

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Estudo em áreas de ocupação urbana com fatores de risco: O caso do Bairro

Córrego Grande – Florianópolis – SC.

**Dissertação de Mestrado Submetida ao
Curso de Pós- Graduação em Engenharia
Civil – Opção Cadastro técnico
Multifinalitário, como parte dos requisitos
para a obtenção do Título de Mestre em
Engenharia Civil**

LIANE DA SILVA BUENO

FLORIANÓPOLIS- SC

2000

***Estudo em áreas de ocupação urbana com fatores de risco: O caso do
Bairro Córrego Grande – Florianópolis – SC.***

Liane da Silva Bueno

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil

Área de Cadastro Técnico Multifinalitário

Orientadora: Profa. Édis Mafra Lapolli, Dra.

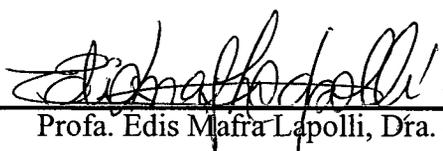
Florianópolis – SC

2000

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação defendida e aprovada em 25 / 02 / 2000,

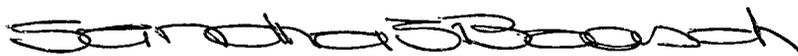
pela comissão examinadora:



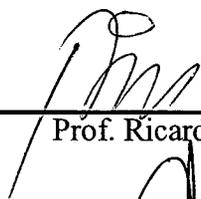
Prof. Edis Maíra Lapolli, Dra. – Orientadora – Moderadora



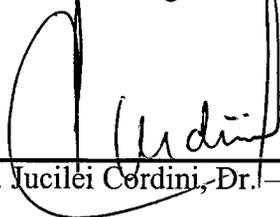
Prof. Lia Caetano Bastos, Dra.



Prof. Sandra Sulamita Nahas Baasch, Dra.



Prof. Ricardo Wagner ad-Víncula Veado, Dr.



Prof. Jucilei Cordini, Dr. – Coordenador do CPGEC

*Dedico este trabalho ao meu marido **Eduardo**,
companheiro amigo, parceiro na conquista
desta pesquisa, com total incentivo e apoio.
Dinho, obrigada pelo teu amor!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Professora Ana Maria B. Franzoni, pelos conhecimentos de Sensoriamento Remoto transmitidos, pelo apoio no fornecimento de materiais bibliográficos, pela atenção e principalmente por sua amizade.

Ao professor Juércio Mattos, agradeço sua atenção e sugestões com sua experiência e sabedoria, indicando o melhor caminho.

As professoras Regina Davison Dias e Glaci Trevisan Santos pelos empréstimos de materiais cartográficos e bibliográficos.

Ao professor Luiz Antônio Paulino, agradeço pela ajuda na edição das curvas de nível.

Aos colegas Luciana Maria dos Santos, Fernanda Ferrari e João Carlos von Hohendorf Filho, pela participação, que, de uma forma ou de outra, colaboraram para que este trabalho fosse realizado.

Ao colega João Wanka, meus agradecimentos por sua participação na edição final dos mapas.

Ao LABCIG, em especial ao colega Sálvio Vieira, pelas diversas colaborações durante o período do curso.

Ao IPUF, pelo fornecimento de materiais em meio digital, colaborando com a viabilidade deste trabalho.

À professora *Édis Mafra Lapolli*, agradeço a oportunidade de ter sido sua orientanda, por sua experiência e profissionalismo; incentivo e dedicação; doação e carinho.

Profa. Édis, obrigada pelo seu apoio!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	X II
LISTA DE FOTOGRAFIAS	XIII
LISTA DE TABELAS	XIV
LISTA DE ANEXOS	XV
RESUMO	XVI
ABSTRACT	XVII
1 – INTRODUÇÃO	01
1.1 - ORIGEM DO TRABALHO	01
1.2 - OBJETIVOS DO TRABALHO	02
1.2.1 - Objetivo Geral	02
1.2.2 - Objetivos Específicos	02
1.3 - IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	03
1.4 - ESTRUTURA DO TRABALHO	04
2 – ÁREA DE ESTUDO	05
2.1 – INTRODUÇÃO	05
2.2 - LOCALIZAÇÃO	07
2.3 - CARACTERIZAÇÃO	07

3 – FUNDAMENTAÇÃO	11
3.1 - ÁREA DE RISCO GEOTÉCNICO	11
3.2 - EXPANSÃO URBANA EM ÁREA POUCO FAVORÁVEIS A OCUPAÇÃO	12
3.3 – MAPEAMENTO TEMÁTICO	13
3.4 - MAPEAMENTO GEOTÉCNICO	14
3.5 – PLANEJAMENTO URBANO	15
3.6 – SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	16
3.6 - SENSORIAMENTO REMOTO	20
3.7 – MAPA DE DENSIDADE DE DRENAGEM	26
3.8 - LEGISLAÇÃO	29
4 – MATERIAL E MÉTODO	31
4.1- AQUISIÇÃO DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO	31
4.2 – SELEÇÃO DE PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO E TÉCNICAS INTERPRETATIVAS	33
4.3 – DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS INTERPRETATIVOS DOS PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO E DADOS EXISTENTES	33
4.3.1- Critérios para a determinação das áreas impróprias a ocupação urbana	34
4.3.2 - Critérios para a determinação das áreas impróprias a ocupação urbana segundo as Características Geotécnicas	34
4.3.3 - Critérios para a determinação das áreas impróprias a ocupação urbana segundo a Densidade de Drenagem da área de estudo	35
4.4 - MAPA DE DECLIVIDADE	37
4.5 – MAPA DE CLASSES DE DECLIVIDADE SEGUNDO A	

LEGISLAÇÃO	38
4.6 – MAPA DE ZONAS DE VARIAÇÃO DE PERMEABILIDADE	41
4.7 - MAPA DE SOLOS	44
4.8 – AVALIAÇÃO DE DADOS	48
4.9 – SUPERPOSIÇÃO DO MAPA de DECLIVIDADE COM O MAPA DE ZONAS DE VARIAÇÃO DE PERMEABILIDADE	48
4.10 – INTEGRAÇÃO DOS MAPAS	50
4.11- TABELA DE CLASSES	52
4.12 - MAPA DE CLASSES PARA OCUPAÇÃO URBANA	52
4.13 – ANÁLISE DOS RESULTADOS	54
4.14 - AVALIAÇÃO FINAL	54
4.15 – ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DE PESQUISA: DISSERTAÇÃO	54
5 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS	55
5.1 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	55
5.2 -- ANÁLISE DA ELABORAÇÃO DOS MAPAS	55
5.2.1 - Mapa de Declividade Segundo Legislação	56
5.2.2 - Mapa de Zonas de Variação de Permeabilidade	56
5.2.3 - Mapa de Solos	57
5.2.4 - Superposição dos Mapas de Declividade com Mapas de Variação de Permeabilidade	57
5.2.5 - Integração dos Mapas	58
5.3 – MAPA DE CLASSES PARA OCUPAÇÃO URBANA	58

5.4 – ANÁLISE DO SOFTWARE Idrisi for Windows V. 2.0, UTILIZADO NO GEOPROCESSAMENTO	66
6 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	67
6.1 - CONCLUSÕES	67
6.2 - SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	68
BIBLIOGRAFIA	69

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2. 1 – Localização da Área de Estudo	09
FIGURA 4. 1 – Fluxograma de Trabalho	32
FIGURA 4. 2 – Mapa da Rede de Drenagem Natural	36
FIGURA 4. 3 – Mapa de Classes de Declividade segundo a Legislação	40
FIGURA 4. 4 – Mapa de Zonas de Variação de Permeabilidade	43
FIGURA 4. 5 – Mapa de Solos	47
FIGURA 4. 6–Superposição do Mapa de Declividade com o Mapa de Zonas de Variação de Permeabilidade	49
FIGURA 4.7 – Integração dos Mapas	51
FIGURA 4. 8 –Mapa de Classes para Ocupação Urbana	53

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 2.1 – Vista da Área de Estudo	06
Fotografia 2.2 – Vista da Área de Estudo	06
Fotografia 5.1 – Inundação do Parque São Jorge	61
Fotografia 5.2 – Rio Córrego Grande	62
Fotografia 5.3 – Vista Panorâmica do Parque São Jorge	62
Fotografia 5.4 – Inundação da Av. Itamarati	63
Fotografia 5.5 – Terrenos Inundados	63
Fotografia 5.6 – Detalhe da Força d'água no Morro do Padre Doutor	64
Fotografia 5.7 – Detalhe de estragos ocasionados pela enxurrada	64
Fotografia 5.8 - Detalhe de deslocamento de arbustos e solos	65
Fotografia 5.9 – Verdadeiras Cachoeiras no Morro do Padre Doutor	65

LISTA DE TABELAS

TABELA 4. 1 – Reclassificação do Mapa de Declividade por Faixa	38
TABELA 4. 2 – Tabela de Classes	52

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I – MAPA DE CLASSES PARA OCUPAÇÃO URBANA

RESUMO

BUENO, Liane da Silva . *Estudo em áreas de ocupação urbana com fatores de risco: O caso do Bairro Córrego Grande – Florianópolis – SC.*

O processo de expansão urbana vem crescendo de maneira vertiginosa na maior parte das capitais brasileiras, ocupando áreas que poderão tornar-se potenciais de riscos, tais como, deslocamentos de blocos e inundações. Florianópolis não foge a regra, pois tem apresentado um processo de expansão urbana de maneira desordenada, atingindo encostas e topos de morros, criando assim, a necessidade da localização de áreas passíveis de ocupação. Por existirem regiões com diferentes características de ocupação, pode-se encontrar áreas onde o planejamento está comprometido devido a intensidade de formas de ocupação, e outras onde é possível planejar desde que haja interesse e informações a respeito do meio físico (ZUQUETE, 1991). Esta pesquisa visa levantar as prováveis áreas de ocupação de risco, analisadas sob fatores técnicos, através de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, a partir de aspectos geotécnicos, declividade e a permeabilidade, em uma área em processo de expansão e que já tenha registros de deslizamentos de blocos e de inundação. Verifica-se estas ocorrências no Bairro Córrego Grande localizado na Bacia do Itacorubi, servindo, portanto, como área teste. A idéia básica desta pesquisa é a de fornecer subsídios para tomada de decisão quanto as alternativas de prevenção de risco e a partir daí implementá-las a nível municipal, na gestão integrada ao processo de expansão urbana.

PALAVRAS CHAVE: Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento, Áreas de risco.

prevenção

4

#

#

ABSTRACT

BUENO, Liane da Silva. *Study of Urban occupation area with risk factor: The Case of Córrego Grande - Florianópolis-SC, Brazil.* Florianópolis, 2000 – UFSC, Santa Catarina.

The process of urban expansion is being growing in a dizzy way in most part of Brazilian capitals, taking areas that could turn high risk area, like block displacement and floods. Florianópolis doesn't escape the rules, but has shown a process of urban expansion in a disorganized way reaching Slopes and Hilltop, creating so the needs of localization of inactive areas of occupation. Because of the existing areas with different characteristics of occupation, can be find areas where the planning is under obligation due to the intensity of form of occupation, and others where planning is possible from an existing interest and information respect to a physical way (ZUQUETE. 1991). This research aim to raise-up the probable area of occupation of risk analyzed over technical factors, through remote sensor technics and geoprocess from geotechnic aspect, Sloping and the permeability in an area which is in process of expansion and that already have records of block displacement and floods, verify this incident in the Corrego Grande District situated in the Bacia do Itacorubi serving as a testing area, the basic idea of this research is to provide aid for to take decisions whatever the alternative of risk prevention and from there implement them in a municipal level with administration integrity to the process of urban expansion.

KEYWORDS: Remote Sensing, Geoprocess, Risk Area

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 ORIGEM DO TRABALHO

Florianópolis, assim como a maioria das capitais brasileiras, passa por um processo de expansão urbana um tanto quanto desenfreado, onde a ocupação urbana em encostas, devido principalmente à imigração de famílias de baixa renda, que procuram nos arredores do centro da cidade uma perspectiva maior de trabalho, tem intensificado um processo desordenado, atingindo ocupações em áreas consideradas de risco geotécnico e pluviométrico.

Segundo RAIMUNDO (1998), as encostas aparentemente homogêneas e estáveis, podem tornar-se superfícies potenciais de escorregamento, devido à presença de intensas camadas de argila, que sofrem com a infiltração de água, além dos altos índices pluviométricos nas estações das chuvas sobre a superfície. Para este estudo, escolheu-se como área teste o bairro Córrego Grande e seu entorno.

Por verificar-se baixa qualidade técnica das edificações, falta de um sistema de drenagem eficiente para as águas pluviais e o comportamento dos solos em encostas, propõe-se através de técnicas de geoprocessamento, determinar os limites das áreas consideradas de ocupação de risco tanto ao nível geotécnico, devido a possíveis deslizamentos de blocos, como em áreas inundáveis, no sentido de subsidiar aos órgãos de planejamento uma metodologia de prevenção a possíveis catástrofes, restringindo determinadas implantações.

Atendendo-se, dessa forma, a própria Constituição do Estado de Santa Catarina, citada pelo CECCA, (Centro de Estudos Cultura e Cidadania,1997), que define no artigo 141 que o Estado e o Município assegurarão uma política de uso e ocupação do solo que garanta o controle da expansão urbana e a manutenção das características do

ambiente natural e assegure a criação de áreas de especial interesse social, ambiental, turístico ou de utilização pública. Também menciona a referida Constituição, no Capítulo VI, que é integralmente dedicado ao meio ambiente, afirmando que cabe ao Estado: “preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais(...); “preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético(...); proteger a fauna e a flora...; definir em todas as regiões do estado, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos..., e, finalmente no artigo 184 encerrando o capítulo do Meio Ambiente descrevendo como área de interesse ecológico: a Mata Atlântica; a Serra Geral; a Serra do Mar; a Serra Costeira; as faixas de proteção das águas; as encostas passíveis de deslizamento.

Pelo exposto, e com a idéia básica de fornecer subsídios para tomada de decisão quanto às alternativas de prevenção de risco e a partir daí implementá-las a nível municipal, na gestão integrada ao processo de expansão urbana, teve origem este trabalho.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.2.1 Objetivo Geral:

Esta pesquisa visa identificar áreas de ocupação urbana com fatores de risco, analisadas sob critérios técnicos e ambientais, utilizando técnicas de geoprocessamento.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Estudar os aspectos geotécnicos e hidrológicos visando a delimitação das áreas não aconselháveis à ocupação urbana na área teste;
- Utilizar técnicas de geoprocessamento na identificação dessas áreas;
- Contribuir com os órgãos municipais de planejamento, através de uma metodologia que venha determinar as áreas não aconselháveis à ocupação urbana, prevenindo

possíveis acidentes e a partir daí subsidiar a criação de leis que venham direcionar de forma mais consciente e segura o processo de expansão urbana.

1.3 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TRABALHO

Com a crescente urbanização que se apresenta em Florianópolis, o Córrego Grande é um bairro que tem sido muito procurado para investimentos em implantação de blocos residenciais, além da tendência ao processo de favelização nos morros, gerando áreas de ocupação de risco. A determinação dessas áreas irá facilitar no planejamento e gerenciamento desse processo, permitindo um estudo que se adeque às leis de preservação de meio ambiente e, sobretudo, um trabalho de prevenção afim de alertar os órgãos municipais para que venham intervir e frear o uso indevido do solo, que podem colocar em risco a vida de seus moradores.

As intervenções antrópicas no ambiente sempre representam algum impacto, muitas vezes até por desconhecimento não se avalia o risco geotécnico das obras de engenharia, principalmente das pequenas obras. Com isso, torna-se necessário um conhecimento das características dos terrenos frente à ocupação urbana acelerada. Dessa forma, contribuindo para que se faça um planejamento adequado da ocupação urbana e assim minimizando o impacto ambiental causado pelo desenvolvimento das comunidades. Sabendo-se que a ocupação urbana é inevitável, deve-se providenciar, entretanto, um zoneamento de áreas prováveis de ocupação de risco, a partir de um mapa temático, que sirva de instrumento de prevenção e oriente o processo de expansão urbana.

Em dezembro de 1995 ocorreram deslizamentos no bairro Córrego Grande e seu entorno atingindo parte da população local, além da ocorrência de inundações freqüentes, o que evidencia a importância da análise das áreas não aconselháveis ao processo de expansão urbana .

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho encontra-se estruturado em seis capítulos.

Consta no primeiro capítulo a origem do trabalho, os objetivos e a justificativa da pesquisa, com a finalidade de introduzir o tema da pesquisa e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo dedica-se à caracterização área de estudo, onde se tratou da definição da área, sua localização e finalmente a sua caracterização.

O terceiro capítulo trata da fundamentação teórica, dos temas e conhecimentos necessários, abordados no desenvolvimento da pesquisa: áreas de risco geotécnico, expansão urbana em áreas pouco favoráveis a ocupação, mapeamento temático, mapeamento geotécnico, sistema de informações geográficas, sensoriamento remoto, mapa de densidade de drenagem e mapa de declividade.

O capítulo quarto dedica-se à metodologia utilizada, enfatizando todas as etapas consideradas fundamentais na pesquisa e os materiais tecnológicos empregados.

Dedica-se o capítulo quinto aos resultados, enfatizando a análise das zonas que classificam quanto ao uso do solo urbano, avaliando também a utilização do “software” Idrisi V. 2.0, quanto às suas limitações e desempenho.

No sexto capítulo, fizeram-se as conclusões a partir dos resultados obtidos e sugestões para futuros trabalhos.

Finalmente, listou-se a referência bibliográfica, tanto a citada quanto a utilizada para leitura e embasamento teórico.

CAPÍTULO II

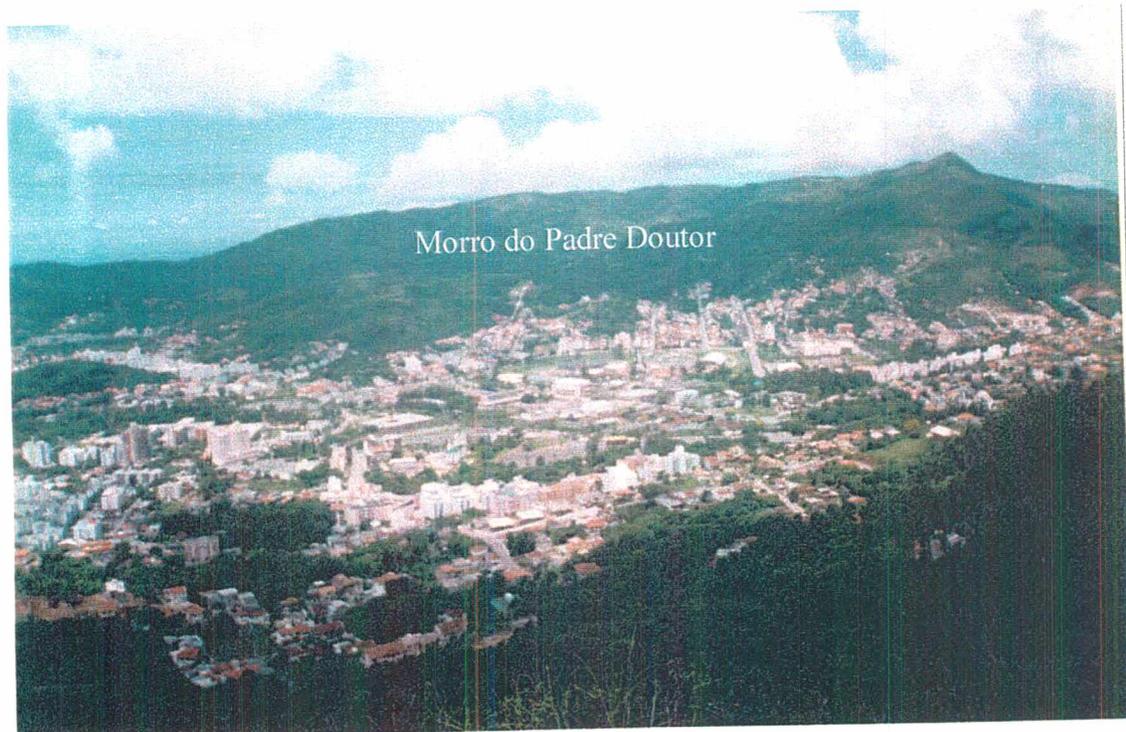
ÁREA DE ESTUDO

2.1 INTRODUÇÃO

No decorrer do século XIX, como consequência da evolução demográfica das populações Luso-Açorianas ocorre o deslocamento de parte das mesmas para o interior da Ilha de Santa Catarina, em busca de terras. Surgem então as chamadas Freguesias, como a da Santíssima Trindade, o Pantanal e o Itacorubi, todas com caráter eminentemente de chácaras, com agricultura de subsistência e criação de animais. Pela dificuldade de acesso ao centro, algum comércio começa a se formar. Na década de 60 inicia-se uma nova etapa de urbanização da área, com a criação da Universidade Federal de Santa Catarina, e todos os bairros próximos a ela passam a ter um desenvolvimento expressivo, salientando também a implantação da Eletrosul (1978) no bairro Pantanal e diversas instituições públicas distribuídas no bairro Itacorubi. Além do crescimento desses bairros, resultam na formação de novos aglomerados de caráter eminentemente residenciais como o Córrego Grande e Santa Mônica. Com este aumento desenvolve-se o comércio, inicia-se o processo de especulação imobiliária, em que a população carente vende seus lotes e desloca-se para locais mais afastados e de difícil acesso.

Começam a se formar núcleos nas encostas dos morros, que mais tarde foram incrementadas pelo êxodo rural. Na década de 80 começam a surgir prédios residenciais e conjuntos habitacionais, aumentando consideravelmente a densidade demográfica, e que vem acontecendo até os dias atuais.

Para testar a metodologia de determinação de áreas de risco (metodologia adaptada do trabalho de doutoramento da professora Ana Maria B. Franzoni), comprovando sua viabilidade prática, escolheu-se como área de estudo o bairro Córrego Grande e seu entorno.



Fotografia 2.1 - Vista da Área de Estudo, ao fundo o Morro do Padre Doutor



Fotografia 2.2 - Área de Estudo, detalhe do reflorestamento no Córrego Grande

2.2 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo localizada na Bacia do Itacorubi situa-se aproximadamente entre as coordenadas $27^{\circ} 33' 02''$ a $27^{\circ} 37' 50''$ latitude sul e $48^{\circ} 28' 19''$ a $48^{\circ} 32' 02''$ de longitude Oeste de Greenwich na região central da Ilha de Santa Catarina. Conforme FIGURA 2.1.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área encontra-se situada na Unidade Geomorfológica Serras do Leste Catarinense, caracterizada por formas de relevo mais elevados e dissecados, onde os processos erosivos são mais ativos, transportando materiais para as áreas mais baixas. Estão representados pelos granitos do Complexo Granítico Pedras Grandes, por riolitos e por intrusões em forma de diques de diabásio.

Segundo HERMANN “apud” SANTOS (1997), na planície sedimentar verifica-se a atuação de processos erosivos e deposicionais sob várias condições distintas de ambiente, onde os rios, os mangues, as praias e as lagoas aí existentes, constituem a Unidade Geomorfológica Planícies Costeiras.

A bacia do rio Itacorubi deságua na Baía Norte à Ilha de Santa Catarina onde juntamente com os demais rios pertencentes à Ilha formam uns dos principais ecossistemas litorâneos, os manguezais, os quais recebem a mesma denominação.

Segundo SANTOS (1997), a geologia da Ilha pode ser descrita como um conjunto de rochas cristalinas, granitóides e vulcanitos associados, representando o Ciclo Tectônico Brasileiro, cortados localmente por diques de diabásio de Idade Juro-Cretácica, sobrepostos por coberturas sedimentares recentes, relativas aos eventos Terciários/Quaternários. As rochas Cristalinas (ígneas) constituem os morros, formando um conjunto de elevações grosseiramente alinhados na direção NE.

Para DIAS (1996), a geologia da Bacia do Itacorubi apresenta-se por um conjunto de rochas cristalinas, graníticas e rochas vulcânicas ácidas, cortados por intrusões de diabásio. Na direção NE, encontra-se predominantemente um alinhamento de elevações, rochas ígneas, servindo como anteparo para o material sedimentar

acumulado derivado da própria rocha e também da contribuição dos processos flúvio-lagunares.

Os granitóides apresentam-se sob a forma de matacões e lageados, causando uma alteração considerável na superfície.

Nas áreas com declividades inferiores a 3%, apresentam-se os sedimentos marinhos, lagunares e fluviais, com altitude aproximada de até 3m.

Segundo Mapa Geológico do Município de Florianópolis escala 1:50.000, a área de estudo constitui-se das seguintes unidades geológicas:

- QHmg, Sedimentos argilo-arenosos típicos de áreas de Mangue;
- QHI, Sedimentos areno-sílticos argilosos típico de baías e lagunas;
- Qca, pertencentes aos Sedimentos colúvio-alúvio-eluvionares indiferenciados.

Segundo os critérios de Köeppen, a classificação climática é do tipo Cfa, situada em zona intermediária subtropical. Caracteriza-se por apresentar amplitudes térmicas anuais moderadas, com um clima agradável, pertencente ao Grupo C-Mesotérmico, sendo subtropical, uma vez que a média das temperaturas mínimas está abaixo de 18°C e acima de 3°C . Dentro do Grupo C, o clima da Região Costeira pertence ao tipo “f”, sem estação seca distinta, uma vez que não há índice pluviométrico mensal inferior a 60mm; e do Subtipo “a”, que, em função da altitude, caracteriza-se como sendo zona litorânea de verão quente, em que as temperaturas médias dos meses mais quentes estão acima de 22°C (RAIMUNDO, 1998).

Os picos das chuvas é que trazem as enchentes, somados às falhas de ocupação do uso do solo. O importante não é a quantidade mensal de chuva, mas sim a precipitação máxima em 24 horas. Em Florianópolis chove, segundo a média da precipitação máxima diária, 50 mm (CLIMERH) e os picos se dão em qualquer época do ano. Em 23 de dezembro de 1995, choveu 490 mm em 24 horas, ou seja, o equivalente a 5 meses de chuvas, segundo o CLIMERH. Em 2 de fevereiro de 2000, choveu cerca de 140 mm em 24 horas, o que equivale a 1 mês de chuvas.

Localização da Área de Estudo

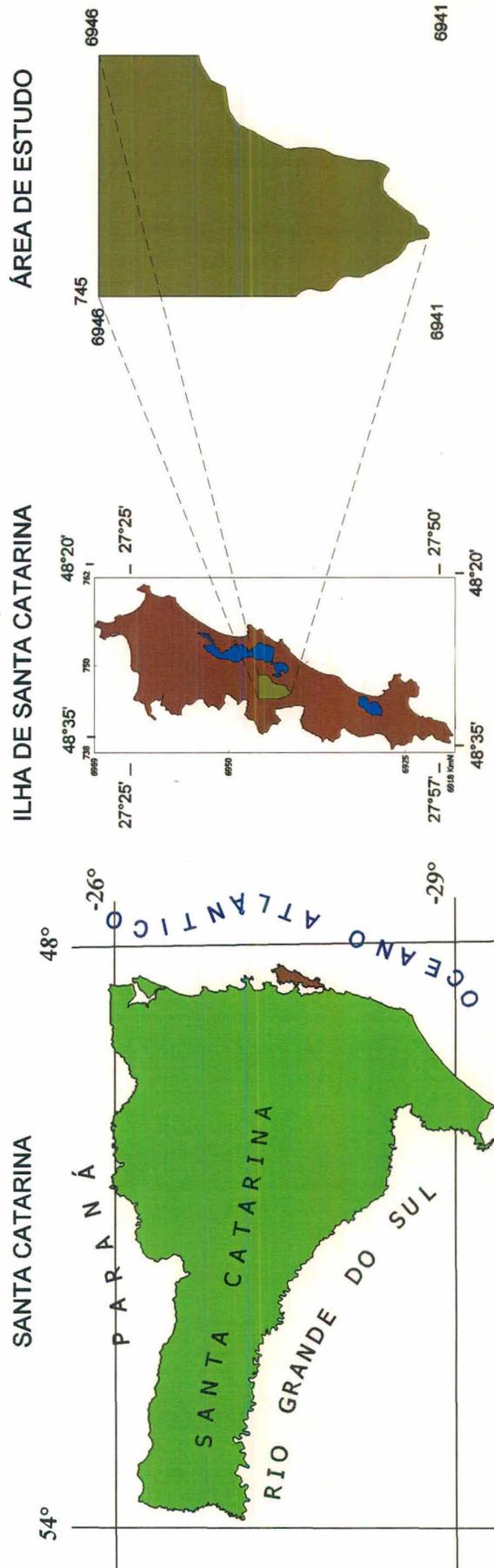


Figura 2.1 - Localização da Área de Estudo

É importante conhecer o ritmo climático, a circulação atmosférica da região estudada. Conhecê-lo pode ser útil para evitar ou para reduzir os problemas trazidos pelas chuvas fortes, como a de fevereiro deste ano. Conhecer o ritmo do clima permite que se tomem providências na época das chuvas, como a limpeza de canais e da drenagem urbana, o que nunca é feito em lugar nenhum. Estas providências não conseguem evitar a enchente, mas podem diminuir seus efeitos. Em Florianópolis não há uma época de chuvas nem de estiagem, pois os picos podem se dar em qualquer época do ano, o que agrava o problema.

CAPITULO III

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ÁREAS DE RISCO GEOTÉCNICO

Segundo CARREGÃ (1996), a análise de áreas de risco está relacionada à insegurança da encosta com a gravidade potencial dos danos causados por um escorregamento.

Ainda a mesma autora comenta a necessidade de se fazer um inventário real de escorregamentos e suscetibilidades e a partir daí mapear essas áreas tendo assim, um instrumento bastante eficiente para o próprio poder público na definição de estratégias que venham determinar diretrizes para a ocupação urbana, além de auxiliar na tomada de decisão em situações de risco.

LIPORACI, CALIJURI, ZUQUETTE (1996), identificaram como áreas de riscos geológicos, em estudo realizado na cidade de Poços de Caldas, áreas planas prováveis de inundação e os terrenos com altas declividades (maiores que 20% e/ou 30%), não sendo estes apropriados para a expansão urbana do ponto vista geológico geotécnico, principalmente quanto à suscetibilidade à erosão e desmoronamentos.

As áreas de risco são setores mais abrangentes da encosta em que apresentam pontos de risco, e podem evidentemente incluir pontos com menor grau de risco, podendo ser diferenciados a partir das características geológico-geotécnicas, as taxas de ocupação, das feições de instabilidade, da presença ou não de vegetação, entre outros fatores (TIMÓTEO “et al”1996).

OKIDA e VENEZIANI (1994), propõem a utilização de técnicas de sensoriamento remoto na realização do zoneamento de áreas de risco associadas à

inundações e a escorregamentos, na qual foram empregadas na região de Guaratutuba no Litoral Norte do Estado de São Paulo, visto serem técnicas de rápida aplicação e de baixo custo, em contraposição aos métodos convencionais de zoneamento de áreas de risco, que exigem muito trabalho de campo, ensaios laboratoriais, etc.

CECARELLI (1994) identifica as áreas de risco através da avaliação da relação uso real/uso potencial em conjunto com a relação custo/efetividade do uso adquirida através de cruzamentos ponderados entre os espaços homogêneos (definidos através da compartimentação da área estudada através de critérios de similaridade de texturas da imagem, fazendo-se assim, uma pré-seleção dos fatores do meio físico que agem nestes espaços) e os parâmetros do uso atual do solo, cobertura vegetal, declividade, clima, gerando uma avaliação comparativa da adequação dos espaços ao uso atual do solo.

Enfatiza a autora a utilização das técnicas de sensoriamento remoto para a caracterização do meio físico e avaliação das condições de suporte ao uso dos solos a fim de suprir a falta de informações básicas e aos mapas geotécnicos convencionais.

3.2 EXPANSÃO URBANA EM ÁREAS POUCO FAVORÁVEIS À OCUPAÇÃO

Para MORETTI (1986), o crescimento urbano expansivo torna cada vez mais freqüente a ocupação de áreas em condições topográficas pouco favoráveis. Problemas que precisam ser previstos na implantação de loteamentos em áreas planas, crescem consideravelmente no parcelamento de áreas com declividade acentuada. O volume e a complexidade das obras de terraplanagem são significativamente maiores, e as decorrências de um projeto mal concebido passam a ter características catastróficas face aos problemas de escorregamento de terra, erosão, assoreamento e enchentes.

Segundo RAIMUNDO (1998), o que se tem verificado, é que também existe uma tendência contrária à ocupação dos moradores exclusivamente de baixa renda, haja visto as construções de alto nível, que em alguns locais se contrastam belas mansões com os barracos das áreas faveladas, o que torna mais agravante o caso, pois há uma negligência de pessoas de melhor renda quando assumem o perigo de habitar áreas com

risco geológico ou empregam mudanças abruptas na geometria dos morros, para construir arrojadas habitações, piscinas, etc., possibilitando possíveis instabilidades./

ALMEIDA e FREITAS (1996), salientam que as categorias de uso e ocupação são separadas em função das modificações que impõem e que possam desencadear problemas ambientais. Os processos resultantes da ocupação urbana inadequada associadas às características do meio físico em que estão inseridos, destacam-se os seguintes, tendo como acelerador a ocupação na maioria das vezes: processos erosivos, escorregamentos, inundações, poluição dos solos. /

3.3 MAPEAMENTO TEMÁTICO

Para JOLY (1990), os mapas temáticos teriam como objetivo fornecer uma representação convencional dos fenômenos com localização geográfica possível, em que o termo “Cartografia Temática” se popularizou para designar todos os mapas que tratam de outro assunto além da simples representação do terreno.

Para NASCIMENTO (1998), a função de representação de temas com grande especificidade, a Cartografia Temática, explora mais profundamente e até amplia os próprios recursos gráficos da Cartografia Geral. Assim as técnicas de uso adequado de texturas, cores, diagramação e representação quantitativa fazem parte do processo de representação de temas, buscando manter relação o mais direta e expontânea possível entre objetos significantes e significados.

Segundo DISPERATI (1992), os itens principais para a elaboração de um mapa são: a escala, o sistema de projeção e coordenadas sobre o qual se registra, as convenções cartográficas, a legenda, o título, a quadrícula, o tema objeto do mapa.

Segundo DUARTE (1991), a Cartografia Temática trata da parte da Cartografia que diz respeito ao planejamento, execução e impressão de mapas sobre um Fundo Básico, ao qual serão anexadas informações através de simbologia adequada, visando atender as necessidades de um público específico.

A Cartografia Temática realizada por VEDOVELLO e MATTOS (1993) no Zoneamento Geotécnico, por Sensoriamento Remoto, para estudos do Meio Físico Aplicação em Expansão Urbana, consistiu em classificar as unidades básicas de compartimentação em função do seu grau de adequação à expansão urbana.

PEREIRA, KURKDJIAN e FORESTI (1989) dizem que, face à dinâmica da ocupação e uso do solo, torna-se necessária a constante atualização dos mapas temáticos e que, através de um acompanhamento das alterações de uso do solo no tempo, pode-se avaliar os efeitos provenientes da atividade do homem na organização do espaço

3.4 MAPEAMENTO GEOTÉCNICO

Segundo UNESCO (1976), o mapa das Unidades Geotécnicas é um tipo de mapa geológico que fornece uma representação geral de todos aqueles componentes de um ambiente geológico de significância para o planejamento do solo e para projetos, construções e manutenções quando aplicados à Engenharia Civil e de Minas.

Segundo MORETTI (1986), a Carta Geotécnica é uma das fontes para se obter dados das características do meio físico, visando a previsão e prevenção de problemas decorrentes da ocupação urbana, busca a delimitação de zonas homogêneas face às características do meio físico, apontando problemas e recomendações aos aspectos geotécnicos, numa linguagem acessível aos técnicos que não possuam formação especializada em geotecnia.

De acordo com SANTOS (1990), o mapeamento geotécnico é um documento complexo que integra um determinado conjunto de dados do solo e subsolo de uma região, sintetizando-os e interpretando-os, os quais prevêm as possíveis respostas à intervenção humana, pois o meio físico, além de suas potencialidades, também tem suas limitações de uso.

Para SANTOS (1997), o mapa geotécnico é instrumento de gestão territorial, na medida em que estabelece um zoneamento do solo, subdividindo-se em unidades, diferenciadas, segundo critérios relativos ao meio físico.

Segundo DE MIO e GONDOLFI (1995), o mapeamento geotécnico pode ser definido como uma ferramenta ou processo que procura caracterizar as propriedades do terreno de interesse para engenharia e para planejamento, prevendo as interações entre os processos do meio físico, o homem e suas obras.

3.5 – PLANEJAMENTO URBANO

Considerando a necessidade de se investir para que se tenha um município urbanamente planejado a longo prazo, Florianópolis é uma das capitais brasileiras onde a descontinuidade dos projetos de planejamento urbano da cidade resultou em um processo de expansão urbana desordenado, ultrapassando os limites aceitáveis.

FERRARI (1977), em um sentido amplo conceitua planejamento como sendo um método de aplicação contínua e permanente, destinado a resolver, racionalmente, os problemas que afetam uma sociedade situada em determinado espaço, em determinada época, através de uma previsão ordenada capaz de antecipar suas ulteriores conseqüências.

FERRAZ (1997) menciona que o planejamento não se limita ao tempo presente, e para tanto o futuro da cidade deve ter seus contornos claramente definidos, estabelecendo importantes finalidades básicas, sendo a única maneira correta de fazer com que o futura aconteça: até onde a cidade deve crescer e como crescer.

Também menciona o autor, a necessidade de se estabelecer normas para que as concentrações urbanas não ultrapassem os limites fixados, afim de assegurar um desenvolvimento sadio da população, o que significa impôr limites a seu crescimento.

Para TUCCI et al (1995), a elaboração de um planejamento do uso do solo é um importante instrumento para o direcionamento do desenvolvimento da cidade, bem como para a elaboração de uma legislação adequada. A ocupação do meio físico através da expansão urbana tem revelado problemas de relativa gravidade em função da falta de conhecimento dos fatores fisiográficos, que regem o comportamento e a resposta desse componente ambiental frente à ocupação. Assim, a expansão dos núcleos urbanos, respaldados em um planejamento urbano que considere as características do meio físico,

é, sem dúvida alguma, a linha mestra para ajudar os planejadores a controlar, prevenir e impedir que esses processos alcancem áreas de risco.

Segundo XAVIER e LOYOLA (1992), o planejamento do desenvolvimento urbano representa um dos caminhos viabilizadores da formulação e implementação de políticas públicas setoriais ajustadas em objetivos de desenvolvimento sustentável, baseando-se nos princípios da justa distribuição dos benefícios para todas as camadas da população e da racionalidade no uso dos ecossistemas e dos recursos naturais. Incorporando às suas técnicas e os seus instrumentos a proteção ao ambiente local, seja através do controle dos efeitos do processo de urbanização sobre os meios externos e internos à cidade, seja na formulação de políticas sociais atendendo às necessidades de todos por serviços, equipamentos e infra-estrutura.

3.6 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

“Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) é um sistema auxiliado por computador para aquisição, armazenamento, transformação, análise e reprodução gráfica de dados espaciais” (STAR et al 1990).

Segundo BURROUGH (1994), um SIG significa mais do que meios de codificar, armazenar e recuperar dados sobre aspectos da superfície da Terra, são sistemas capazes de representar um modelo do mundo real. Isto porque estes dados podem ser acessados, transformados, e manipulados interativamente, servindo como uma base de testes no estudo dos processos ambientais, para análise do resultado de tendências, ou para antecipar possíveis resultados de decisão de planejamento.

Para ROSSETTO (1998), o SIG configura-se em uma poderosa ferramenta de auxílio ao planejamento e à gestão, capacidade que lhe é conferida devido às características específicas de sua estrutura e dos elementos que o compõem.

De acordo com ROSA & BRITO (1996), “um SIG pode ser definido como um sistema destinado à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados referenciados espacialmente na superfície terrestre.”

As entidades espaciais, sabendo que a estrutura SIG é composta por entidades espaciais e não espaciais, derivam de uma base topográfica e têm propriedades de localização, dimensionamento e formato. Elas são derivadas de pontos, linhas, polígonos e superfícies; e são representadas pelo computador utilizando formatos matricial ou vetorial. As entidades não espaciais, descrevem os atributos das feições espaciais e podem ser nominais ou escalares (STAR et al, 1990; BURROUGH, 1994; ROSSETO, 1998).

Segundo EASTMAN (1998) na estrutura vetorial, os limites ou o curso de feições são definidas por uma série de pontos, linhas e polígonos, os quais formam a representação gráfica das feições, onde cada ponto será georreferenciado a um sistema de coordenadas X e Y, como latitude / longitude ou a grade de coordenadas Universal Transversa de Mercator.

ROSSETO (1998), menciona como componentes importantes na implementação da estrutura SIG, o hardware, os módulos de aplicações de software e um adequado contexto organizacional. O hardware deve garantir os equipamentos necessários para entrada, processamento e saída dos dados, podendo variar com o tamanho da organização e os tipos de tarefas para as quais foi designado. Os equipamentos básicos englobam uma unidade central de processamento (CPU), que está ligada a unidades de armazenamento de dados e programas; meios de digitalização ou que possibilitem a conversão de mapas e outros dados para forma digital; plotters ou equipamentos que viabilizem a apresentação dos resultados e a terminais de vídeo que proporcionam a visualização; e comunicação em rede.

Para CAMARGO (1997), o Sistema de Informações Geográficas se define como sendo um ambiente computacional no qual dados espaciais representados por entidades gráficas podem ser relacionados entre si e com outros dados não espaciais como registros alfanuméricos de um banco de dados convencional e imagens “raster”.

Menciona o mesmo autor que no mundo todo, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), tem sido concebidos como principal objetivo de desenvolver novas tecnologias na gestão de cidades, aparecendo como o mais moderno instrumental para auxílio ao planejamento, controle e supervisão. Uma vez que entre as suas principais aptidões encontra-se a de simular e interrelacionar eventos de natureza intrinsecamente espacial, permitindo a projeção de cenários para efeito de planejamento, bem como o modelamento de funções de correlação e a interação de dados de monitorização para efeito de controle, supervisão e obtenção de diagnóstico.

Os Sistemas de Informação Geográfica – Os Sistemas de Informação Geográfica – SIGs baseiam-se na coleta, armazenamento, recuperação, análise e tratamento de dados espaciais, não espaciais e temporais, auxiliando as tomadas de decisões e dando suporte às atividades de gerenciamento, manutenção, operação, análise e planejamento (RODRIGUES, 1990; TEIXEIRA et al., 1992)

Os SIGs destinam-se à manipulação de informações que se apresentam na forma de dados referenciados espacialmente e atributos. Essa tecnologia não é um mero auxílio à produção cartográfica. Além da possibilidade de lidar com diversas projeções cartográficas, os SIGs possuem a capacidade de tratar as relações espaciais entre objetos geográficos, definidas por topologia CÂMARA (1994).

LAPOLLI et al (1991) dizem que estas ferramentas possibilitam a automatização de tarefas realizadas manualmente e facilitam a realização de análises complexas, através da integração de dados de diversas fontes e da criação de bancos de dados geocodificados.

FELGUEIRAS (1990), salienta que os sistemas de informações geográficas são bancos de dados capazes de armazenar, recuperar e manipular informações digitais georeferenciadas provenientes de imagens, mapas e modelos numéricos de terreno. Segundo este mesmo autor, esses sistemas também oferecem ferramentas computacionais que permitem analisar e integrar essas informações, com o objetivo de obter soluções rápidas e precisas para problemas relacionados com o comportamento espacial dos dados neles contidos.

Os sistemas de informações geográficas dividem-se em dois grandes grupos: os

sistemas dedicados a projetos e os de inventários. Nos sistemas dedicados a projetos, é feita uma análise única de um problema específico. Trata-se de tarefas que normalmente compreendem uma região limitada, mas que necessitam de uma grande variedade de dados para obter uma resposta adequada.

Os sistemas de inventários incluem levantamentos extensivos sobre certas porções do território, seja para um fim específico, (uso do solo, cobertura vegetal, etc.), seja para uma base de dados extensiva. Nesse caso, o número de cartas envolvidas pode ser da ordem de centenas ou milhares, dependendo do território e da escala de trabalho.

Os sistemas de informações geográficas apresentam as seguintes características:

- facilidade de recuperar informações, baseada em localizações específicas;
- capacidade de integrar informações provenientes de fontes e formatos distintos;
- disponibilidade de aplicativos gráficos para a edição de mapas e geração de símbolos.

Dentre os principais objetivos do SGI, cita-se:

- integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélites e modelos numéricos de terreno;
- combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados;
- reproduzir, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geo-codificados.

Segundo ASTROTH, TRUJILLO e JOHNSON (1990), durante a última década tem havido a proliferação de pesquisas concernentes à incorporação dos dados de Sensoriamento Remoto dentro do sistema de informações geográficas.

Muitas destas pesquisas têm no sistema de informações geográficas, soluções dos problemas de gerenciamento dos recursos naturais, o que pode ser comprovado nos trabalhos de JOHSTON (1987); DAVIS e DOZIER (1990); MORSE, ZARRIELLO e KRAMBER (1990); REEVES, ZELI e YUNXUAN (1990); MIRANDA et al (1990); MEDEIROS e AMARO (1990); LAPOLLI et al (1991); RODRIGUES et al (1991).

3.7 SENSORIAMENTO REMOTO

Conforme ESTES (1974), a tecnologia do Sensoriamento Remoto, por satélites, é uma técnica utilizada para o acompanhamento da capacidade de uso do solo de um modo seguro e rápido.

ALLAN (1984), diz que a utilização do Sensoriamento Remoto, no monitoramento do uso da terra, é uma técnica eficiente, uma vez que permite interpretar a realidade da região de tempos em tempos. Essa tecnologia de ponta, pelo seu envolvimento entre muitas disciplinas, favorece em muito a segurança, economia e rapidez na obtenção de resultados. Além disso, tendo como característica fundamental a periodicidade, resultam imagens de uma mesma área em curtos períodos, facilitando o monitoramento e estudos com vistas à preservação do ecossistema local.

O monitoramento da expansão urbana necessita de instrumentos ágeis na obtenção de informações sobre sua realidade, devido à grande velocidade em que ocorrem as mudanças nos limites das áreas urbanas. As técnicas de Sensoriamento Remoto são instrumentos que possibilitam a execução deste monitoramento (VIEIRA et al 1990).

Sensoriamento remoto é a obtenção de informações sobre um objeto, sem contato físico com o mesmo. São exemplos de sensores remotos os sistemas que

adquirem imagens da superfície terrestre a bordo de plataformas aéreas (aviões) ou orbitais (satélites).

Para NOVO (1989), sensoriamento remoto é a utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves etc., com o objetivo adquirir informações sobre objetos ou fenômenos, sem que haja contato direto entre eles, através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta terra em suas mais diversas manifestações. Os sensores são os equipamentos capazes de coletar a energia proveniente do objeto, e convertê-la em sinal passível de ser registrado e apresentá-lo em forma adequada à extração de informações.

As fotografias aéreas foram obtidas inicialmente por volta de 1860, pelo fotógrafo e balonista francês “Nadar” ou Gaspar Turnachon que tentou fazer os primeiros levantamentos aéreos a bordo de um balão, munido das pesadas câmaras da época, mas a prática do levantamento fotográfico só teve ampla utilização no mundo a partir da década de 50 (Do balão ao Satélite).

As fotografias aéreas convencionais são obtidas tradicionalmente com sofisticadas câmaras aerofotogramétricas, resultando negativos de 23 x 23 cm, tiradas de um avião voando em linhas paralelas, chamadas linhas de vôo. O planejamento de vôo usualmente garante que fotografias sucessivas apresentem uma zona comum, chamada recobrimento longitudinal e normalmente com valor de 60% (55 a 65%) da área total da foto. O mesmo ocorrerá entre as linhas de vôo (ou faixas), sendo que o valor da sobreposição normalmente é de 30% (15 a 40%) e chamado de recobrimento lateral.

Imagens preto e branco ou coloridas normais tem funções similares para o mapeamento em geral, sendo que as primeiras são mais baratas, porém as últimas mais adequadas à visão, para a diferenciação de objetos.

As imagens em infravermelho colorido são utilizadas para mapeamento e monitoramento dos recursos naturais. Têm melhor penetração na névoa atmosférica e delimitação entre corpos de água e vegetação, sendo útil também para a avaliação de danos causados por incêndios e pragas florestais. Apesar das suas potencialidades, o

filme fotográfico infravermelho colorido é muito pouco usado por ser de difícil aquisição, alto custo e exigir cuidados especiais para o seu armazenamento e manuseio.

As fotografias aéreas possuem três funções principais: servir como componente gráfico, como por exemplo, fundo sobre o qual outras informações são apresentadas; como fonte de dados para atualização e criação de novos mapas; servindo de controle de qualidade de dados existentes (CÂMARA et al. 1996).

As fotografias aéreas obtidas com câmeras comuns apresentam a vantagem de permitir a obtenção simples e rápida de informações sobre pequenas áreas. Estas imagens proporcionam a identificação do que realmente se encontra na região a um custo baixo, bastando a câmera e um veículo, que pode ser um ultraleve ou um helicóptero (SANTOS, 1998).

A utilização de ultraleve ou helicóptero para a obtenção de fotografias aéreas, verticais e inclinadas, com câmeras comuns, pode ser adotada com diferentes fins: atualização de bases cartográficas executadas por métodos convencionais; revisão e atualização de mapas; estudos detalhados em pequenas áreas; fiscalização ambiental; verificação de ocupação irregular; identificação de construções; cercas; vegetação; e outros. Neste tipo de levantamento, o uso de fotos coloridas, não representa um acréscimo significativo nos custos, e o fato de as imagens serem coloridas facilita muito a interpretação.

É importante considerar que mesmo as fotos alternativas não devem ser tiradas sem cuidados, sendo importante para possibilitar bons resultados, que ela possua resolução adequada e permita uma boa visualização da área de interesse. Cabe destacar o caso de terrenos com grandes variações de relevo, que exigem fotos verticais, pois ainda que não se exija de fotos alternativas a mesma precisão dos levantamentos convencionais, uma foto inclinada deste tipo de terreno implicaria em ausência de informações sobre algumas áreas (SANTOS, 1998).

As imagens de sensoriamento remoto são muito eficazes para registrar os dados de uma cidade, em diferentes épocas, pois retratam a situação da cidade nas várias datas de imageamento.

As fotografias aéreas e as imagens de outros sensores (satélite, radar), são úteis em várias aplicações diretamente ligadas aos trabalhos de: planejamento urbano; monitoramento de cidades; aproveitamento do solo agrícola; rede viária; geologia; solos; transportes; uso da terra; controle ecológico; nos serviços públicos; e principalmente, as imagens aéreas, são imprescindíveis para a elaboração de mapas.

O uso de imagens de sensoriamento remoto permite um estudo uniforme da região, mesmo em locais de difícil acesso. A quantidade e a disponibilidade de informações contidas nas fotos possibilita refazer o estudo ou voltar a considerar um elemento de interesse a qualquer hora, independente das condições atmosféricas, sendo uma fonte precisa e confiável, muitas vezes, mais completa e consistente do que um levantamento tradicional (utilizando-se trena, teodolito).

A produção de mapas a partir de imagens de sensoriamento remoto é uma simplificação da realidade complexa representada pela imagem, o que justifica, muitas vezes, incorporá-la ao projeto, deixando-a falar por si mesma. As imagens aéreas fornecem uma visão panorâmica da área em estudo, com detalhes, de modo rápido e eficaz, a custo reduzido se comparado aos levantamentos tradicionais. Além de facilitar a comunicação com clientes e com o público. Trabalhar com o projeto sobre fotos, torna mais compreensíveis as apresentações públicas (ex. discutir o zoneamento com a associação dos moradores).

Nestes últimos anos, o uso de imagens de sensoriamento remoto tem se tornado mais acessível devido ao grande avanço tecnológico dos equipamentos para obtenção e análise de imagens da superfície da terra. Os microcomputadores atuais, suportam sofisticados *softwares* de processamento digital de imagens, assim como, imagens maiores as quais antes só podiam ser utilizadas em estações gráficas. Mesmo os SIG hoje em dia estão sendo implantados em microcomputadores. Conforme DAVIS (1997), em breve estarão disponíveis imagens de satélite com *pixel* representando uma área 1x1 metro. Estas imagens serão bastante úteis para os municípios, pois

possibilitarão uma sistemática de atualização do seu cadastro urbano e rural, assim como monitoramento da ocupação.

O desenvolvimento da tecnologia de sensoriamento remoto se deve às suas aplicações militares. Ultimamente, talvez por conta do atual momento internacional, diversas informações tem vindo a público, assim como a disponibilização de diversas tecnologias para uso civil. Com o acesso a estas tecnologias, as imagens de sensoriamento remoto passam a representar uma das únicas formas viáveis de monitoramento ambiental em escalas locais e globais devido à rapidez, eficiência e periodicidade. Estas imagens têm servido também de fonte de dados para estudos e levantamentos geológicos, ambientais e agrícolas, cartográficos, florestais, urbanos, oceanográficos, entre outros.

Como consequência disso, um número progressivo de países e consórcios internacionais, incluindo o Brasil, vem se envolvendo em programas espaciais voltados ao lançamento e operação de satélites de levantamento e monitoramento de recursos naturais. Ao mesmo tempo, os sensores são aperfeiçoados continuamente, de forma a atender demandas mais sofisticadas por maiores resoluções dos dados gerados. Com isto temos um aumento brutal na quantidade de dados sendo gerados continuamente, dados estes quase sempre representados por imagens digitais.

A fotogrametria é a ciência que se ocupa da obtenção de medidas de precisão a partir de fotografias, com o objetivo de obter de informações precisas dos objetos presentes na imagem, através da sua identificação, interpretação e medição. A fotogrametria tem aplicações em diversas áreas, como: levantamentos cartográficos, astronomia, medicina, entre outros. Na área de cadastro técnico multifinalitário a aplicação de maior interesse da fotogrametria é a que se ocupa de a partir de fotografias, obter medidas acuradas e confeccionar mapas.

Nos trabalhos de mapeamento, é comum a utilização da fotogrametria aérea vertical, isto é, as fotos obtidas com câmaras montadas em aeronaves ou espaçonaves, com inclinação do eixo ótico da câmara não superior a 3° (graus).

As imagens geradas por sensores remotos, sejam elas fotografias aéreas ou imagens de satélite, são sujeitas a uma série de distorções espaciais, não possuindo portanto precisão cartográfica quanto ao posicionamento dos objetos, superfícies ou fenômenos nela representados. Todavia, muitas vezes é necessário apresentar as informação contida nestas imagens na forma de um mapa, ou combinar duas imagens diferentes de uma mesma área (foto, mapa, imagens de outros sensores), ou ainda confeccionar um mosaico a partir de imagens vizinhas (CROSTA, 1993).

Para que as fotos cumpram adequadamente sua função, devem possuir precisão cartográfica. Para tal, faz-se necessário que estas sejam corrigidas de modo que assumam as propriedades de escala e geometria de um mapa. Segundo CÂMARA “et al”. (1996) as funções principais das fotografias aéreas são: como fonte de dados, atualizando ou criando novos mapas; servindo para controle de qualidade de dados; ou como componente gráfico servindo, como fundo sobre o qual outras informações são apresentadas.

São imagens de sensoriamento remoto as imagens obtidas por sistemas que adquirem imagens da superfície terrestre a bordo de plataformas aéreas (aviões) ou orbitais (satélites). As imagens de sensoriamento remoto são úteis na elaboração e atualização tanto do cadastro básico, como de muitos dos cadastros específicos. NOVO (1989), destaca a fotografia como o sistema de sensoriamento remoto que melhor provê informação espacial sobre a superfície, permitindo a produção de mapas em escala grande.

CARNEIRO (1998), destaca a fotografia aérea, entre os produtos do sensoriamento remoto disponíveis para a atualização cadastral, por sua ampla utilização nos países em desenvolvimento, servindo como base de dados para a atualização. As características destas fotografias são plenamente conhecidas, bem como a técnica fotogramétrica que permite a obtenção de coordenadas de pontos do terreno a partir de fotografias métricas. Considerando a utilização de fotografias aéreas, uma alternativa economicamente mais viáveis que o levantamento em campo, pode ser plenamente justificada. Porém, alerta quanto à fragilidade dos métodos baseados em produtos do sensoriamento remoto, particularmente quanto à precisão geométrica, especialmente em áreas de ocupação mais intensa, as quais, por suas peculiaridades, requerem

mapeamento mais detalhado e em grandes escalas. Ressaltando, entretanto, que o processo fotogramétrico não pode ser descartado quando o seu objetivo incluir áreas maiores, situação em que este processo apresenta melhor viabilidade econômica e atendem às necessidades de precisão.

A partir do uso de imagens de sensoriamento remoto, pode-se obter a baixo custo um conjunto de dados de confiabilidade garantida, que seguramente não só reduzirá a necessidade de trabalhos em campo, como também poderá fornecer subsídios para a execução desses trabalhos.

Segundo LOCH (1996), para a manutenção de um cadastro atualizado é fundamental a utilização de técnicas de sensoriamento remoto, principalmente nos países em desenvolvimento, onde os problemas de ocupação e modificação do solo urbano são constantes e normalmente fogem ao controle de métodos convencionais de fiscalização utilizados pelos órgãos públicos.

Considerando o exposto, Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Cartografia são instrumentos importantes, na obtenção e representação das informações que compõem o Cadastro Técnico Multifinalitário.

3.8 MAPA DE DENSIDADE DE DRENAGEM

THEODOROVICZ (1994) apresenta a rede de drenagem extraída de Fotografias aéreas na escala 1:40.000, em detalhe suficiente para auxiliar diversos tipos de estudo do meio físico. É um documento extremamente importante na caracterização do meio físico para fins de planejamento.

Confirma o referido autor a partir das análises do sistema de drenagem, a possibilidade de visualizar outras características que por lógica lhes são associadas e assim prever com relativa segurança a adequabilidade e/ou a limitação do terreno frente uma determinada forma de uso e ocupação, conforme pode ser verificado nas cartas seguintes, cuja elaboração e informações contidas estão fundamentadas exclusivamente nas variações de arranjos dos sistemas de drenagem e de relevo.

Para THEODOROVICZ (1994) as diferentes densidades de drenagem de uma área têm diversos significados geológicos, geotécnicos, hidrológicos, geomorfológicos e pedológicos. Partindo-se dessa premissa, essa carta apresenta a compartimentação do território em zonas com muito alta, alta, moderada e baixa densidade de drenagem. Em função dessas diferentes densidades, são destacadas as outras características do meio físico, que, por lógica, lhes são correlacionáveis e feitas considerações sobre os seus aspectos favoráveis e desfavoráveis, frente às diversas formas de uso e ocupação. análise dessa carta permite fazer previsões bastante seguras sobre as condições de drenabilidade, a capacidade de infiltração de fluidos no subsolo, o potencial de lixiviação, a capacidade e depuração e de retenção de elementos poluentes e nutrientes pelos solos e rochas, o potencial de erosão hídrica, entre muitos outros aspectos de interesse ao planejamento.

Características que por lógica são correlacionadas às diferentes densidades de drenagem

Zonas homólogas com baixa ou nula densidade de drenagem indicam: terrenos com baixa densidade de relevo, pouco montanhosos, com baixo escoamento superficial, baixa erosão hídrica e com infiltração rápida da água da chuva no subsolo; sustentados geralmente por rochas de granulação grossa, pouco consolidadas, de composição predominantemente quartzosa, textura arenosa geralmente com boa capacidade armazenadora d'água, pouco resistentes ao intemperismo químico, ou então, por solos profundos, bem desenvolvidos, permeáveis, porosos, bem drenados, friáveis, arenosos, bastante lixiviados, baixa capacidade de retenção de nutrientes, baixa capacidade depuradora, geralmente empobrecidos em nutrientes e enriquecidos em ferro e alumínio.

Zonas homólogas com alta e moderada densidade de drenagem indicam: terrenos com alta densidade de relevo, geralmente bastante movimentados e montanhosos, com alto escoamento superficial, alta erosão hídrica, sujeitos a fortes enxurradas e com infiltração lenta da água da chuva no subsolo; sustentados por rochas de granulação fina, composição predominantemente argilosa, geralmente com baixa capacidade

armazenadora de água, podendo ser muito resistentes ao intemperismo químico, ou então, por solos geralmente rasos, argilosos, pouco porosos, de baixa permeabilidade, alta compactação, pouco friáveis, muito aderentes, pouco lixiviados, com boa fertilidade, com alta capacidade de retenção de nutrientes e depuração de contaminantes.

Nas áreas com baixa ou nula densidade de drenagem, devido ao alto potencial percolativo, dever-se-ão tomar algumas precauções no sentido de evitar a instalação de fontes de poluição permanentes, bem como a impermeabilização excessiva de grandes superfícies. Também deverá ser considerado que o uso mais adensado dessas áreas certamente acarretará o aumento do escoamento superficial, o que possibilitará a formação de enxurradas muito fortes e com alto potencial erosivo. Também não são recomendadas para instalação de fontes poluidoras que possam poluir continuamente o lençol freático como cemitérios, lixões, aterros sanitários de decantação de elementos poluentes etc, obras técnicas bastante criteriosa sentido de impedir o vazamento do material para o subsolo

Áreas com densidade de drenagem moderada e alta geralmente são compostas de solos argilosos, o que dificulta a infiltração rápida de fluidos, por isso, geralmente apresenta alta capacidade de retenção e de depuração de contaminantes. Portanto, desde que considerados outros fatores são favoráveis a urna pré-seleção de locais para instalação de fontes potencialmente poluidoras do lençol freático. Por outro lado, a ocupação urbana, devido ao alto escoamento superficial, exige cuidados especiais no sentido de serem evitadas a movimentação e o trabalhamento do solo nos períodos chuvosos e a impermeabilização excessiva do terreno, práticas essas que poderão contribuir com os fenômenos erosivos, assoreamento dos rios e aumento do escoamento superficial, levando a formação de enxurradas.

3.9 LEGISLAÇÃO

Este trabalho apoia-se nas Leis Estadual 6.063/82 e Federal 6.766/79 que determinam as diretrizes do Parcelamento do Solo Urbano, indicando de forma geral os critérios mínimos de urbanização de uma gleba de terras e de habitabilidade dos lotes, as quais deve ser complementadas através da Lei de Parcelamento do Solo Urbano Municipal do Plano Diretor, para atender de maneira mais específica todas as peculiaridades locais e às exigências da dinâmica da cidade.

Define a Lei Estadual 6.063/82 no Art. 1^o, parágrafo único que, loteamento é a subdivisão de gleba urbana em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes; enquanto que desmembramento é a subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, com aproveitamento do sistema viário existente, sem abertura de novas vias ou logradouros públicos, nem prolongamento, modificação ou ampliação dos já existentes.

Ainda estabelece a mesma Lei no Art. 2^o, que o parcelamento do solo para fins urbanos só pode ser feito em áreas urbanas ou de expansão urbana definidas por lei municipal, reafirmando a necessidade da delimitação legal, por parte de governo municipal, do perímetro urbano.

Art. 3^o – Não será permitido o parcelamento do solo:

I – em terrenos alagadiços ou sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;

II – em terrenos com declividade igual ou superior a 30%(trinta por cento);

III – em terrenos onde as condições geológicas e topográficas desaconselhem a edificação;

IV – em áreas de proteção especial, definidas na legislação, e naquelas onde o parcelamento do solo possa causar danos relevantes à flora, fauna e outros recursos naturais;

Parágrafo Único – Os Municípios, em consideração às características locais, poderão estabelecer, supletivamente, outras limitações desde que não conflitem com as disposições desta Lei.

CAPÍTULO IV

MATERIAL E MÉTODO

A metodologia adotada para a determinação do mapeamento das áreas de ocupação urbana com fatores de risco, obedece as diferentes etapas de trabalho, conforme mostra o fluxograma da FIGURA 4.1.

4.1 AQUISIÇÃO DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO

- Base Cartográfica em forma digital, na escala 1:10.000 da Bacia do Itacorubi (NASCIMENTO, 1998);
- Mapa de Estimativas das Unidades Geotécnicas da Bacia do Itacorubi (DIAS, 1996);
- Mapa Planialtimétrico do Córrego Grande e entorno em meio digital, na escala 1 : 8.000 (IPUF, 1997);
- Mapa Planialtimétrico da Ilha de Santa Catarina, escala 1: 25.000 (IPUF, 1991);
- “Software” de digitalização e edição vetorial MicroStation 95, Word versão 97;
- “Software” de Geoprocessamento Idrisi for Windows versão 2.0;
- “Software” Surfer versão 6.04;
- Mesa Digitalizadora marca Digigraf, modelo Van Gogh, tamanho A0;
- Processador Pentium PRO – S 200 MHz, 64 de MB RAM, HD de capacidade 4,046 GB e periféricos;
- Ploter de pena A0.

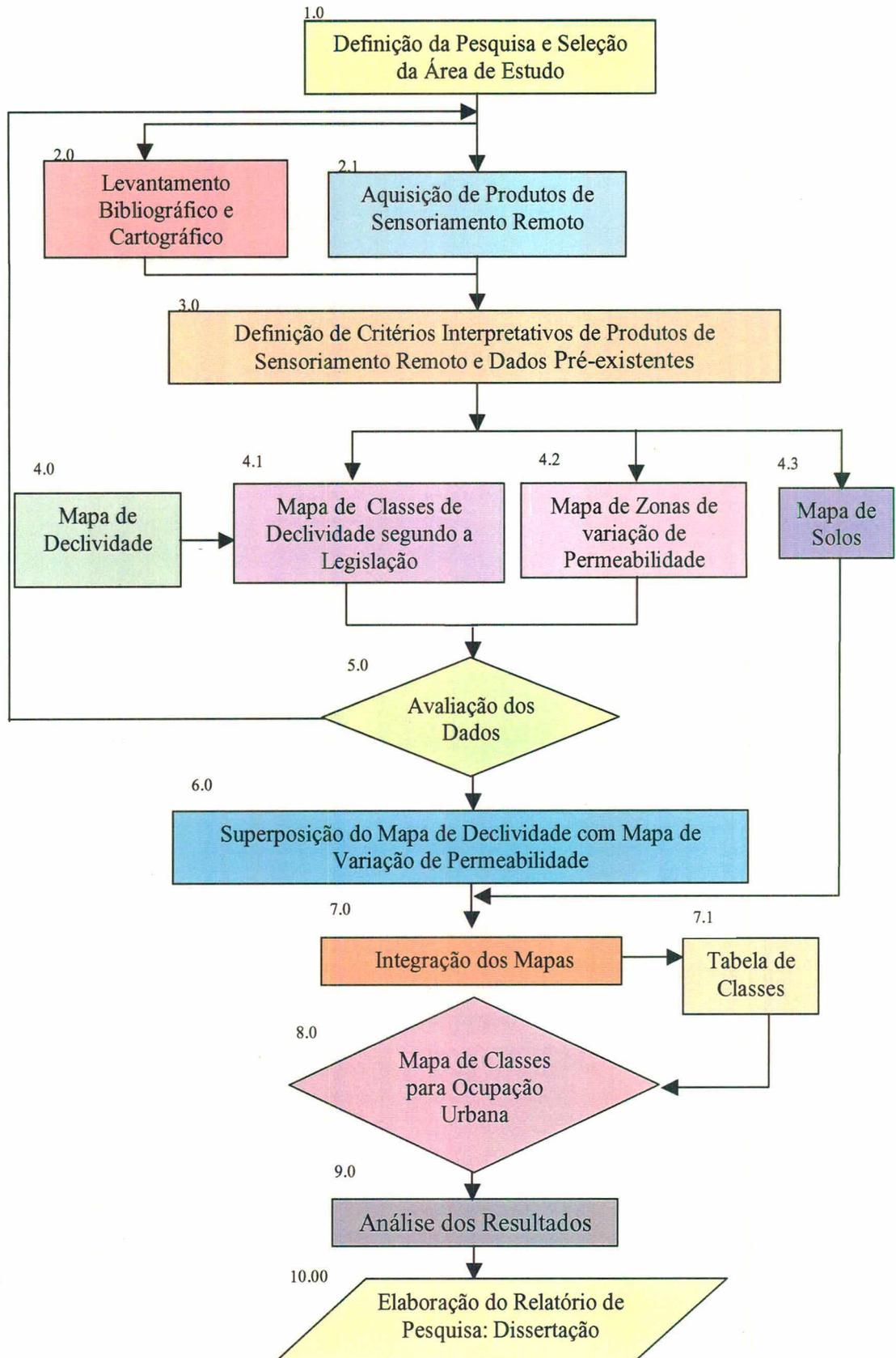


Fig.4.1: Fluxograma de Trabalho

4.2 SELEÇÃO DE PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO E TÉCNICAS INTERPRETATIVAS

Os produtos de Sensoriamento Remoto selecionados e utilizados nesta pesquisa foram:

- Imagem Landsat TM 5, bandas 3, 4 e 5, órbita / ponto: 220/79, formato analógico, passagem julho de 1995, escala 1: 50.000;
- Fotografias aéreas escala 1:25.000 (IPUF, 1994);
- Fotografias aéreas escala 1: 8.000 (IPUF, 1994).

Para o presente estudo, optou-se por uma interpretação visual de fotografias aéreas e da imagem multiespectral do satélite Landsat/ TM 5, bandas 3, 4 e 5, órbita / ponto: 220/79, escala 1: 50.000, formato analógico, papel fotográfico, baixo ângulo de elevação solar, passagem no inverno em julho de 1995, período mais seco, , portanto, com menos cobertura de nuvens e que atende, também, às condições ideais para a interpretação dos elementos texturais de drenagem.

4.3 DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS INTERPRETATIVOS DOS PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO E DADOS EXISTENTES

Após adquirir os materiais bibliográficos e cartográficos realizaram-se primeiramente estudos e análises dos dados existentes da Área de Estudo, quais sejam:

- Mapa da Bacia do Itacorubi;
- Mapa de Estimativas das Unidades Geotécnicas da Bacia do Itacorubi;
- Mapa de Solos de Florianópolis;
- Mapa do Bairro Córrego Grande e entorno;

- Fotografias aéreas;
- Imagem de Satélite.

Ainda, nesta etapa de trabalho, fez-se um levantamento das análises já existentes, relativo a problemas de escorregamentos em relação à pluviometria , drenagem , tipo de solo e declividade e analisaram-se os registros de escorregamentos e inundações ocorridos na área de estudo para definir quais os critérios que seriam determinantes para alcançar o objetivo proposto deste trabalho: a identificação das áreas prováveis de ocupação de risco.

4.3.1 Critérios para a determinação das áreas impróprias a ocupação urbana segundo a Declividade

Nesta etapa, buscaram-se:

- Determinar áreas que possuam declividades abruptas, maiores que 30%;
- Identificar as áreas planas, favoráveis às inundações, com de declividades menores que 2%.

4.3.2 Critérios para a determinação das áreas impróprias a ocupação urbana segundo as Características Geotécnicas

Para análise dos materiais envolvidos na determinação da estabilidade do talude para ocupação urbana, adotaram-se os seguintes critérios:

- Permeabilidade;
- Hidromorfismo;
- Altura do Lençol Freático;
- Capacidade de Carga;
- Quantidade de Finos (Argila).

Feita a identificação das condições de apresentação desses critérios nos materiais envolvidos na área de estudo, definiram-se os solos mais ou menos favoráveis para a ocupação urbana.

4.3.3 Critérios para a determinação das áreas impróprias a ocupação urbana segundo a Densidade de Drenagem da área de estudo

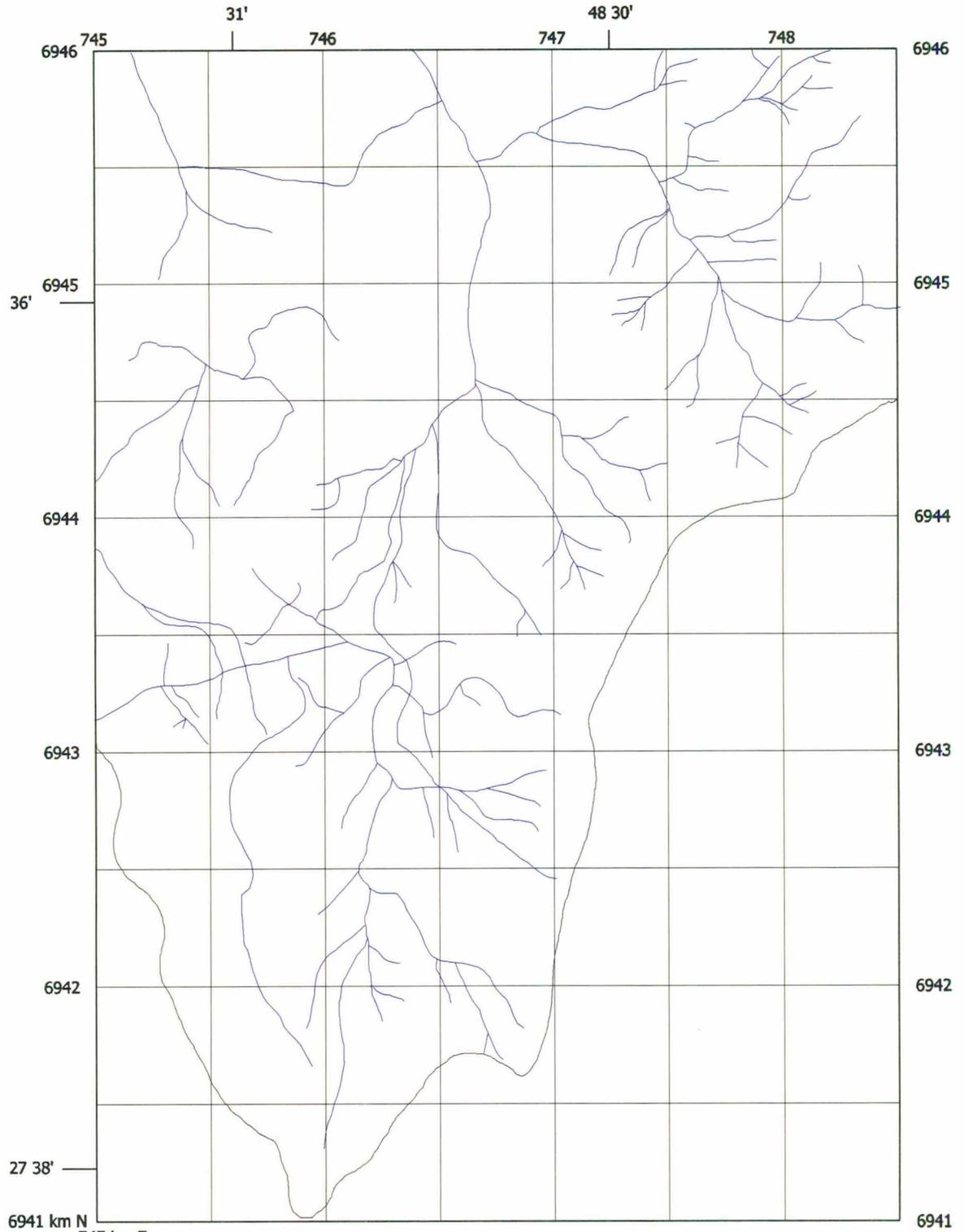
A rede de drenagem natural da área (FIGURA4.2) foi traçada a partir da imagem de Satélite Landsat TM, composição colorida nas bandas 3, 4 ,5 apoiando-se nas fotografias aéreas com escalas de 1:25.000 e 1:8.000 e no Mapa Planialtimétrico da Ilha de Santa Catarina na escala 1:25.000, sendo que adotaram-se os seguintes critérios:

- As áreas com densidades de drenagem muito alta – Solo com muito baixa permeabilidade (Impermeável)
- Áreas com densidades de drenagem densas – Solo com baixa permeabilidade
- Áreas com densidades de drenagem moderadamente densas – Solo com pouca permeabilidade
- Áreas com densidades de drenagem pouco densas – Solo com moderada permeabilidade
- Áreas com densidades de drenagem nula - Solo Permeável

A partir desta relação da distribuição da rede de drenagem com a permeabilidade do solo, adotou-se a seguinte classificação quanto a estabilidade do solo:

- Solo permeável – Favorável à ocupação urbana
- Solo pouco permeável – Propício à ocupação urbana
- Solo moderadamente permeável _ Pouco favorável à ocupação urbana
- Solo c/ baixa permeabilidade _ Impróprio à ocupação urbana
- Solo c/ muito baixa permeabilidade_ Impróprio à ocupação urbana

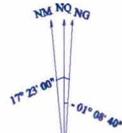
REDE DE DRENAGEM NATURAL



LEGENDA

 Drenagem

Declinação magnética para o ano de 1999
Convergência meridiana no centro da folha



Variação Anual 9,5'
Meridiano Central 51 W de Greenwich
 $\lambda = 1,00033387$
DATUM HORIZONTAL SAD 69 - IBGE
DATUM VERTICAL Marégrafo Imbituba - SC - IBGE

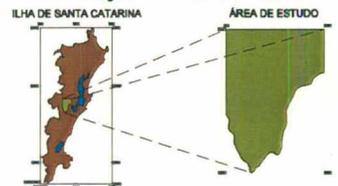
Base Cartográfica original do Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
Levantamento aerofotogramétrico Fotografias Aéreas obtidas em 1979

ESCALA 1:25.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

Localização da Área de Estudo



Base cartográfica a partir de folhas do IPUF de 1979

Dados temáticos de interpretação de imagens LANDSAT 5-TM órbita/ponto 220/79 de junho de 1995

Elaborado por Liane da Silva Bueno
FEVEREIRO 2000

FIGURA 4.2: Rede de Drenagem Natural

4.4 MAPA DE DECLIVIDADE

A declividade é a inclinação maior ou menor do relevo em relação ao horizonte. Na representação em curvas de nível, observa-se que quanto maior for a inclinação tanto mais próxima se encontram as curvas de nível. Inversamente, elas serão tanto mais afastadas quanto mais suave for o declive (GUERRA, 1989).

A partir do Mapa Planialtimétrico do Córrego Grande e entorno (IPUF, 1997) em meio digital, extraíram-se as curvas de nível da área proposta para este trabalho, enquadrada entre as coordenadas UTM da respectiva área, em que posteriormente este arquivo no formato dgn foi devidamente editado e georreferenciado através do software MacroStation .

A seguir, identificaram-se as cotas da curvas de nível espaçadas de 10 em 10 metros, originando um arquivo em 3D e exportou-se no formato dxf para o Software Idrisi for Windows versão 2.0.

Posteriormente realizou-se a vetorização do arquivo, rasterização do arquivo vetorial, definiu-se o tamanho da imagem de saída especificando a resolução matricial adotada e todos os parâmetros da imagem, deixando assim, pronta a imagem para gerar o Modelo Digital do Terreno.

O MDT (Digital Terrain Model – DTM) consiste na representação digital de uma porção da superfície terrestre. A utilização da informação gerada a partir de um MDT, constitui uma mais valia, para quem utiliza Sistemas de Informações Geográficas (SIG) afim de planejamento, pois as potencialidades destes modelos apoiam atividades de ordenamento do território.

Efetuuou-se a interpolação do arquivo imagem das curvas de nível em 3D, permitindo gerar o mapa de Declividade, o qual sofreu uma reclassificação para atender às faixas de declividade de interesse da pesquisa.

A carta de declividade tem sido considerada um documento básico para o Planejamento Regional (BIASI, 1970).

A declividade acentuada determina a ocorrência ocasional e localizada de movimento de massa do tipo solifluxão e deslizamentos, que resultam em cicatrizes de arranque de material e nichos erosivos. O escoamento superficial difuso promove a lavagem do material de menor granulometria e concentra blocos e matacões graníticos ao longo das vertentes. Muitos desses blocos rochosos encontram-se em condições precárias de equilíbrio e se constituem num fator de alto risco para a população que ocupa as áreas adjacentes (HERMANN e ROSA, 1991).

4.5 MAPA DE CLASSES DE DECLIVIDADE SEGUNDO A LEGISLAÇÃO

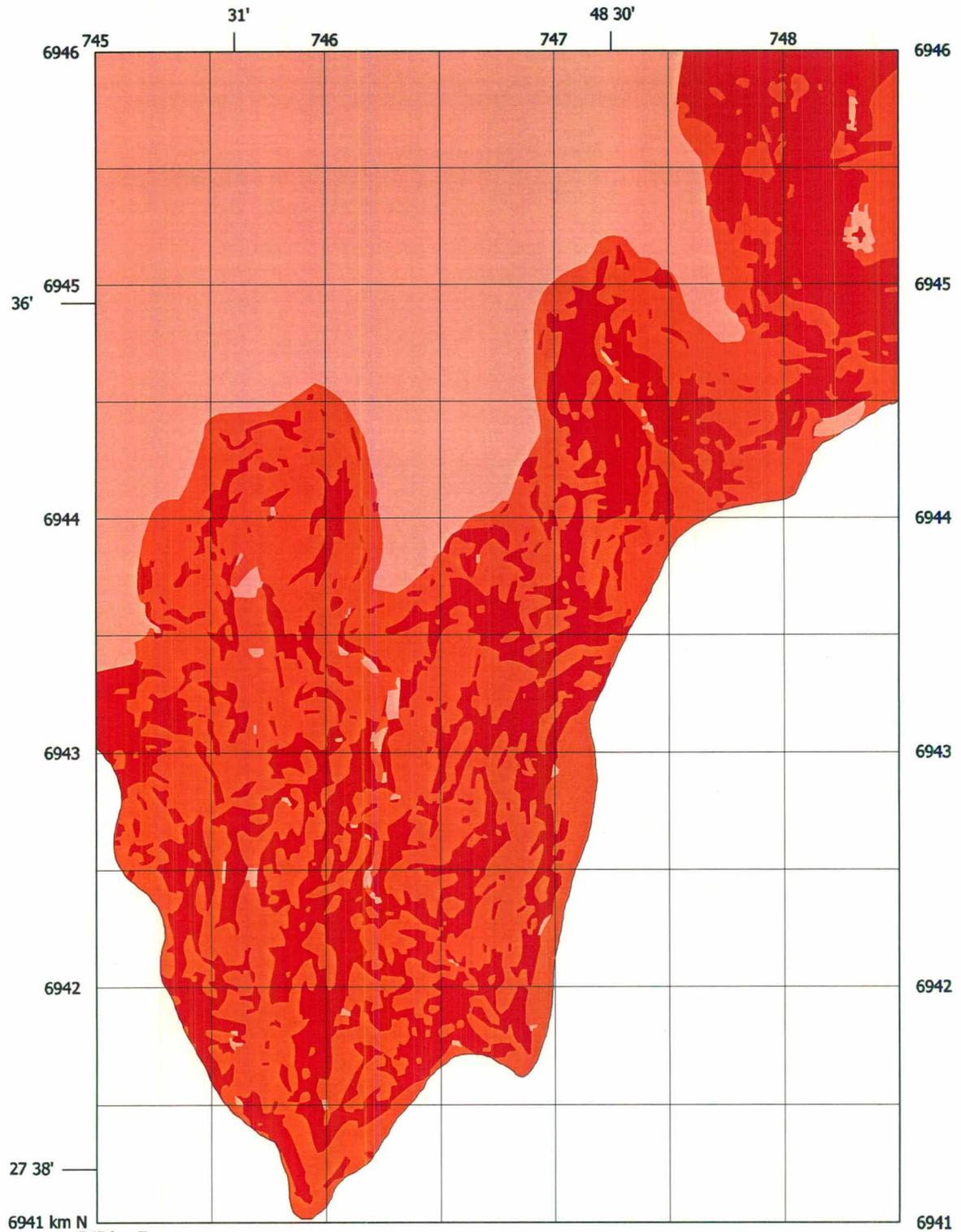
As restrições impostas pelas Leis Estadual e Federal, traduzidas pela Lei do Parcelamento do uso do Solo Urbano Municipal, parte integrante do Plano Diretor, que atende as especificidades e peculiaridades locais e às exigências da dinâmica da cidade, permitiram reclassificar estabelecendo as faixas de restrição para o parcelamento do solo para fins urbanos ou de expansão urbana (FIGURA 4.3), sendo as declividades menores ou igual a 2% e maiores ou igual a 30% as faixas de declividade ideal para atender o objetivo desta pesquisa, ou seja, localizar espacialmente áreas impróprias a ocupação urbana, gerando um novo arquivo imagem, conforme tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Reclassificação do Mapa de Declividade por Faixa

Classes de Declividade	Novos Valores
0 a 2%	10
2 a 30%	1
Acima de 30%	30

Um mapa de classes de declividade, além de mostrar como se apresenta a distribuição espacial das declividades, permite também inferir riscos que as mesmas oferecem a determinados usos efetuados pelo homem.

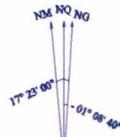
MAPA DE DECLIVIDADE SEGUNDO LEGISLAÇÃO



LEGENDA

- Declividades < 2%
- Declividades de 2% a 30%
- Declividades > 30%

Declinação magnética para o ano de 1999
Convergência meridiana no centro da folha



Variação Anual 5,5'

Meridiano Central 51° W de Greenwich

$k = 1,00033387$

DATUM HORIZONTAL SAD 69 - IBGE

DATUM VERTICAL Marégrafo Imbituba - SC - IBGE

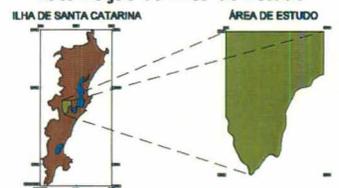
Base Cartográfica original do Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
Levantamento aerofotogramétrico Fotografias Aéreas obtidas em 1979

ESCALA 1:25.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

Localização da Área de Estudo



Base cartográfica a partir de folhas do IPUF de 1979

Elaborado por Liane da Silva Bueno
FEVEREIRO 2000

FIGURA 4.3: Mapa de Declividade Segundo a Legislação

4.6 MAPA DE ZONAS DE VARIAÇÃO DE PERMEABILIDADE

O referido mapa foi confeccionado através das análises da densidade de drenagem, determinada a partir da identificação da rede de drenagem da área de estudo adquirida através da Imagem Satélite TM e do Mapa Planialtimétrico de Florianópolis escala 1:25.000 apoiando-se em fotografias aéreas nas escalas 1:25.000 e 1:8.000.

As análises da densidade foram realizadas a partir de celas, correspondendo a 1 km², onde foram contadas as lineações da rede de drenagem por unidade de área.

Os dados referentes à densidade de lineações de drenagem foram transportados para o software Surfer versão 6.04, no qual, através do método de interpolação de krigeagem permitiu a representação gráfica das curvas de isovalores.

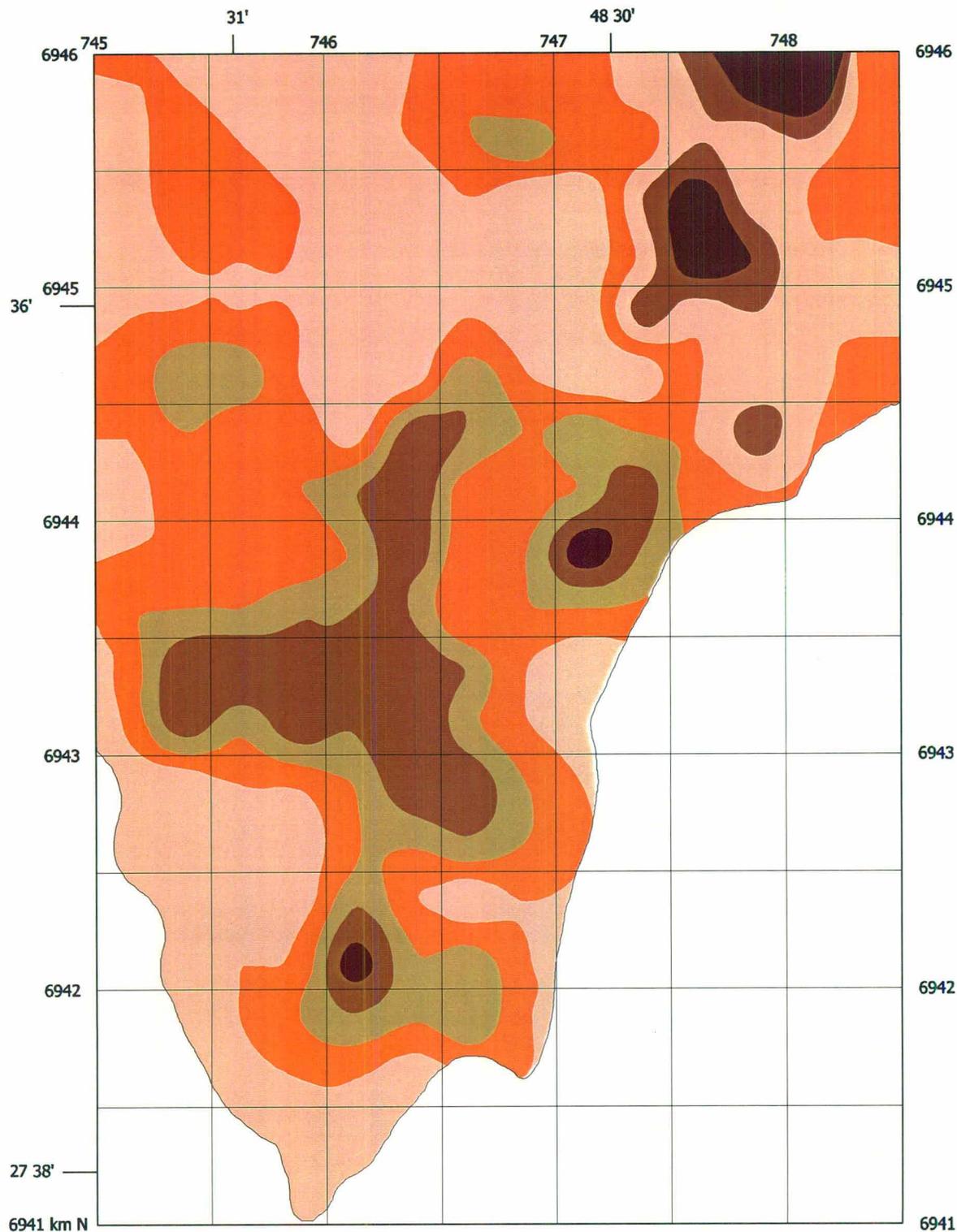
Segundo CÂMARA e MEDEIROS (1998), o método de krigeagem foi desenvolvido, inicialmente, para solucionar problemas de mapeamentos geológicos, mas seu uso expandiu-se com sucesso no mapeamento de solos, mapeamento hidrológico, mapeamentos atmosféricos e outros.

A diferença entre o método de krigeagem e outros métodos de interpolação esta forma de utilização dos pesos, são todos iguais a $1/N$ (N = número de amostras). Na interpolação baseada no inverso do quadrado das distâncias, os pesos são definidos como o inverso do quadrado da distância que separa o valor interpolado dos valores observados. Na krigeagem, o procedimento é semelhante ao de interpolação por média móvel ponderada, exceto que os pesos são determinados a partir de uma análise espacial baseada no semivariograma experimental. Além disso, a krigeagem fornece, em média, estimativas não tendenciosas e com variância mínima (estimativas não tendenciosas significam que, em média, a diferença entre os valores estimados e os verdadeiros para o mesmo ponto deve ser nula; e variância mínima significa que estes estimadores possuem a menor variância dentre todos os estimadores não tendenciosos (CÂMARA e MEDEIROS, 1998).

Em função das diferentes densidades que se apresentam, pode-se destacar outras características do meio físico que por lógica lhes são correlacionáveis, como a variação de permeabilidade do solo, e podem ser feitas considerações sobre os seus aspectos favoráveis e desfavoráveis frente às diversas formas de uso e ocupação; fator de relevante interesse ao planejamento (FIGURA 4.4).

A permeabilidade é, portanto, a capacidade que possuem certas rochas e solos de transmitir a água pelos poros ou interstício; sendo expressa pela quantidade de água que passa por uma secção em uma unidade de tempo, segundo um gradiente hidráulico (GUERRA, 1989).

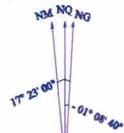
ZONAS DE VARIAÇÃO DE PERMEABILIDADE



LEGENDA

- Impermeável
- Baixa Permeabilidade
- Pouca Permeabilidade
- Moderadamente Permeável
- Permeável

Declinação magnética para o ano de 1999
Convergência meridiana no centro da folha



Varição Anual 9,5'
Meridiano Central 51° W de Greenwich
 $k = 1,00033387$
DATUM HORIZONTAL SAD 69 - IBGE
DATUM VERTICAL Marígrafo Imbituba - SC - IBGE

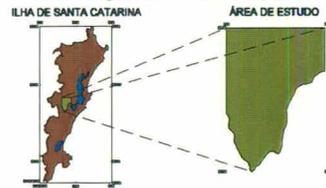
Base Cartográfica original do Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
Levantamento aerofotogramétrico Fotografias Aéreas obtidas em 1979

ESCALA 1:25.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

Localização da Área de Estudo



Base cartográfica a partir de folhas do IPUF de 1979

Dados temáticos de interpretação de imagens LANDSAT 5-TM órbita/ponto 220/79 de junho de 1995

Elaborado por Liane da Silva Bueno
FEVEREIRO 2000

FIGURA 4.4: Zonas de Variação de Permeabilidade

4.7 MAPA DE SOLOS

O Mapa de Solos da área foi elaborado a partir do Mapa da Bacia do Itacorubi DIAS (1996), tendo como base de dados o mapa na escala de 1:25.000 e a representação gráfica de saída na escala 1:10.000. Baseando-se na classificação das unidades geotécnicas de SANTOS (1997), onde a autora aborda uma integração de informações Pedológicas, Geológicas e Geotécnicas aplicadas ao uso do solo urbano em obras de engenharia, realizou-se uma análise quanto às restrições a ocupação urbana como, capacidade de carga, nível do lençol freático, quantidade de finos, etc., das unidades envolvidas na área de estudo.

A FIGURA 4.5 mostra as unidades geotécnicas, que são:

Mangue - SMSq

O Mangue é constituído por depósitos areno-sílticos-argilosos ricos em matéria orgânica, possui a flora e a fauna com características bem específicas, pois sofre a influência da deposição continental e incursões de deposição marinha, representando assim um ambiente deposicional transicional (DIAS, 1996).

São solos que não apresentam capacidade de suporte de carga, impermeáveis e hidromórficos, portanto são solos impróprios à ocupação urbana. As áreas de mangue são protegidas por lei, como áreas de preservação permanente, não sendo permitida sua ocupação.

Gley substrato Depósito Flúvio-Lagunares - Gfl

Os solos Gleys são desenvolvidos em várzeas, planícies aluvionais, áreas deprimidas, sendo caracterizadas pela ocorrência em terras baixas, vinculadas a excessos d'água, ou em bordas de chapadas em áreas de surgência de água subterrânea (OLIVEIRA apud DAVISON DIAS, 1996). Apresentando-se em regiões de terrenos

com microrrelevo, não possuem uma distribuição uniforme das características morfológicas e analíticas horizontalmente e ao longo do perfil, devido também à sua própria origem circunstancial de situações de aportes de colúviação ou de aluviamentos. São solos hidromórficos, possuem uma coloração acinzentada devido à redução de óxidos de ferro, ocorrência típica de ambientes encharcados e portanto anaeróbicos, principalmente em áreas planas e de baixadas. Também ocorrem os tons mosqueados com matizes bruno, amarelados e /ou avermelhados destacando-se o fundo acinzentado devido a oxidação parcial, ocorrência típica da oscilação do lençol freático.

Solos com alta expansividade, baixa capacidade de suporte de carga, podendo provocar recalques nas obras de engenharia a curto e a longo prazo, portanto não possuem bom comportamento sob o ponto de vista de ocupação urbana.

Cambissolo, substrato depósito de encosta – Cde

Localizam-se na transição entre a planície e o morro, com horizonte B pouco desenvolvido ou concentrações de ferro suficientes para formar um horizonte B plíntico. A origem coluvial desses solos é muito importante sob o ponto de vista dos problemas que podem ocorrer nas obras de engenharia, principalmente quando ocorrem cortes nos taludes para execução de muro de arrimo e de fundação.

Podzólico Vermelho-Amarelo, substrato granito – PVg

Esta unidade compreende a solos minerais não hidromórficos, com horizonte A inferior a 50 cm, horizonte B avermelhado com espessura de 1m aproximadamente, mais argiloso que o horizonte A e um horizonte C granular, alcançando até 30 m, semelhante aos Cambissolos, guarda a estrutura da rocha e em função do grau de intemperismo, apresenta um comportamento variável (SANTOS, 1997).

Estes solos ocorrem em áreas com relevo fortemente ondulado a ondulado, geralmente são parcialmente saturados, bem drenados e o lençol freático apresenta-se profundo, podendo ser utilizados como absorvente de efluentes domésticos.

Solos argilosos e de baixa atividade, tendo que tomar certos cuidados se forem pouco desenvolvidos, pois assim apresentam expansividade.

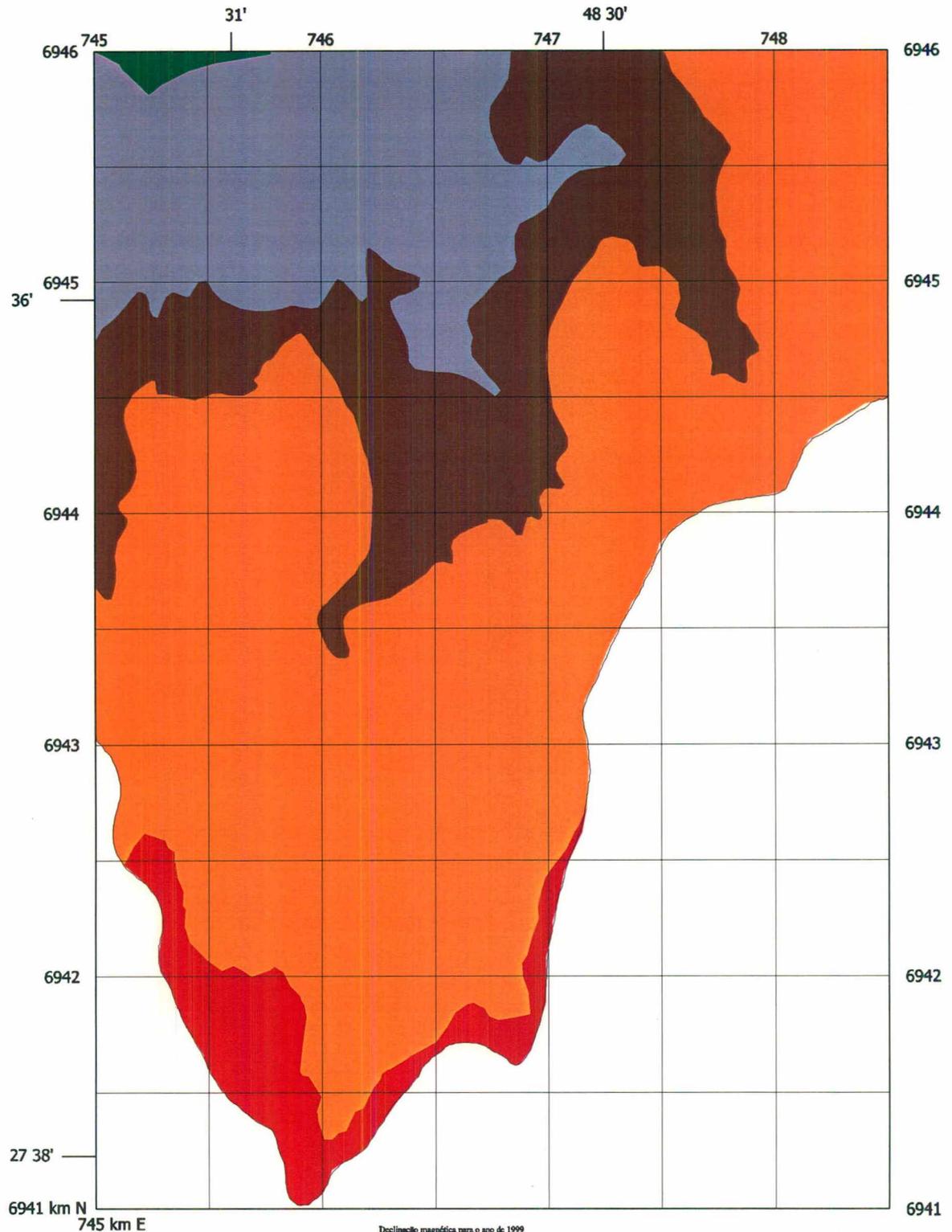
Possuem boa capacidade de carga, apresentando bons resultados nos ensaios de SPT, segundo investigação realizada por DIAS (1996), em que salienta que na ocorrência da exposição do horizonte C torna-se muito mais erosivo do que o horizonte B, sugerindo a não remoção deste para a execução de obras de engenharia.

Cambissolo, substrato granito – Cg

Esta unidade ocorre próxima ao topo do morro, apresenta-se com textura variada, não hidromórfico, são solos bem drenados e não possuem atividade alta de argila em função do material de origem, o granito. Seu maior problema geotécnico é a grande incidência de matacões o que dificulta a execução de fundações. Por apresentar-se numa topografia bastante íngreme, o horizonte C mostra-se com uma espessura variável, favorecendo a ocorrência de erosão e escorregamentos SANTOS (1997), neste contexto restringindo-se quanto à ocupação urbana.

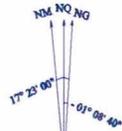
Na Pedologia, o perfil de intemperismo é constituído por uma sucessão de camadas denominadas horizontes, diferenciados geralmente pela cor, textura, estrutura, consistência e presença de material orgânico. São representados pelas letras A, B, C e R, em que para os horizontes A e B possuem maior evolução pedogenética, representando o solo superficial, para o horizonte C são definidos o material de origem alterado pelo intemperismo e o horizonte R representa a rocha sã. Verifica-se que os princípios básicos e definições dos principais horizontes diagnósticos da pedologia foram adaptados por DIAS (1985), visando o mapeamento geotécnico (SANTOS, 1997).

ESTIMATIVAS DAS UNIDADES GEOTÉNICAS



- LEGENDA**
- Mangue
 - Gle
 - Cambissolo substrato Depósito de Encosta
 - Podzólico Vermelho - Amarelo substrato Granito
 - Cambissolo substrato Granito

Declinação magnética para o ano de 1999
Convergência meridiana no centro da folha



Varição Anual 9,5'
Meridiano Central 51° W de Greenwich
 $k = 1,00033387$
DATUM HORIZONTAL SAD 69 - IBGE
DATUM VERTICAL Marégrafo Imbituba - SC - IBGE
Base Cartográfica original do Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
Levantamento aerofotogramétrico Fotografias Aéreas obtidas em 1979

ESCALA 1:25.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM



Base cartográfica a partir dos Mapas Geológicos e Pedológicos do IPUF/IBGE (1990)

Dados temáticos elaborados por
DAVISON DIAS (1997)

Elaborado por Liane da Silva Bueno
FEVEREIRO 2000

FIGURA 4.5: Estimativas das Unidades Geotécnicas

4.8 AVALIAÇÃO DE DADOS

Uma vez elaborados os mapas de Declividade, de Zonas de Variação de Permeabilidade e o Mapa de Solos, realizou-se uma avaliação dos dados conforme o aparecimento de dúvidas, voltando-se às etapas anteriores para verificação.

4.9 SUPERPOSIÇÃO DO MAPA DE DECLIVIDADE COM O MAPA DE ZONAS DE VARIAÇÃO DE PERMEABILIDADE

Nesta etapa realizou-se a superposição do Mapa de Declividade com o Mapa de Zonas de Variação de Permeabilidade, o que possibilita uma análise visual dos elementos superpostos, ou seja, as três faixas de declividade de interesse da pesquisa: declividades menores ou igual a 2%, de 2% a 30% e maiores que 30%; com as zonas de variação de permeabilidade que se apresentam na área de estudo como as zonas de solos permeáveis, solos pouco permeáveis, solos moderadamente permeáveis, solo com baixa permeabilidade e zonas de solo com permeabilidade muito baixa; conforme FIGURA 4.6.

**SUPERPOSIÇÃO DO MAPA DE DECLIVIDADE COM O MAPA DE ZONAS DE
VARIAÇÃO DE PERMEABILIDADE**

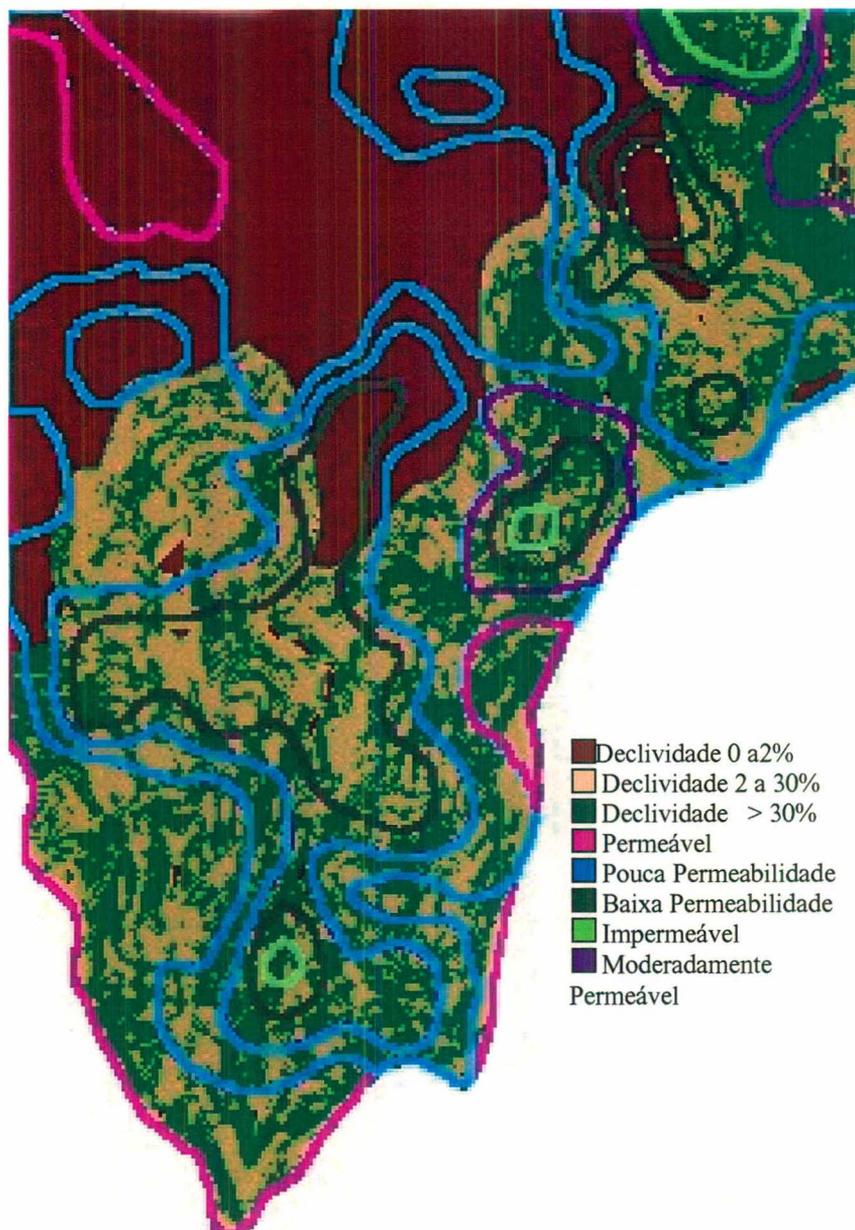


Figura 4.6 – Superposição do Mapa de Declividade com o Mapa de Zonas de Variação de Permeabilidade.

4.10 INTEGRAÇÃO DOS MAPAS

Após a análise visual da superposição do Mapa de Declividade e o Mapa de Zonas de Variação de Permeabilidade, efetuou-se ainda a superposição do Mapa de Solos, ferramenta básica para planejamento do espaço urbano, possibilitando uma análise visual integrada dos três Mapas, como mostra a FIGURA 4.7. Esta análise visual dos elementos superpostos, originou uma tabela de classes, subsidiando o cruzamento final feito através do software Idrisi for Windows.

INTEGRAÇÃO DOS MAPAS

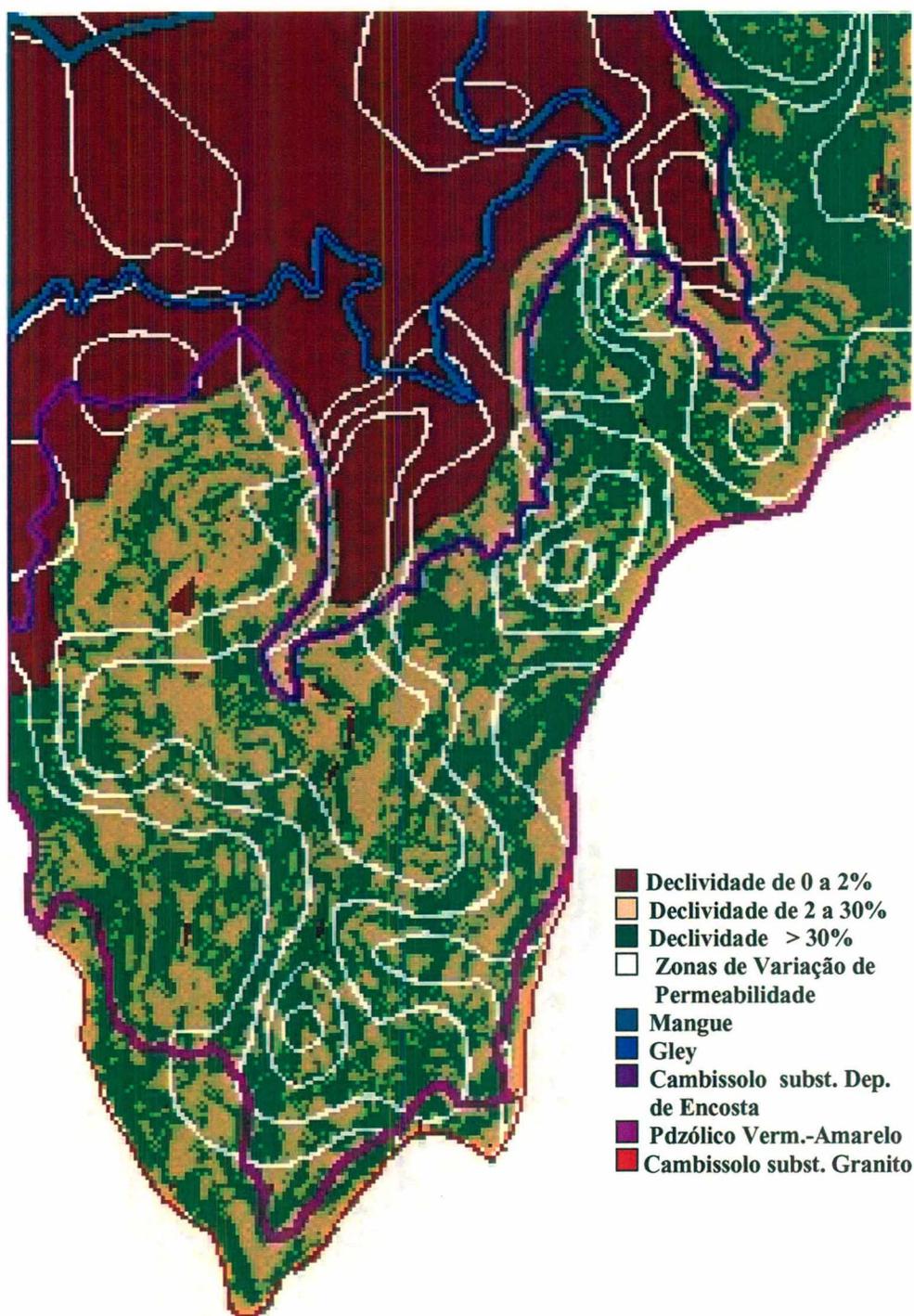


Figura 4.7 – Imagem da Superposição dos Mapas de Declividade, Mapa das Zonas de Variação de Permeabilidade e o Mapa de Solos.

4.11 TABELA DE CLASSES

Elaborou-se uma tabela de classes (Tabela 4.2) objetivando subsidiar o cruzamento dos Mapas de Declividade, Mapa de Zonas de Variação de Permeabilidade e o Mapa de Solos.

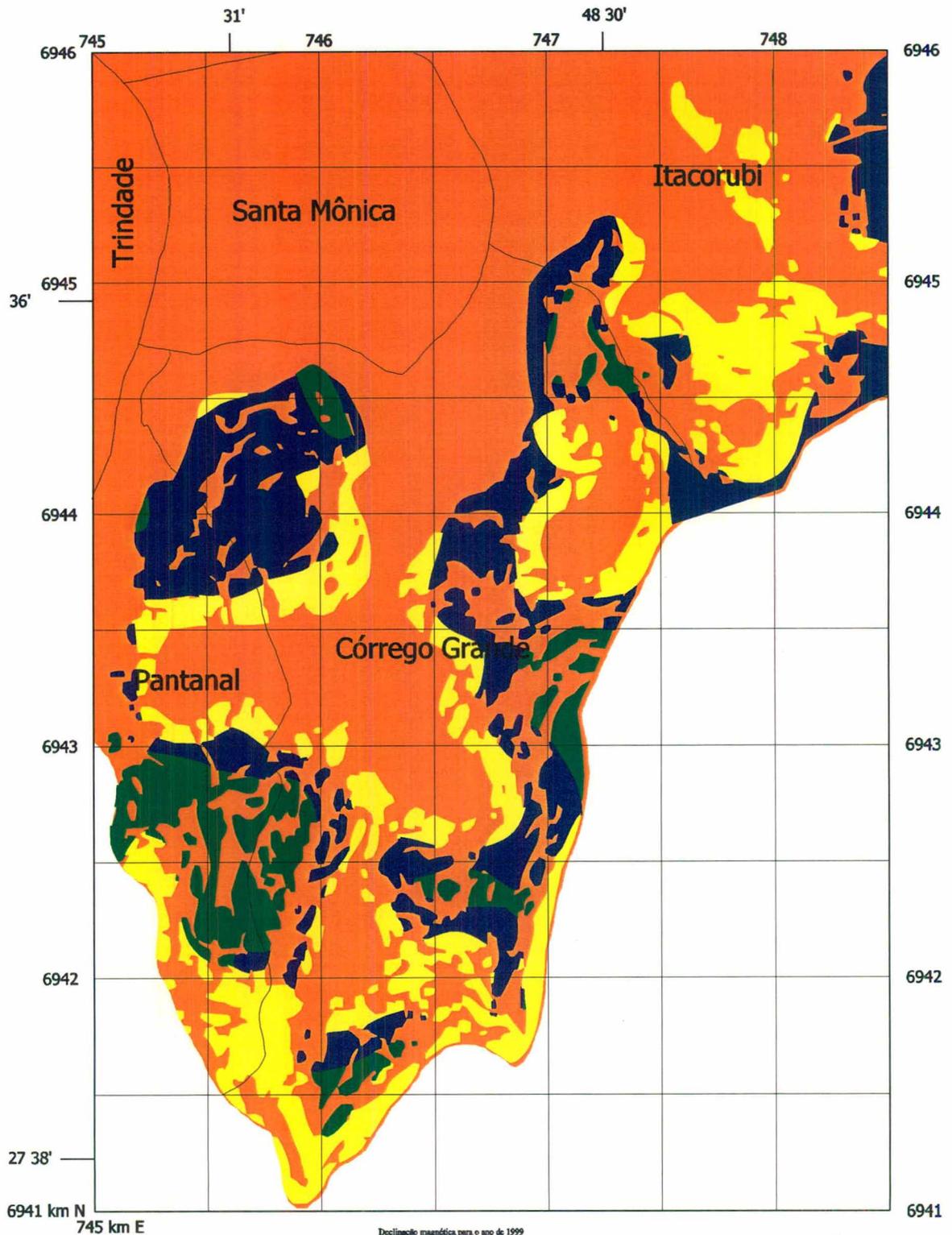
Tabela 4.2 - Tabela de Classes

Classes	I	II	III	IV
Declividade	2% a 30%	2% a 30%	2% a 30%	< 2% e >30%
Permeabilidade	alta	pouca	moderada	baixa, muito baixa
Solos	Pvg	Cde	Cg	SMSq e Gfl

4.12 MAPA DE CLASSES PARA OCUPAÇÃO URBANA

O Mapa de Classes para Ocupação Urbana é um Mapa Temático, que foi elaborado a partir da classificação da etapa anterior, através dos cruzamentos dos Mapas de Declividade, Zonas de Variação de Permeabilidade e o Mapa de Solos, com a utilização do software Idrisi for Windows (FIGURA 4.8).

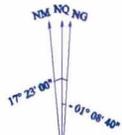
MAPA DE CLASSES PARA OCUPAÇÃO URBANA



LEGENDA

- Favorável à ocupação
- Propícia à ocupação
- Pouco favorável à ocupação
- Imprópria à ocupação

Declinação magnética para o ano de 1999
Convergência meridianos no centro da folha



Varição Anual 9,5"
Meridiano Central 51° W de Greenwich
 $k = 1,00033387$
DATUM HORIZONTAL SAD 69 - IBGE
DATUM VERTICAL Marégrafo Imbituba - SC - IBGE

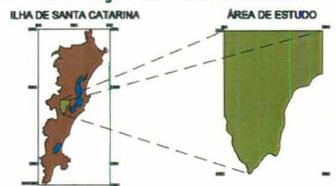
Base Cartográfica original do Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
Levantamento aerofotogramétrico Fotografias Aéreas obtidas em 1979

ESCALA 1:25.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

Localização da Área de Estudo



Base cartográfica a partir de folhas do IPUF de 1979

Elaborado por Liane da Silva Bueno
FEVEREIRO 2000

FIGURA 4.8: Mapa de Classes para Ocupação Urbana

4.13 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta etapa, a partir dos resultados obtidos, avaliou-se a necessidade de retornar a uma das etapas anteriores, para que fossem solucionados os pontos que indicassem dúvidas.

4.14 AVALIAÇÃO FINAL

Esta etapa tem por finalidade verificar as informações extraídas das imagens satélites, e fotografias aéreas, bem como a análise dos mapeamentos até aqui elaborados.

4.15 ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DE PESQUISA: DISSERTAÇÃO

O relatório de pesquisa tem a finalidade de contribuir com o estudo e caracterização do meio físico para fins de planejamento visando atender o processo de expansão urbana, que em Florianópolis tem se processado um tanto quanto acelerado e desordenado.

CAPÍTULO V

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos nas várias etapas deste trabalho foram os seguintes:

- Geração de vários arquivos gráficos em meio digital, obtendo as informações básicas separadas do meio físico, e da legislação, editados e estruturados para serem processados num software para SIG;
- Domínio das técnicas de geoprocessamento, através da utilização de várias rotinas internas do software para SIG, para o mapeamento das classes de ocupação urbana;
- Arquivos em meio digital, das áreas mapeadas das classes de ocupação urbana, determinando-se as áreas de potencial de ocupação de risco.

5.2 ANÁLISE DA ELABORAÇÃO DOS MAPAS

A seguir é feita a análise de cada um dos mapas elaborados nesta pesquisa.

5.2.1 Mapa de Declividade Segundo a Legislação

O Mapa de Declividade Segundo a Legislação (FIGURA 4.3), resultou numa imagem contendo três tonalidades diferentes, correspondendo às faixas de declividades de interesse da pesquisa, sendo bege para as declividades menores ou igual a 2%, laranja para o intervalo de declividades variando de 2% a 30% e a cor marrom corresponde as declividades maiores ou igual a 30%. Observam-se neste Mapa, nas declividades menores, as linhas dos talvegues da rede de drenagem, resultado já esperado em um Mapa de Declividade, e de fundamental importância para atingir-se os objetivos propostos neste trabalho.

5.2.2 Mapa de Zonas de Variação de Permeabilidade

Observou-se no arquivo imagem do Mapa de Zonas de Variação de Permeabilidade, que as informações espaciais apresentaram-se de maneira consistente na forma de distribuição das zonas de variações de permeabilidade. Dessa forma, aprovando o método de krigeagem aplicado para sua determinação e a utilização da imagem satélite e fotografias aéreas, na precisão da determinação da densidade de drenagem, fator considerado inversamente proporcional à permeabilidade.

Na distribuição das zonas de variação de permeabilidade da área proposta para o estudo, observou-se a ocorrência de zonas de baixa e muito baixa permeabilidade. Zonas impróprias para a ocupação urbana, no sentido do topo do morro para a meia encosta do Morro do Padre Doutor, acompanhando o sentido da rede de drenagem natural desta área, localizando-se aproximadamente entre as coordenadas utm 745500; 6944500 e 747000; 6941500. Da mesma forma apresenta-se a região do Morro do Sertão, na parte que se inclui dentro da área de estudo, aproximadamente entre as coordenadas utm 747500; 6946000 e 748500; 6944000.

As cinco zonas de variações de permeabilidade encontradas na área apresentam-se no Mapa (FIGURA 4.4), com cinco cores diferentes, correspondendo a cor bege para solo permeável, esverdeado para solo pouco permeável, laranja para solo moderadamente permeável, marrom para solo com baixa permeabilidade e vinho para solo com permeabilidade muito baixa (impermeável).

5.2.3 Mapa de Solos

Este mapa, que foi elaborado a partir do Mapa de Estimativas das Unidades Geotécnicas da Bacia do Itacorubi DIAS (1996), forneceu subsídios para o zoneamento de classes de ocupação urbana, auxiliando a respeito das estimativas de capacidade de carga, de sua estabilidade quanto a escorregamentos, capacidade de absorção d'água etc, fatores decisivos para a determinação das áreas impróprias ou seja, áreas de risco para ocupação urbana.

Apresenta cinco unidades distribuídas na área (FIGURA 4.5), correspondendo a cinco cores distintas, sendo a cor laranja para a unidade Pvg, Podzólico Vermelho-Amarelo, marrom para os Cambissolos substrato depósito de encosta - Cde, vermelho para Cg – Cambissolos substrato granito, cinza para Gfl (gley) e verde para o Manguê.

5.2.4 Superposição dos Mapa de Declividade com Mapa de Zonas de Variação de Permeabilidade

Esta superposição foi de suma importância, pois possibilitou uma visualização geral da disposição dos elementos em questão, favorecendo as seguintes análises resultantes:

A ocorrência de áreas com declividades favoráveis à ocupação urbana (2% a 30%), e com permeabilidade desfavoráveis (baixa e muito baixa), foram consideradas como áreas impróprias à ocupação.

Observou-se também a ocorrência de áreas com declividades favoráveis à ocupação, (de 2% a 30%, segundo a legislação), em áreas com permeabilidade moderada, na qual foram caracterizadas como áreas pouco favoráveis à ocupação urbana.

Áreas com declividades favoráveis à ocupação urbana (2% a 30%), em áreas que possuem pouca permeabilidade, classificou-se como áreas propícias a ocupação urbana.

Caracterizou-se como sendo áreas favoráveis à ocupação, as áreas onde ocorrem solos com alta permeabilidade e declividades variando de 2% a 30%.

Áreas abrangidas por faixas menores ou igual a 2% e maiores ou igual a 30% de declividade, com permeabilidade variando de muito baixa a alta, foram adotadas como sendo áreas impróprias à ocupação urbana.

5.2.5 Integração dos Mapas

A integração dos Mapa de Declividade, Mapa de Zonas de Variação de Permeabilidade e o Mapa de Solos permitiu as seguintes considerações:

Quando da superposição das áreas caracterizadas no item anterior, a obtenção de faixas menores ou igual a 2% e maiores ou igual a 30% de declividade e a ocorrência das cinco variações de permeabilidade, adotadas como áreas impróprias à ocupação urbana, com a superposição de uma unidade geotécnica desfavorável, como o Manguê e o Gley, considerou-se ainda como sendo uma área imprópria à ocupação.

Observou-se, também, a ocorrência de áreas com declividades favoráveis a ocupação, de 2% a 30%, segundo a legislação, em áreas que possuem permeabilidade moderada, superpondo áreas que possuem os solos Pvg, Cg e Cde, dessa forma sendo caracterizadas como áreas pouco favoráveis à ocupação urbana.

Áreas com declividades variando de 2% a 30%, favoráveis a ocupação urbana, em locais que possuam pouca permeabilidade, superpondo áreas com solos possuem os solos Pvg, Cg e Cde, classificou-se como áreas propícias a ocupação urbana.

Caracterizaram-se como sendo áreas favoráveis à ocupação, as áreas onde ocorrem solos com alta permeabilidade e declividades variando de 2% a 30% em áreas que abrangiam a unidade geotécnica do Podzólico Vermelho – Amarelo, Pvg.

5.3 Mapa de Classes para Ocupação Urbana

Nesta etapa, elaborou-se o Mapa de Classes para Ocupação Urbana (FIGURA 4.8) onde inicialmente foi feito os cruzamentos dos mapas a partir da geração dos diversos níveis de informação, os “layers”, no software IDRISI for Windows 2.0,

possibilitando fazer o mapeamento das prováveis áreas de ocupação de risco, analisadas sob critérios técnicos e ambientais, objetivo principal deste trabalho.

A cartografia realizada consistiu em classificar as zonas adquiridas após o cruzamento dos elementos envolvidos, como as faixas de declividade, a variação de permeabilidade e as unidades geotécnicas, em função de seu grau de adequação à ocupação urbana. Assim, foram determinadas quatro classes, relativas ao seu maior ou menor grau de restrições à ocupação urbana; a saber:

Classe I: A primeira classe corresponde à áreas favoráveis à ocupação urbana, possuindo apenas certas restrições na fase de implementação das obras de engenharia. Essas restrições são no sentido de evitar a ocorrência de fenômenos geodinâmicos resultantes de uma ação técnica inadequada na implantação de determinada obra. Exemplificando, podem-se citar tais ocorrências como cortes mal dimensionados, aumentando a declividade natural do terreno; estrangulamentos de drenagem ocasionando inundações etc.

Classe II: Esta classe engloba áreas propícias à ocupação urbana mediante verificação de procedimentos técnicos específicos para a implantação das obras. Podendo-se citar a necessidade de pequenas obras de contenção ou instalação de drenagens artificiais (valas revestidas, canaletas, etc.), visando estabilizar cortes do terreno.

Classe III: A terceira classe reúne áreas pouco favoráveis à ocupação que entretanto podem ser utilizadas mediante a elaboração de projetos técnicos, que exigem elevados investimentos e infraestrutura. Como exemplo, pode-se citar a necessidade de grandes obras de contenção como drenos profundos, injeções de concreto em maciços rochosos e a execução de aterros.

Classe IV: Compreende áreas impróprias à ocupação mesmo diante da adoção de projetos técnicos específicos. A utilização dessas áreas tornam as obras implantadas sujeitas a riscos geotécnicos potenciais (tais como escorregamentos, enchentes, etc.), riscos estes independentes dos recursos técnicos utilizados.

Sabendo-se que a área de estudo corresponde a uma área total de $A = 11,93 \text{ km}^2$ calcularam-se as áreas das classes resultantes, através do mapeamento, obtendo-se as seguintes áreas:

- 66,9% pertencem a Classe IV, áreas impróprias à ocupação, abrangendo a maior parte da área de estudo.
- 14,1% correspondem a Classe III, áreas pouco favoráveis à ocupação.
- 13,8% correspondem a Classe II, áreas propícias à ocupação.
- 5,2% correspondem a Classe I, áreas favoráveis à ocupação.

Dados estes que confirmam a necessidade de se realizar um planejamento criterioso, na área do Bairro Córrego Grande e o seu entorno, pois as áreas classificadas como impróprias abrangem de forma expressiva na totalidade da área, apresentando-se com diversas limitações, restringindo quanto as condições mínimas de habitabilidade.

Pode-se observar no mapa final, Mapa de Classes para Ocupação Urbana, que as áreas impróprias a ocupação estão localizadas principalmente:

- Nas zonas de baixios, no Parque São Jorge, estendendo-se para as áreas próximas a área do Mangue, pois são áreas suscetíveis a inundação; onde verificou-se a ocorrência de inundação daquela área, ocasionando vários transtornos naquela região, desde os alagamentos das residências até o impedimento de circulação de pedestres e automóveis. Isto pode ser observado nos registros fotografados (fotografias 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5).

- Nas áreas próximas a rede de drenagem natural, partindo desde o topo do morro até a meia encosta, suscetíveis a deslocamentos de solo, como pode-se verificar nas fotografias 5.6, 5.7, 5.8 e na fotografia 5.9.



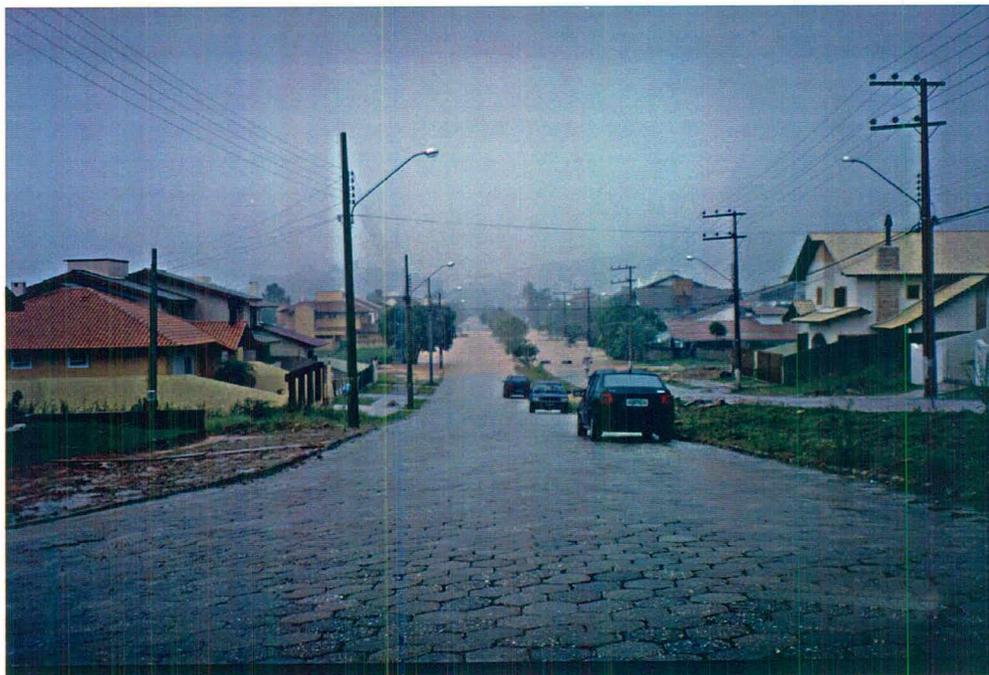
Fotografia 5.1 - Inundação do Parque São Jorge – 02/ 02/ 2000.



Fotografia 5.2 - Rio Córrego Grande - 02/ 02/ 2000.



Fotografia 5.3 - Vista Panorâmica do Parque São Jorge com as ruas inundadas – 02/02/2000



Fotografia 5.4 – Inundação da Av. Itamarati, no Parque São Jorge – 02/02/2000.



Fotografia 5.5 – Terrenos inundados no Parque São Jorge – 02/02/2000.



Fotografia 5.6 – Detalhe da força d'água, formando verdadeiras cachoeiras e pequeno deslocamento de solo no Morro do Padre Doutor.



Fotografia 5.7 – Detalhe de estragos ocasionados pela enxurrada – 02/ 02/ 2000



Fotografia 5.8 - Detalhe de deslocamento de arbustos e solo, ocasionados pela chuva do dia 2 de fevereiro, no Morro do Padre Doutor.



Fotografia 5.9 – A ocorrência de verdadeiras cachoeiras vindas do Morro do Padre Doutor, durante a chuva do dia 02 de fevereiro de 2000, terça-feira, inundando e transportando material .

5.4 ANÁLISE DO “SOFTWARE IDRISI FOR WINDOWS V. 2.0”, UTILIZADO NO GEOPROCESSAMENTO

O “software” utilizado na fase de geoprocessamento foi o “IDRISI FOR WINDOWS V. 2.0”, versão acadêmica. O seu desempenho foi satisfatório em quase todas as operações nas diversas etapas do processamento das informações espaciais. Como o forte do “IDRISI FOR WINDOWS V. 2.0” é trabalhar com imagens, na estrutura matricial, formato “raster”, era de se esperar, como sendo uma versão acadêmica, encontrar limitações na conversão para arquivos vetoriais”, isto é, vetorização dos arquivos rasters.

A limitação encontrada na utilização do “IDRISI FOR WINDOWS V. 2.0” foi durante a conversão de arquivos rasters para vector. A operação de conversão de arquivos rasters para arquivos vetoriais, limitando-se a vetorizar até 16.000 (dezesseis mil) pontos.

No entanto, superada a limitação do “software IDRISI V. 2.0”, versão acadêmica, todas as demais operações foram um sucesso, as quais contribuíram para o resultado deste trabalho, o de encontrar áreas impróprias à ocupação urbana, ou seja, as prováveis áreas de ocupação de risco.

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

6.1 CONCLUSÕES

A metodologia adotada para a localização das áreas prováveis de ocupação de risco mostrou-se adequada, tendo em vista a atualização das informações espaciais inerentes a cada feição, através dos produtos de sensoriamento remoto (fotografias aéreas e imagens de satélites) e a aplicação das técnicas de geoprocessamento, durante os cruzamentos das informações espaciais, através das restrições e dos critérios técnicos, definidos, utilizando como meio o “software IDRISI FOR WINDOWS V. 2.0”.

A utilização de técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas, neste trabalho possibilitou a visualização da real situação em uma área teste, quanto aos fatores limitadores abordados, como: declividades, permeabilidade e tipo de solo. A análise da ocupação do uso do solo urbano, dessa forma torna-se uma ferramenta técnica que vem de encontro aos interesses dos Orgãos Municipais de Planejamento. Esses órgãos deveriam cada vez mais investir em projetos que venham auxiliar na ocupação organizada, direcionando para um planejamento sustentável a médio e longo prazo, com intuito de proporcionar maior qualidade de vida aos moradores, visando acima de tudo a segurança, conforto além da preservação do meio ambiente. |

Quanto ao software utilizado para processar as informações espaciais, de acordo com os vários critérios estabelecidos para determinar as classes segundo restrições à ocupação urbana, localizando então as prováveis áreas de ocupação de risco, verificou-se

ser uma ferramenta capaz de executar as operações de geoprocessamento, porém com limitação na conversão de arquivo no formato matricial para arquivo no formato vetorial.

A metodologia aplicada mostrou-se eficiente no mapeamento das áreas impróprias à ocupação urbana, pois foram comprovadas através de fotografias, quando ocorreu a chuva do dia 2 de fevereiro de 2000, registrando a ocorrência de inundação.

6.2 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Como sugestões para futuros trabalhos, ligados à metodologia aplicada nesta pesquisa e também para estudos mais detalhados para determinação das áreas impróprias à ocupação urbana, sugere-se que:

- Havendo o interesse público, do órgão gestor ao planejamento urbano, ou de interesse acadêmico, que as áreas impróprias a ocupação urbana sejam levantadas no município de Florianópolis, com estudos mais detalhados de geotecnia, inclusive com levantamentos planialtimétricos, numa escala compatível para projetos (escala cadastral 1:2000);
- Uma nova pesquisa utilize uma metodologia diferenciada para o mesmo tema, para que esta sirva de parâmetros de comparação e que os resultados encontrados e confrontados validem a sua aplicação na etapa da classificação das áreas quanto à ocupação urbana.
- Utilizem outros softwares (SIGs) para verificar quais são os mais adequados para este tipo de trabalho.

BIBLIOGRAFIA:

- ALLAN; J. A. **Monitoring changes in land cover in Semiarid Region by Remote Sensing Techniques**, In: Anais do Congresso Internacional de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, 1984, Rio de Janeiro – RJ. **Anais:** Rio de Janeiro : 1984. V25. 1-6 p.
- ALMEIDA; M. C. J. de, FREITAS; C. G. L. de. **Uso do Solo Urbano: Suas Relações com o meio físico e problemas decorrentes**. In: 2^o SIMPÓSIO BRASILEIRO de CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA e 1^o Encontro Regional de Geotecnia e Meio Ambiente, 1996, São Carlos. **Anais:** São Carlos: 1996. 195 p.
- ASTROTH, J. R., TRUJILLO; J. e JOHNSON, G. E. **A Reptrospective Analysis of GIS Performace: The Umatilla Basin Revisited**. In; Photogrametric Engineering and Remote Sensing, 1990. V56, 359-363 p.
- BIASI, M. de: **Carta de Declividade de Vertentes: Confecção e Utilização**. 1970.
- BURROUGH; P. A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assesment**. Oxford University Press, New York, 1994.
- CÂMARA, G. **Anatomia de um SIG**. Revista FATOR GIS, 1994. n. 4, 11-15 p.
- CAMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. **GIS em projetos ambientais (GIS para meio ambiente)**. In: GIS Brasil 98. Curitiba, Pr. 1998.
- CAMARGO; M. de Carvalho e. **Sistema de Informações Geográficas como Instrumento de Gestão e Saneamento**. ABES, Rio de Janeiro, 1997, 6 e 7 p.
- CARREGÃ; D. L. **Estudo de Movimentações de Encostas Aplicado ao Perfil de Intemperismo em Ambientes Tropicais**. In: 8^o CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA de ENGENHARIA, 1996, Rio de Janeiro. **Anais:** Rio de Janeiro: 1996. vol. 2, 415 a 427 p.

- CECCA, Centro de Estudos Cultura e Cidadania. **Unidades de Conservação e Áreas Protegidas da Ilha de Santa Catarina: caracterização e legislação.** Florianópolis, 1997, 119 e 120 p.
- CECARELLI; I. C. F. **Caracterização Geotécnica do Meio Físico com uso de Técnicas de Sensoriamento Remoto - Proposição Metodológica.** – Boletim de Resumos Expandidos do 38^o CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 1994, Balneário Camboriú – SC. **Anais:** Balneário Camboriú: 1994. 453 p.
- CHIOSSI; N. J. **GEOLOGIA APLICADA à ENGENHARIA** .Universidade de São Paulo - Grêmio Politécnico – 1987.
- COITINHO; J. B. L., FERNANDES; E. & ISSLER; R. S. **Contribuição à geologia da Folha S6 22-2-D.** Relatório da operação 8017/81. Florianópolis, Projeto RADAMBRASIL, 1991. 35 p. (Relatório Interno RADAMBRASIL, 430-6)
- DEMIO; G., GONDOLFI; N. **Cartografia Geotécnica da Região de Mogi – Guaçu. São Paulo.** In: Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 1995, vol. Especial, 99 a 105 p.
- DAVIS, C. **Uso de imagens em GIS** . Fator GIS N^o 20, 1997. 22 a 24 p.
- DIAS, R. D. **Estimativas das Unidades Geotécnicas da Bacia do Itacorubi.** Florianópolis, SC. 1996. 15 a 26 p.
- DISPERATI, A. A. **Mapas na Engenharia Florestal.** Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Curitiba, 1992, 41 p.
- DUARTE; P. A. **Cartografia Temática.** Florianópolis, 1991,.23 p.
- EASTMAN; J. R. **Idrisi for windows – Exercícios Tutoriais.** Tradução para o português por Hasenack, Heinrich. UFRGS, Porto Alegre, RS, 1998.
- ESTES, J.L. in Franzoni, A. M. B. **Remote Sensing, Techniques for Enviroment Analysis.** Santa Bárbara, Hamilton, 1993. 340 p.

- FELGUEIRAS, C. A et al. **Metodologia de Integração de Dados em Sistemas de Informações Geográficas**. In: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO de SENSORIAMENTO REMOTO, 1990, Manaus – AM. **Anais**: Manaus: 1990. v3. 732-735 p.
- FERRARI; C. **Curso de Planejamento Municipal Integrado. Urbanismo**. São Paulo, 1977. 631 p.
- FERRAZ; H. **Filosofia Urbana**. São Paulo, 1997. 306 p.
- GUERRA; A T. **Dicionário Geológico, Geomorfológico**. Rio de Janeiro, 1989, 119 p.
- GONÇALVES, M. F. **O Novo Brasil Urbano – Impasses/ Dilemas/ Perspectivas**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1995. 360 p.
- HERMANN; M. L. de, PAULA; ROSA, O. R. **Mapeamento Temático do Município de Florianópolis – Geomorfologia, Síntese Temática**. Florianópolis, SC. Fevereiro 1991, 10 p.
- JOLY, F. **A cartografia**. Tradução de Tânia Pelegrini. Campinas – SP, Papirus, 1990.
- LAPOLLI, É. M. et al . **Metodologia para Integração de Elementos do Meio Ambiente Utilizando-se o Sistema de Informações Geográficas – SGI**. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO de CARTOGRAFIA, Universidade de São Paulo, 1991, São Paulo. **Anais**: São Paulo: 1991. v3. 575-577 p.
- LEI ESTADUAL 6.063/82 e LEI FEDERAL 6.766/79. **O Parcelamento do Solo Urbano – Santa Catarina**.
- LIPORACI; S. R., CALIJURI; M. L., ZUQUETE; L. V. **Mapeamento Geotécnico e Elaboração da Carta de Riscos Geológicos como subsídios na prevenção de acidentes naturais em Zonas Urbanas**. In: 8º CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA de ENGENHARIA, 1996, Rio de Janeiro. **Anais**: Rio de Janeiro: 1996, vol.2, 591 a 599 p.

- MORETTI; R. de S. **Loteamentos: Manual de recomendações para elaboração de projeto.** São Paulo, IPT, 1986, 25 p.
- MORETTI; R. de S. **Loteamentos: Manual de recomendações para elaboração de projeto.** São Paulo, IPT, 1986, 47 p.
- NASCIMENTO; G. A. **Mapas e Dados em Meio Digital – Uma Aplicação À Drenagem Urbana, Bacia do Itacorubí, Florianópolis – SC.** Florianópolis, 1998, 119 p.
- OKIDA; R. , VENEZIANI; P. **Caracterização das Áreas de Riscos Associadas a Escorregamentos e à Inundações através de Técnicas de Sensoriamento Remoto: Uma Proposta Metodológica – Boletim de Resumos Expandidos do 38^o CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA,** 1994, Balneário Camboriú – SC. **Anais:** Balneário Camboriú: 1994. 451 p.
- RAIMUNDO; H. A. **Aspéctos Geotécnicos e Pluviométricos Associados a Instabilidade de Encostas em Florianópolis – SC.** Florianópolis, 1998, 53p.
- RODRIGUES, M. **Introdução ao geoprocessamento.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1990, São Paulo. **Anais:** São Paulo: 1990. 01 – 26 p.
- SANTOS; L. M. dos. **Uso de Software de Edição de Imagem para Tratamento de Fotografias Aéreas para Utilização no Planejamento Urbano.** Monografia de Especialização em Expressão Gráfica, UFSC. Florianópolis, 1998. 66 p.
- ROSA; R., BRITO; J. L. S. **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica.** UFU, Uberlândia, 1996.
- ROSSETO; A. M. **Fatores Influentes na Implantação de Sistemas de Informações Geográficas em Prefeituras de Médio Porte: Um estudo de caso.** Florianópolis, 1998.

- SANTOS; G. T. **Integração de Informações Pedológicas, Geológicas e Geotécnicas Aplicadas ao uso do Solo Urbano em Obras de Engenharia.** Porto Alegre - RS., 1997, 14 p.
- SANTOS; M. do C. R. **Manual de Fundamentos Cartográficos e diretrizes gerais para a elaboração de Mapas Geológico, Geomorfológico e Geotécnicos.** IPT, São Paulo, 1990.
- SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE – SDM: **O Parcelamento do Solo Urbano Lei Estadual 6.063/82 e Lei Federal 6.766/79** – Florianópolis , SC. 1997, 32 p.
- STAR; J., ESTES; J. **Geographic Information Systems in Introduction.** Prentice Hall, New Jersey, USA, 1990.
- TEIXEIRA, A. L.; MORETTI, E. & CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica.** Rio Claro, 1992. 8 p.
- TEMÓTEO; J. P. da S., GOMES; E. S., JUNIOR Castro; Rodolfo M., Perales; Valéria de B., e outros: **Projeto Mapenco - Mapeamento Geológico – Geotécnico das Encostas do Município de Vitória.** In: 8º CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA de ENGENHARIA, 1996, Rio de Janeiro. **Anais:** Rio de Janeiro: 1996. vol. 2, 579 a 590 p.
- THEODOROVICZ; A. **Projeto Curitiba - Cartas de Fotoleitura - subsidios á caracterização do Meio físico para fins de planejamento territorial.** Curitiba, 1 994.
- TUCCI; C.E.M., PORTO; R. L.L., BARROS; M.T.de. **Drenagem Urbana.** ABRH/Editora da Universidade/ UFRGS, Porto Alegre, 1995, 355 a 356 p.
- UNESCO – IAEG. **Enginnering geological maps: a guide to their preparation.** Paris: The UNESCO press, 1976, 79 p.
- VEDOVELLO; R., MATTOS; J. T. **Zoneamento Geotécnico por Sensoriamento Remoto, para estudos do Meio Físico – Aplicação em**

Expansão Urbana. In: VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1993, Curitiba. **Anais:** Curitiba: 1993. 159 p.

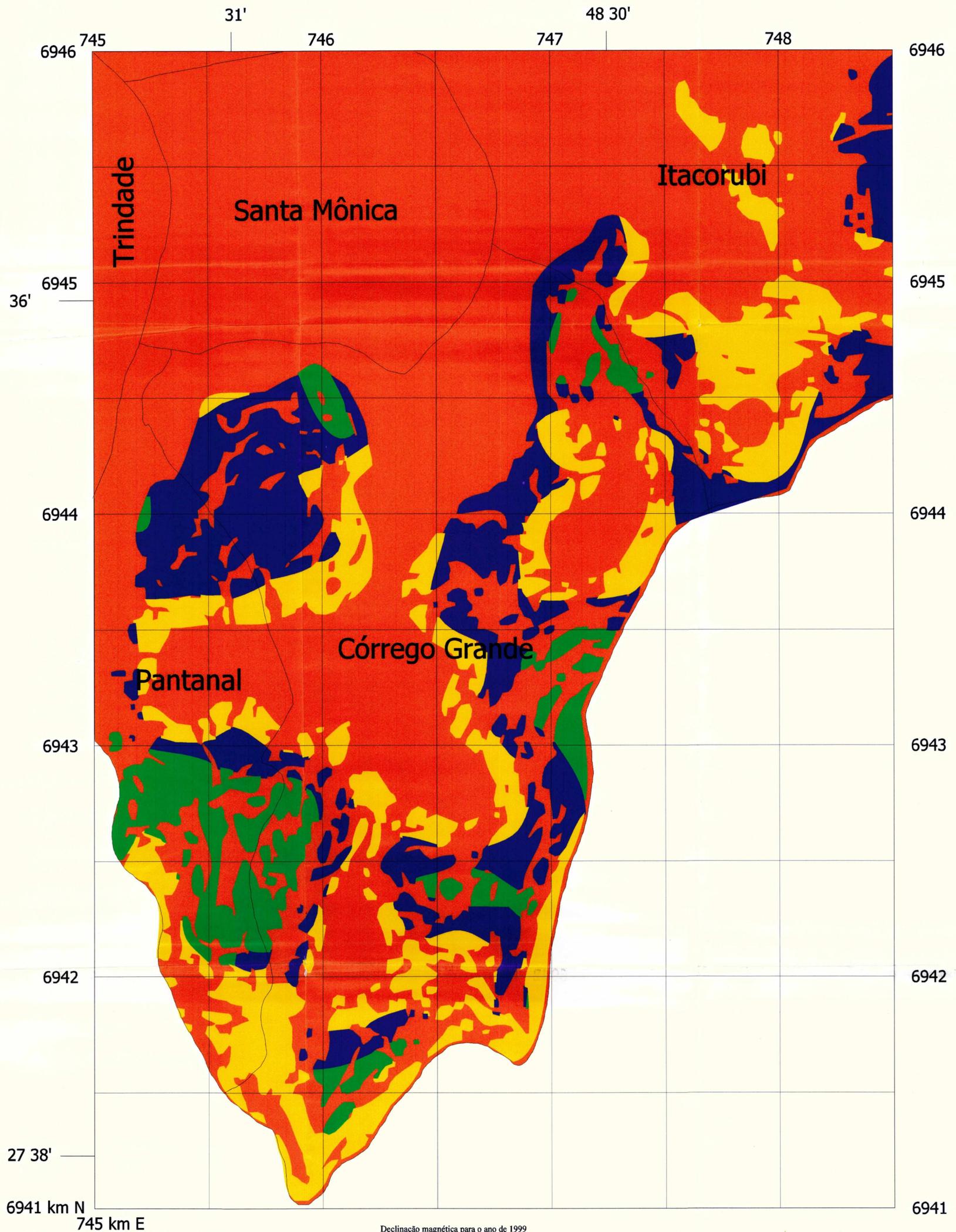
VARZEA; V. **Santa Catarina – A ilha.** Florianópolis, 1985, 86 e 87 p.

VEDOVELLO, R., MATTOS, J. T. de. **Zoneamento Geotécnico, por Sensoriamento Remoto, para estudos de Planejamento do Meio Físico – Aplicação em Expansão Urbana.** In: VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1993, Curitiba, Paraná. **Anais:** Curitiba: 1993. 155-162 p.

XAVIER; H. N., LOYOLA; C.de B. **Município, desenvolvimento e meio ambiente.** IBAM/CDM, 2 ed. Rio de Janeiro, 1992. 26 a 30 p.

MAPA DE CLASSES PARA OCUPAÇÃO URBANA

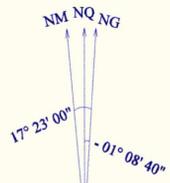
(FEVEREIRO 2000)



LEGENDA

- Favorável à ocupação
- Propícia à ocupação
- Pouco favorável à ocupação
- Imprópria à ocupação

Declinação magnética para o ano de 1999
Convergência meridiana no centro da folha



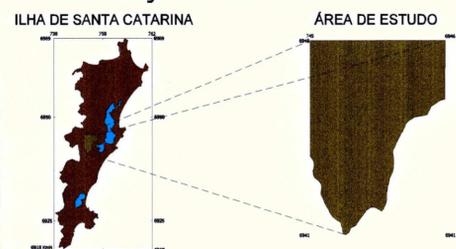
Varição Anual 9,5'
Meridiano Central 51° W de Greenwich
k = 1,00033387
DATUM HORIZONTAL SAD 69 - IBGE
DATUM VERTICAL Marégrafo Imbituba - SC - IBGE
Base Cartográfica original do Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
Levantamento aerofotogramétrico Fotografias Aéreas obtidas em 1979

ESCALA 1:10.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM

Localização da Área de Estudo



Base cartográfica a partir de folhas do IPUF de 1979

Elaborado por Liane da Silva Bueno