cartografia Básica**. Florianópolis; Edufsc,2ª Ed. 1988.182p(serie didática)

DOLFFUS.R. **Geomorfologia**.São Paulo: Edusp 1973

DOORNKAMP, J.C. & KING. C.A.M. **Numerical Analysis in Geomorphology-An introduction**. New York: St. Martin's Press, 1971

EMATER/RS, Escritório Municipal de São Francisco de Assis. **Relatório Ações e Resultados/2001** (2001)

FIORI,A.P. Metodologias de Cartografia Geoambiental.In: V Simpósio Brasilerio de Cartografia Geotécnica e Geoambiental.São Carlos: **anais**,2004

GREGORY, K.J**.** A **Natureza da Geografia Física.** São Paulo: Bertrand Brasil,1992.367 p.

GUERRA, A.T**. Dicionário Geológico –geomorfologico.** Rio de Janeiro: IBGE,8ª Edição,1993

Guerra, A.J.T. & Cunha,S.B.da. **Geomorfologia e Meio Ambeinte**.Rio de Janeiro: Bertrand Brasil,1996

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE .Disponível em : www.ibge.gov.br/população. acesso em novembro de 2005

IBGE. **Noções Básicas de Cartografia.** Ed. IBGE, Rio de Janeiro, 2002.

IPT. **Manual de ocupação de encostas**. São Paulo: IPT,1991.298p

IPT. **Notas Explicativas para mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo : IPT,1981.

INFRATI JR,N. & Fornasari Filho,N. Processos de Dinâmica Superficial. **In: Geologia de Engenharia**.Antonio Oliuveria & Sergio Brito.são Paulo: Abge.1998

LAZARROTO, D.R. Sensoriamento Remoto. **In: Fator Gis**. Disponível em www.fatorgis.com.br. Acesso em abril de 2003

LIBAULT, A. Os quatro níveis da pesquisa Geográfica. **Métodos em questão**. São Paulo:USP,1971 nº1.

LIMA, O.P; LIMA, R.F.P; CARVALHO, J.B.; OLIVEIRA,R. Denominadores dos Produtos da Cartografia assistida por Computadores.**MundoGeo**. São Paulo. 2003

LOLLO, J.A**. O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadricula de Campinas**.(Tese de doutoramento. EESC/USP), São Carlos, 2v, 1996,253p.

LOLLO, J.A. & ZUQUETTE,V. **Avaliação do Terreno aplicada a Elaboração do processo de mapeamento geotécnico**. Apostila SGS-820-Aerofotointerpretação e processos de elaboração de mapeamento geotécnico. (1997)

MARCHIORI, J. **Fitogeografia do Rio grande do Sul: campos sulinos.** Editora da UFSM.2004

MARCIEL FILHO C.L.,MENEGHOTTO E & SARTORI;P.L. **Geologia do município de são Francisco de Assis-RS**. Santa Maria.1971

MEDEIROSE.R, VEIGA P. E MULLER Fº,I.L. O mesozóico no Oeste do Estado doRIograndе do Sul(São Francisco de Assis e Alegrete). **ACTA Geológica Leopoldensia.**São Leopoldo,v.29,1989.p49-60

MERCEJAKOV,J.P. Les Concepts de morphostructure et de morphosculture. **Annales de Geographie**,nº423.1968

MULLHER FILHO,I.L. Notas para o Estudo da Geomorfologia do Rio Grande do Sul. Imprensa Universitária-UFSM.**Publicação Especial**,n°1.1970

NIMER,E. **Climatologia do Brasil**.Rio de Janeiro: IBGE,2ª Edição,1989

NOVO, E.L.M. **Sensoriamento Remoto - principios e aplicações**.são Paulo:Edgard Blucher,1998.308p

OLIVEIRA, A. M. S. et al. **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS. **Quantificação de dados do município de são Francisco de Assis,RS**. 1993

RICHÉ G.R. **Stratification du melier exemplede ouriours**.Les Cahiers de la rechercher deveolmpment.nº24.1989. T.

ROBAINA, L.F; CASSOL, R.& MEDEIROS, E.R. Unidades de Landforms na Bacia do Arroio Cadena, Santa Maria –RS. **Ciência e Natura**. Santa Maria : UFSM, Nº24:139-152,2002

RODRIGUES,E.B. E PEJON, A. Importância dos Landforms na elaboração de cartas de susceptibilidade aos movimentos de massa na região de Aguas de Lindoia/SP. in: III Congresso Brasileiro de Cartografia Geotecnica**. anais**. São Paulo,1992

ROCHA, J.S.M. **Manejo integrado de Bacias Hidrográficas**. Santa Maria/RS. Ed: Universidade Federal de Santa Maria.1989.

ROSS J.L.S. **Geomorfologia, Ambiente e planejamento**.Editora Contexto,São Paulo-SP,1991.
_____O registro cartográfico dos fatos geomorfologicos ea questão da taxonomiado relevo.**Revista do dep de Geografia n**°6 (17-29)FFLCH/USP.São Paulo-SP. 1992

SALOME,A.L. e VAN DORSSER, H.J. Exemple of 1:50.000 scale geomorphological mapos of part of the Ardennes. **Annals Of Geomorpholoy**, Stuttgart:1982. Vol 26 Nº4,pgs 481-489.

SANCHEZ,M.C. Sugestões para elaboração de cartas morfométricas em áreas costeiras e cristalinas. **In: V simpósio de Geografia Física Aplicada**. Anais .São Paulo,1993.

SANGOI, D. S Et al. Mapeamento de Landforms na bacia Rio Inhacundá, São Francisco de Assis/RS.**Geosu**l.Florianopolis. V 12

SCHEIDEGGER, A.E. **Theoretical Geomorphology**. 2ª Ed. New York: Springer-Verlag.190

SCHERER, C.M. DOS S.; FACCINI U.F.& LAVINA.,E.L, .Arcabouço Estratigráfico do mesozóico da bacia do Paraná. In: **Geologia do Rio Grande do Sul** /Michael Holz & Luiz Fernando de Ros.Porto Alegre :Cigo/Ufrgs.Edição revisada.2002

SOUTO, J.J.P. **Deserto, uma Ameaça? Estudo dos núcleos de Desertificação na Fronteira do Sudoeste do Rio Grande do Sul**.Porto Alegre: Secretaria de Agricultura/DRNR,1985

SPRING. Introdução ao sensoriamento remoto. **In: Manual do iniciação ao Spring**.São Jose dos Campos: Inpe.2002

STRECK et Al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/UFRGS,2002. 105 p

STRAHLER, A.N. **Geografia Física**. Barcelona: Omega.1974,489p

SUERTEGARAY ,D.M.A. O Rio Grande Descobre seus “desertos”.Santa Maria. **Ciência Ambiente,**1995 11:33-52

_____**Deserto Grande do Sul:controversia**. 2 ed. Porto Alegre: ed. Da universidade/Ufrgs,1998.

_____**Atlas de Arenização.Sudoeste do Rio Grande do Sul**.2001 Porto Alegre: Ed da universidade 2001

Suertegaray,D.M.A; Basso,L.A. e Verdeum,R. Ambiente e Lugar no Urbano: A Grande Porto Alegre. Porot Alegre: Ed. Da Universioade/Ufrgs,2000.239 p

TEIXEIRA, A.L.A. & CHRISTOFOLETTI, **A. Sistemas de Informação Geográfica – Dicionário ilustrado**. Hucitec, São Paulo, SP,1997

TOMINAGA,L.K. *ET ALL.* Avaliação de risco Geológica para aplicação em instrumentos para gestão Ambiental.**In VI simpósio Nacional de Controle de erosão.** São Paulo, 1998

WERLANG, M. K. ConFiguração da rede de drenagem e modelado do relevo : conformacao da paisagem na zona de transição da Bacia do Paraná na Depressao Central do Rio Grande do Sul 2004. (tese de Doutoramento)

ZUQUETTE, L.V. E GANDOLFI N. Cartografia Geotécnica. São Paulo:Oficina de Textos,2004.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo