

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Filosofia e Ciências Humanas
Departamento de Geociências
Programa de Pós-graduação em Geografia

**ANÁLISE DA SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS NO
BAIRRO SACO GRANDE, FLORIANÓPOLIS - SC**

Fernando Peres Dias

Orientadora: Maria Lúcia de Paula Herrmann

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

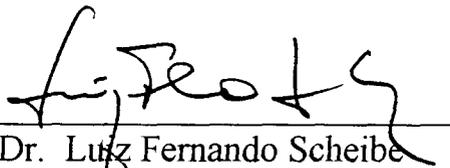
Área de Concentração: Utilização e Conservação de Recursos Naturais

Florianópolis – SC, dezembro de 2000

"Análise da Susceptibilidade a Deslizamentos no Bairro Saco Grande, Florianópolis-SC".

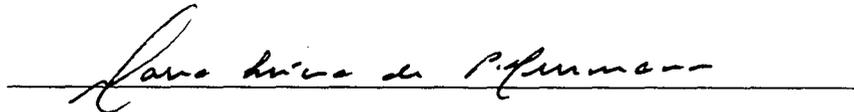
Fernando Peres Dias

Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Geografia, área de concentração em Utilização e Conservação de Recursos Naturais, do Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da UFSC, em cumprimento aos requisitos necessários à obtenção do grau acadêmico de Mestre em Geografia.

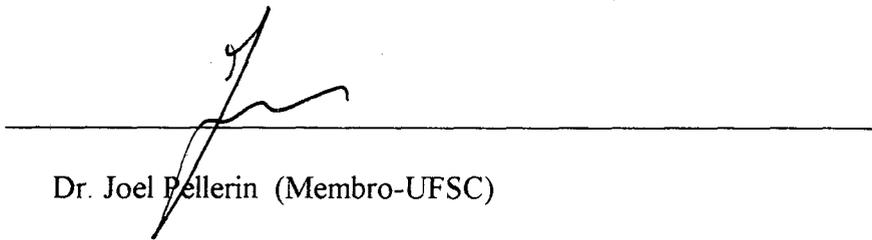


Prof. Dr. Lutz Fernando Scheibe
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geografia

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM: 15/12/2000



Dr.ª Maria Lúcia de P. Herrmann (Presidente-Orientadora-UFSC)



Dr. Joel Pellerin (Membro-UFSC)



Dr.ª Glaci Trevisan Santos (Membro-UFSC)

Florianópolis - 2000

Agradecimentos

Gostaria de agradecer, pelo apoio e colaboração, a todas as pessoas listadas abaixo, sem as quais não seria possível a realização deste trabalho

Sonia M^o Stein Peres Dias

Valdir Peres Dias

Profa. Maria Lúcia de Paula Herrmann

Prof. Luiz Antônio Paulino

Morris Scherer Warren

José Henrique Vilela

Prof. Joel Pellerin

Edna Lindaura Luiz

Agr. Paulo Cesar Vieira

Agr. Sérgio Shimizu

Prof^o Glaci Trevisan Santos

Prof. Marcelo A. J. de Oliveira

Francesca Dittrich Viggiano

Prof^o Angela da Veiga Beltrame

Cristina Otsuschi

Rafaela Vieira

Maria Socorro de Lima

SUMÁRIO

LISTA DOS MAPAS.....	i
LISTA DOS QUADROS E TABELAS.....	i
LISTA DAS FIGURAS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1. INTRODUÇÃO	
1.1 Aspectos Gerais.....	01
1.2 Objetivos.....	08
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	
2.1 Localização e Caracterização.....	10
2.2 Legislação.....	17
3. REFERENCIAL TEÓRICO	
3.1 Eventos Extremos e Desastres Naturais.....	21
3.2 Movimentos de Massa.....	23
3.3 Cartografia dos Deslizamentos.....	28
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	
4.1 Levantamento de Informações em Campo.....	33
4.2 Mapeamento Temático Preliminar.....	34
4.3 Mapa de Susceptibilidade a Deslizamentos.....	39
5. ANÁLISE INTEGRADA	
5.1 Declividade.....	47
5.2 Geomorfologia.....	51
5.3 Solos.....	56
5.4 Uso da Terra.....	68
6. SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS	
6.1 Resultados do Mapeamento.....	78
6.2 Análise da Susceptibilidade a Deslizamentos.....	86
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
8.1 Referências Bibliográficas.....	95
8.2 Referências em Multimídia.....	97
ANEXOS	
Mapa nº 4 do Plano Diretor de Florianópolis	
Plano Diretor de Florianópolis (artigos 20, 21, 22, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145 e 146)	

LISTA DOS MAPAS

MAPA 01: Mapa de Localização.....	11
MAPA 02: Mapa Planialtimétrico.....	48
MAPA 03: Mapa Hipsométrico.....	49
MAPA 04: Mapa de Declividade.....	50
MAPA 05: Mapa Geomorfológico.....	52
MAPA 06: Mapa de Forma das Encostas.....	55
MAPA 07: Mapa de Solos.....	57
MAPA 08: Mapa de Uso da Terra.....	69
MAPA 09: Mapa de Evolução Urbana.....	74
MAPA 10: Mapa de Susceptibilidade a Deslizamentos.....	79

LISTA DOS QUADROS E TABELAS

Quadro 1.1: Principais desastres provocados por deslizamentos em todo mundo entre 1991 e 1995 (adaptado de CARVALHO, 1998).....	03
Quadro 1.2: Desastres provocados por deslizamentos no Brasil (AUGUSTO FILHO, 1994).....	05
Quadro 4.1: Classes de declive e respectivas recomendações de uso.....	35
Quadro 4.2: Combinações dos diversos elementos da paisagem adotadas para elaboração do Mapa de Susceptibilidade	42
Tabela 1.1: Brasil: evolução das populações urbana e rural (1950-1991).....	04
Tabela 4.1: Tabela <i>Geomorfologia</i> , criada no <i>Microsoft Access</i> e associada ao Mapa Geomorfológico.....	43
Tabela 4.2: Códigos atribuídos aos tipos de modelado do Mapa Geomorfológico.....	43
Tabela 5.1: Áreas correspondentes às classes do Mapa de Uso da Terra.....	72
Tabela 5.2: Evolução urbana do bairro Saco Grande no período de 1979 a 1996.....	75
Tabela 6.1: Áreas correspondentes às classes do Mapa de Susceptibilidade.....	80

LISTA DAS FIGURAS

Figura 2.1: Em primeiro plano, residências de alto padrão do Saco Grande 1. Ao fundo, residências populares ocupando as encostas do Saco Grande 2.....	12
Figura 2.2: Aspecto da ocupação na planície fluvio-marinha, que se expande em direção ao mangue do Saco Grande, junto à Baía Norte.....	13
Figura 2.3: Ocupação das encostas na bacia do rio Pau de Barco, pertencente ao Saco Grande 2.....	14
Figura 2.4: Detalhe da ocupação desordenada no Morro do Caju, pertencente ao Saco Grande 2.....	14
Figura 5.1: Modelo em 3D do bairro Saco Grande.....	53
Figura 5.2: Perfil topográfico AB.....	58
Figura 5.3: Perfil topográfico CD.....	58
Figura 5.4: Descrição do perfil 1, localizado no Morro da Pedra Balão.....	60
Figura 5.5: Descrição do perfil 2, localizado no Morro da Pedra Balão.....	61
Figura 5.6: Descrição do perfil 3, localizado no Morro da Pedra Balão.....	62
Figura 5.7: Descrição do perfil 5, localizado no Morro do Caju.....	64
Figura 5.8: Descrição do perfil 6, localizado no Morro do Caju.....	65
Figura 5.9: Descrição do perfil 7, localizado no Morro do Caju.....	66
Figura 5.10: Contato entre o material proveniente do granito e o material derivado de diabásio (bacia do rio Pau de Barco).....	68
Figura 5.11: Associação entre as formações vegetais <i>mata secundária</i> e <i>capoeirão</i> (Morro da Praia Comprida).....	70
Figura 5.12: Formação vegetal <i>capoeirinha</i> (trilha da Cidade das Abelhas).....	70
Figura 5.13: Área de pastagem, que abriga um campo de matações (Morro do Caju).....	71
Figura 5.14: Área desmatada em terreno baldio, onde a vegetação foi retirada há pouco tempo.....	72
Figura 6.1: Queda de blocos ocorrida na Rua das Bromélias no verão de 98-99.....	82
Figura 6.2: Queda de bloco ocorrida na servidão Dona Maura em setembro de 99.....	83
Figura 6.3: Ponto sob perigo iminente de deslizamento, localizado na servidão Betânia..	85
Figura 6.4: Detalhe da ocupação na servidão Casemiro Elesbão, mostrando um corte profundo no manto de alteração do granito.....	88
Figura 6.5: Detalhe da ocupação no Morro da Pedra Balão, onde um matacão foi usado com base para caixas d'água.....	88

RESUMO

Os movimentos de massa em encostas são um processo natural, que pode ser acelerado pela ação humana. Quando ocorrem em áreas ocupadas, podem se tornar um problema, causando mortes e enormes prejuízos materiais. Na tentativa de solucionar ou ao menos amenizar tais problemas, são realizados estudos de susceptibilidade, os quais procuram indicar os locais onde a probabilidade de ocorrência de movimentos é maior. No Brasil, uma das áreas afetadas por problemas provocados por deslizamentos é a cidade de Florianópolis, no Estado de Santa Catarina. A solução ou amenização destes problemas requer o desenvolvimento de estudos de susceptibilidade no local.

Este trabalho tem como objetivo analisar a susceptibilidade a deslizamentos na área do Saco Grande, um dos bairros de Florianópolis. Para tanto, procuramos inter-relacionar os diversos aspectos físicos e sociais envolvidos na deflagração deste fenômeno.

Utilizando fotografias aéreas, imagens de satélite e dados obtidos em campo, foram confeccionados vários mapas temáticos preliminares. Com auxílio de um sistema geográfico de informações, alguns destes mapas foram cruzados, resultando na elaboração do Mapa de Susceptibilidade a Deslizamentos.

A sistematização de todas essas informações permitiu a realização de uma análise da susceptibilidade na área de estudo. Percebemos que a ocorrência de deslizamentos é fortemente influenciada pela ocupação inadequada, que contribui decisivamente na deflagração de quedas de blocos. Este tipo de movimento é o mais comum na área do Saco Grande, com algumas ocorrências já registradas. Notamos ainda que os trechos de média encosta são os mais perigosos e por isso sua ocupação deve ser evitada. Por fim, recomendamos a implantação de um plano emergencial de defesa civil no município de Florianópolis.

ABSTRACT

The mass wasting on hillslopes is a natural phenomenon, but it can be affected by human activities. Taking place in occupied areas, it can cause deaths and serious damage to the properties. As an effort to solve or reduce these problems, many susceptibility studies have been developed. These studies try to indicate the most dangerous places. In Brazil, one of the areas affected by problems related to landslides is the city of Florianópolis, at Santa Catarina State. To solve or reduce these problems, local susceptibility studies are an essential issue.

The objective of this research work is to analyse the landslides susceptibility in the Saco Grande area, one of the boroughs of Florianópolis. For that, we tried to associate several physical and social aspects involved in the deflagration of that phenomenon.

A great number of preliminary thematic maps were made, by using aerial photographs, satellite images and field data. With the support of a geographical information system, some of these maps were overlaid, resulting in the elaboration of the Landslide Susceptibility Map.

With all those information available, we were able to make a susceptibility analysis of the study area. We find out that the occurrence of landslides are strongly related to inappropriate occupation, which is responsible for a great number of rock falls, the most common type of mass wasting in Saco Grande area. Some occurrences of that geomorphological process have been already recorded. We also realized that the middle portions of hillslopes are the most dangerous places and its occupation has to be avoided. Finally, we recommend the implementation of an emergency plan in the Florianópolis city council.

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 ASPECTOS GERAIS

Nas últimas décadas, as áreas urbanas instaladas em regiões montanhosas têm sido cada vez mais afetadas por movimentos de massa ao longo das encostas. Estes movimentos são um fenômeno natural, que pode ser acelerado pela ação humana. Quando ocorrem em áreas urbanizadas, podem se tornar um problema, causando mortes e enormes prejuízos materiais.

Na tentativa de solucionar ou ao menos amenizar tais problemas, tem sido desenvolvido um número cada vez maior de estudos de susceptibilidade a movimentos de massa em áreas urbanas. Estes estudos têm por objetivo delimitar áreas mais susceptíveis a ocorrência de movimentos, a partir da análise de suas causas e mecanismos, os quais estão relacionados ao volume e frequência das precipitações, à estrutura geológica, aos materiais envolvidos, às formas de relevo e às formas de uso da terra.

Os trabalhos costumam concentrar-se no estudo dos movimentos do tipo rápidos, denominados genericamente como *deslizamentos*, pois são eles os principais responsáveis pelos problemas mencionados. Todavia, o número de estudos ainda não é suficiente e, apesar do aprimoramento dos métodos e técnicas de análise, as causas e mecanismos envolvidos na deflagração de deslizamentos continuam pouco conhecidos.

Os acidentes provocados por tal processo geomorfológico levaram a UNESCO a patrocinar dois projetos internacionais específicos. O primeiro é o Inventário Mundial de Deslizamentos, e o segundo envolve a transferência de tecnologia de previsão de deslizamentos em áreas montanhosas com base em sistemas de informação. Ambos estão inseridos em um programa das Nações Unidas, que designou a década de 90 como o “Decênio Para Redução dos Desastres Naturais”. Além disso, têm sido organizados alguns encontros científicos sobre o tema, como o *Symposium on Landslides* e o *Simpósio Latino-Americano sobre Risco Geológico Urbano*, e algumas cidades têm investido em planos preventivos e obras de infra-estrutura.

Entretanto, apesar de todo esse esforço, os problemas continuam ocorrendo. Segundo a Defesa Civil da ONU (conforme FERNANDES e AMARAL, 1996, p.124),

os deslizamentos foram responsáveis por 2517 mortes em todo mundo no ano de 1993. Além disso, tal fenômeno causa prejuízos a propriedades da ordem de dezenas de bilhões de dólares por ano. CARVALHO (1998) apresenta uma listagem das principais tragédias provocadas por deslizamentos em todo mundo no período de 1991 a 1995 (quadro 1.1).

QUADRO 1.1: Principais desastres provocados por deslizamentos em todo mundo entre 1991 e 1995 (adaptado de CARVALHO, 1998)

Local	Ano	Danos provocados
Utarkashi	1991	2.000 mortos
Indonésia	1992	77 mortos
México	1993	27 mortos e 1.000 desalojados
Nepal	1993	1050 mortos e 55.000 desalojados
Equador	1993	70 mortos
Chile	1993	21 mortos
Afganistão	1995	354 mortos e 1.000 desalojados
Coreia do Sul	1995	93 mortos e 900 feridos

Recentemente, em 1999, a Venezuela foi atingida por fortes tempestades que provocaram uma das maiores catástrofes de sua história. As fortes chuvas causaram uma série de deslizamentos e enchentes em várias cidades. Estima-se que entre 15 e 50 mil pessoas morreram e pelo menos 80 mil ficaram feridas. Cerca de 240.000 residências foram destruídas e os prejuízos materiais ultrapassaram 1,9 bilhões de dólares (MRE, 1999). Para mitigação dos problemas, o governo Venezuelano teve que recorrer a ONU e a outros países.

No Brasil, em decorrência do expressivo crescimento urbano verificado nos últimos 50 anos (tabela 1.1), os problemas provocados por deslizamentos em áreas urbanas aumentaram significativamente. Tal fato pode ser creditado a condições naturais peculiares (climas tropicais e subtropicais com altos índices pluviométricos e presença de elevados e extensos maciços montanhosos, recobertos por espesso manto de alteração) e a interferências antrópicas como desmatamento e ocupação inadequada de encostas.

Há inúmeros registros de deslizamentos nas áreas urbanas do Brasil. Na cidade de Santos-SP, em 1928, um grande deslizamento, provocado por cortes na base de um morro, causou a morte de dezenas de pessoas (LEINZ e AMARAL, 1989, p.91). Na década de 1950, em Santos e São Vicente-SP, foram registradas 67 mortes decorrentes de tal fenômeno (MAGRO, 1995, p.49).

TABELA 1.1: Brasil: evolução das populações urbana e rural (1950-1991)

	1950	1960	1970	1980	1991
População urbana	36%	45%	56%	68%	75%
População rural	64%	55%	44%	32%	25%
População total (em milhões de hab.)	51,9	70,1	93,1	119,7	150,4

Fonte: IBGE, Censo 1991

Em Petrópolis-RJ, um estudo realizado por GUERRA *et al.* (1995) apresenta a evolução das catástrofes provocadas por deslizamentos. Segundo os autores, no período de 1940 a 1995 houve 1196 eventos catastróficos, com 546 vítimas fatais. Na cidade do Rio de Janeiro, ocorreram mais de 300 mortes devido a deslizamentos e mais de 600 casas e barracos foram destruídos no período de 1966 a 1996 (FERNANDES e AMARAL, 1996, p.126). AUGUSTO FILHO (1995, p.30) apresenta um quadro histórico dos acidentes provocados por deslizamentos no Brasil (quadro 1.2)

Apesar dos estudos mais sistemáticos sobre deslizamentos estarem concentrados na Região Sudeste, especialmente no Estado do Rio de Janeiro, este é um problema que afeta a maior parte das cidades brasileiras situadas em áreas montanhosas. Este é o caso de algumas áreas urbanas do Estado de Santa Catarina, localizado na Região Sul do Brasil.

O Estado de Santa Catarina possui clima predominantemente subtropical, com precipitação bem distribuída ao longo do ano. Entretanto, no verão podem ocorrer eventos extremos, isto é, chuvas fortes concentradas em períodos reduzidos (dias ou horas).

QUADRO 1.2: Desastres provocados por deslizamentos no Brasil (AUGUSTO FILHO, 1994)

Local	Ano	Danos provocados
Santos, SP	1928	60 mortes, destruição parcial da Santa Casa de Santos
Vale do Paraíba, RJ/SP	dezembro 1948	250 mortes, destruição de centenas de habitações
Santos, SP	1956	43 mortes, destruição de 100 casas
Rio de Janeiro, RJ	janeiro 1966	100 mortes
Serra das Araras, RJ	janeiro 1967	1200 mortes, destruição de dezenas de casas, carreteras e uma usina elétrica avariadas
Caraguatatuba, SP	março 1967	120 mortes, destruição de 400 casas
Salvador, BA	abril 1971	104 mortes, milhares de desabrigados
Campos do Jordão, SP	agosto 1972	Mais de 10 mortes e destruição de 60 habitações
Maranguape, CE	abril 1974	12 mortes, destruição de dezenas de habitações
Lavrinhas, SP	dezembro 1986	11 mortes, destruição de casas e pontes
Cubatão, SP	janeiro 1988	10 mortes
Petrópolis, RJ	fevereiro 1988	171 mortes, 1.100 habitações destruídas, 5.000 desabrigados
Rio de Janeiro, RJ	fevereiro 1988	Mais de 30 mortes, destruição de dezenas de habitações
Salvador, BA	junho 1989	Cerca de 100 mortes, destruição de dezenas de habitações
São Paulo, SP	outubro 1989	14 mortes
Recife, PE	julho 1990	Cerca de 10 mortes
Blumenau, SC	outubro 1990	Cerca de 10 mortes, destruição de várias habitações, pontes e estradas
São Paulo, SP	outubro 1990	Cerca de 10 mortes
Belo Horizonte, MG	jan. - fev. 1992	Cerca de 10 mortes
Contagem, MG	março 1992	36 mortes, destruição de dezenas de habitações e centenas de desabrigados
Salvador, BA	março 1992	11 mortes

O relevo é caracterizado, sobretudo na porção leste do Estado, pela presença de maciços montanhosos que formam extensas serras. Há vales profundos, por vezes com desnível superior a 500m. Muitas das encostas possuem declividade superior a 45° e estão recobertas por um espesso manto de alteração, o qual pode atingir até 20m (HERRMANN, 1986).

Tais condições naturais favorecem a ocorrência de deslizamentos como os que foram registrados nos municípios de Timbé do Sul e Jacinto Machado, localizados na parte sul de Santa Catarina. Nestes locais ocorreram deslizamentos nas cabeceiras dos

rios Figueira e Pinheirinho, no natal de 1995. Estima-se que tenham sido precipitados volumes altíssimos em um período de apenas algumas horas. O material removido da parte superior das encostas da Serra Geral atingiu as planícies dos referidos rios, provocando destruição de casas e culturas e a morte de alguns de seus ocupantes. Esse fenômeno está sendo estudado por uma equipe de professores do Departamento de Geociências da UFSC, os quais apontam como principais causas do desastre “a conjugação de chuvas excepcionais em áreas com declividade muito acentuada” (PELLERIN *et al.*, 1997, p.81).

Em outros casos, como nas cidades de Tubarão e de São José, a susceptibilidade natural a deslizamentos foi agravada pela ação humana. Na bacia de drenagem do rio Tubarão, também localizada na porção sul de SC, foram observados deslizamentos catastróficos em março de 1974. Além da associação entre chuvas concentradas e declividade elevada, a ação humana é apontada como uma das causas da tragédia. Segundo BIGARELLA *et al.* (1975, p.203), a área foi fortemente desmatada, o que causou vários problemas erosivos e favoreceu o desenvolvimento de deslizamentos catastróficos acompanhados de enchentes.

Em São José, município do adjacente a Florianópolis, houve deslizamentos e enchentes em novembro de 1991 e fevereiro de 1994, os quais provocaram destruição e mortes. Nestes períodos foram registrados dois eventos chuvosos extremos (404,8 mm no dia 14/11/91 e 227,7 mm no dia 23/02/94). Além do excepcionalismo pluviométrico, fatores antrópicos como a ocupação de encostas íngremes (de equilíbrio natural instável) e os cortes de taludes para construção de estradas e edificações contribuíram para aceleração dos processos de movimento de massa. Conforme HERRMANN *et al.* (1993, p.76), “as conseqüências desastrosas resultantes de fortes precipitações em reduzidos espaços de tempo, freqüentes nestes últimos anos na região, tem sido influenciados diretamente pela ação antrópica”.

Na área conurbada de Florianópolis, que engloba os municípios de São José, Biguaçu e Palhoça, foram registrados pela Defesa Civil oito acidentes decorrentes de deslizamentos no período de 1980 a 1995. Segundo HERRMANN (1998), esses

deslizamentos estão diretamente associados a episódios pluviométricos registrados na área. Tais episódios dizem respeito tanto a chuvas intensas concentradas em períodos reduzidos (algumas horas), como a chuvas de intensidade moderada ao longo de dias consecutivos.

Desde 1925, início da sistematização dos dados pluviométricos no aglomerado urbano de Florianópolis, foram registrados três eventos que podem ser considerados extremos. O primeiro deles ocorreu entre os dias 14 e 15 de novembro de 1991, quando choveu 404,8 mm em 21 horas. Teve como consequência enchentes e deslizamentos, que provocaram 10 mortes e deixaram cerca de 15.000 pessoas desabrigadas. O segundo ocorreu entre os dias 21 e 22 de fevereiro de 1994, quando foi registrada precipitação de 227,4 mm em quatro horas. As enchentes e os deslizamentos associados a este evento provocaram 3 mortes e deixaram mais de 900 pessoas desabrigadas. O terceiro aconteceu nos dias 23 e 24 de dezembro de 1995. Nestes dias, o maior índice pluviométrico foi registrado na porção central da Ilha de Santa Catarina. Em um período de 48 horas, choveu 594,9 mm, o que causou uma morte e deixou desabrigadas cerca de 7.500 pessoas¹ (HERRMANN, 1998, p.93).

Apesar de todos estes problemas provocados por deslizamentos em Florianópolis, trabalhos de mapeamento das áreas mais susceptíveis são escassos. Entre eles destacam-se o de REGO NETO e ROSA FILHO (1986) e o de REGO NETO (1988), desenvolvidos junto ao Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis – IPUF. Ambos têm como área de estudo as encostas do Morro da Cruz, no centro da cidade. Utilizando dados geológico-geotécnicos (características mecânicas e hidrológicas das rochas e das formações superficiais), geomorfológicos (declividade e morfologia), fitogeográficos e de ocupação, os autores indicam cartograficamente as áreas instáveis do Morro da Cruz e apresentam uma proposta de uso da terra.

Neste contexto, torna-se necessária a realização de novos trabalhos de mapeamento que indiquem as áreas mais susceptíveis a ocorrência de tal fenômeno,

¹ A precipitação média mensal nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro situa-se em torno de 250 mm. Isto significa que, nestes eventos, em algumas horas choveu mais que o total mensal.

fornecendo subsídios ao planejamento do uso da terra. Um dos locais de Florianópolis que pode ser afetado pelos problemas mencionados é o bairro Saco Grande, que corresponde à área de estudo da presente pesquisa.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a susceptibilidade a deslizamentos na área onde se localiza o bairro Saco Grande – Florianópolis – SC, procurando inter-relacionar aspectos físicos e sociais envolvidos na deflagração deste fenômeno.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Elaborar mapas temáticos da área de estudo a fim de estabelecer correlações entre declividade, tipos de modelado e uso da terra com a ocorrência de deslizamentos.
- Com base nas informações levantadas, confeccionar um mapa de susceptibilidade a deslizamentos, hierarquizando as classes de risco.
- Analisar as formas de ocupação no bairro Saco Grande e discutir as possíveis implicações do uso desordenado da terra.

Capítulo 2
CARACTERIZAÇÃO
DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 LOCALIZAÇÃO e CARACTERIZAÇÃO

A área de estudo corresponde ao bairro Saco Grande e a trechos dos bairros Monte Verde e João Paulo. Engloba as bacias hidrográficas dos rios Vadik, Pau de Barco, Jacatirão e do Mel, localizadas na porção centro-norte da Ilha de Santa Catarina (mapa 01). Possui área total de aproximadamente 16,863 km² e perímetro igual a 22.265 metros.

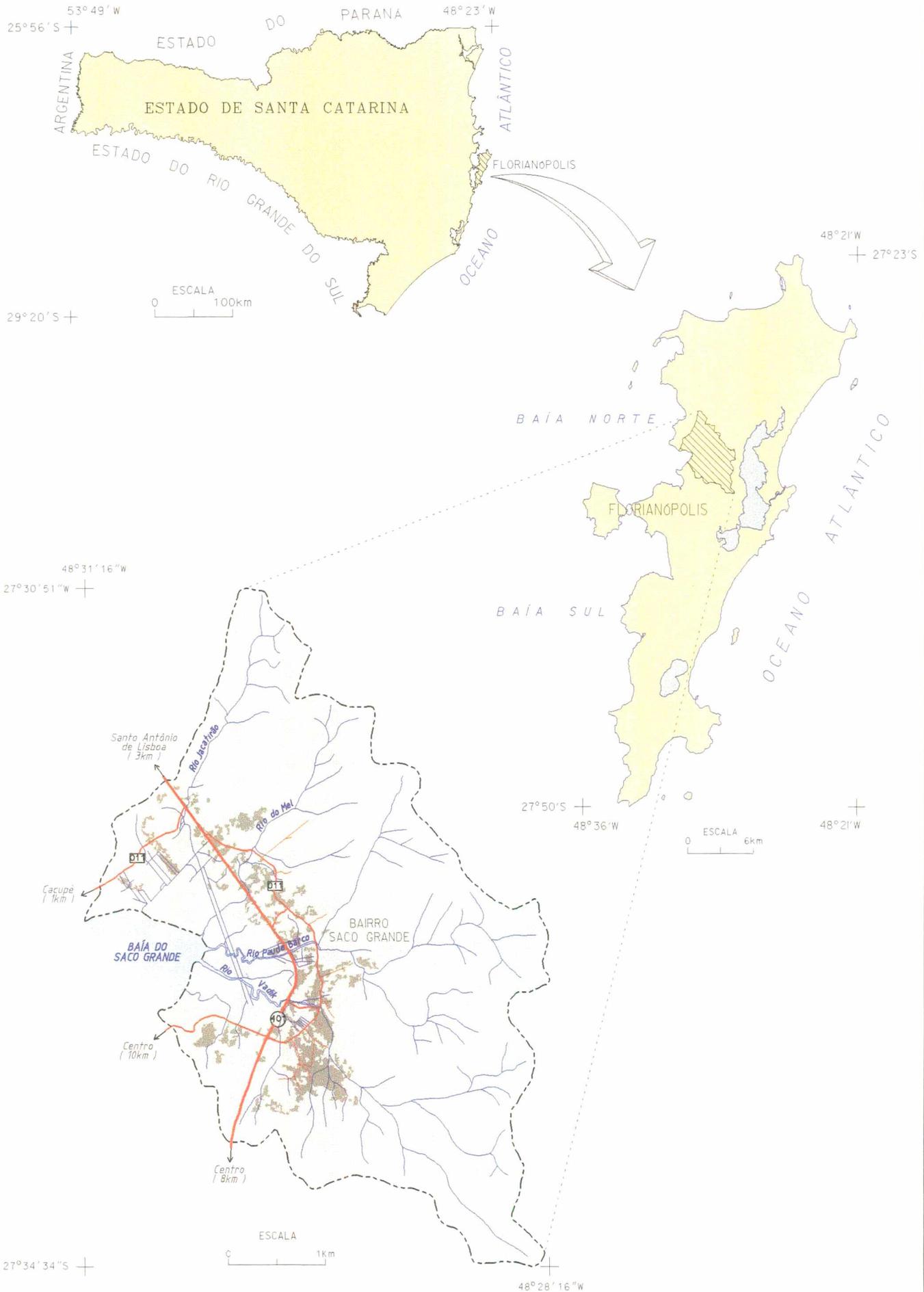
A expressão “saco”, de origem açoriana, é utilizada para designar uma área de costa protegida de grandes ondas ou ressacas. Segundo o Dicionário Aurélio, equivale a uma “pequena enseada”.

Inicialmente a área do Saco Grande, assim como as demais áreas da Ilha de Santa Catarina, era habitada pelos índios Carijós. A partir do final do século 19, o local passou a ser ocupado por imigrantes açorianos e recebeu o nome “arraial do Saco Grande”. Já em 1900, o escritor Virgílio Várzea fazia o seguinte comentário sobre o arraial:

“O arraial do Saco Grande nucleia-se para lá dessas pontes, na parte enxuta do terreno, entre a Capotera e os montes. É pouco farto de culturas e não prospera na razão de sua situação, tão bem provida de comunicações – rio, mar e estrada – distante apenas uma hora e meia do coração da cidade. Seus habitantes são em geral mais pombeiros do que agricultores e ocupam-se mais do negócio de galinhas e ovos, que vão mercar no Desterro, do que das lavouras [...]” (Virgílio Várzea, 1985, p.109).

Nas últimas décadas, a área tem passado por intenso processo de crescimento urbano, que está relacionado principalmente à expansão urbana verificada em Florianópolis no mesmo período. A partir da década de 70, as antigas chácaras, que em sua maioria se dedicavam à atividade agrícola, foram sendo loteadas e transformadas em áreas com função urbana. Na década de 80, muitas pedreiras foram abandonadas, sendo depois ocupadas principalmente pela população de baixa renda. Recentemente, têm sido construídas casas de alto padrão, sedes administrativas de empresas, centros de entretenimento e alguns prédios de até 4 andares.

MAPA 01 : LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO



Fontes: - Mapa Político do Município de Florianópolis, Escala 1:100.000, IPUF, 1997.
 - Levantamento Aerofotogramétrico da Aglomeração Urbana de Florianópolis, Esc. 1:100.000, PMF/PIUF, 1979.
 Edição: Geóg. Fernando Peres Dias e Geóg. José Henrique Vilela (Jun/2000)

Extra-oficialmente, a área urbanizada do bairro Saco Grande está dividida em *Saco Grande 1* e *Saco Grande 2* (figura 2.1). O Saco Grande 1 corresponde a um trecho do bairro João Paulo, junto ao morro Canta Galo (mapa 02). É constituído por casas de alto padrão, em sua maioria instaladas sobre rampas colúvio-eluviais e modelados de dissecação em outeiro. De acordo com HERRMANN e ROSA (1991), tais rampas são superfícies inclinadas constituídas por sedimentos areno-argilosos com grânulos e seixos predominantemente quartzíticos, os quais são depositados em fluxos de regime torrencial ou formados *in situ*.

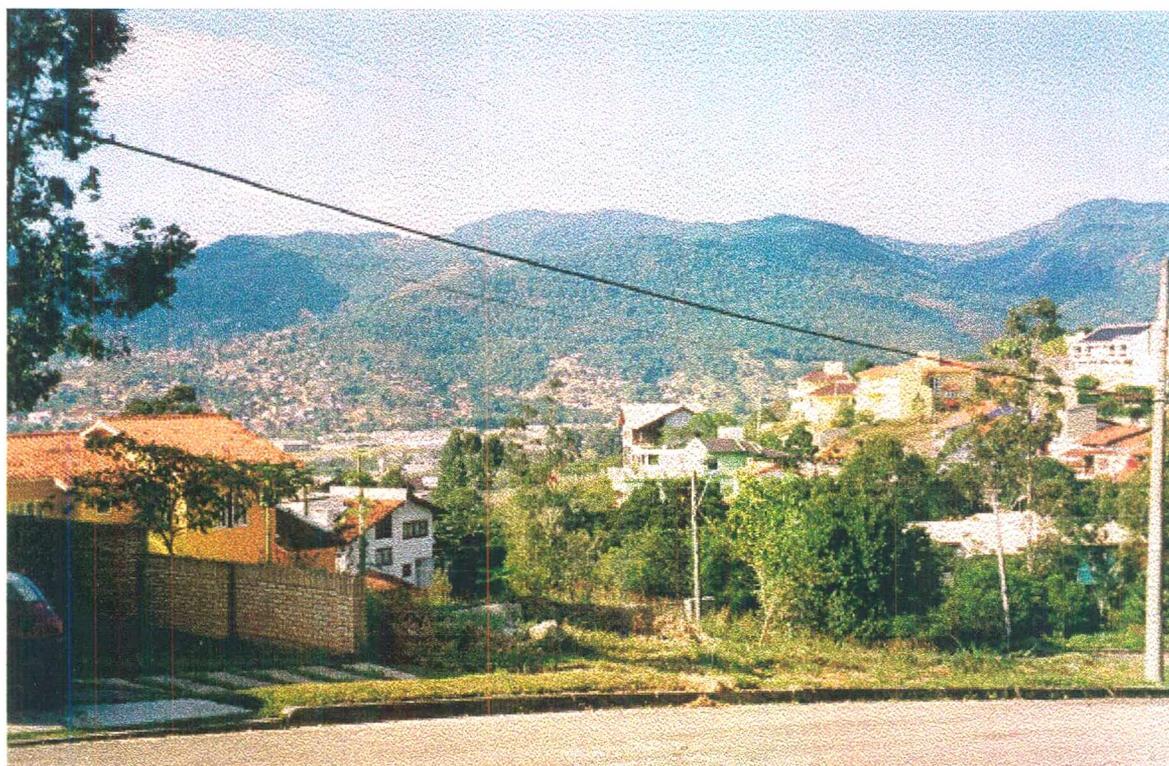


Figura 2.1: Em primeiro plano, residências de alto padrão do Saco Grande 1. Ao fundo, residências populares ocupando as encostas do Saco Grande 2

Uma parte do Saco Grande 1 avança em direção às áreas de mangue. Segundo COURA NETO e KLEIN (1991), os mangues são constituídos por vegetação altamente especializada, que pode ser herbácea ou arbustiva e mais raramente arbórea, estando associada a um solo composto por sedimentos quaternários de origem continental e marinha. O avanço da ocupação pode agravar o problema das enchentes, pois os mangues funcionam como amortecedores dos picos de cheia.

O Saco Grande 2 ocupa extensas áreas às margens das rodovias SC 401 e Virgílio Várzea. É formado por casas de baixo a médio padrão, conjuntos habitacionais construídos pelo governo e destinados à população de baixa renda, sedes

administrativas de empresas e centros de entretenimento. Nos últimos 2 anos têm sido construídos condomínios com prédios de 4 andares destinados à população de classe média, o que revela o avanço da especulação imobiliária no local.

Uma parte do Saco Grande 2 está instalada sobre a planície fluvio-marinha e sobre as áreas de mangue (figura 2.2). A planície fluvio-marinha é um terreno plano, formado por processos fluviais e processos associados às variações do nível marinho durante o Quaternário (HERRMAN e ROSA, 1991). Esta dinâmica dá origem a solos glei e areias quartzosas hidromórficas, ambos constituídos por camadas arenosas intercaladas por camadas siltico-argilosas. A vegetação que costuma desenvolver-se sobre estes solos (restinga ou uma vegetação de transição entre o mangue e a mata), foi retirada ou apresenta-se completamente alterada.

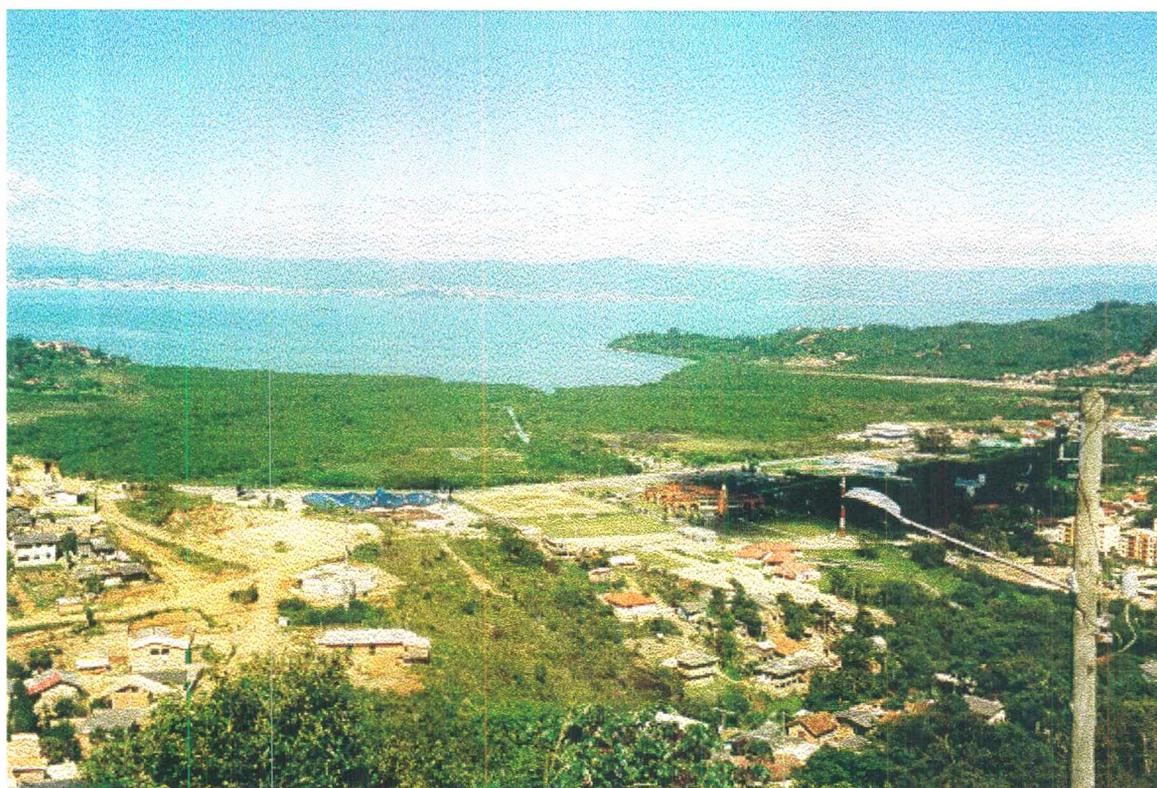


Figura 2.2: Aspecto da ocupação na planície fluvio-marinha, que se expande em direção ao mangue do Saco Grande, junto à Baía Norte.

O restante do Saco Grande 2 está instalado em áreas de encosta, sobre modelados de dissecação em outeiro, em montanhas e em patamares (figuras 2.3 e 2.4). De forma geral, estes modelados tem como principal característica a presença de vales encaixados, por vezes com terraços alveolares, além de interflúvios angulosos,

encostas com diversos graus de declividade e amplitudes altimétricas superiores a 200 metros (HERRMANN e ROSA, 1991). São esculpidos sobre os granitos proterozóicos

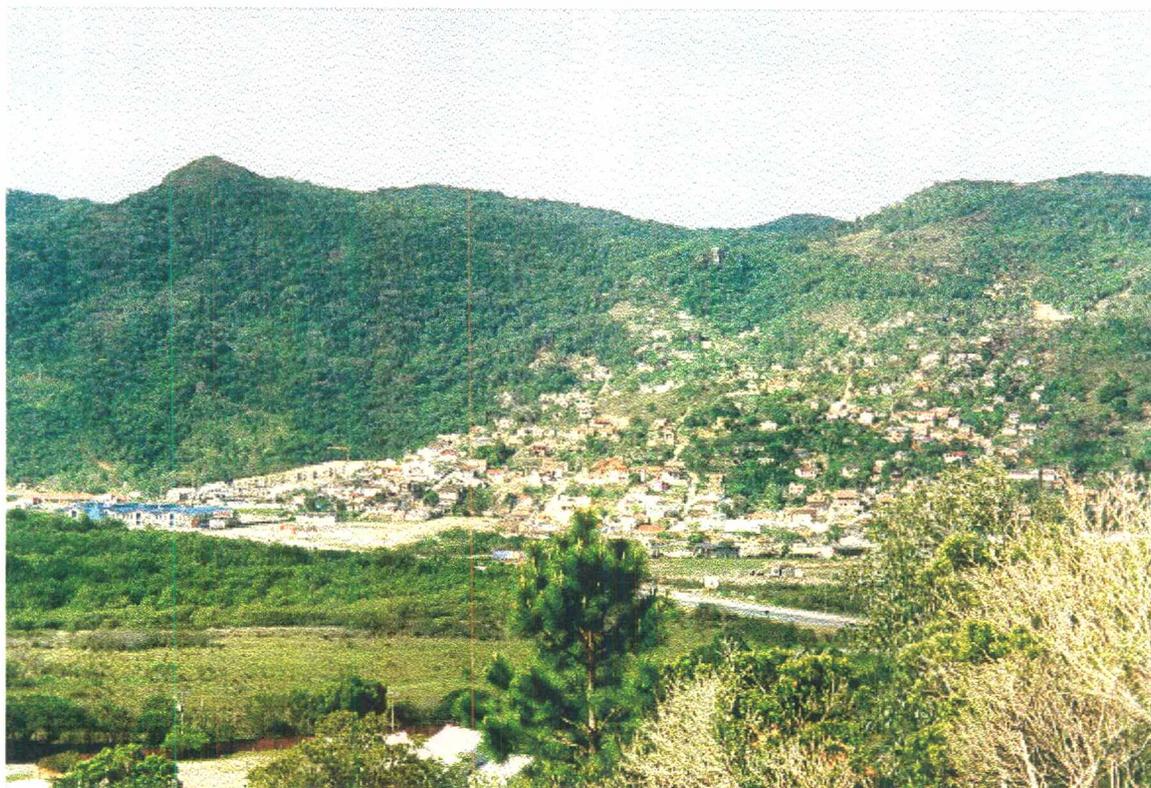


Figura 2.3: Ocupação das encostas na bacia do rio Pau de Barco, pertencente ao Saco Grande 2

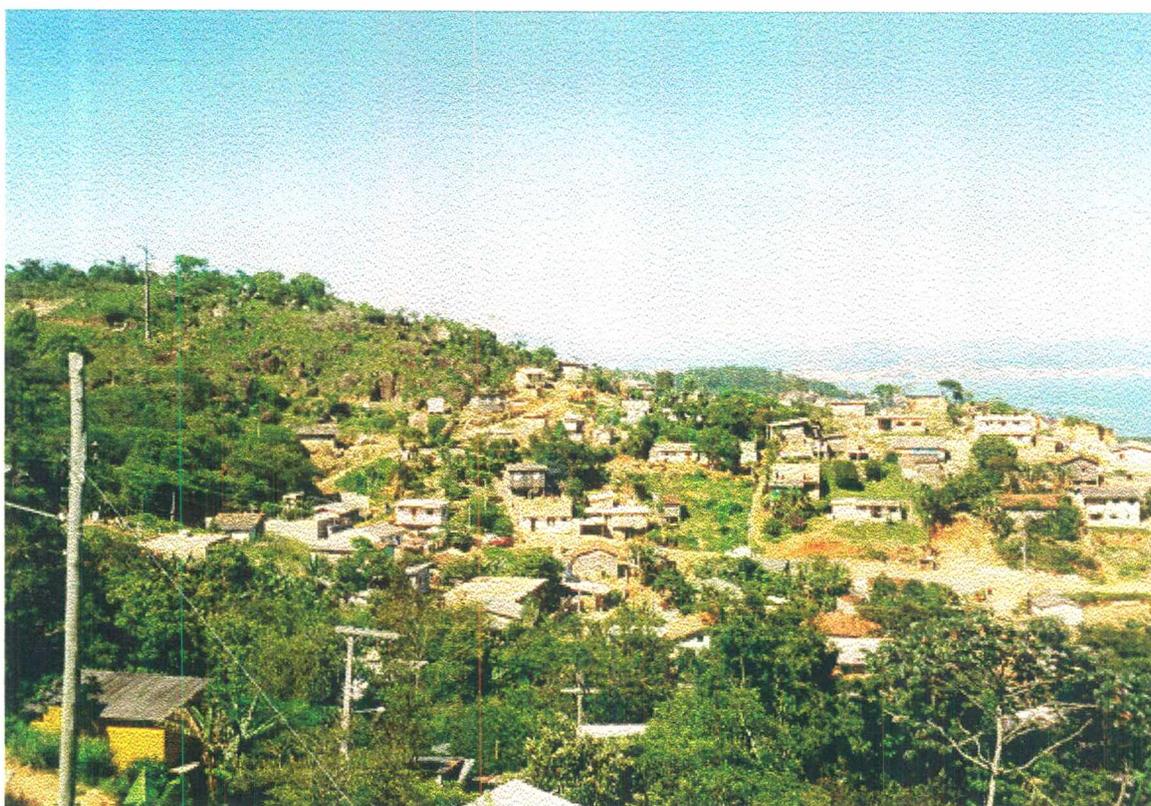


Figura 2.4: Detalhe da ocupação desordenada no Morro do Caju, pertencente ao Saco Grande 2

FONTE: DIAS, 2000.

Ilha e Itacorubi, pertencentes à Suíte Pedras Grandes e à Suíte Cambirela, e sobre diques de diabásio de idade jurássica, pertencentes à Formação Serra Geral (COITINHO e FREIRE, 1991).

Estas rochas, quando expostas aos elementos climáticos (principalmente precipitação e temperatura) sofrem alterações físicas e químicas e dão origem a diferentes tipos de solo. Na área de estudo, os granitos Ilha e Itacoburi deram origem a solos podzólicos vermelho-amarelos, e os diques de diabásio deram origem a solos podzólicos vermelho-escuros.

O clima atuante não só na área do Saco Grande, mas em todo litoral de Santa Catarina, é controlado principalmente pelos seguintes sistemas atmosféricos: Massa Tropical atlântica, Massa Polar Atlântica, Frente Polar Atlântica e Linhas de Instabilidade tropical. Além destes, atuam outros sistemas menos expressivos, como a Massa Polar Velha e a Frente Polar Reflexa.

Conforme FREYESLEBEN (1979), a Massa Tropical Atlântica é o sistema mais expressivo na determinação do clima local. Origina-se no anticiclone semifixo subtropical atlântico, que é um centro dispersor de ventos no sentido anti-horário. Atinge Florianópolis com ventos de N, NE e NW. Eleva a temperatura e reduz a pressão local. Apresenta alto teor de umidade devido a sua origem marítima e possui tendência à instabilidade na porção inferior.

Ainda segundo esta autora, a Massa Polar Atlântica é o segundo sistema mais expressivo. Forma-se em altas latitudes e alcança Florianópolis com ventos de S e SE. A medida que se desloca sobre a superfície oceânica, adquire umidade e pode se instabilizar na base.

A Frente Polar Atlântica corresponde a uma zona de descontinuidade frontal resultante do encontro da Massa Polar Atlântica com a Massa Tropical Atlântica. Desloca-se sobre a Região Sul do Brasil em frontogênese e alcança Florianópolis como frente fria ou frente quente. As linhas de instabilidade tropical provavelmente são resultantes de ondulações ao longo da Frente Polar Atlântica. Dão origem a ventos de W e NW, trazendo chuvas rápidas e intensas.

A ação desses sistemas, associada a maritimidade e a latitude, gera um clima úmido, com amplitudes térmicas anuais oscilando entre 8° e 10° C. A temperatura média dos meses mais frios raramente é inferior a 13-14° C. A insolação anual oscila em torno de 2060 horas. A precipitação é bem distribuída ao longo do ano, apresentando valores médios de 1.500 mm/ano. Entretanto, há certa concentração das chuvas no verão, especialmente nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro. Neste período a precipitação máxima diária pode atingir valores excepcionais, superiores a 400 mm, como nos eventos mencionados no capítulo 1.

Sob a atuação deste clima, e associada aos solos podzólicos, desenvolvem-se sobre os modelados de dissecação as seguintes formações vegetais: mata primária, mata secundária, capoeirinha e capoeirão.

A mata primária, que cobria a maior parte das encostas da área de estudo até a chegada dos imigrantes açorianos, é do tipo floresta ombrófila densa. De acordo com VELOSO e KLEIN (apud ALONSO, 1977, p.83-83), tal floresta é formada por uma vegetação bastante exuberante, alta e desenvolvida, composta por espécies que pertencem a várias formas biológicas e diversos estratos. As camadas inferiores vivem em um ambiente muito úmido e sombrio e por isso dependem das espécies que formam a cobertura superior. A floresta ombrófila caracteriza-se ainda pela grande quantidade de epífitas, lianas, pteridófitas e musgos.

Com o avanço da ocupação agrícola no início deste século e posterior abandono dos terrenos cultivados nas décadas de 60 e 70, a mata primária deu lugar a uma vegetação secundária. Atualmente a floresta primária ocorre apenas em uma área restrita, localizada nas nascentes do rio Vadik.

A vegetação secundária pode ser definida como “um conjunto de sociedades vegetais que surgem imediatamente após a devastação da floresta ou depois do abandono do terreno cultivado por um período mais ou menos prolongado [sendo] caracterizada por estágios sucessivos, bem demarcados e que tendem a reconstruir a vegetação original” (COURA NETO e KLEIN, 1991, p.13). A sucessão segue os seguintes estágios: formações pioneiras (vegetação herbácea), capoeirinha, capoeira, capoeirão e mata secundária.

Na área ocorrem associações dos estágios de capoeirinha e capoeirão, além de algumas manchas de mata secundária. Na capoeirinha estão presentes principalmente grupos de sub-arbustos e arbustos, conhecidos popularmente como “vassourais”. No capoeirão predominam agrupamentos densos de plantas arbustivas e arbóreas, que dão origem a um microclima bastante sombreado e úmido. A espécie predominante neste estágio é o jacatirão (*miconia cinnomifolia*). A mata secundária possui um aspecto fisionômico muito semelhante à mata primária. Entretanto, a diversidade de espécies é menor e a presença de árvores típicas do processo de sucessão, como o jacatirão, é freqüente.

Essas características naturais, associadas às interferências humanas, proporcionam a ocorrência de enchentes e deslizamentos na área de estudo. Durante episódios pluviais intensos, a planície sedimentar é afetada por enchentes, as quais são agravadas pela ocupação do mangue e a canalização dos cursos d'água.

Quanto aos deslizamentos, no bairro Saco Grande são registradas com mais freqüência quedas de blocos de granito, que atingem casas e provocam considerável destruição. Entretanto, em um local próximo a área de estudo ocorreu um grande escorregamento, associado ao evento chuvoso de dezembro de 1995, descrito no capítulo 1. Este deslizamento foi provocado por um corte no sopé do morro do Cacupé, para duplicação da rodovia SC 401. Toneladas de regolito e blocos rochosos depositados sobre a rodovia interromperam o tráfego por cerca de 3 dias.

2.2 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

De acordo com o PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS (1998), são definidas as seguintes formas de uso da terra para o bairro Saco Grande:

- No mangue, predominam Áreas de Preservação Permanente – APP e Áreas de Preservação com Uso Limitado – APL. Entretanto, uma faixa de aproximadamente 100 m às margens da rodovia SC 401 é definida como Área Mista de Serviços – AMS. Estas recomendações de uso próximas às áreas de mangue podem comprometer a preservação deste ecossistema.

➤ Na planície fluvio-marinha há Áreas Mistas de Serviços, Áreas Comunitárias/Institucionais – ACI, além de algumas Áreas Residenciais Exclusivas – ARE, Áreas Residenciais Predominantes – ARP e uma pequena Área Verde de Lazer, localizada na área do Monte Verde.

➤ Na baixa encosta, caracterizada por uma morfologia de rampas e modelados de dissecação em outeiro, há sobretudo ARP's e ARE's, além de algumas APL's. A instalação destas Áreas Residenciais em alguns locais da baixa encosta pode contribuir na deflagração de deslizamentos, especialmente quedas de blocos.

➤ Na média e alta encostas, caracterizadas por modelados de dissecação em montanhas e em patamares, todas as áreas estão incluídas nas categorias APP e APL.

Segundo o artigo 21 do Plano Diretor, as APP's são as áreas “necessárias à preservação dos recursos e das paisagens naturais, e à salvaguarda do equilíbrio ecológico [...]”. Compreendem encostas com declividade igual ou superior a 46,6% (25°), topos de morros e linhas de cumeada, mangues, dunas móveis, mananciais, a faixa marginal de cursos d'água (30 a 33m) e lagoas/reservatórios (50 a 100m), fundos de vale, praias, costões, promontórios, tômbolos, restingas em formação, parques florestais, reservas e estações ecológicas.

Conforme o artigo 137 do Plano Diretor, as APP's “são *non-aedificandi*, ressalvados os usos públicos necessários, sendo nelas vedada a supressão da floresta e das demais formas de vegetação nativa, a exploração e a destruição de pedras, bem como o depósito de resíduos sólidos e qualquer forma de parcelamento do solo”.

As APL's, de acordo com o artigo 22 do Plano Diretor, “são aquelas que pelas características de declividade do solo, do tipo de vegetação ou da vulnerabilidade aos fenômenos naturais, não apresentam condições adequadas para suportar determinadas formas de uso do solo sem prejuízo do equilíbrio ecológico ou da paisagem natural”. Incluem as áreas onde predominam declividades entre 30 e 46,6% (16°41' e 25°), bem como os locais situados acima da cota 100 m que já não estejam definidos como APP.

Nas áreas definidas como APL são permitidas, apenas em situações especiais, edificações destinadas aos usos residenciais unifamiliares. Estas edificações devem seguir rigorosamente as normas estabelecidas nos artigos 142, 143, 144, 145 e 146 do Plano Diretor de Florianópolis (em anexo).

Capítulo 3
REFERENCIAL
TEÓRICO

3.1 EVENTOS EXTREMOS e DESASTRES NATURAIS

Na porção superficial da Terra, mais precisamente na litosfera e na atmosfera, ocorrem certos fenômenos que podem ser classificados como *eventos naturais extremos*. Estes podem estar associados à dinâmica interna ou externa da Terra. O primeiro caso envolve os terremotos, maremotos e o vulcanismo. O segundo diz respeito aos fenômenos atmosféricos, como ciclones, tornados, nevascas, geadas, chuvas torrenciais, ondas de calor ou de frio etc. Os eventos extremos podem atuar de forma direta ou indireta. Neste último caso, são responsáveis pela deflagração de outros processos, como enchentes e movimentos de massa.

Quando esses fenômenos atingem áreas ocupadas pelo homem, especialmente aglomerados urbanos, ocorrem acidentes, desastres e catástrofes, que podem ser definidos como impactos negativos ao sistema sócio-econômico. Geralmente provocam mortes e grandes prejuízos materiais. A diferenciação entre acidente, desastre e catástrofe está na proporção do impacto e na quantidade de recursos (humanos e financeiros) necessários para mitigação dos problemas gerados. Segundo ALEXANDER (1993), nas catástrofes, a intensidade dos impactos negativos é extremamente elevada, sendo necessários recursos que vão além das possibilidades de uma região ou do próprio país.

Para designar a probabilidade de ocorrência de um evento extremo em uma área ocupada, muitos autores utilizam o termo “risco natural”. A palavra risco (tradução literal do termo inglês *risk*) é usada erroneamente como sinônimo da expressão *hazard*. CARVALHO (1998) realizou uma breve revisão conceitual da expressão *natural hazard*, apresentando as definições propostas pela UNDRO (United Nations Disaster Relief Office) e pelo AGI (American Geological Institute).

Segundo a UNDRO¹, *natural disaster*:

“... is the naturally occurring or man-made geologic condition or phenomenon that presents a risk or is a potential danger to life and property”

¹ In *Natural Disaster and Vulnerability Analysis* (1982)

[... é uma condição ou fenômeno geológico natural ou induzido pelo homem que apresenta um risco ou é um perigo potencial para a vida e o patrimônio]

De acordo com a AGI², *natural hazard*:

“... is the probability of occurrence within a specified period of time and within a given area of a potentially damaging phenomenon”

[... é a probabilidade de ocorrência de um fenômeno potencialmente prejudicial em um determinado período de tempo e numa dada área]

CARVALHO apresenta ainda o conceito do termo *risk*, proposto por Varnes³.

Segundo este autor, *risk*:

“... means the expected degree of loss due to a particular phenomenon”

[... significa o grau de prejuízo esperado devido a um fenômeno particular]

Podemos perceber que os termos *hazard* e *risk*, da forma como foram utilizados originalmente na literatura sobre eventos naturais extremos, não são sinônimos. O termo *hazard* trata especificamente da probabilidade de ocorrência de um fenômeno prejudicial. O termo *risk* refere-se somente aos prejuízos provocados por tal fenômeno.

Portanto, a expressão *hazard*, quando associada ao estudo dos eventos extremos, não deve ser traduzida como “risco”. Por este motivo, no presente trabalho preferimos utilizar os termos *perigo*, ou simplesmente *susceptibilidade* (de ocorrência de um fenômeno que pode afetar negativamente uma comunidade).

É possível notar que a noção de perigo envolve uma estreita relação entre eventos naturais extremos e atividades humanas. Nas palavras de MONTEIRO (1991), a existência de perigo é uma função do ajustamento humano aos eventos naturais extremos. Por exemplo, as enchentes não representariam perigo se as planícies inundáveis não fossem ocupadas. Da mesma forma, os movimentos de massa não seriam perigosos se as encostas não fossem intensamente ocupadas em algumas áreas urbanas.

² in *Glossary of Geology* (1985)

³ in *Landslide Hazard Zonation, a review of principles and practice* (1984)

Em muitos casos, o próprio homem pode aumentar a probabilidade de perigo, devido ao uso inadequado da natureza. Exemplos deste fato são as alterações no regime de escoamento provocadas pela impermeabilização das superfícies urbanizadas, o que pode aumentar o risco de enchentes. Ou ainda o corte de taludes para construção de estradas e edifícios, que pode desestabilizar as encostas.

Entre os fenômenos que podem representar perigo para as atividades humanas estão os movimentos de massa.

3.2 MOVIMENTOS DE MASSA

Segundo SELBY (1990, p.117), movimento de massa é o movimento de solo ou material rochoso encosta abaixo sob a influência da gravidade, sem a contribuição direta de outros fatores como água, ar ou gelo. Entretanto, água e gelo geralmente estão envolvidos em tais movimentos, reduzindo a resistência dos materiais e interferindo na plasticidade e fluidez dos solos.

Internamente estão ligados à alteração do equilíbrio entre as tensões no interior da massa (CRUZ, 1974, p.156). Esse equilíbrio é controlado principalmente pelo teor de água e pelo teor e estrutura interna das argilas. O plano de ruptura dos movimentos geralmente está relacionado a descontinuidades mecânicas e/ou hidráulicas, localizando-se preferencialmente nos contatos entre o solo, o saprolito e a rocha sã.

Podem ser deflagrados por eventos chuvosos extremos, chuvas prolongadas de intensidade moderada, terremotos, erupções vulcânicas e derretimento de geleiras. Na maior parte dos casos, a chuva é o principal agente deflagrador.

A deflagração também está relacionada às condições que antecedem o evento pluviométrico extremo. Há maior probabilidade de ocorrência de movimentos quando um forte aguaceiro é precedido por dias consecutivos de chuva, que aumentam o grau de saturação do solo. Uma chuva intensa precedida por dias secos também pode provocar movimentos, mas a probabilidade de ocorrência diminui quando comparada à situação anterior.

Os movimentos de massa também estão associados a fatores como estrutura geológica, características dos materiais envolvidos, morfologia do terreno (declividade, tipo de modelado e forma das encostas) e formas de uso da terra.

A estrutura geológica diz respeito principalmente a falhas, fraturas, bandamentos e foliações. A existência destas estruturas, associada às suas características (direção e mergulho), condicionam o surgimento de descontinuidades mecânicas e hidráulicas, as quais contribuem decisivamente na deflagração de movimentos. As características dos materiais estão relacionadas a granulometria, porosidade, permeabilidade, resistência ao cisalhamento, entre outros. Estas características determinam a estabilidade natural dos materiais e também são responsáveis pelo surgimento das descontinuidades mencionadas.

A morfologia do terreno é um dos principais fatores que condicionam a ocorrência de movimentos. A declividade favorece o rápido deslocamento de massas de solo e blocos de rocha ao longo das encostas pelo efeito da gravidade. Entretanto, nem sempre o maior número de movimentos ocorre nas áreas mais íngremes. Isto se deve a variações no tipo de cobertura vegetal e ao fato dos terrenos mais íngremes geralmente serem constituídos por afloramentos rochosos desprovidos de cobertura superficial. Quanto aos tipos de modelado, as áreas de dissecação que apresentam forte incisão dos vales junto às encostas íngremes são as mais susceptíveis a movimentos de massa. A forma das encostas também é um fator importante. Encostas retilíneas são as mais perigosas, por apresentarem uma declividade relativamente constante ao longo de seu perfil, o que facilita o rápido deslocamento dos materiais superficiais. Além disso, a forma das encostas atua indiretamente, gerando zonas de convergência e divergência dos fluxos d'água superficiais e subsuperficiais.

As formas de uso da terra atuam decisivamente na deflagração de movimentos de massa, especialmente em áreas ocupadas. A retirada da vegetação contribui para rápida saturação do solo durante chuvas intensas. Escavações e a instalação de casas e prédios em terrenos inclinados podem desestabilizar a cobertura superficial. A abertura de ruas e caminhos seguindo a declividade das encostas contribui para concentração de

fluxos d'água superficiais e subsuperficiais, gerando zonas de saturação propícias a ocorrência de movimentos.

Os movimentos de massa fazem parte da dinâmica da paisagem. Destacam-se como um dos principais processos geomorfológicos responsáveis pela evolução do relevo, sobretudo em áreas montanhosas. Remobilizam materiais ao longo das encostas em direção às planícies e promovem, juntamente com os processos erosivos, o recuo das encostas e a formação de rampas colúvias. Entretanto, quando ocorrem em áreas ocupadas podem se tornar um problema, causando mortes e enormes prejuízos materiais

A sua classificação é complexa, pois há uma grande variedade de materiais e processos envolvidos. Devem ser levados em conta parâmetros como: velocidade e mecanismo do movimento; características dos materiais; modo de deformação; geometria do movimento e quantidade de água.

SELBY (1990, p.117) apresenta os principais sistemas classificatórios internacionais. O primeiro deles foi elaborado por Sharpe em 1938. A classificação de Sharpe foi feita de acordo com os seguintes parâmetros: velocidade do movimento, tipo de material (rocha ou solo⁴) e quantidade de água e gelo contidos na massa. Os movimentos são divididos em duas categorias principais: fluxos ou corridas (*flows*) e escorregamentos (*slides*), sendo que estas categorias subdividem-se em várias outras.

Todas as propostas posteriores foram de alguma forma influenciadas pelo trabalho pioneiro de Sharpe. Entre elas estão as classificações elaboradas por Varnes em 1958 e 1975 e por Hutchinson em 1968. A proposta de Varnes, que se refere somente aos movimentos mais rápidos, inclui o modo de deformação como um novo parâmetro e apresenta maior refinamento no que diz respeito aos tipos de materiais. Além disso, classifica alguns movimentos como *complexos* (combinações de dois ou mais tipos), reconhecendo assim a dificuldade em se estabelecer limites rígidos entre um tipo de movimento e outro. AUGUSTO FILHO (1995, p.31) destaca o fato da proposta de Varnes ser considerada a classificação oficial da Associação Internacional de Geologia de Engenharia – IAEG.

⁴ A categoria *solo* inclui terra (*earth*), lama (*mud*) e detritos (*debris*)

Hutchinson também utiliza o modo de deformação como parâmetro e procura englobar todos os tipos de materiais envolvidos. Sua classificação inclui o rastejamento (*creep*), os escorregamentos (*landslides*) e os movimentos ligados especificamente ao congelamento e degelo da superfície (*frozen ground phenomena*). Segundo SELBY (1990, p.117), esta é a classificação mais completa.

As classificações brasileiras também foram influenciadas pelo trabalho de Sharpe. A primeira delas, elaborada por Freire em 1965, divide os movimentos em escoamentos (rastejo e corridas), escorregamentos (rotacionais e translacionais), subsidências e desabamentos (conforme WOLLE, 1980). Esta proposta foi adaptada por Guidicini e Nieble em 1976. Posteriormente, em 1991, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT elaborou uma classificação mais simplificada.

É possível notar diferenças significativas entre as várias classificações analisadas. Isto se deve sobretudo à falta de um critério único. Cada autor atribui maior importância a um determinado parâmetro, seja a velocidade, os materiais envolvidos, o modo de deformação etc. Entretanto, notamos que alguns tipos genéricos de movimentos de massa estão presentes na maior parte das classificações. São eles: o rastejamento (*creep*), as corridas (*flows*), os escorregamentos (*slides*) e as quedas de blocos (*rockfalls*).

O rastejamento é o movimento gravitacional lento e contínuo da camada superficial do solo, perceptível somente em observações de longa duração. Esta camada superficial geralmente não chega a um metro de profundidade, mas pode atingir mais de 10 metros em alguns locais (SELBY, 1990, p.119)

As corridas são movimentos rápidos, associadas à concentração dos fluxos d'água superficiais em determinado ponto da encosta. Geralmente os materiais (solo, pequenos blocos e restos vegetais) são transportados ao longo de canais de drenagem e se comportam como um fluido altamente viscoso. Uma corrida pode ser gerada por pequenos escorregamentos que se deslocam em direção aos cursos d'água, o que torna difícil a distinção entre estes dois tipos de movimento.

De acordo com FERNANDES e AMARAL (1996, p.139-145), os escorregamentos são movimentos rápidos, de curta duração e com plano de ruptura bem definido, sendo possível a distinção entre o material deslizado e o que não foi movimentado. O material envolvido pode ser constituído por solos, depósitos de encosta (colúvio), rochas, detritos ou até lixo doméstico. Este último pode ser considerado um depósito quaternário com comportamento geomecânico específico. Quanto ao plano de ruptura, os escorregamentos são subdivididos em rotacionais e translacionais.

Os rotacionais possuem superfície de ruptura curva, côncava para cima (forma de “colher”), ao longo da qual ocorre o movimento rotacional de uma massa de solo. A presença de mantos de alteração espessos e homogêneos, como aqueles originados de rochas argilosas, facilita sua ocorrência. Geralmente estão associados à percolação da água em profundidade, sendo deflagrados algum tempo depois de um evento chuvoso. O início do movimento muitas vezes está ligado a cortes no sopé da encosta, provocados por erosão fluvial ou pela construção de moradias e estradas. Apresenta como feições típicas as escarpas de topo, fendas transversais na massa transportada e uma língua de material acumulado na base da encosta.

Os escorregamentos translacionais são o tipo de movimento de massa mais comum nas encostas cobertas por solos. Apresentam superfície de ruptura com forma planar, que geralmente acompanha descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas do material. Estas descontinuidades podem ser resultantes de acamamentos, foliações, falhas, fraturas ou dos contatos entre rocha, saprolito, solo e colúvio. Os movimentos costumam ser compridos e rasos e estão associados a uma dinâmica hidrológica mais superficial. Geralmente são deflagrados durante eventos pluviométricos de alta intensidade, quando a taxa de infiltração torna-se superior à taxa de retirada de água do interior da encosta por fluxos subsuperficiais. Com isso, há um aumento excessivo da poro-pressão, causando a ruptura.

As quedas de blocos representam movimentos em queda livre de blocos e lascas de rocha. São resultantes do avanço do intemperismo físico e químico através das descontinuidades das rochas, representadas por falhas, fraturas e bandamentos. Este

processo é responsável pela decomposição esferoidal de rochas como o granito, dando origem a blocos e matacões envoltos por um manto de alteração. A posterior remoção por erosão do material proveniente da decomposição esferoidal tende a isolar estes blocos e matacões na superfície do terreno. Durante chuvas intensas e/ou prolongadas, os mesmos podem se soltar e rolar encosta abaixo sob efeito da gravidade. As quedas de blocos são um dos principais processos responsáveis pela formação de depósitos de tálus.

Como já foi referido, a distinção precisa entre os movimentos nem sempre é possível. Muitas vezes ocorrem combinações de dois ou mais tipos de movimento. Por este motivo, no presente trabalho optamos pela utilização do termo genérico *deslizamento*, que pode ser definido como *o rápido movimento de materiais superficiais encosta abaixo*. Tal definição inclui, portanto, as corridas, os escorregamentos e as quedas de blocos. O rastejamento não deixa de ser considerado nesta pesquisa, mas é visto apenas como um indício de instabilidade das encostas.

3.3 CARTOGRAFIA DOS DESLIZAMENTOS

Na tentativa de evitar ou ao menos amenizar os problemas gerados pelos deslizamentos em áreas ocupadas, tem sido realizado um número cada vez maior de estudos sobre este tema. Os estudos envolvem a investigação das causas e mecanismos e a previsão de ocorrência de tal fenômeno.

A investigação das causas e mecanismos tem como principal objetivo entender, de forma detalhada, os fatores que levam à deflagração de um deslizamento. São estudados o comportamento mecânico dos materiais envolvidos, a estrutura geológica, a geometria dos movimentos, a dinâmica hidrológica das encostas, a relação entre eventos pluviométricos e a ocorrência de deslizamentos etc. Entre as técnicas utilizadas estão o levantamento de informações em campo (sondagens, instalação de piezômetros e tensiômetros e métodos geofísicos), ensaios de resistência em laboratório e utilização de fotografias aéreas em escala de detalhe. Estes trabalhos geram um importante banco de informações utilizado posteriormente nos estudos de previsão.

Os resultados destes estudos geralmente são apresentados na forma de mapas, os quais podem ser divididos em quatro categorias principais. São elas: mapas geotécnicos convencionais, mapas de inventário, mapas de susceptibilidade e mapas de risco.

3.3.1 Mapas Geotécnicos Convencionais

Segundo uma definição clássica elaborada pela UNESCO-IAEG em 1976, os mapas geotécnicos oferecem uma representação generalizada dos componentes geológicos necessários ao planejamento e uso da terra. Têm aplicação direta na engenharia civil e de minas, fornecendo importantes subsídios para projetos, construções e manutenção.

Em uma definição mais completa, PRANDINI *et al.* (1992) apresentam a cartografia geotécnica como ferramenta de aplicação do conhecimento. Ferramenta esta que congrega métodos e técnicas numa investigação que procura estabelecer unidades territoriais homogêneas, quanto aos problemas manifestos ou potenciais, e formula orientações técnicas para ocupação de cada uma das unidades⁵.

Nos trabalho de mapeamento geotécnico costumam ser levantadas informações relativas às propriedades dos materiais (rocha e formações superficiais), especialmente parâmetros de resistência. Nos trabalhos mais recentes, como o de SANTOS (1997), há uma tentativa de incorporar aos mapas geotécnicos convencionais informações hidrogeológicas, pedológicas e geomorfológicas.

3.3.2 Mapas de Inventário

São a forma mais simples de mapeamento relacionado à ocorrência de deslizamentos. Realizando trabalho de campo e utilizando fotografias aéreas e imagens de satélite, são indicadas as cicatrizes de deslizamentos presentes em um determinado local. Trabalhando em escalas de maior detalhe, é possível assinalar o tipo de movimento ocorrido.

⁵ Alguns autores, como BITAR *et al.* (1992), preferem classificar os mapas que contêm orientações para ocupação como *mapas geotécnicos dirigidos*

Podem ser usados apenas indiretamente na previsão de deslizamentos, partindo-se do princípio que um local já afetado por um deslizamento certamente apresenta as condições necessárias à ocorrência de novos movimentos.

3.3.3 Mapas de Susceptibilidade

Trazem informações acerca da probabilidade, espacial e temporal, de ocorrência de deslizamentos. Apresentam um zoneamento, no qual a área de estudo é dividida em zonas de igual susceptibilidade.

São coletadas informações sobre geologia, geomorfologia, pedologia e uso da terra e elaborados mapas temáticos preliminares. Estes são posteriormente cruzados de acordo com critérios estabelecidos pelos pesquisadores, geralmente com auxílio de um sistema de geográfico de informações – SGI.

Os primeiros mapeamentos de susceptibilidade realizados de forma sistemática foram feitos na França a partir de 1972, dentro do programa ZERMOS (zonas expostas a riscos de movimentos de solo e subsolo). Segundo RIBES (1987, p.12), as principais finalidades deste programa eram: informar objetivamente a provável localização e a origem das instabilidades de terreno; apresentar um documento que sintetizasse e hierarquizasse os resultados de um zoneamento em três graus de perigo, representados pelas cores vermelho, laranja e verde. A escala de trabalho era 1:25.000.

Mais recentemente alguns estudos de susceptibilidade têm seguido outro caminho. No trabalho de HENAO (1992), mapas de inventário são cruzados com mapas de geologia, geomorfologia, hidrologia, pedologia, uso da terra etc. a fim de se descobrir estatisticamente qual a influência de cada elemento da paisagem na deflagração de um deslizamento. No trabalho de GUIMARÃES *et al.* (1998), mapas de inventário são cruzados com modelos digitais de terreno, a fim de investigar as relações entre a frequência de ocorrência de deslizamentos e alguns parâmetros morfológicos como orientação, declividade e elevação de área de contribuição. Estes estudos podem fornecer importantes subsídios para elaboração de futuros mapas de susceptibilidade.

Os resultados deste tipo de mapeamento podem ser usados por prefeituras e governos estaduais em planos de ordenamento territorial e em programas preventivos de defesa civil.

3.3.4 Mapas de Risco

Estes mapas contemplam, além da probabilidade espacial e temporal de ocorrência, a *vulnerabilidade* dos elementos expostos (pessoas e bens). Segundo CARVALHO (1998), a vulnerabilidade pode ser definida como o grau de prejuízos provocados por um fenômeno natural em um elemento ou conjunto de elementos expostos.

Sendo assim, o risco pode ser expresso matematicamente, sendo o resultado da combinação entre a probabilidade de ocorrência e as possíveis conseqüências sociais e econômicas (vulnerabilidade):

$$R = P \times V$$

onde R é o risco de deslizamento, P é a probabilidade de ocorrência e V a vulnerabilidade

A elaboração de mapas de risco é uma tarefa extremamente complicada e dispendiosa, pois requer o levantamento e a constante atualização de uma grande quantidade de dados. Além de coletar informações sobre os elementos da paisagem (geologia, geomorfologia, uso da terra etc.), devem ser quantificados o valor dos elementos expostos e a vulnerabilidade.

CARVALHO (1998) afirma que a aplicabilidade temporal destes mapas é limitada, pois parâmetros como *valor dos elementos expostos* têm caráter extremamente dinâmico, principalmente em áreas sob forte pressão de ocupação. Esta dinâmica pode alterar inclusive os valores da vulnerabilidade. Sendo assim, a boa aplicação destes mapas está condicionada à constante atualização de suas informações, o que eleva ainda mais o custo e o tempo de realização. Apesar disso, os resultados destes mapeamentos são por vezes utilizados como base de cálculo por companhias seguradoras em alguns países da Europa.

Capítulo 4
PROCEDIMENTOS
METODOLÓGICOS

Basicamente, os procedimentos metodológicos envolveram uma tentativa de integração dos atributos físicos e sociais envolvidos na deflagração de deslizamentos. Dentro de uma perspectiva sistêmica, foram analisados alguns elementos da paisagem, como declividade, tipos de modelado, uso da terra e pedologia. A combinação destes elementos permitiu a realização de um estudo da susceptibilidade a deslizamentos, indicando as áreas mais perigosas e discutindo as possíveis implicações para o bairro Saco Grande.

As etapas de trabalho compreenderam o levantamento de informações em campo, o mapeamento temático preliminar e a elaboração do mapa de susceptibilidade. Todo trabalho de mapeamento foi realizado nos laboratórios de Geoprocessamento e de Cartografia do Departamento de Geociências. A escala de trabalho adotada foi 1:25.000.

4.1 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES EM CAMPO

Foram realizados vários trabalhos de campo destinados a auxiliar a confecção dos mapas temáticos preliminares e a elaboração do mapa de susceptibilidade. Estes trabalhos envolveram verificação de pontos de dúvida encontrados durante a fotointerpretação, coleta de informações sobre os solos, localização de pontos de perigo iminente e registro de quedas de blocos ocorridas na área.

Por se tratar de uma pesquisa enfocando deslizamentos, os trabalhos concentraram-se nos solos das encostas. Devido a problemas de tempo, realizou-se apenas um estudo qualitativo em cortes de construções e estradas. Foram selecionados cortes em setores da baixa, média e alta encosta. Com ajuda dos agrônomos Paulo Cesar Vieira e Sérgio Shimizu, foram analisados três perfis (1, 2 e 3) nas encostas do morro da Pedra Balão e três perfis (4, 5 e 6) nas encostas do morro do Caju (vide Mapa de Solos). Foram levantadas informações sobre espessura dos horizontes, textura, estrutura e profundidade aproximada dos solos.

Além disso, foram localizados pontos sob perigo iminente de deslizamento provocado pela ocupação e pontos onde ocorreram quedas de blocos. Chegou-se a tais locais após consulta a Jornais e visita a Associação de Moradores do Bairro Saco

Grande 2. Estes pontos, localizados com auxílio de um aparelho GPS manual¹, foram posteriormente transferidos para base cartográfica digital e agregados ao Mapa de Susceptibilidade.

4.2 MAPEAMENTO TEMÁTICO PRELIMINAR

Nesta etapa foram elaborados os seguintes documentos: Mapa Planialtimétrico (mapa 02), Mapa Hipsométrico (mapa 03), Mapa de Declividade (mapa 04), Mapa Geomorfológico (mapa 05), Mapa de Forma das Encostas (mapa 06), Mapa de Solos (mapa 07), Mapa de Uso da Terra (mapa 08) e Mapa de Evolução Urbana (mapa 09).

4.2.1 Mapa Planialtimétrico

O Mapa Planialtimétrico, contendo limites da área de estudo, curvas de nível com equidistância igual a 10 m, drenagem, sistema viário e toponímias, foi obtido a partir da digitalização das cartas topográficas elaboradas pelo IPUF em 1979 na escala 1:10.000. A área urbanizada corresponde àquela contida no Mapa de Uso da Terra. O processo de digitalização e a arte final foram realizados com auxílio do programa *microstation 95*.

4.2.2 Mapa Hipsométrico

Obtivemos o Mapa Hipsométrico a partir do arquivo contendo as curvas de nível. Para delimitação dos diversos polígonos foram utilizadas as curvas de 20, 100, 200, 300 e 400 metros. Deste trabalho resultou um mapa contendo as seguintes classes hipsométricas: 0-20m, 20-100m, 100-200m, 200-300m, 300-400m e acima de 400m.

4.2.3 Mapa de Declividade

Obtivemos o mapa de declividade a partir do arquivo contendo as curvas de nível digitalizadas e devidamente cotadas. Utilizando-se o método de triangulação, com auxílio do programa *microstation geographics 95*, chegou-se a um mapa contendo 4 classes de declive preestabelecidas.

Na definição das classes procuramos combinar os critérios propostos por MASCARÓ (1997, p.53-54), aplicados à construção civil, e os parâmetros

¹ Durante os trabalhos de campo, a precisão do GPS oscilou entre 60 e 100m

estabelecidos pela legislação municipal de Florianópolis. O trabalho do engenheiro civil Juan Mascaró trata principalmente dos parâmetros físicos envolvidos na instalação de loteamentos urbanos, como declividade, insolação, drenagem etc. A legislação adotada foi o Plano Diretor de Florianópolis (1998), no qual uma das variáveis utilizadas para definição das formas de uso da terra é a declividade. A seguir é apresentado um quadro sistemático contendo as classes utilizadas e os respectivos comentários relativos ao uso.

QUADRO 4.1: Classes de declividade e respectivas recomendações de uso

Declividade (%)	Declividade (graus)	Recomendações de uso
0 a 7,99	0 a 4°34'	Áreas ideais para qualquer uso (exceto aquelas definidas como Área de Preservação Permanente – APP, no Plano Diretor de Florianópolis)
8 a 15,99	4°35' a 9°05'	Locais que apresentam certas restrições, geralmente as construções necessitam de cortes e aterros
16 a 29,99	9°06' a 16°41'	Locais que devem ser evitados, pois são necessárias obras especiais para sua utilização
30 a 100	16°42' a 45°	Terrenos inadequados para construções. De acordo com os artigos 21 e 22 do Plano Diretor, neste intervalo estão incluídas as Áreas de Preservação com Uso Limitado – APL (declividade entre 30 e 46,6%) e as Áreas de Preservação Permanente (declividade acima de 46,6%)

Obs: De acordo com o método utilizado, não foram encontradas na área de estudo encostas com declividade superior a 100% (45°)

4.2.4 Mapa Geomorfológico

Para elaboração do Mapa Geomorfológico foram utilizadas fotografias aéreas dos levantamentos de 1994 (escala 1:25.000, IPUF) e 1998 (escala 1:15.000, Celesc), e as cartas topográficas do IPUF, em escala 1:10.000. Além disso, realizou-se trabalho de campo para verificação de pontos de dúvida. O sistema classificatório adotado teve como base o sistema elaborado por HERRMANN e ROSA (1991) para o município de Florianópolis.

Os tipos de modelado foram obtidos por meio de fotointerpretação em estereoscopia e observação do traçado das curvas de nível no mapa. Os limites entre os diversos tipos de modelado foram traçados nas próprias cartas topográficas do IPUF e em seguida digitalizados em formato *microstation*. Estas mesmas cartas auxiliaram na identificação de diversas feições geomorfológicas, como *forma interiormente deprimida*, *topos planos*, *tipos de interflúvio*, *patamares*, *ombreiras*, *rupturas de*

declive, colos, forma dos vales e áreas de desmonte (pedreiras). Os símbolos correspondentes a cada uma destas feições foram elaborados dentro do programa *microstation 95*, por meio da criação de elementos do tipo *célula*.

Ao final obtivemos um mapa contendo, na unidade geomorfológica *Planícies Costeiras*, diversos modelados de acumulação (acumulação de maré, acumulação fluvio-marinha e rampas coluvio-eluvionais), e na unidade geomorfológica *Serras do Leste Catarinense*, diversos modelados de dissecação (em outeiro, em montanhas e em patamares). Neste mapa ainda estão presentes as feições geomorfológicas citadas. Para melhor visualização do relevo da área, foi construído um bloco diagrama, a partir do arquivo contendo as curvas de nível, drenagem e sistema viário, com auxílio do programa *Surfer 32*.

4.2.5 Mapa de Forma das Encostas

A fim de complementar o Mapa Geomorfológico e auxiliar a identificação das áreas susceptíveis a deslizamentos, elaboramos o Mapa de Forma das Encostas. Na confecção deste mapa foram utilizadas fotografias aéreas de 1998, em escala 1:15.000, as cartas topográficas do IPUF e o arquivo contendo os tipos de modelado do Mapa Geomorfológico.

A forma das encostas foi obtida através de fotointerpretação em estereoscopia e observação do traçado das curvas de nível. Nas cartas topográficas do IPUF foram delimitados polígonos correspondentes a cada tipo de encosta (côncava, convexa ou retilínea). Posteriormente os contornos destes polígonos foram digitalizados em formato *microstation* e agregados a um arquivo contendo os polígonos do Mapa Geomorfológico.

Deste trabalho resultou o Mapa de Forma das Encostas, que procura associar a forma das mesmas aos tipos de modelado. São representadas ainda algumas feições geomorfológicas, extraídas do Mapa Geomorfológico.

4.2.6 Mapa de Solos

Este mapa foi elaborado a partir do arquivo contendo os tipos de modelado do Mapa Geomorfológico e tendo como referência o mapeamento elaborado por

SOMMER e ROSATELLI (1991) para os solos do município de Florianópolis, em escala 1:50.000.

As classes identificadas como *solos indiscriminados de mangue, solo gley e associação colúvio-elúvio* correspondem, respectivamente, aos modelados de acumulação marinha, acumulação fluvio-marinha e rampas colúvio-eluvionais do Mapa Geomorfológico. Nas demais áreas ocorre uma *associação podzólico vermelho-amarelo/podzólico vermelho-escuro*. Os polígonos obtidos são muito semelhantes àqueles do Mapa de Solos de Florianópolis. Com o intuito de melhor representar as informações sobre solos coletadas em campo, foram elaborados ainda perfis topográficos (AB e CD), contendo a localização dos cortes de estrada analisados (1 a 6). Estes perfis topográficos foram confeccionados com auxílio do programa *Corel Draw 6.0*.

4.2.7 Mapa de Uso da Terra

Para elaboração do Mapa de Uso da Terra foram utilizadas uma imagem de satélite SPOT pancromática de novembro de 1996; uma imagem em composição colorida das bandas 3, 4 e 5 do LANDSAT TM 5, de julho de 1994; e fotografias aéreas de 1998, em escala 1:15.000.

Inicialmente as imagens foram georreferenciadas utilizando-se as cartas topográficas do IPUF. Em seguida a imagem SPOT passou por uma equalização de histograma, a fim de melhorar a visualização de seus elementos. Objetivando maior aproveitamento das características de cada uma das imagens – resolução espacial do SPOT e resolução espectral do LANDSAT – optou-se pelo cruzamento das mesmas, através de uma operação matemática.

A imagem resultante passou por uma classificação não-supervisionada, da qual resultaram várias classes de uso. Após trabalho de campo, essas classes foram agrupadas e definidas como sendo *mangue, vegetação indiscriminada, pastagem, desmatamento e área urbanizada*. Todos os procedimentos de tratamento de imagem descritos acima foram realizados no programa *Idrisi for Windows 95*.

A imagem, em formato *Idrisi*, precisava ser exportada para o *microstation 95*. Devido à incompatibilidade entre os dois programas², tornou-se necessário um processo de vetorização manual. Sobre a imagem foram digitalizados polígonos correspondentes a cada uma das classes obtidas anteriormente, trabalho que consumiu grande quantidade de tempo. O arquivo vetorial resultante, contendo o contorno dos polígonos, foi então exportado para o *microstation* e posteriormente passou por processo de *rasterização*.

As áreas com vegetação de capoeirinha e reflorestamento foram obtidas a partir de fotointerpretação e trabalho de campo. Primeiramente confeccionou-se um *overlay* contendo tais demarcações. As informações do *overlay* foram então transferidas, via mesa de luz, para uma cópia impressa do Mapa Planialtimétrico, digitalizadas e agregadas à imagem preexistente, sempre com auxílio do *microstation 95*.

Não foi possível a precisa distinção entre as formações vegetais capoeirão, mata secundária e mata primária, devido a má qualidade das fotografias aéreas, que na verdade eram cópias das originais. Por este motivo, optamos pelo estabelecimento de uma classe genérica, denominada *mata*, que inclui as formações capoeirão, mata secundária, mata primária e *vegetação de transição* entre o mangue e a mata³.

Por fim, obtivemos um mapa de uso da terra contendo as seguintes classes: mangue, mata, capoeirinha, reflorestamento, pastagem, desmatamento e área urbanizada.

4.2.8 Mapa de Evolução Urbana

Este mapa foi elaborado com o objetivo de analisar o crescimento urbano na área estudada, entre os anos de 1979 e 1996.

A área urbanizada de 1996 é a mesma contida no Mapa de Uso da Terra, enquanto que a área urbanizada de 1979 foi obtida a partir de fotografias aéreas do mesmo ano, em escala 1:15.000, pertencentes à biblioteca do IPUF. Elaborou-se um

² arquivos *raster* gerados no *Idrisi* não são reconhecidos pelo *microstation*

³ Adotamos o termo *vegetação de transição* devido ao fato desta formação possuir características tanto de uma mata (aspecto fisionômico) quanto de uma vegetação de planície (desenvolvimento sobre solo arenoso). Além disso, tal vegetação apresenta-se muito alterada devido à ocupação, o que torna difícil sua classificação.

overlay cujas informações foram transferidas para uma cópia impressa do Mapa Planialtimétrico, via mesa de luz. Posteriormente essas informações foram digitalizadas e compatibilizadas com as manchas da área urbanizada de 1996.

4.3 MAPA de SUSCEPTIBILIDADE a DESLIZAMENTOS

O Mapa de Susceptibilidade a Deslizamentos (mapa 10) foi obtido a partir do cruzamento dos seguintes mapas: Mapa de Declividade, Mapa Geomorfológico, Mapa de Forma das Encostas e Mapa de Uso da Terra. A elaboração deste mapa compreendeu duas etapas de trabalho, uma conceitual e outra operacional.

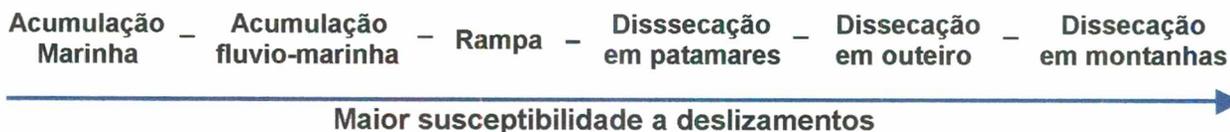
4.3.1 Etapa Conceitual

Nesta etapa foram definidas as regras de cruzamento, isto é, as combinações entre os diferentes elementos da paisagem que seriam utilizadas para se chegar às classes do Mapa de Susceptibilidade, definidas como *nula/baixa*, *moderada*, *alta* e *muito alta*. A elaboração de tais combinações foi feita levando em conta o modo como alguns elementos da paisagem, especialmente morfologia e uso da terra, atuam na deflagração de deslizamentos (item 3.2).

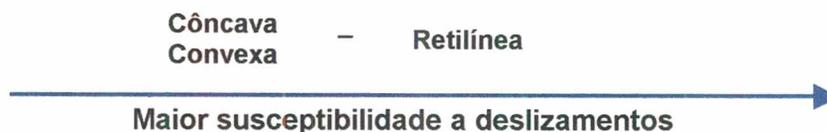
Partimos do princípio genérico que áreas ocupadas ou desmatadas, com declividade acentuada, alto grau de dissecação do relevo e encostas retilíneas são aquelas onde há maior perigo de ocorrência de deslizamentos. Por outro lado, em locais preservados com declividade reduzida, o perigo de deslizamentos é praticamente inexistente. A partir destas duas situações extremas, foram definidas várias situações intermediárias, procurando hierarquizar a susceptibilidade de cada local à ocorrência de deslizamentos, de acordo com suas características geomorfológicas (tipo de modelado e forma das encostas), de declividade e de uso da terra.

A hierarquização, para cada uma das características mencionadas, pode ser resumida no esquema abaixo:

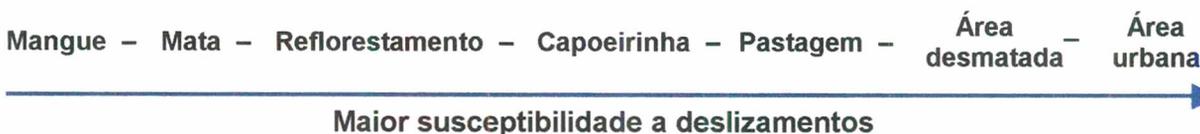
TIPO DE MODELADO



FORMA DAS ENCOSTAS



USO DA TERRA



DECLIVIDADE

* Teoricamente, podemos dizer que há uma relação direta entre a inclinação do terreno e a susceptibilidade, isto é, quanto maior o ângulo de inclinação maior a susceptibilidade a deslizamentos

No quadro 4.2 são apresentadas sistematicamente as combinações adotadas. Por exemplo, de acordo com a linha 6 do quadro, a susceptibilidade a deslizamentos será *alta* quando determinada área possuir modelado de *dissecação em montanhas*, encostas *côncavas* ou *convexas*, declividade entre *16 e 30%* e vegetação de *capoeirinha*.

4.3.2 Etapa Operacional

De posse da base conceitual, partimos para etapa operacional do cruzamento, realizada com auxílio do sistema geográfico de informações *Microstation Geographics 95*, no qual é possível estabelecer uma conexão com o gerenciador de banco de dados *Microsoft Access*.

O primeiro passo foi inserir *centróides* (espécie de identificação numérica) em cada um dos polígonos dos mapas a serem cruzados e, em seguida, associar cada um destes centróides a seu respectivo polígono. Posteriormente foram criadas, no *Microsoft Access*, tabelas correspondentes a estes mapas. Para o Mapa de Declividade foi criada a tabela *Declividade*, para o Mapa Geomorfológico foi criada a tabela *Geomorfologia* (tabela 4.1), e assim por diante. Os dados dos mapas (polígonos e centróides associados) foram então transferidos para as tabelas.

Como pode-se observar na tabela 4.1, além das colunas relacionadas ao número do polígono (*mblink*) e número do centróide, as tabelas possuem uma coluna associada ao *código*. A cada uma das classes de um mapa é atribuído um código. Como exemplo, a seguir é apresentada uma tabela contendo os códigos atribuídos a cada tipo de modelado do Mapa Geomorfológico (tabela 4.2).

Com os mapas devidamente associados às tabelas no banco de dados, teve início o cruzamento propriamente dito. Seguindo as possibilidades oferecidas pelo *Geographics 95*, os mapas foram cruzados dois a dois.

QUADRO 4.2: Combinações dos diversos elementos da paisagem adotadas para elaboração do Mapa de Susceptibilidade

Geomorfologia*	Forma da Encosta	Declividade	Uso da Terra	Susceptibilidade
Amg, Afm, R, Do, Dm, Dp, Tp, Fd	Côncava, Convexa, Retilínea	0 – 8%	Mangue, Mata, Capoeirinha, Reflorest., Pastagem, Urbano, Desmatamento	Nula/Baixa
R, Do, Dm, Dp	Côncava, Convexa	8 – 16%	Mata, Capoeirinha, Reflorest., Pastagem, Urbano, Desmatamento	Nula/Baixa
Do, Dm, Dp	Retilínea	8 – 16%	Mata, Capoeirinha, Reflorest., Pastagem, Urbano, Desmatamento	Moderada
R, Do, Dm, Dp	Côncava, Convexa	16 – 30%	Mata, Reflorest.	Moderada
R, Do, Dm, Dp	Côncava, Convexa	16 – 30%	Pastagem, Urbano, Desmatamento	Alta
Dm	Côncava, Convexa	16 – 30%	Capoeirinha	Alta
Do, Dm, Dp	Retilínea	16 – 30%	Mata, Capoeirinha, Reflorest., Pastagem, Urbano, Desmatamento	Alta
Do, Dm, Dp	Côncava, Convexa	30 – 100%	Mata, Capoeirinha, Reflorest., Pastagem, Urbano, Desmatamento	Alta
Do, Dm, Dp	Retilínea	30 – 100%	Mata, Capoeirinha, Reflorest., Pastagem, Urbano, Desmatamento	Muito Alta

* Amg: acumulação de maré/ Afm: acumulação fluvio-marinha/ R: rampa colúvio-eluvial/ Do: dissecação em outeiro/ Dm: dissecação em montanhas
Dp: dissecação em patamares/ T: topo plano/ Fd: forma interiormente deprimida

TABELA 4.1: Tabela *Geomorfologia*, criada no *Microsoft Access* e associada ao Mapa Geomorfológico

mmlink	Centroide	Código
1		1
2		2
3		3
4		4
5		4
6		5
7		6
8		6
9		6
10		6
11		7
12		8
13		8
14		8
15		8
16		8
17		8
18		8
19		8
20		8
21		8
22		8
23		8
24		8
25		8
26		8
27		8
28		8
29		8
30		8
31		8
32		8

Obs: Procuramos preservar o formato original desta tabela. Apesar da coluna *centróide* aparecer em branco, as informações relativas aos centróides estão registradas. Os centróides são inseridos nos mapas como elemento *texto*, o que impossibilita sua visualização em uma tabela *numérica* como esta.

TABELA 4.2: Códigos atribuídos aos tipos de modelado do Mapa Geomorfológico

Tipos de modelado	Código
Mangue	1
Planície fluvio-marinha	2
Rampa colúvio-eluvial	3
Dissecação em outeiro	4
Dissecação em montanhas	5
Dissecação em patamares	6
Forma interiormente deprimida	7
Topo plano	8

Primeiramente executamos o cruzamento do Mapa de Declividade com o Mapa Geomorfológico. Esta operação consiste basicamente no seguinte: em cada mapa são selecionadas as classes que se deseja cruzar; estas classes (já codificadas no banco de dados) passam por uma análise topológica; em seguida, utilizando o comando *overlay maps* (sobrepor mapas), o programa executa matematicamente o cruzamento. Ao final é gerado um novo arquivo, contendo novos polígonos, resultantes da sobreposição dos originais.

Do cruzamento dos Mapas de Declividade e Geomorfológico resultou um novo arquivo, intitulado *dec-geo*. Seguindo os mesmos procedimentos, este arquivo foi cruzado com o Mapa de Forma das Encostas, gerando outro arquivo intitulado *dec-geo-enc*. Por sua vez, este último foi cruzado com o Mapa de Uso da Terra. Todo este processo resultou em um arquivo contendo 57.934 polígonos⁴, representando os graus de susceptibilidade *nula/baixa, moderada, alta e muito alta*.

Restava ainda a delimitação das áreas sujeitas a enchentes. Neste caso utilizamos um método “manual”. Sobre o arquivo contendo os polígonos relacionados aos graus de susceptibilidade, foram efetuados os seguintes procedimentos: primeiramente selecionamos os polígonos localizados em áreas com altitude inferior a 5 metros; em seguida selecionamos os polígonos associados à susceptibilidade *nula/baixa* localizados a até 50 metros das margens dos cursos d’água; por fim, todos os polígonos selecionados foram agregados em outra classe, denominada *área susceptível a enchentes*.

A distância de 50 metros a partir dos cursos d’água foi definida levando em conta o limite de representação gráfica na escala final adotada, de 1:25.000. Em campo observamos que as margens sujeitas a inundações são menores. Entretanto, áreas com menos de 50 m de largura (2 mm no mapa) tornam-se praticamente imperceptíveis na escala adotada. O esquema abaixo resume as características desta nova classe.

⁴ O grande número de polígonos deve-se ao Mapa de Declividade que, elaborado pelo método de triangulação, gerou 51.437 triângulos. Esta enorme quantidade de polígonos fez com que as operações de cruzamento se tornassem, por vezes, mais lentas que o esperado.

$$\text{Área Susceptível a Enchentes} = \begin{array}{c} \text{Áreas com altitude inferior a 5m} \\ + \\ \text{Áreas com susceptibilidade nula/baixa} \\ \text{localizadas a até 50m das margens dos cursos} \\ \text{d'água} \end{array}$$

Chegamos então ao Mapa de Susceptibilidade a Deslizamentos, contendo as seguintes classes: *nula/baixa*, *moderada*, *alta*, *muito alta* e *área susceptível a enchentes*. As cores destas classes foram escolhidas de forma a diferenciar o grau de perigo representado por cada uma delas. Assim, a cor verde (nula/baixa) indica que, de acordo com os parâmetros analisados, o perigo de deslizamentos é praticamente inexistente, não havendo grandes restrições à ocupação. A cor amarela (moderada) significa “atenção”, pois pode haver problemas caso a ocupação seja inadequada. As cores laranja e, especialmente, vermelha indicam alto grau de perigo e fortes restrições à ocupação.

Foram ainda anexados a este mapa pontos coletados em campo (item 4.1), representando *perigo iminente de deslizamento* e *queda de blocos registrada*. Os símbolos correspondentes a estes pontos foram elaborados no *Microstation 95*, por meio da criação de elementos do tipo *célula*. O símbolo referente à queda de blocos indica a direção do movimento.

Capítulo 5
ANÁLISE
INTEGRADA

Como resultado dos procedimentos metodológicos adotados, foram obtidos vários mapas e reunidas diversas informações. Inicialmente são apresentados o Mapa Planialtimétrico (mapa 02) e o Mapa Hipsométrico (mapa 03), que serviram de base para elaboração dos demais mapas temáticos. Todas estas informações auxiliaram na identificação dos principais aspectos físicos e sócio-econômicos do bairro Saco Grande e permitiram a realização de uma análise integrada dos diversos elementos que compõem a paisagem. Os resultados são expostos a seguir.

5.1 DECLIVIDADE

A declividade dos terrenos da área de estudo pode ser visualizada no Mapa de Declividade (mapa 04).

Percebemos que predominam locais com declive inferior a 30% ($16^{\circ}41'$). Declividades superiores são encontradas somente em áreas restritas ao longo da porção média das encostas. De acordo com os procedimentos metodológicos adotados, não há locais com inclinação superior a 100% (45°). Partindo da planície em direção às encostas, é possível notar que há um aumento acentuado da declividade no início da porção inferior da média encosta. A partir do início da alta encosta passa a haver uma diminuição gradativa da inclinação. Este fato pode ser melhor observado nos perfis topográficos (figuras 5.2 e 5.3).

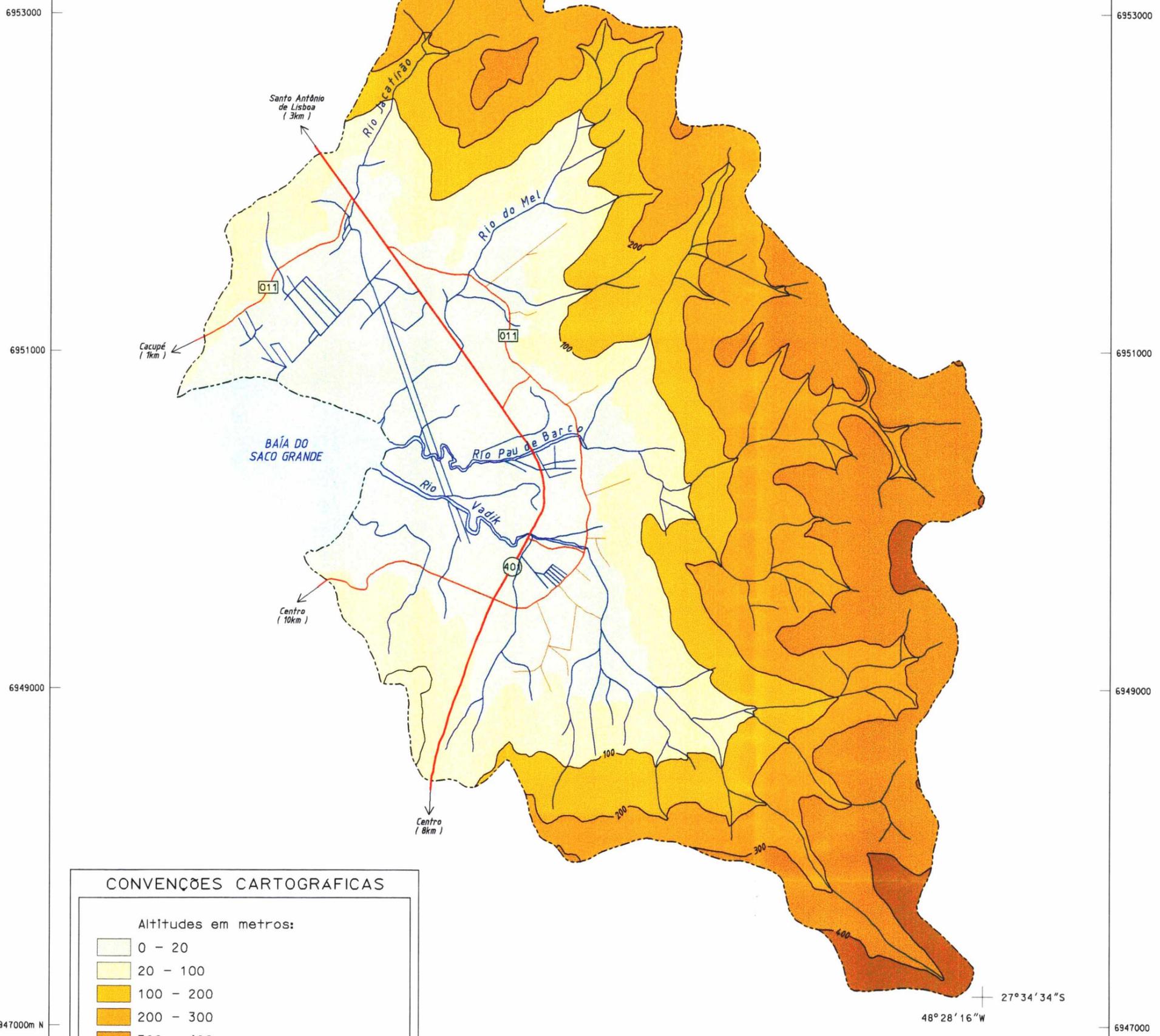
Sendo assim, construções na média encosta devem ser evitadas, já que nesta porção concentram-se as áreas de maior declive, as quais apresentam conseqüentemente maior susceptibilidade a deslizamentos. Ademais, na maior parte destas áreas a ocupação não é apenas desaconselhável e sim proibida pela legislação municipal, que as considera Áreas de Preservação Permanente – APP (item 2.2).

À exceção dos trechos de média encosta, podemos dizer que se trata de uma área com terrenos pouco íngremes, pois predominam declividades inferiores a 30%. Entretanto, isto não significa que as encostas possam ser ocupadas desordenadamente. A ocupação de locais com declive entre 16 e 29,99% ($9^{\circ}06'$ e $16^{\circ}41'$), sem a realização de obras especiais de contenção, pode contribuir para instabilização das encostas e a ocorrência de deslizamentos. A realização de obras especiais é, inclusive,

48°31'W 746000 748000 750000 48°27'W 27°30'S 27°30'S

MAPA 03: MAPA HIPSOMÉTRICO BAIRRO SACO GRANDE FLORIANÓPOLIS-SC

48°31'16"W
27°30'51"S



CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS

Altitudes em metros:

- 0 - 20
- 20 - 100
- 100 - 200
- 200 - 300
- 300 - 400
- Acima de 400

- Rodovia Estadual Pavimentada
- Rodovia Municipal Pavimentada
- Rodovia Municipal não Pavimentada
- Limite de Área de Estudo
- Curso d'água
- Curvas de Nivel

Escala 1:25000

250m 0 250 500 750 1000m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Equidistância das curvas de nível: 100m
Meridiano Central 51° W.G.R.

27°34'34"S
48°28'16"W

ESTE MAPA É PARTE INTEGRANTE DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO 'ANÁLISE DA SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS NO BAIRRO SACO GRANDE, FLORIANÓPOLIS-SC' UFSC/CFH/GCN, DEZ/2000.

27°35'S 48°31'W 746000m E 748000 750000 48°27'W 27°35'S

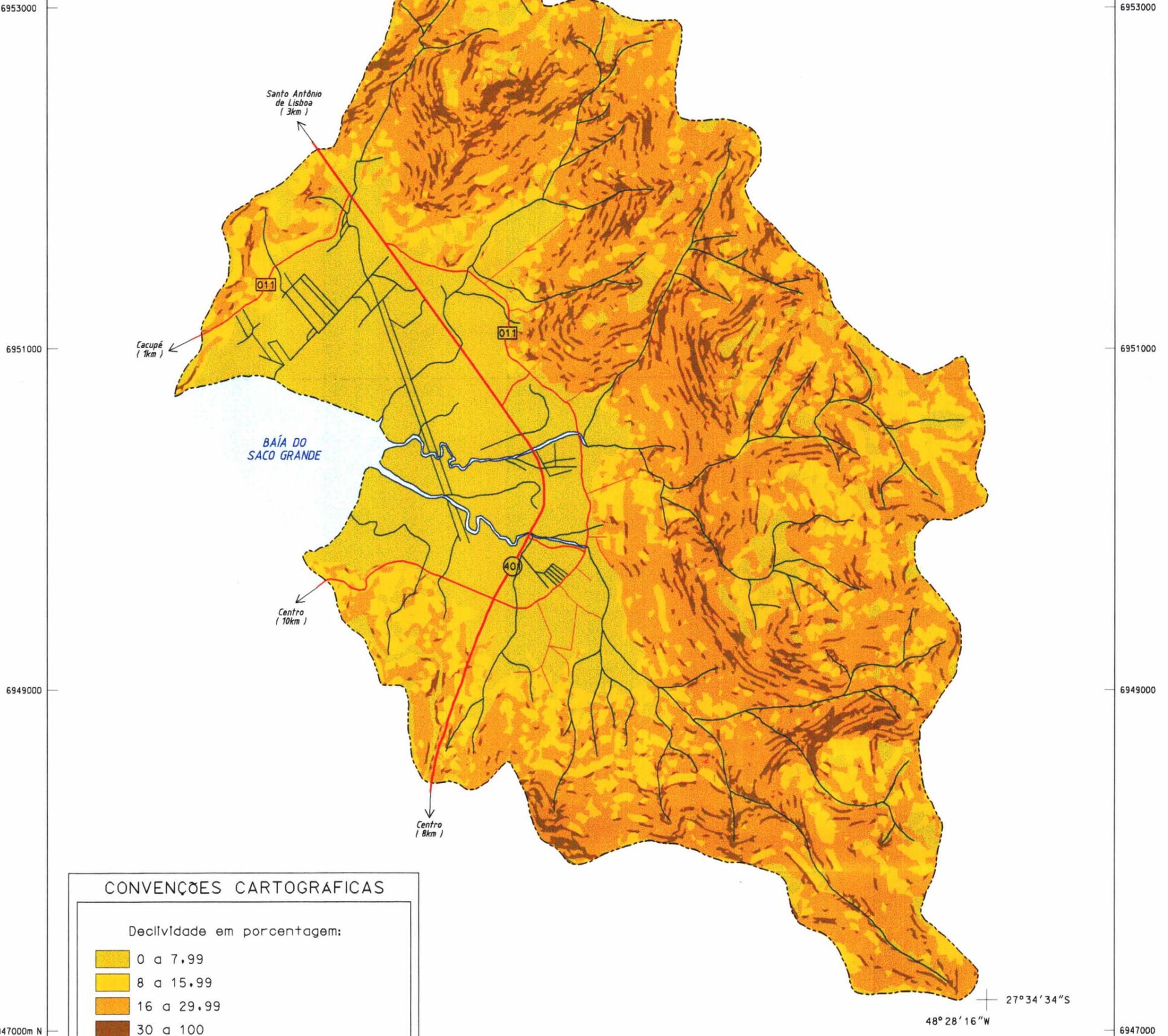
Fontes das Bases Cartográficas:
- Levantamento Aerofotogramétrico do Aglomerado Urbano de Florianópolis;
Escala 1:10000; PMF/PUF, 1979 (Cartas 27, 29, 55 e 57);

Produzido no Laboratório de Geoprocessamento de Depto. de Geociências - CFH/UFSC (Jun/2000)
Elaboração, Digitalização e Edição Final Geog. Fernando Peres Dias

48°31'W 746000 748000 750000 48°27'W 27°30'S 27°30'S

MAPA 04: MAPA DE DECLIVIDADE
BAIRRO SACO GRANDE
FLORIANÓPOLIS-SC

48°31'16"W
27°30'51"S



CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS

Declividade em porcentagem:

- 0 a 7,99
- 8 a 15,99
- 16 a 29,99
- 30 a 100

- 401 Rodovia Estadual Pavimentada
- 011 Rodovia Municipal Pavimentada
- Rodovia Municipal não Pavimentada
- Limite de Area de Estudo
- Curso d'água

Escala 1:25000
250m 0 250 500 750 1000m
PROJECCO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Meridiano Central 51° W.G.R.

ESTE MAPA É PARTE INTEGRANTE DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO 'ANÁLISE DA SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS NO BAIRRO SACO GRANDE, FLORIANÓPOLIS-SC' UFSC/CFH/GCN, DEZ/2000.

27°35'S 48°31'W 746000m E 748000 750000 48°27'W 27°35'S

Fontes das Bases Cartográficas:
- Levantamento Aerofotogramétrico do Aglomerado Urbano de Florianópolis;
Escala 1:10000; PMF/IPUF, 1979 (Cartas 27, 29, 55 e 57);

Produzido no Laboratório de Geoprocessamento de Depto. de Geociências - CFH/UFSC (Jun/2000)
Elaboração, Digitalização e Edição Final: Geog. Fernando Peres Dias

um requisito legal, já que tais locais são classificados como Áreas de Preservação com Uso Limitado – APL no Plano Diretor.

5.2 GEOMORFOLOGIA

As diversas formas de modelado presentes na área estão representadas no Mapa Geomorfológico (mapa 05). A morfologia local também pode ser visualizada tridimensionalmente no Bloco Diagrama (figura 5.1).

O bairro Saco Grande está inserido nas unidades geomorfológicas Planícies Costeiras e Serras do Leste Catarinense. A primeira compreende uma extensão de terrenos planos ou levemente ondulados, cujos processos formadores estão diretamente relacionados às variações do nível marinho durante o Quaternário (HERRMANN e ROSA, 1991). Na área de estudo, os modelados de acumulação pertencentes a esta unidade são a planície de maré (Amg), a planície fluvio-marinha (Afm) e a planície coluvial (Ac), situada na interface planície-baixa encosta.

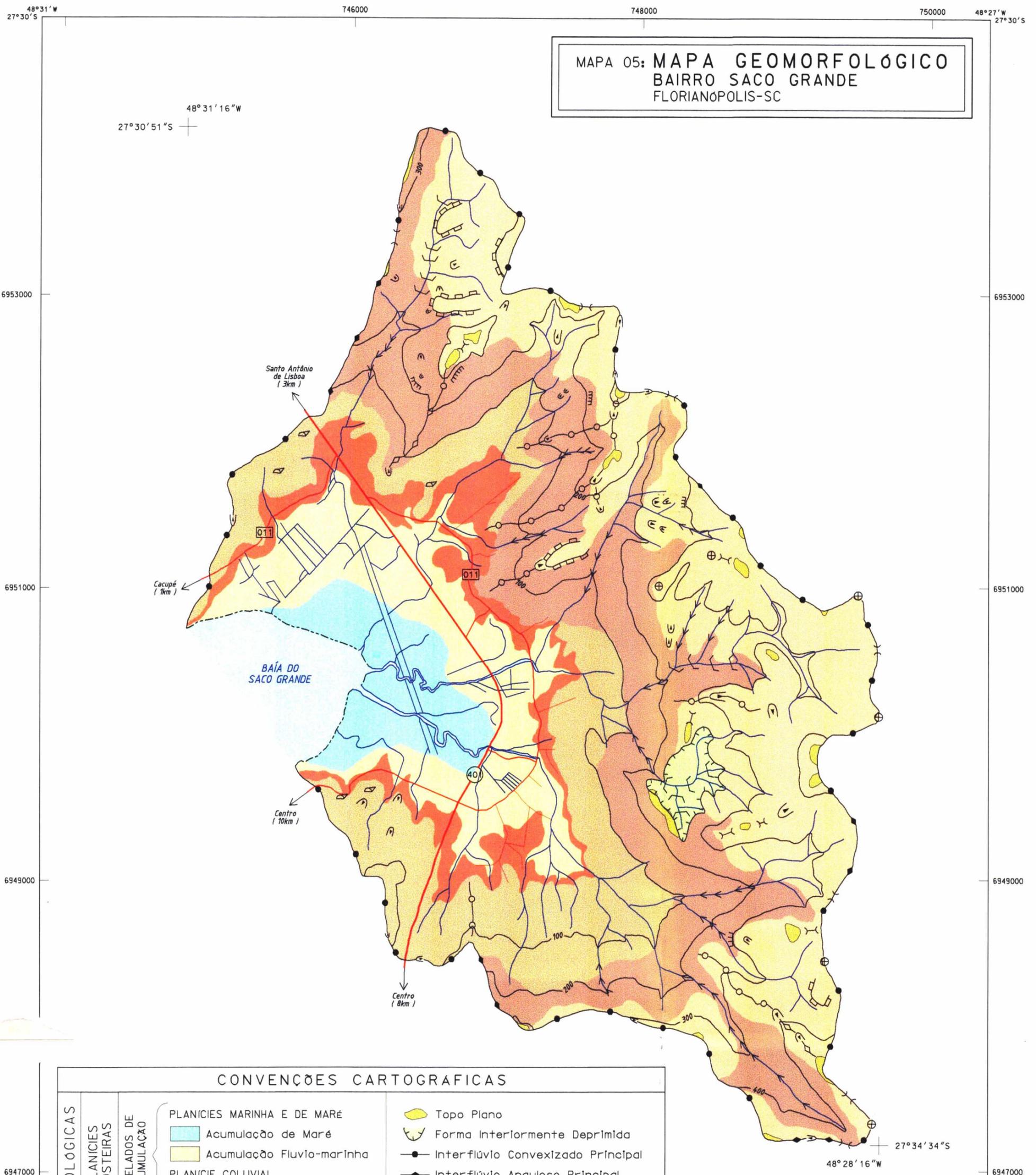
A planície de maré apresenta-se levemente inclinada em direção ao mar, sofrendo influência direta da maré e sendo constituída predominantemente por sedimentos arenosos de origem marinha. A planície fluvio-marinha é uma área plana, constituída por sedimentos arenosos de origem marinha e sedimentos siltico-argilosos de origem fluvial. A planície coluvial corresponde a superfícies inclinadas em forma de rampa, constituídas por materiais de granulometria variada, depositados em fluxos de regime torrencial ou formados *in situ*.

A unidade geomorfológica Serras do Leste Catarinense caracteriza-se pela presença de *trends* estruturais que condicionam intensa dissecação do relevo, gerando interflúvios convexos e estreitos, vales profundos e encostas com alta declividade sulcadas e separadas por cristas, as quais ocorrem associadas a falhamentos (HERRMANN e ROSA, 1991). Considerando as diferentes características das formas de relevo que compõem esta unidade, é possível individualizar três tipos de modelados de dissecação: outeiro (Do), em montanhas (Dm) e em patamares (Dp).

A principal diferença entre os modelados de dissecação em outeiro e em montanhas está no grau de dissecação e na forma das encostas. Os últimos apresentam

MAPA 05: MAPA GEOMORFOLÓGICO
BAIRRO SACO GRANDE
FLORIANÓPOLIS-SC

48° 31' 16" W
27° 30' 51" S



CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	PLANÍCIES COSTEIRAS	<ul style="list-style-type: none"> PLANÍCIES MARINHA E DE MARÉ Acumulação de Maré Acumulação Flúvio-marinha PLANÍCIE COLUVIAL Rampas Colúvio-eluvionais 	<ul style="list-style-type: none"> Topo Plano Forma Interiormente Deprimida Interflúvio Convexizado Principal Interflúvio Angular Principal Interflúvio Convexizado Secundário Interflúvio Angular Secundário Topo (cume) Patamar Ombreira Ruptura de Declive Colo Vale em 'V' Vale em 'U' Desmorte
	SERRAS DO LESTE CATARINENSE	<ul style="list-style-type: none"> MODELADOS DE DISSECAÇÃO Dissecação em Outeiro Dissecação em Montanhas Dissecação em Patamares 	
<ul style="list-style-type: none"> 401 Rodovia Estadual Pavimentada 011 Rodovia Municipal Pavimentada Rodovia Municipal não Pavimentada Linha de Costa Curso d'água Curvas de Nível 		<p>Escala 1:25000</p> <p>250m 0 250 500 750 1000m</p> <p>PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR Equidistância das curvas de nível 100m Meridiano Central 51° W,GR.</p>	

ESTE MAPA É PARTE INTEGRANTE DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
"ANÁLISE DA SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS NO BAIRRO
SACO GRANDE, FLORIANÓPOLIS-SC"; UFSC/CFH/GCN, DEZ/2000

BLOCO DIAGRAMA - Saco Grande - Florianópolis - SC

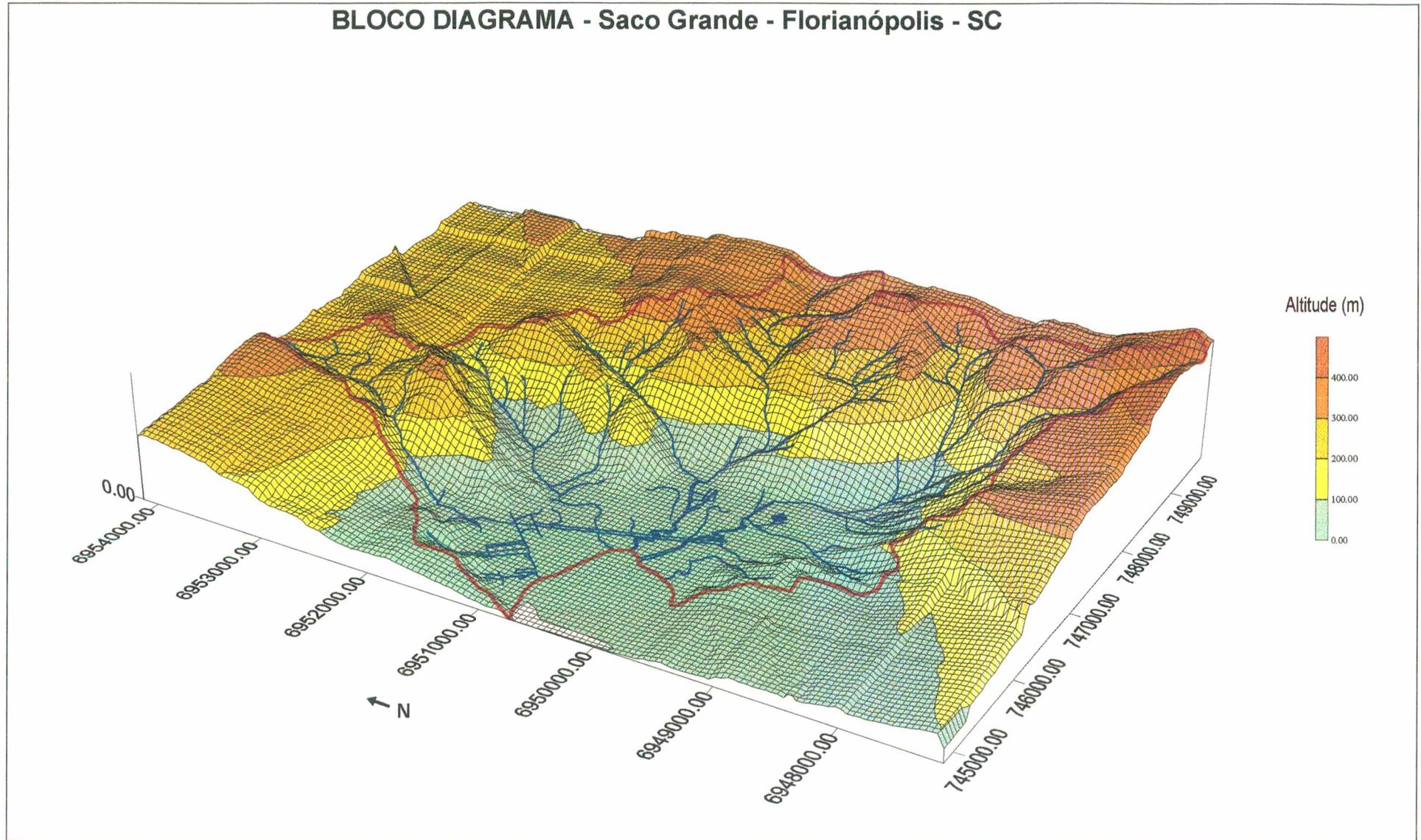


Figura 5.1: Modelo em 3D do bairro Saco Grande

maior grau de dissecação e, conseqüentemente, maior declividade. Observando o Mapa de Forma das Encostas (mapa 06), percebemos que na dissecação em montanhas há várias encostas retilíneas, enquanto na dissecação em outeiro predominam encostas convexas.

Entre os modelados de dissecação, optamos pelo estabelecimento de um terceiro tipo de dissecação, denominado *em patamares*. Este modelado possui características distintas dos outros dois. O grau de dissecação é menor e nele são observadas várias ombreiras, topos planos e alguns patamares (este último, uma feição típica que acabou dando nome à unidade).

Além de todos esses modelados, há na área de estudo uma feição geomorfológica denominada *forma interiormente deprimida*, que possui vales alargados e declividade reduzida. Situada na secção da alta encosta, encontra-se circundada por elevações que compõem o interflúvio. Observada em campo ou através de fotografias aéreas, esta forma deprimida assemelha-se a um vale suspenso.

A declividade acentuada e a presença de encostas retilíneas tornam as áreas com modelado de dissecação em montanhas as mais susceptíveis a ocorrência de deslizamentos. As características das áreas com modelados de dissecação em patamares e, principalmente, em outeiro também favorecem a ocorrência de tal processo, ainda que em menor grau. Sendo assim, a ocupação dos modelados de dissecação em montanhas deve ser evitada. Esta recomendação começa a ser desrespeitada no Morro do Caju, onde algumas casas já ocupam o limite inferior deste modelado. Nos locais com dissecação em outeiro e em patamares, a ocupação deve ser realizada com critérios, pois o uso indevido tem gerado pequenos acidentes.

Nas rampas, apesar da declividade reduzida, a ocupação também deve seguir critérios. Escavações para construção de casas e prédios, quando mal dimensionadas, podem desestabilizar este depósito colúvio-eluvial, constituído por material de granulometria variada e pouca coesão.

**MAPA 06: MAPA DE FORMA DAS ENCOSTAS
BAIRRO SACO GRANDE
FLORIANÓPOLIS-SC**

48°31'16"W
27°30'51"S

6953000

6953000

6951000

6951000

6949000

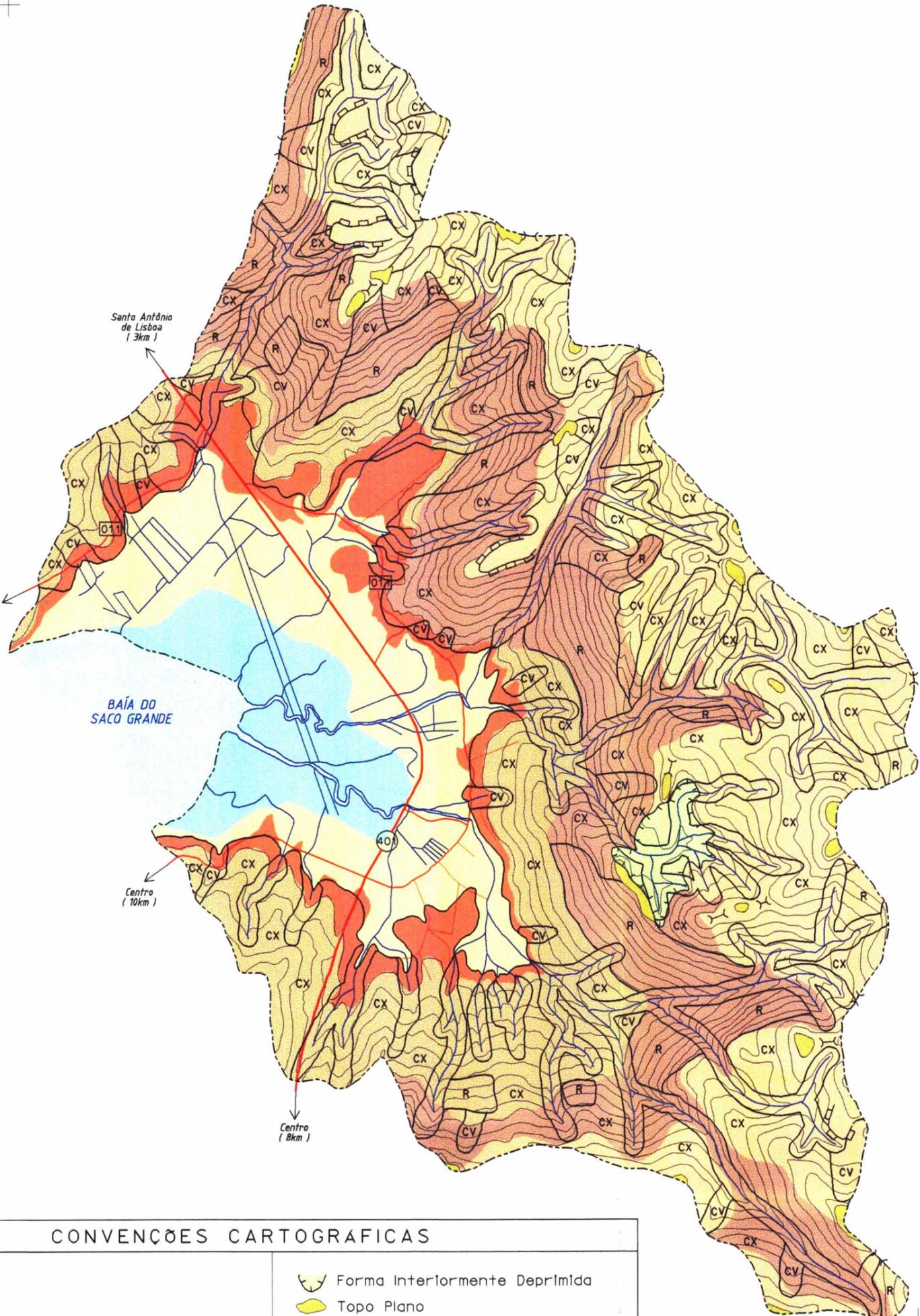
6949000

6947000

6947000

6945000 N

27°35'S



CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	PLANÍCIES COSTEIRAS	MODELADOS DE ACUMULAÇÃO PLANÍCIES MARINHA E DE MARÉ Acumulação de Maré Acumulação Fluvio-marinha PLANÍCIE COLUVIAL Rampas Coluvio-eluvionais	Forma Interiormente Deprimida Topo Plano Encosta Retilínea (R) Encosta Convexa (CX) Encosta Côncava (CV) Patamar Colo
	SERRAS DO LESTE CATARINENSE	MODELADOS DE DISSECAÇÃO Dissecação em Outeiro Dissecação em Montanhas Dissecação em Patamares	Rodovia Estadual Pavimentada (40) Rodovia Municipal Pavimentada (011) Rodovia Municipal não Pavimentada Limite de Area de Estudo Curso d'água Curvas de Nível

Escala 1:25000
250m 0 250 500 750 1000m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Equidistância das curvas de nível: 20m
Meridiano Central 51° W.G.R.

ESTE MAPA É PARTE INTEGRANTE DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado
"ANÁLISE DA SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS NO BAIRRO
DO SACO GRANDE, FLORIANÓPOLIS-SC"; UFSC/CFH/GCN, DEZ/2000

5.3 SOLOS

Os principais tipos de solo presentes na área de estudo são os solos indiscriminados de mangue e os solos glei, que ocupam as áreas de planície, e os solos podzólicos vermelho-amarelos e vermelho-escuros, que recobrem as elevações rochosas das Serras do Leste Catarinense. Em locais restritos, ocorrem solos que podem ser classificados como cambissolo argiloso.

Os solos de mangue são compostos predominantemente por material de origem marinha e os glei são constituídos tanto por material arenoso marinho quanto por material siltico-argiloso proveniente das encostas. Além dos solos, há acumulações colúvio-eluviais na interface planície-baixa encosta, constituídas por material de granulometria variada.

A fim de detalhar a associação de solos podzólicos vermelho-amarelos e vermelho-escuros, são apresentadas a seguir suas principais características, de acordo com as informações levantadas em campo.

5.3.1 Descrição dos Perfis

Os três primeiros perfis de solo localizam-se em uma encosta do Morro da Pedra Balão, e estão representados no perfil topográfico AB (figura 5.2 e mapa 07).

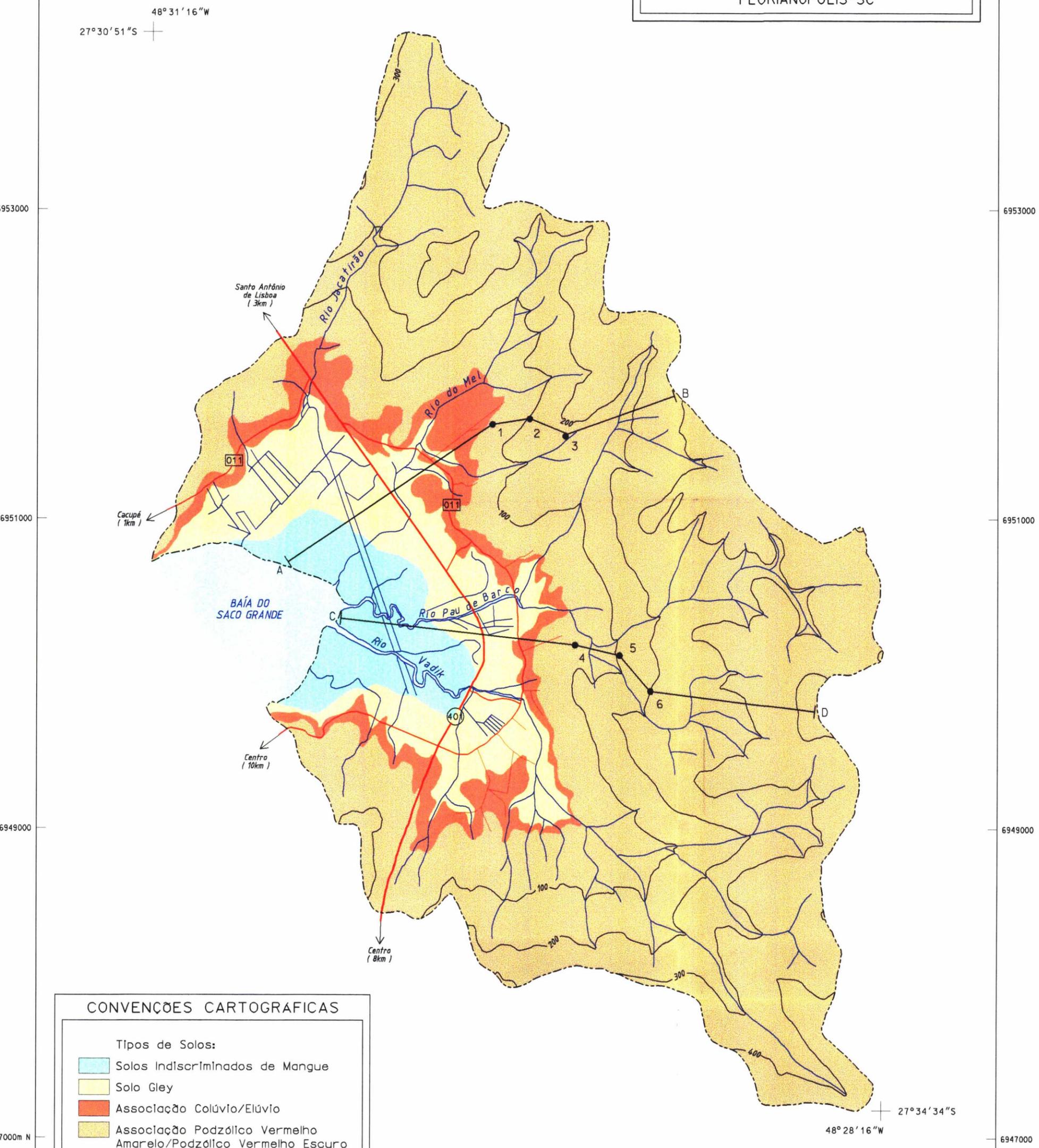
PERFIL 1

GENERALIDADES

O perfil está localizado na baixa encosta do Morro da Pedra Balão, junto à trilha da Cidade das Abelhas, a uma altitude de aproximadamente 40 m. Tem como material de origem os granitos Ilha e Itacorubi, ambos de idade proterozóica, pertencentes à Suíte Pedras Grandes e à Suíte Cambirela, respectivamente. O relevo é caracterizado por um modelado de dissecação em outeiro, com declividades entre 8 e 16%. Quanto ao uso da terra, o perfil se encontra sob vegetação rasteira (figura 5.4).

48°31'W 746000 748000 750000 48°27'W 27°30'S 27°30'S

MAPA 07: MAPA DE SOLOS
BAIRRO SACO GRANDE
FLORIANÓPOLIS-SC



CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS

Tipos de Solos:

- Solos Indiscriminados de Mangue
- Solo Gley
- Associação Colúvio/Elúvio
- Associação Podzólico Vermelho Amarelo/Podzólico Vermelho Escuro

- Perfil de Solo Analisado
- Perfil Topográfico
- Rodovia Estadual Pavimentada
- Rodovia Municipal Pavimentada
- Rodovia Municipal não Pavimentada
- Limite de Area de Estudo
- Curso d'água
- Curvas de Nível

Escala 1:25000

250m 0 250 500 750 1000m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Equidistância das curvas de nível: 100m
Meridiano Central 51° W.G.R.

ESTE MAPA É PARTE INTEGRANTE DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO "ANÁLISE DA SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS NO BAIRRO SACO GRANDE, FLORIANÓPOLIS-SC" UFSC/CFH/GCN, DEZ./2000.

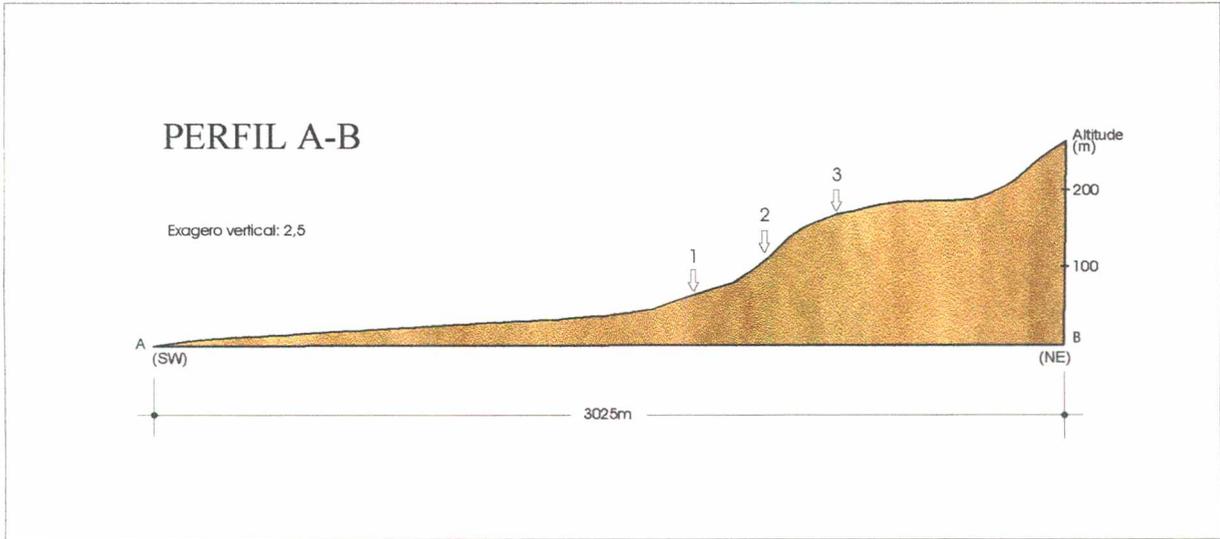


Figura 5.2: Perfil topográfico AB

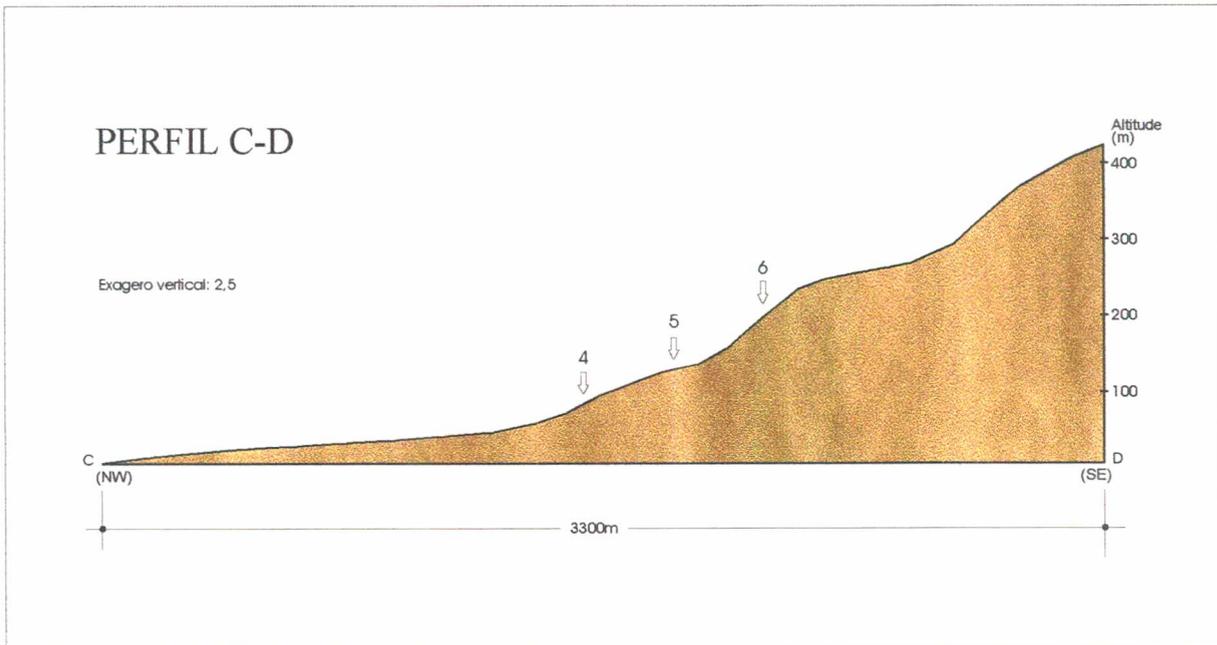


Figura 5.3: Perfil topográfico CD

PERFIL 2

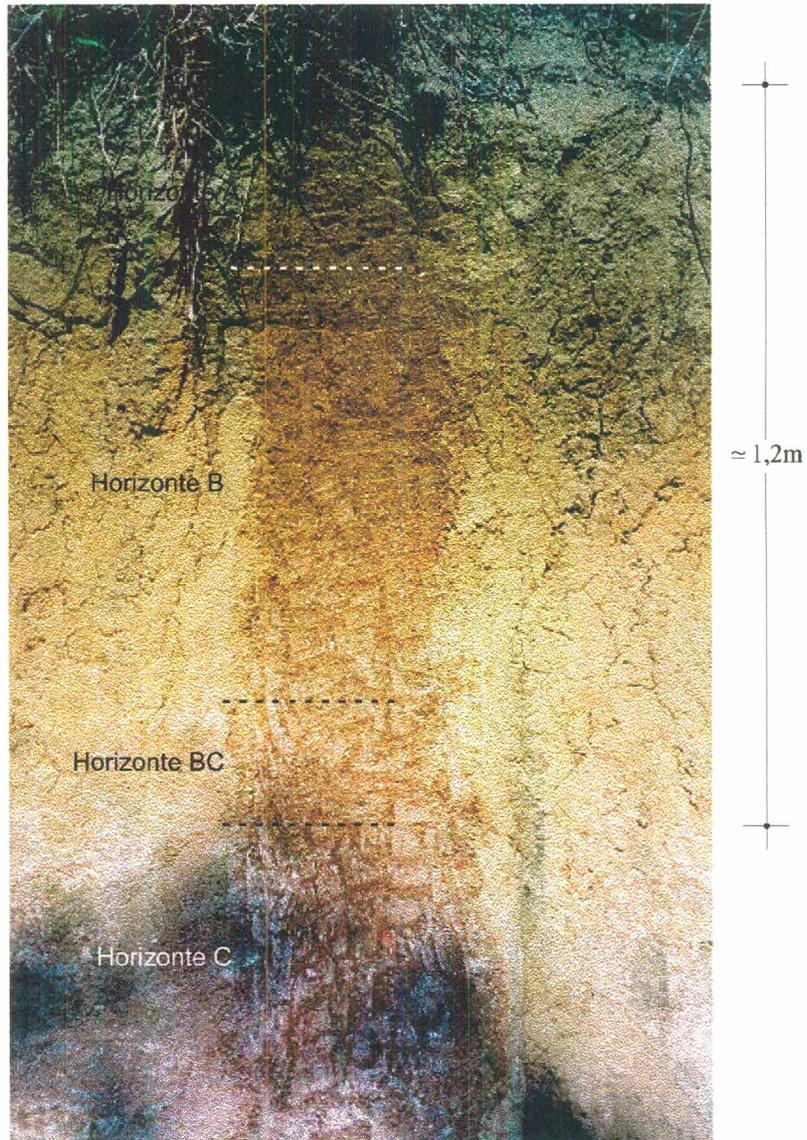
GENERALIDADES

O perfil está localizado na porção inferior da média encosta do Morro da Pedra Balão, junto à trilha da Cidade das Abelhas, a uma altitude de aproximadamente 100 m. Está associado a um dique de diabásio, de idade jurássica, pertencente à Formação Serra Geral. O relevo é caracterizado por um modelado de dissecção em montanhas, com declividades entre 30 e 100%. O perfil está sob vegetação de capoeirinha e se encontra 100 metros a jusante de uma pedreira em atividade (figura 5.5).

PERFIL 3

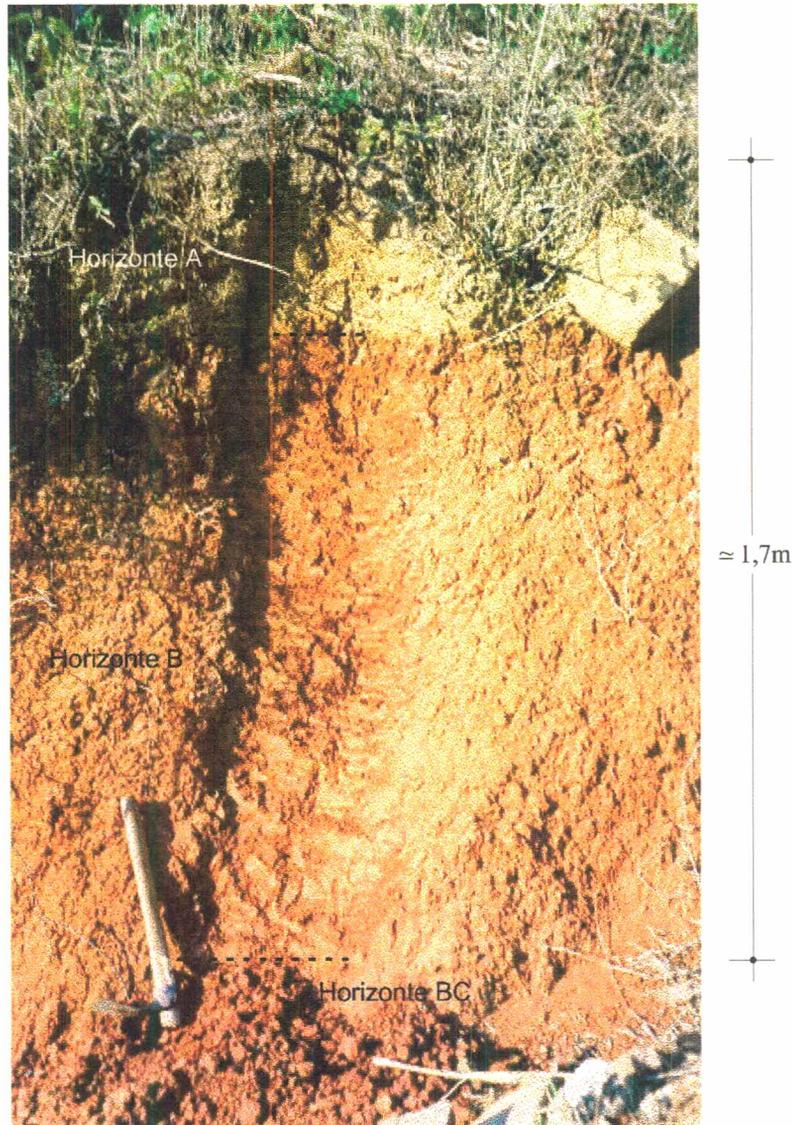
GENERALIDADES

Localizado na porção inferior da alta encosta do Morro da Pedra Balão, este perfil se encontra a uma altitude aproximada de 180 m. Tem como material de origem os granitos Ilha e Itacorubi, ambos de idade proterozóica, pertencentes à Suíte Pedras Grandes e à Suíte Cambirela, respectivamente. O relevo caracteriza-se por um modelado de dissecção em montanhas, com declividades entre 16 e 30%. Encontra-se sob vegetação de capoeirinha e está circundado por áreas preservadas (figura 5.6).



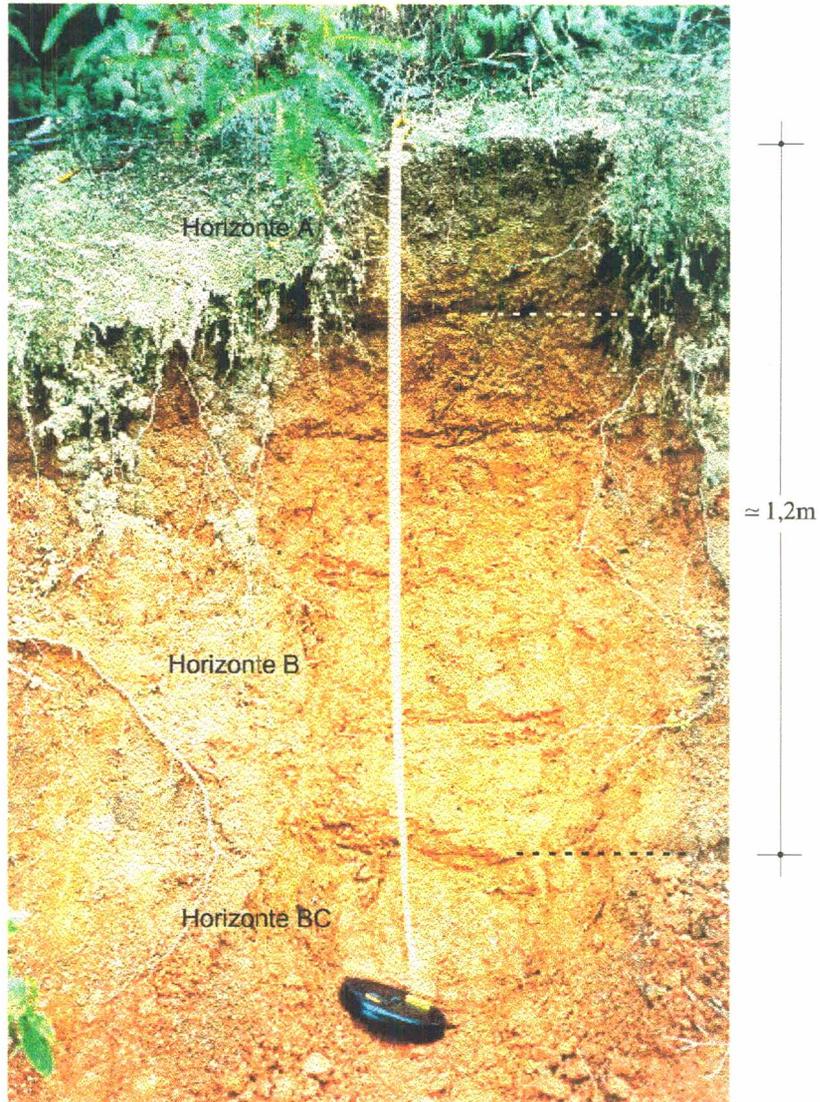
0 – 30 cm	Horizonte A. Textura média e estrutura granular
30 – 50 cm	Horizonte B1. Textura média argilosa, pouco cascalhenta.
50 – 100 cm	Horizonte B2. Textura média argilosa. Estrutura em blocos angulares a subangulares
100 – 120cm	Horizonte BC. Transição para horizonte C. Textura areno-argilosa
120cm –	Horizonte C. Textura arenosa

Figura 5.4: Descrição do perfil 1, localizado no Morro da Pedra Balão



0 – 35 cm	Horizonte A. Textura média e estrutura granular. Presença de seixos alterados, com 5 a 15 cm de diâmetro, indicando transporte deste horizonte
35 – 55 cm	Horizonte B1. Textura argilosa. Presença de alguns seixos
55 – 170 cm	Horizonte B2. Textura argilosa. Bem estruturado. Presença de alguns seixos de cor amarelada
170cm –	Horizonte BC. Transição para horizonte C

Figura 5.5: Descrição do perfil 2, localizado no Morro da Pedra Balão



0 – 30 cm	Horizonte A. Textura média e estrutura granular
30 – 45 cm	Horizonte B1. Textura média argilosa, pouco cascalhenta. Estrutura em blocos angulares a subangulares
45 – 100 cm	Horizonte B2. Textura média argilosa, pouco cascalhenta. Estrutura em blocos angulares a subangulares
100 – 120 cm	Horizonte B3. Textura média argilosa. Estrutura em blocos angulares a subangulares
120cm –	Horizonte BC. Transição para o horizonte C. Textura areno-argilosa

Figura 5.6: Descrição do perfil 3, localizado no Morro da Pedra Balão

Os outros três perfis de solo localizam-se em uma encosta do Morro do Caju, e estão representados no perfil topográfico CD (figura 5.3 e mapa 07).

PERFIL 4

GENERALIDADES

Este perfil está localizado na porção superior da baixa encosta do Morro do Caju, a uma altitude de aproximadamente 70 m. O material de origem corresponde aos granitos Ilha e Itacorubi, ambos de idade proterozóica e pertencentes, respectivamente, à Suíte Pedras Grandes e à Suíte Cambirela. O relevo é caracterizado por um modelado de dissecação em outeiro, com declividades entre 8 e 16%. Quanto ao uso da terra, o perfil se encontra sob vegetação rasteira e está circundado por áreas urbanizadas (figura 5.7).

PERFIL 5

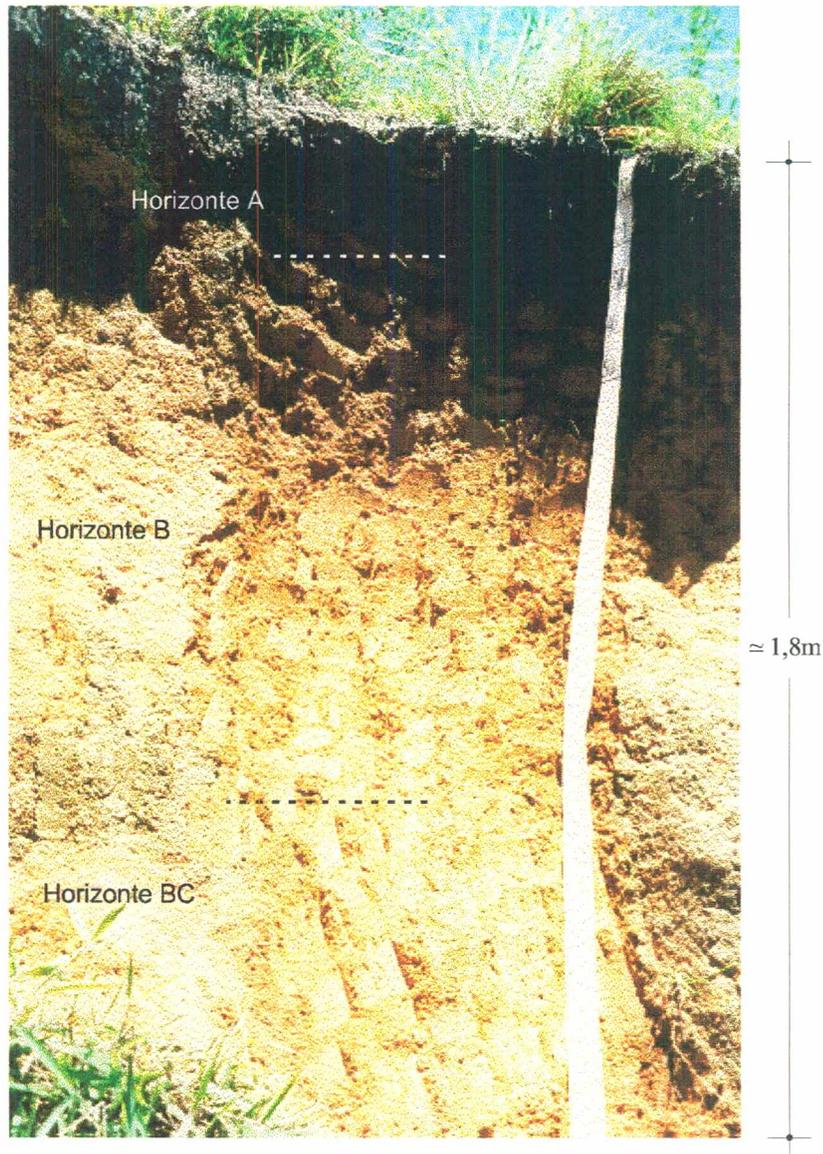
GENERALIDADES

Este perfil localiza-se na média encosta do Morro do Caju, a uma altitude aproximada de 110 m. Tem como material de origem os granitos Ilha e Itacorubi, de idade proterozóica, pertencentes à Suíte Pedras Grandes e à Suíte Cambirela, respectivamente. O relevo local é caracterizado por um modelado de dissecação em montanhas, com declividades entre 16 e 30%. Encontra-se sob vegetação de capoeira muito alterada devido à instalação de algumas casas (figura 5.8).

PERFIL 6

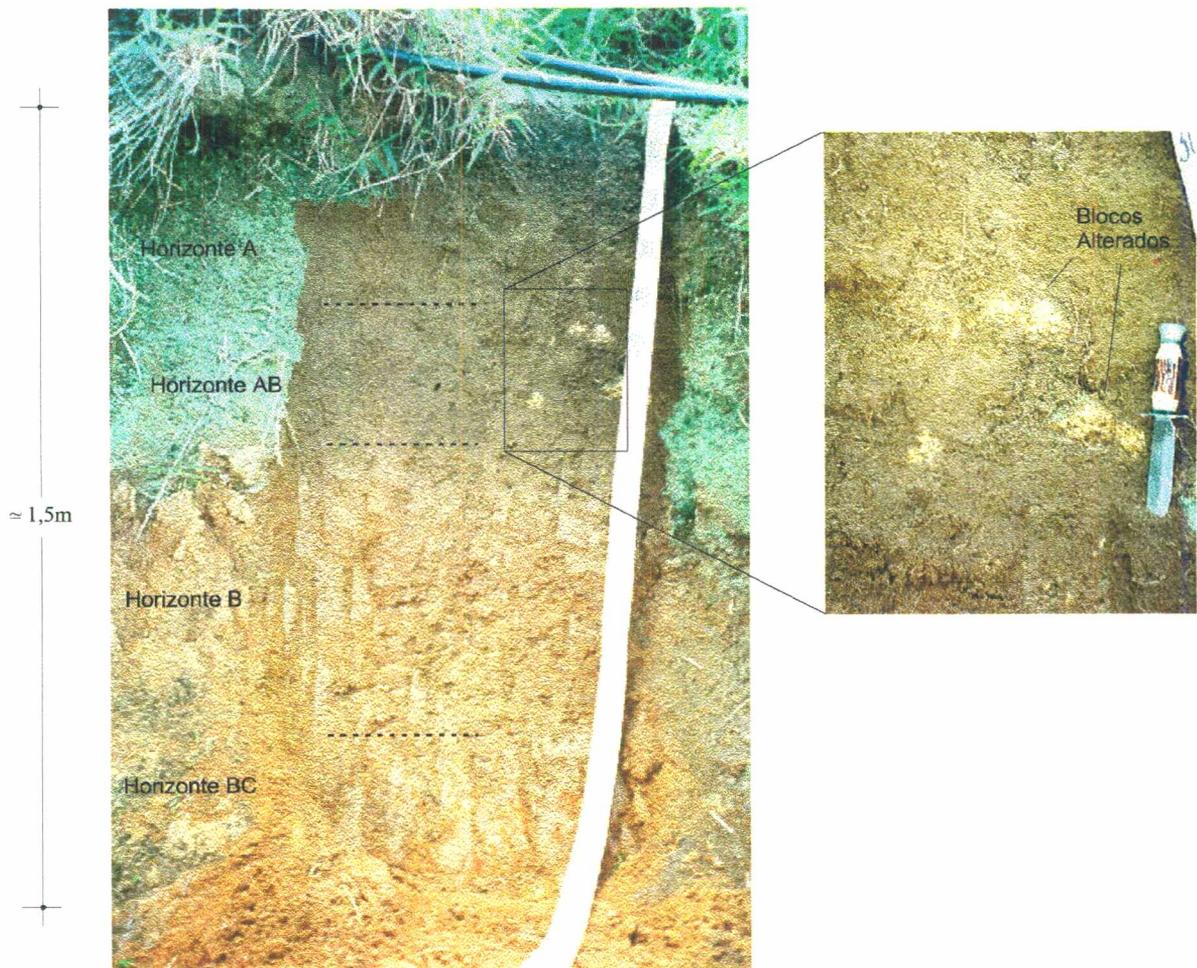
GENERALIDADES

Este perfil está situado na porção inferior da alta encosta do Morro do Caju, a uma altitude aproximada de 200 m. O material de origem corresponde aos granitos Ilha e Itacorubi, de idade proterozóica, pertencentes à Suíte Pedras Grandes e à Suíte Cambirela, respectivamente. O relevo é caracterizado por um modelado de dissecação em montanhas, com declividades entre 30 e 100%. O perfil é circundado por vegetação de pastagem (figura 5.9).



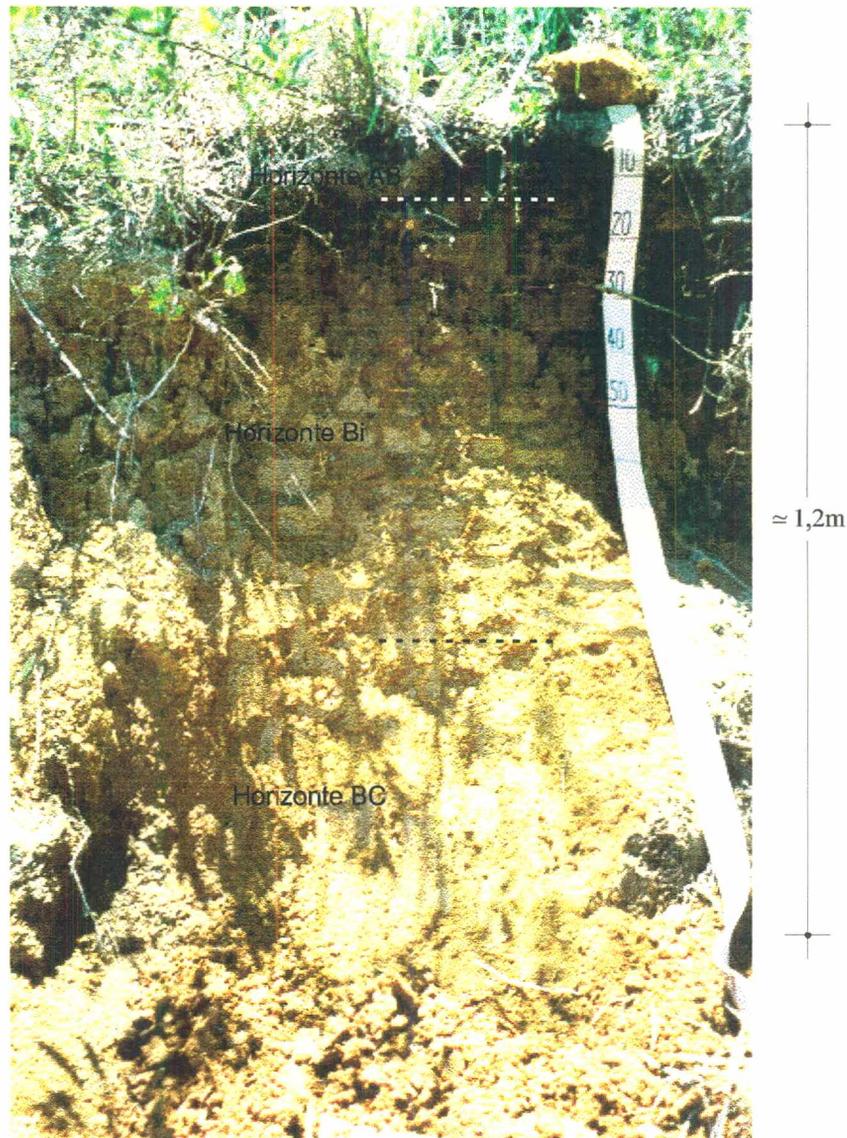
0 – 20 cm	Horizonte A. Textura média e estrutura granular
20 – 35 cm	Horizonte B1. Textura argilosa. Estrutura em blocos angulares a subangulares
35 – 100 cm	Horizonte B2. Textura argilosa. Estrutura em blocos pequenos a muito pequenos, angulares a subangulares
100 – 130 cm	Horizonte B3. Textura argilosa. Estrutura em blocos pequenos a muito pequenos, angulares a subangulares
130 – 180 cm	Horizonte BC. Transição para o horizonte C. Textura argilo-arenosa

Figura 5.7: Descrição do perfil 4, localizado no Morro do Caju



- | | |
|--------------|--|
| 0 – 40 cm | Horizonte A. Textura arenosa cascalhenta e estrutura granular |
| 40 – 70 cm | Horizonte AB. Transição para horizonte B. Presença de blocos alterados, com 5 a 10 cm de diâmetro e coloração amarelada, evidenciando transporte dos horizontes superficiais |
| 70 – 80 cm | Horizonte B1. Textura média argilosa pouco cascalhenta. Estrutura em blocos angulares a subangulares |
| 80 – 100 cm | Horizonte B2. Textura argilosa. Estrutura em blocos angulares a subangulares |
| 100 – 130 cm | Horizonte B3. Textura média argilosa. Estrutura em blocos angulares a subangulares |
| 130 – 150 cm | Horizonte BC. Transição para o horizonte C. Textura argilo-arenosa |

Figura 5.8: Descrição do perfil 5, localizado no Morro do Caju



0 – 15 cm	Horizonte AB. Estrutura granular
15 – 35 cm	Horizonte Bi1. Textura média argilosa pouco cascalhenta. Estrutura maciça
35 – 70 cm	Horizonte Bi2. Textura argilosa pouco cascalhenta. Estrutura maciça
70 – 90 cm	Horizonte Bi3. Textura média argilosa. Estrutura maciça
90 – 120 cm	Horizonte BC. Transição para o horizonte C. Textura média

Figura 5.9: Descrição do perfil 6, localizado no Morro do Caju

5.3.2 Análise das informações

De acordo com as informações levantadas em campo, a maior parte dos perfis apresenta características semelhantes às aquelas observadas em solos do tipo podzólico, como diferenciação entre os horizontes e acumulação de argila no horizonte B, o qual possui coloração vermelha ou vermelha-amarela. Os perfis de solo 1, 3, 4 e 5, derivados de granito, podem ser classificados como podzólicos vermelho-amarelos. O perfil 2, derivado de diabásio, com textura mais argilosa e maior diferenciação entre os horizontes A e B, pode ser classificado como podzólico vermelho-escuro. Diferentemente dos demais, o perfil 6 tem como principal característica a presença de um horizonte B incipiente e menos espesso, o que permite classificá-lo como cambissolo argiloso¹.

Podemos observar que os solos podzólicos vermelho-amarelos são predominantes nas encostas da área estudada. Os podzólicos vermelho-escuros ocorrem em locais restritos, associados aos diques de diabásio. Os cambissolos restringem-se a locais de maior declive. Em geral, estes 3 tipos de solo são relativamente pouco profundos, raramente ultrapassando 1,5 metros.

Apesar da profundidade reduzida destes solos, a possibilidade de ocorrência de deslizamentos não pode ser descartada, pois escorregamentos do tipo translacional costumam ocorrer na parte superficial do solo, até 1 metro de profundidade. Além disso, a presença de saprolito abaixo da camada de solo aumenta consideravelmente a profundidade do material susceptível a deslizamentos.

Por fim, no que se refere à cobertura superficial, tudo indica que os locais mais perigosos são aqueles onde ocorre o contato entre materiais provenientes do granito e materiais derivados de diabásio. Este contato cria uma descontinuidade mecânica que facilita a percolação de água, podendo desestabilizar a cobertura superficial e provocar deslizamentos (figura 5.10). O deslizamento no morro do Cacupé, descrito no item 2.1, ocorreu justamente em uma destas descontinuidades.

¹ Esta classificação tem como único objetivo a diferenciação dos perfis analisados. Para o estabelecimento de uma classificação mais rigorosa, seriam necessárias análises granulométricas e mineralógicas detalhadas.

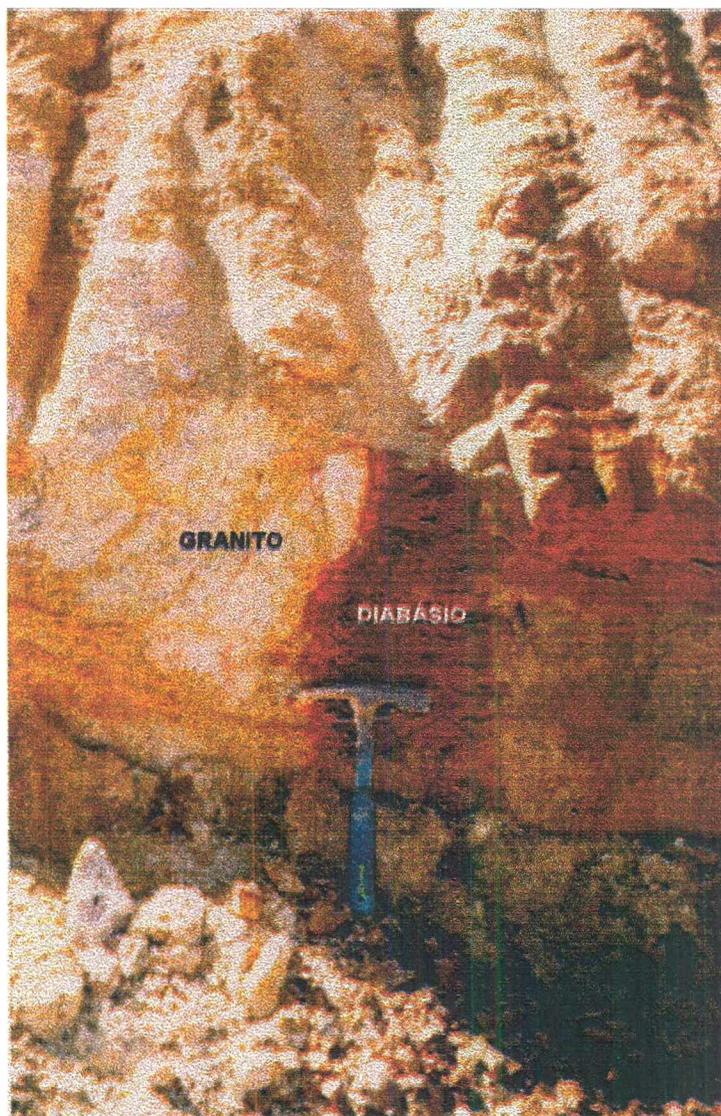


Figura 5.10: Contato entre material proveniente do granito e material derivado de diabásio (bacia do rio Pau de Barco)

5.3 USO DA TERRA

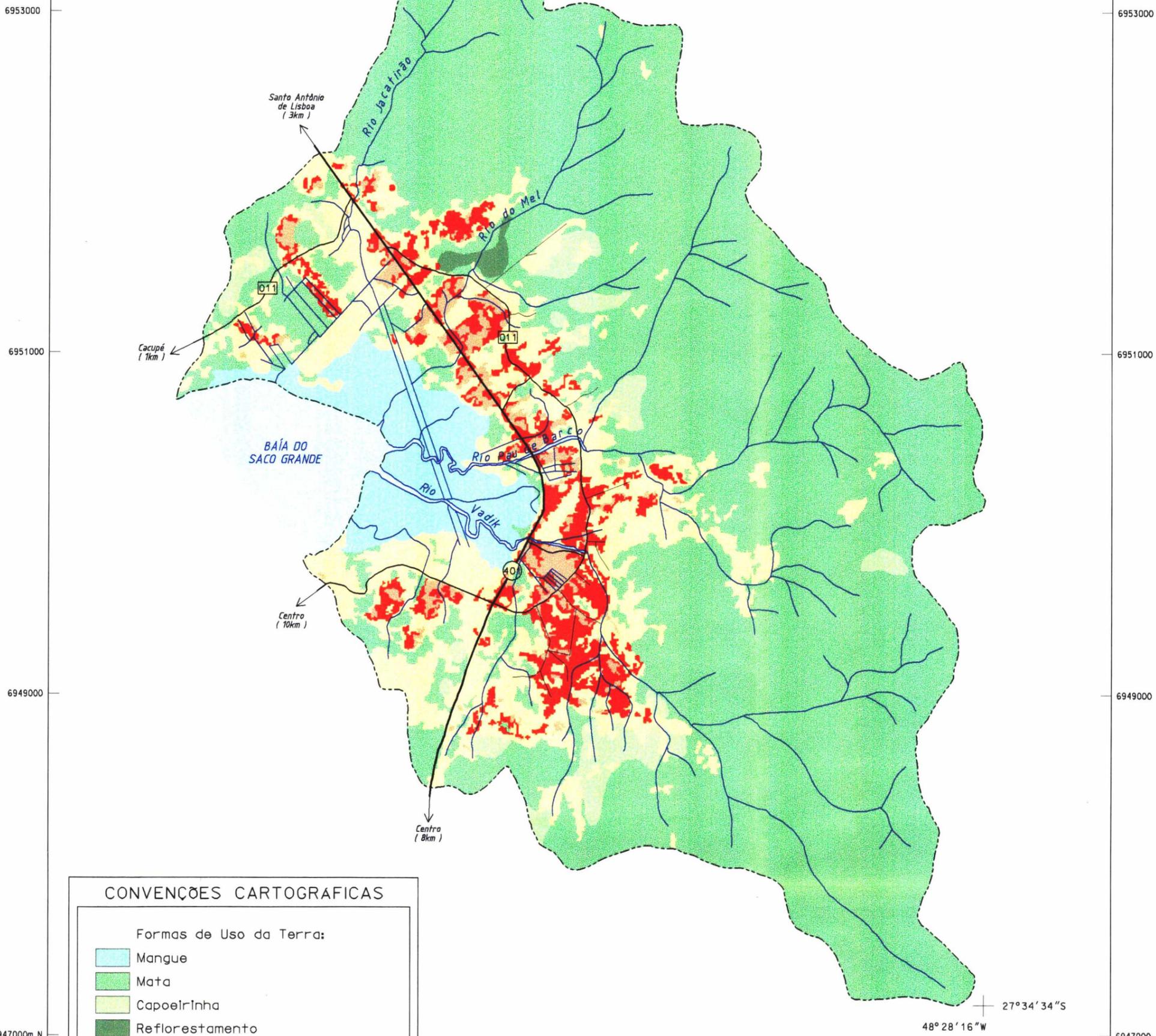
A distribuição das formas de uso da terra na área de estudo pode ser observada no Mapa de Uso da Terra (mapa 08).

Quanto à vegetação, foram classificadas como *mata* as formações vegetais capoeirão, mata secundária, mata primária e vegetação de transição entre o mangue e a mata (figura 5.11). O *reflorestamento* é representado por uma pequena área reflorestada com eucaliptos junto ao início da trilha da Cidade das Abelhas. A *capoeirinha* corresponde aos locais cobertos pela formação vegetal de mesmo nome (figura 5.12).

48°31' W 746000 748000 750000 48°27' W 27°30' S

MAPA 08: MAPA DE USO DA TERRA
BAIRRO SACO GRANDE
FLORIANÓPOLIS-SC

48°31'16"W
27°30'51"S



CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS

Formas de Uso da Terra:

- Mangue
- Mata
- Capoeirinha
- Reflorestamento
- Pastagem
- Área Urbanizada
- Desmatamento

- Rodovia Estadual Pavimentada
- Rodovia Municipal Pavimentada
- Rodovia Municipal não Pavimentada
- Limite de Área de Estudo
- Curso d'água

Escala 1:25000
250m 0 250 500 750 1000m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Meridiano Central 51° W.GR.

ESTE MAPA É PARTE INTEGRANTE DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO "ANÁLISE DA SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS NO BAIRRO SACO GRANDE, FLORIANÓPOLIS-SC" UFSC/CFH/GCN, DEZ/2000.

27°35' S 48°31' W 746000m E 748000 750000 48°27' S 27°35' S

Fontes das Bases Cartográficas:
- Levantamento Aerofotogramétrico do Aglomerado Urbano de Florianópolis;
Escala 1:10000; PMF/IPUF, 1979 (Cartas 27, 29, 55 e 57);
- Fotografias aéreas, Escala 1:5000, Celesco/Aeroconsult, 1998
- Imagem de Satélite LANDSAT TM5 em Composição Colorida das Bandas 3, 4 e 5; julho/1994;
- Imagem SPOT Pancromática, Novembro/1996;
- Levantamento de Campo em Agosto/1999.

Produzido no Laboratório de Geoprocessamento de Depto. de Geociências - CFH/UFSC (Jun/2000)
Elaboração, Digitalização e Edição Final: Geóg. Fernando Peres Dias



Figura 5.11: Associação entre as formações vegetais *mata secundária* e *capoeirão* (Morro da Praia Comprida)



Figura 5.12: Formação vegetal *capoeirinha* (trilha da Cidade das Abelhas)

A *pastagem* corresponde a áreas com vegetação predominantemente rasteira (figura 5.13). Trata-se de alguns terrenos baldios gramados, pequenas chácaras de criação de gado e locais que foram desmatados e abandonados há algum tempo, permitindo o

restabelecimento da vegetação rasteira. O *desmatamento* mapeado neste trabalho corresponde a locais onde não há qualquer tipo de vegetação, estando o solo completamente exposto (figura 5.14). Geralmente são terrenos baldios, onde a vegetação ainda não se restabeleceu, áreas adjacentes a casas e prédios e pedreiras ativas ou abandonadas. A área urbanizada é constituída por construções que vão desde pequenas casas até sedes administrativas de empresas e condomínios com prédios de até 4 andares (figuras 2.1 a 2.4).



Figura 5.13: Área de pastagem, que abriga um campo de matacões (Morro do Caju)



Figura 5.14: Área desmatada em terreno baldio às margens da rodovia SC 401

Estas classes possuem as seguintes extensões areais (tabela 5.1):

TABELA 5.1: Áreas correspondentes às classes do Mapa de Uso da Terra

Uso	Área (m ²)	% da área total
Mata	11.180.375	66,31
Mangue	940.034	5,57
Capoeirinha	480.907	2,85
Reflorestamento	57.001	0,34
Pastagem	2.936.643	17,41
Área urbana	861.173	5,11
Desmatamento	406.867	2,41
Total	16.863.000	100,0

Percebemos que os locais “preservados”, cobertos por vegetação de mata, mangue e capoeirinha ocupam 74,73% da área de estudo. Já os locais alterados, representados por reflorestamento, pastagem, área urbanizada e desmatamento, somam 25,27%. Isto demonstra que a maior parte da área está bem preservada nos dias atuais. Entretanto, a presença de matas secundárias, capoeirões e capoeirinhas revela que em décadas anteriores a área estava exposta a uma expressiva ocupação agrícola. Esta hipótese é confirmada por CARUSO (1990), que realizou um estudo sistemático sobre o desmatamento na Ilha de Santa Catarina desde o início da colonização açoriana.

A alta porcentagem de áreas cobertas por vegetação nos dias atuais também não pode ser interpretada como resultado de uma atitude preservacionista dos moradores, haja vista que a maior parte destas áreas localiza-se em terrenos de relevo íngreme, de difícil acesso. A distribuição atual das formas de uso da terra no bairro Saco Grande parece refletir, isto sim, o processo de urbanização ocorrido nas últimas décadas em Florianópolis.

Em um primeiro momento, os terrenos de encosta, por possuírem solos mais férteis que os solos arenosos da planície, eram extensamente ocupados por lavouras. Com a decadência da agricultura familiar em Florianópolis, estes terrenos foram sendo abandonados. Em um segundo momento, a partir do final da década de 70, o avanço da urbanização deu início a uma nova ocupação das encostas, desta vez por unidades residenciais. Além disso, passou a haver crescente pressão de ocupação sobre os terrenos de planície, os quais se apresentam altamente degradados nos dias atuais devido ao desmatamento e à canalização de vários cursos d'água.

Comparando o Mapa de Uso da Terra com os mapas contidos no Plano Diretor de Florianópolis (1998), notamos que o avanço dessa urbanização começa a gerar conflitos de uso na área de estudo. Na planície sedimentar, a área de mangue, considerada de preservação permanente – APP, vem sendo invadida por loteamentos e outras instalações urbanas. Nos terrenos íngremes das Serras do Leste Catarinense, a área que sofre maior pressão de ocupação é o Morro do Caju, que faz parte da bacia do rio Pau de Barco. Neste local, a urbanização avança em direção às encostas mais elevadas, consideradas área de preservação com uso limitado – APL, sem que sejam obedecidas as normas estabelecidas no Plano Diretor (item 2.2). Com isso, aumenta o perigo de deslizamentos, inclusive em áreas adjacentes.

5.4.1 Evolução Urbana

A evolução das áreas urbanizadas do Saco Grande, no período de 1979 a 1996, é apresentada no Mapa de Evolução Urbana (mapa 09) e na tabela 5.2.

48°31'W 746000 748000 750000 48°27'W 27°30'S 27°30'S

MAPA 09: MAPA DE EVOLUÇÃO URBANA BAIRRO SACO GRANDE FLORIANÓPOLIS-SC

48°31'16"W
27°30'51"S

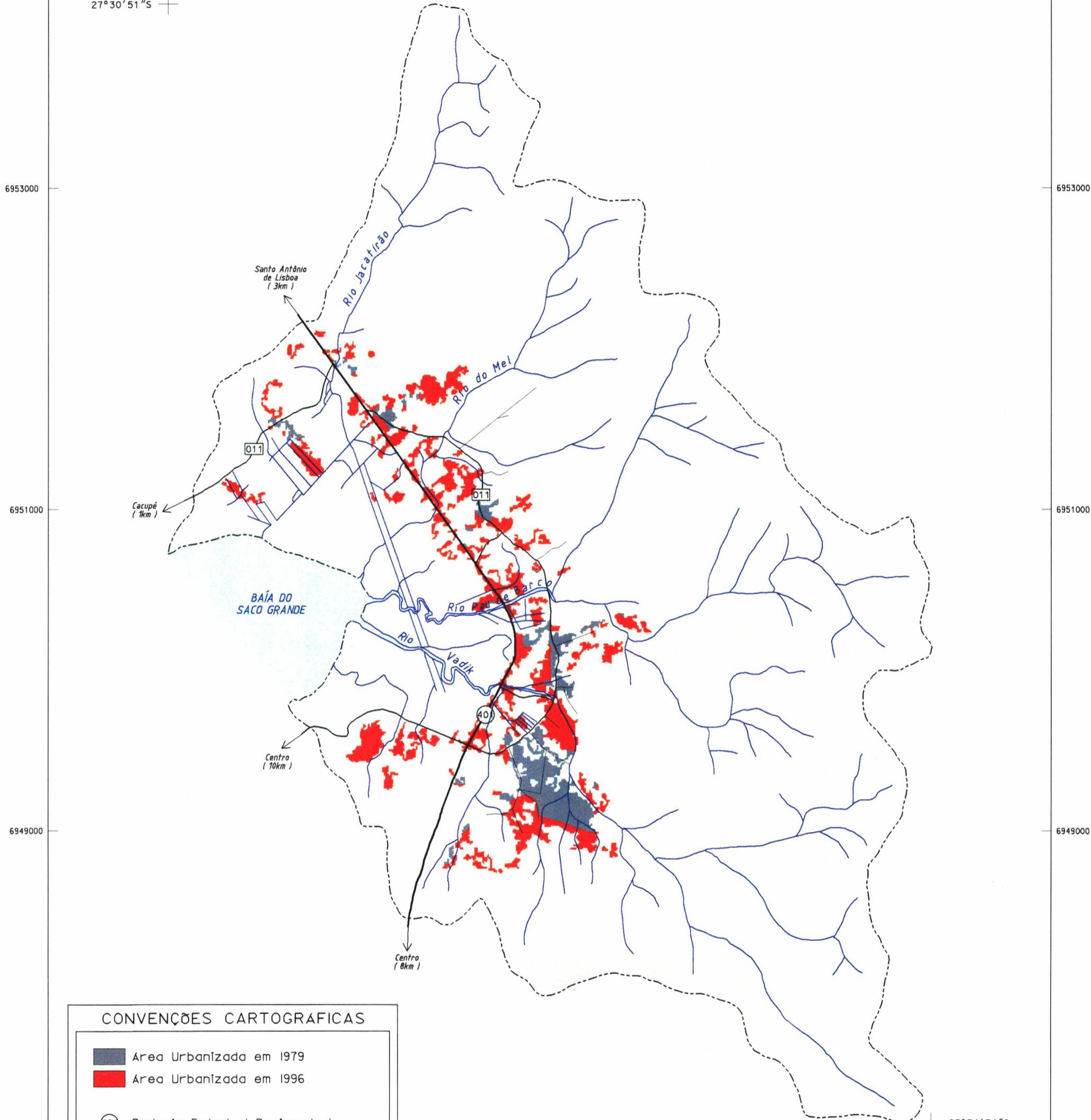
6953000 6953000

6951000 6951000

6949000 6949000

6947000m N 6947000

27°35'S 48°31'W 746000m E 748000 750000 48°27'W 27°35'S



27°34'34"S
48°28'16"W

CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS

- Area Urbanizada em 1979
- Area Urbanizada em 1996
- Rodovia Estadual Pavimentada
- Rodovia Municipal Pavimentada
- Rodovia Municipal não Pavimentada
- Limite de Area de Estudo
- Curso d'água

Escala 1:25000

250m 0 250 500 750 1000m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Meridiano Central 51° W.G.R.

ESTE MAPA É PARTE INTEGRANTE DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO 'ANÁLISE DA SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS NO BAIRRO SACO GRANDE, FLORIANÓPOLIS-SC' UFSC/CFH/GCN, DEZ/2000.

Fontes das Bases Cartográficas:
 - Levantamento Aerofotogramétrico do Aglomerado Urbano de Florianópolis;
 Escala 1:10000; PMF/IPUF, 1979 (Cartas 27, 29, 55 e 57);
 - Imagem de Satélite LANDSAT TM5 em Composição Colorida das Bandas 3, 4 e 5; Julho/1994;
 - Imagem de Satélite SPOT Panorâmica, novembro/1996;
 - Fotografias Aereas, Escala 1:5000, Estelo, 1979.

Produzido no Laboratório de Geoprocessamento de Depto. de Geociências - CFH/UFSC (Jun/2000).
 Elaboração, Digitalização e Edição Final: Geógr. Fernando Peres Dias

TABELA 5.2: Evolução urbana do bairro Saco Grande no período de 1979 a 1996

Área urbanizada em 1979 (m ²)	Área urbanizada em 1996 (m ²)	Taxa de crescimento
232.718	861.173	270 %

De acordo com estes dados, a área urbana aumentou quase três vezes em 17 anos, um período relativamente curto. Esta expansão areal supera o crescimento populacional médio de Florianópolis no mesmo período. De acordo com dados do IBGE², entre 1980 e 1996, o número de habitantes da capital passou de 187.871 para 271.281, o que corresponde a uma taxa de crescimento de 45%.

Algumas áreas sofreram expansão e outras começaram a se desenvolver durante a década de 80, em locais onde antes havia vegetação de mangue e mata.

No Saco Grande 2, a urbanização avançou tanto em direção ao mangue quanto em direção às encostas. Sobre terrenos de mangue, protegidos por lei, foram e continuam sendo construídos estabelecimentos comerciais e de lazer, além de loteamentos residenciais. A partir da rodovia Virgílio Várzea (no. 011 no Mapa Planialtimétrico), foram e continuam sendo abertas várias servidões encosta acima³. De acordo com dados obtidos em campo, algumas delas chegam a atingir 30° de inclinação. Durante chuvas intensas, são responsáveis pela concentração e o aumento da velocidade dos fluxos superficiais de água e detritos, contribuindo para aceleração dos processos erosivos, a instabilização das encostas, além de agravar o problema das enchentes.

A área hoje denominada Saco Grande 1 começou a ser ocupada na década de 80, em um local outrora constituído por vegetação de mangue e mata. Como nesta área as encostas não são muito íngremes e a ocupação ocorreu de forma mais ordenada, não são verificados graves problemas de instabilização. Entretanto, algumas construções invadiram áreas de mangue, desrespeitando o Plano Diretor.

Todo esse crescimento parece estar relacionado à construção da rodovia SC 401, que facilitou o acesso ao centro da cidade. A construção, por sua vez, está associada ao processo de urbanização de Florianópolis, descrito no item anterior. Como novas

² Dados obtidos via internet na página do IBGE (www.ibge.gov.br)

³ Em campo observamos que os tratores e os operários responsáveis pela abertura das servidões não possuem qualquer identificação da prefeitura

servidões continuam sendo abertas e alguns terrenos de planície permanecem desocupados, podemos afirmar que há uma tendência de crescimento à curto prazo, ainda que a taxas menores que as observadas no período estudado.

Capítulo 6
SUSCEPTIBILIDADE
A DESLIZAMENTOS

6.1 RESULTADOS DO MAPEAMENTO

Todas as informações físicas e sociais levantadas permitiram a elaboração de um mapeamento da susceptibilidade a deslizamentos na área de estudo, cujo resultado é apresentado no Mapa de Susceptibilidade a Deslizamentos (mapa 10) e na tabela 6.1.

Nas áreas com susceptibilidade *nula/baixa*, o perigo de ocorrência de deslizamentos é praticamente inexistente, pois os terrenos são muito planos, não permitindo o fluxo rápido de massas de solo ou blocos de rocha pelo efeito da gravidade. Correspondem a setores das rampas colúvio-eluviais, ombreiras, patamares e encostas com declividade entre 0 e 8%. Algumas encostas com declividade entre 8 e 16% também apresentam susceptibilidade *nula/baixa*, devido a sua forma côncava ou convexa, que reduz o perigo de deslizamentos.

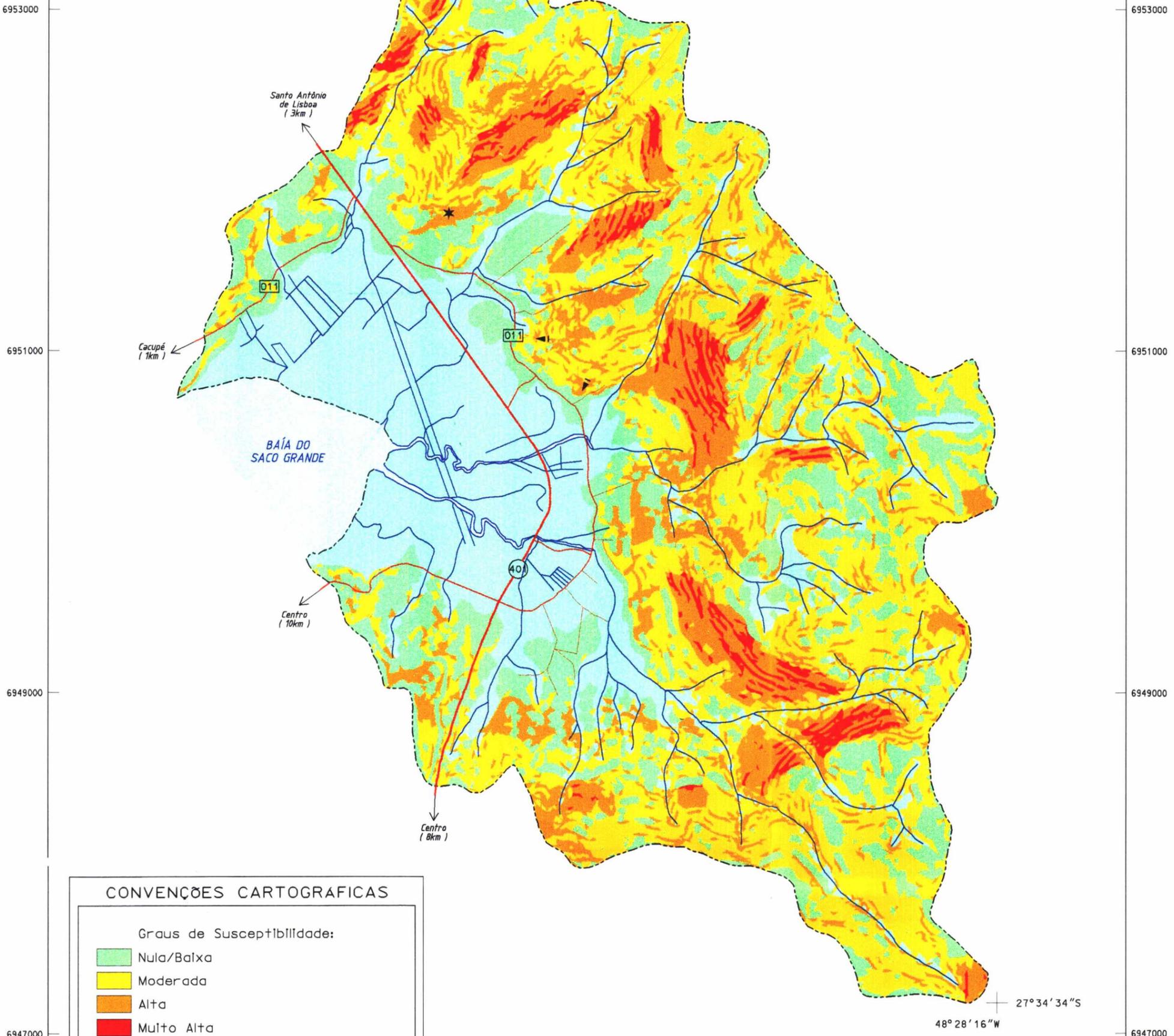
Nos locais com susceptibilidade *moderada*, existe perigo, ainda que reduzido. Correspondem aos terrenos formados por encostas côncavas ou convexas, com declividade entre 16 e 30%, nos quais a manutenção da cobertura vegetal (mata ou reflorestamento) reduz o perigo de movimentos. Em algumas encostas com declive entre 8 e 16% a susceptibilidade também é *moderada*, devido à presença de um perfil retilíneo, que aumenta o perigo. Este aumento está relacionado ao fato das encostas retilíneas geralmente apresentarem comprimento maior que as côncavas ou convexas, favorecendo a movimentação do material.

A susceptibilidade *alta* indica perigo considerável, especialmente quando a vegetação é desmatada e quando são feitas escavações para instalação de casas e pequenos prédios, pois a declividade acentuada destes locais favorece o fluxo rápido de materiais superficiais. Estão incluídas nesta classe as encostas côncavas ou convexas com declive entre 16 e 30%, nas quais a cobertura vegetal de mata ou reflorestamento foi substituída por capoeirinhas, pastagens, áreas urbanizadas ou áreas desmatadas. Também são considerados terrenos com *alta* susceptibilidade as encostas retilíneas com declive entre 16 e 30%, cobertas ou não por vegetação, e as encostas côncavas ou convexas com ângulo de inclinação entre 30 e 100%. Neste último caso, independentemente da forma de uso, o perfil côncavo ou convexo reduz o perigo representado pela alta declividade.

48°31' W 27°30' S 746000 748000 750000 48°27' W 27°30' S

MAPA 10: SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS BAIRRO SACO GRANDE FLORIANÓPOLIS-SC

48°31'16"W
27°30'51"S



Santo António de Lisboa (3km)
Cacupé (1km)
Centro (10km)
Centro (8km)

BAÍA DO SACO GRANDE

27°34'34"S
48°28'16"W

CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS

Graus de Susceptibilidade:

- Nula/Baixa
- Moderada
- Alta
- Muito Alta

Area Susceptível a Enchentes

Queda de Blocos Registrada

Perigo Iminente de Deslizamento

Rodovia Estadual Pavimentada

Rodovia Municipal Pavimentada

Rodovia Municipal não Pavimentada

Límite de Área de Estudo

Curso d'água

Escala 1:25000

250m 0 250 500 750 1000m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Meridiano Central 51° W.G.R.

ESTE MAPA É PARTE INTEGRANTE DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO 'ANÁLISE DA SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS NO BAIRRO SACO GRANDE, FLORIANÓPOLIS-SC' UFSC/CFH/GCN, DEZ/2000.

27°36' S 48°31' W 746000m E 748000 750000 48°27' W 27°36' S

Fontes das Bases Cartográficas:
- Mapas Geomorfológico, de Declividade, de Forma das Encostas e de Uso da Terra das Bacias dos Rios Vadik, Pau de Barco, Jacatirão e do Mel, Florianópolis-SC;
- Todos em escala 1:25000, elaborados por Fernando Peres Dias em abr/mal/2000;
- Levantamento de Campo em mai/Jun/2000;
Produzido no Laboratório de Geoprocessamento de Depto. de Geociências - CFH/UFSC (Jun/2000)
Elaboração, Digitalização e Edição Final: Geog. Fernando Peres Dias

As áreas com susceptibilidade *muito alta* são as mais perigosas, por possuírem uma combinação de alta declividade e encostas retilíneas. O perigo nestas últimas áreas torna-se ainda maior quando a mata é retirada, dando lugar a capoeirinhas, pastagens, áreas urbanizadas ou áreas desmatadas.

Nas áreas susceptíveis a enchentes, como o próprio nome indica, há perigo apenas de inundações, sendo a probabilidade de ocorrência de deslizamentos nula. Correspondem à planície sedimentar e a alguns trechos das margens dos cursos d'água, inundadas durante chuvas intensas devido à declividade reduzida (0 – 8%).

TABELA 6.1: Áreas correspondentes às classes do Mapa de Susceptibilidade

Susceptibilidade	Área (m ²)	% da área total
Nula/Baixa	3.820.445	22,65
Moderada	5.873.656	34,84
Alta	2.653.088	15,73
Muito Alta	353.279	2,09
Área Susceptível a Enchente	4.162.148	24,69
Total	16.862.616	100,0

Podemos observar na tabela 6.1 que os locais onde o perigo de deslizamentos é praticamente inexistente (susceptibilidade nula/baixa e área sujeita a enchente) somam 47,3% do total. As áreas com maior perigo (susceptibilidade alta e muito alta) somam apenas 17,82% e se localizam preferencialmente nos trechos de média encosta, inseridos nos modelados de dissecação em montanhas. Notamos ainda que, nas áreas de encosta em geral, predomina a susceptibilidade moderada, que é a classe com maior expressão areal, representando 34, 84% do total. Estes dados reforçam a recomendação de que nos trechos de média encosta a ocupação deve ser evitada, pois nestes locais concentra-se o maior perigo de deslizamentos.

Também estão representados no Mapa de Susceptibilidade pontos onde ocorreram quedas de blocos e um ponto sob perigo iminente de deslizamento.

6.1.1 Quedas de Blocos Registradas

PONTO 1

LOCALIZAÇÃO: altos da Rua das Bromélias
Coordenadas 747270m E, 6950825m N

DATA de OCORRÊNCIA: verão de 1998-99 (segundo moradores e a Associação de Moradores do Bairro Saco Grande 2 – AMOSG2)

Esta queda aconteceu em uma área com alta susceptibilidade a deslizamentos, durante chuva torrencial. Sua ocorrência está associada tanto à ocupação quanto às próprias condições naturais locais. Parte da vegetação foi retirada e algumas casas estão instaladas ao redor de um pequeno campo de matações, local naturalmente propício à ocorrência de quedas de blocos.

O muro de uma casa, localizada logo abaixo do ponto onde o movimento teve início, foi completamente destruído (figura 6.1). Apesar da destruição, não houve vítimas fatais. Por sorte o bloco de rocha desprendido não rolou em direção à rua, o que poderia causar um desastre, já que em alguns trechos a servidão atinge 30° de inclinação¹.

Este local também poderia ser considerado *ponto sob perigo iminente de nova queda de bloco*. Como podemos observar na figura 6.1 (b e c), há um matacão com aproximadamente 2 metros de diâmetro que se encontra em condição precária de equilíbrio. O escoamento superficial da chuva retirou a maior parte dos sedimentos sobre os quais ele está escorado. Uma chuva forte pode remover os sedimentos restantes, fazendo com que este matacão se solte e role em direção as três casas localizadas logo abaixo. Os moradores já pediram ajuda à Defesa Civil e às pedreiras locais. Segundo eles, a defesa civil afirmou que iria estudar o caso e, desde a queda do primeiro bloco, nunca mais apareceu no local. Os donos de pedreiras dizem não ser economicamente viável a retirada de um bloco de granito tão pequeno.

¹ Dados obtidos em campo com auxílio de uma bússola de geólogo

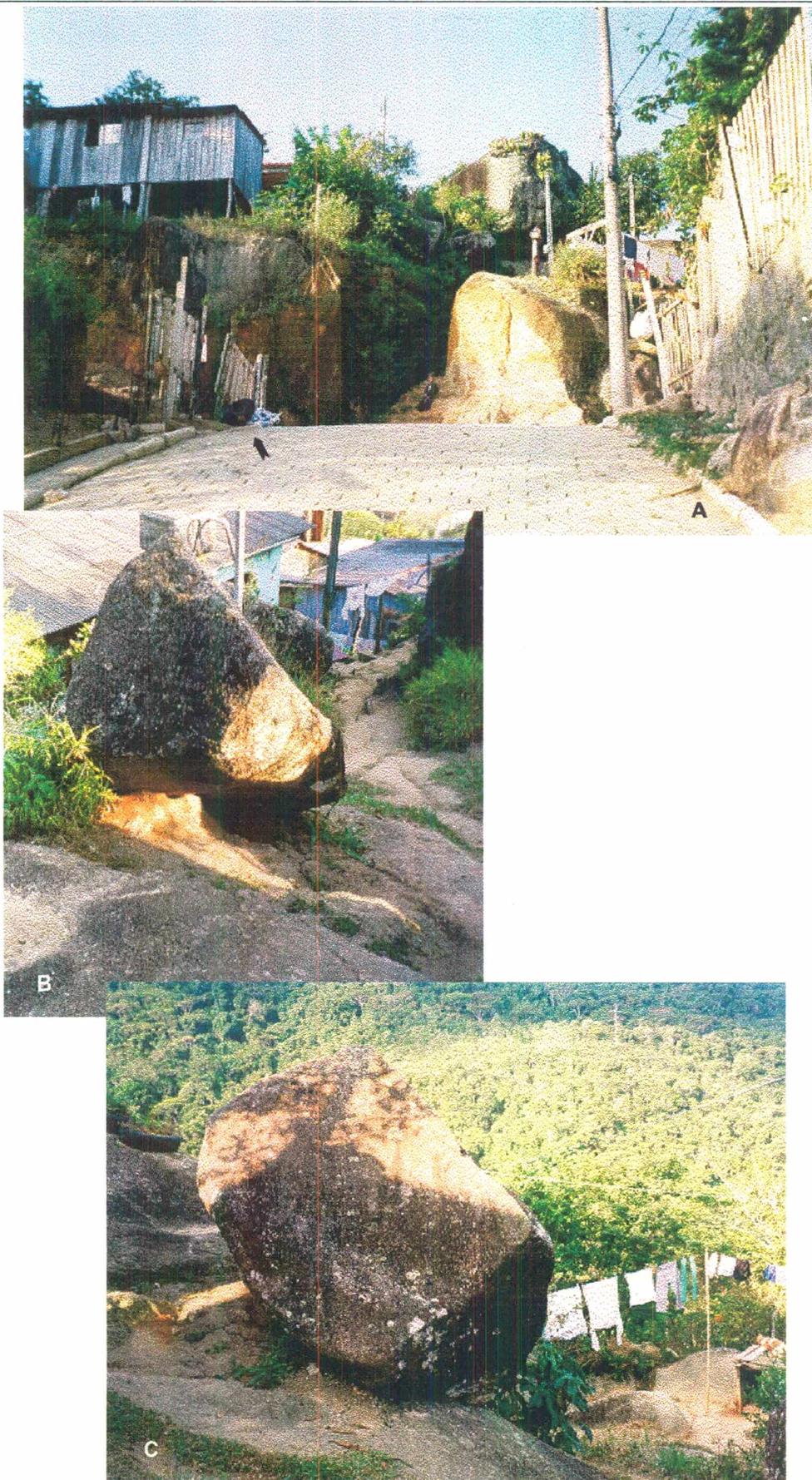


Figura 6.1: Queda de bloco ocorrida na Rua das Bromélias no verão de 98-99. A – vista geral (a seta indica a localização do muro destruído); B e C – detalhe do matacão em condição precária de equilíbrio, situado em um ponto a montante da foto A

PONTO 2

LOCALIZAÇÃO: altos da Servidão Dona Maura
Coordenadas 747005m E, 6951090m N

DATA de OCORRÊNCIA: setembro de 1999

Esta queda aconteceu em uma área de susceptibilidade moderada, durante um fim de semana de chuvas prolongadas associadas à passagem da frente polar atlântica no Estado. Sua ocorrência está intimamente ligada à ocupação desordenada. A retirada da vegetação e pequenas escavações para construção de casas aceleraram a erosão dos sedimentos na base do bloco, fazendo com que o mesmo se soltasse e rolasse em direção à casa mostrada na figura 6.2.

Não houve vítimas fatais, mas a destruição foi considerável. O bloco rolou por cerca de 5 metros e atingiu em cheio um dos lados da casa. Felizmente, no momento da queda os moradores presentes estavam no outro lado do imóvel.

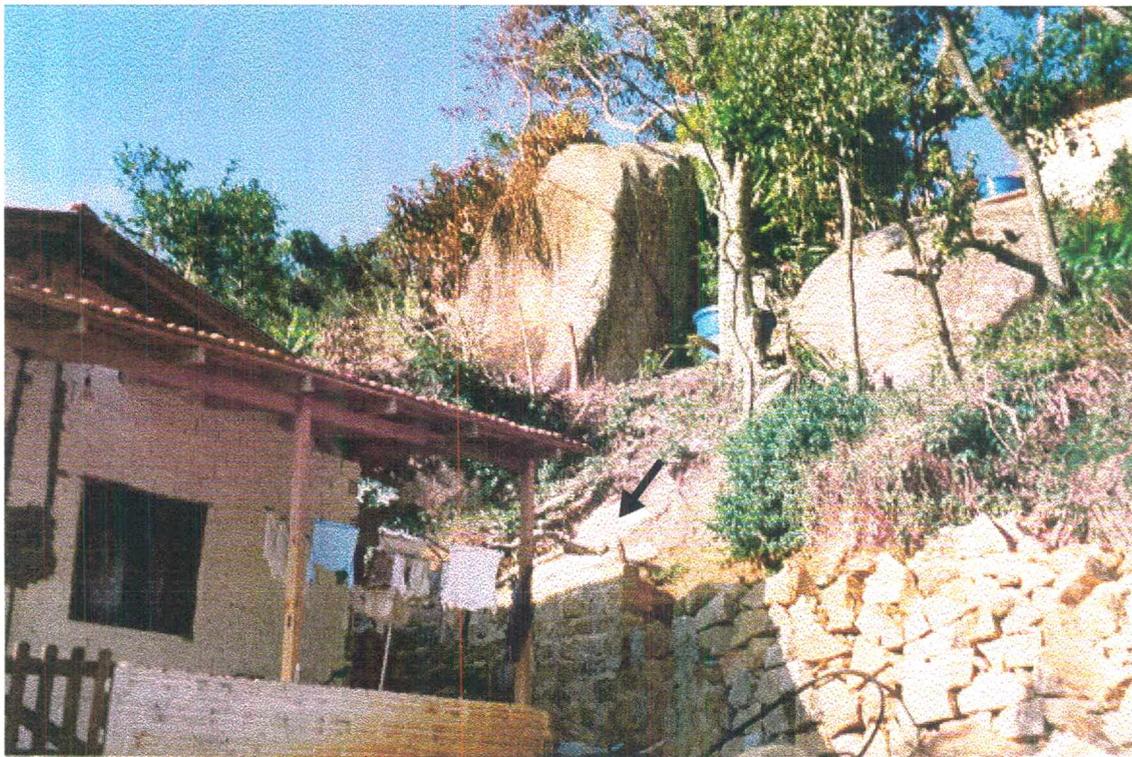


Figura 6.2: Queda de bloco ocorrida na servidão Dona Maura em setembro de 99 (a seta indica a direção do movimento)

Neste caso, apesar da divulgação em telejornais locais, não houve qualquer ajuda da Defesa Civil. Os próprios vizinhos (alguns empregados em pedreiras) quebraram o bloco deslizado e construíram o pequeno muro ao lado da casa (figura 6.2). Podemos observar que neste local também há perigo de nova queda de bloco, ainda que não tão grave quanto na Rua das Bromélias.

6.1.2 Ponto sob Perigo Iminente de Deslizamento

LOCALIZAÇÃO: Servidão Betânia
Coordenadas 746440m E, 6951180m N

Este ponto está localizado em uma área com alta susceptibilidade a deslizamentos. A situação de perigo está diretamente relacionada à ocupação, tendo sido provocada por uma escavação, realizada pelo próprio morador que pretendia construir uma casa no terreno. O corte foi sub-dimensionado, causando o colapso de parte do material superficial (figura 6.3). Com isso, a casa de madeira localizada logo acima encontra-se em situação de extremo perigo, pois durante uma chuva torrencial novos desabamentos podem acabar atingindo sua fundação. O problema é agravado por um vazamento na fossa desta casa, que tem contribuído para saturação do solo na porção superior esquerda do corte, aumentando assim a instabilidade do manto superficial.

As fotos da figura 6.3 foram tiradas em outubro de 99. Voltamos a visitar o local em junho de 2000 e a situação praticamente não mudou. O corte foi parcialmente recolonizado por gramíneas, cujas raízes não proporcionam grande estabilidade ao solo, e o problema da fossa continua. Portanto, o perigo de deslizamento ainda existe. Apesar disso, os moradores da casa de madeira têm receio de chamar a defesa civil, pois o problema foi causado pelo erro de um morador que é seu parente.



Figura 6.3: Ponto sob perigo iminente de deslizamento, localizado na servidão Betânia (A - Vista panorâmica. B – detalhe do corte)

6.2 ANÁLISE DA SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS

Com base nessas informações, podemos dizer que o perigo de ocorrência de movimentos de massa dos tipos escorregamento e corrida não é muito acentuado na área de estudo. Os locais mais susceptíveis a estes tipos de movimento parecem ser aqueles onde, além da combinação de alta declividade e encostas retilíneas, ocorre o contato entre os mantos de alteração do granito e do diabásio (figura 5.10). Este fato é comprovado pela ocorrência do grande escorregamento rotacional no Morro do Cacupé, em um ponto de contato próximo ao bairro Saco Grande. Contudo, a delimitação destas áreas de contato requer um mapeamento geológico detalhado, cuja realização não foi possível dentro deste projeto de pesquisa devido à extensão da área de estudo e aos limites de tempo².

Notamos, especialmente em campo, que o tipo de movimento mais freqüente e que representa maior perigo na área do Saco Grande é a queda de blocos, com algumas ocorrências já registradas. Entretanto, a delimitação dos locais mais susceptíveis às quedas é uma tarefa minuciosa, que tem como base a identificação dos matacões em condição instável de equilíbrio.

Esta identificação apresenta dois problemas. O primeiro diz respeito à coleta dos dados. Nas fotografias aéreas disponíveis só é possível mapear os grandes campos de matacões. Os campos de menor extensão e os blocos isolados precisam ser identificados em campo, consumindo longo tempo de pesquisa. O segundo problema está ligado à representação das informações. Quando trabalhamos em escalas de pouco detalhe (menores que 1:10.000), os blocos isolados e os pequenos campos de matacões geralmente têm que ser representados por pontos. Isto dificulta a manipulação dos dados, uma vez que os Sistemas Geográficos de Informações permitem apenas o cruzamento de elementos poligonais.

² Este problema poderá ser superado em um futuro breve, com o avanço do projeto de mapeamento geológico-geomorfológico da Ilha de Santa Catarina, realizado por uma equipe de professores e alunos do Departamento de Geociências da UFSC

Quanto a susceptibilidade, percebemos também que o perigo de deslizamentos na área é fortemente influenciado pela ocupação, revelando a imprudência de alguns moradores e criando situações ao mesmo tempo pitorescas e alarmantes (figuras 6.4 e 6.5). Áreas pouco susceptíveis acabam tornando-se perigosas devido à ocupação inadequada.

Como já foi mencionado, os trechos de média encosta devem ser evitados, por apresentarem alta susceptibilidade a deslizamentos. Nos trechos de alta encosta, inseridos no modelado de dissecação em patamares, a ocupação torna-se inviável mesmo em locais com susceptibilidade baixa ou moderada. Isto devido às dificuldades de acesso, que tornariam o custo de implantação de infra-estrutura (rede elétrica, água e esgoto) muito elevado, e ao fato destes locais serem considerados Áreas de Preservação Permanente pelo Plano Diretor. Sua ocupação poderia ainda comprometer as nascentes dos principais rios locais, em sua maioria localizadas na alta encosta.

Na baixa encosta, em locais com susceptibilidade moderada ou alta, a ocupação deve seguir critérios como a realização de obras especiais de contenção e o adequado dimensionamento das escavações, pois existe perigo, ainda que reduzido. Vale lembrar que muitos destes locais são considerados Área de Preservação com Uso Limitado – APL, onde a ocupação criteriosa não é apenas uma recomendação e sim um requisito legal.

Até os dias atuais, a maior parte dos trechos de média encosta, inseridos no modelado de dissecação em montanhas, continua desocupado. Apenas no Morro do Caju, pertencente a bacia do rio Pau de Barco, a ocupação começa a invadir tais locais. Esta situação de preservação pode e deve ser mantida, pois todas as áreas de média encosta são definidas no Plano Diretor como APP. Trata-se de medida preventiva com intuito de evitar o agravamento ainda maior dos problemas provocados por deslizamentos, especialmente quedas de blocos, no bairro Saco Grande.

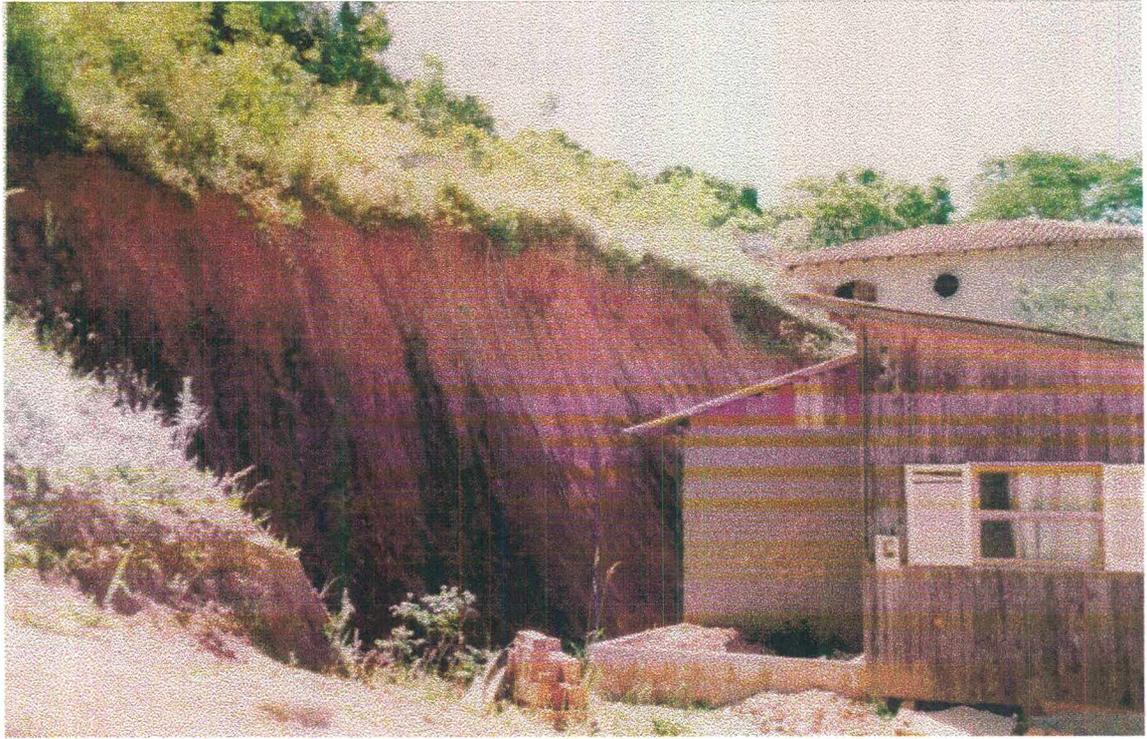


Figura 6.4: Detalhe da ocupação na servidão Casemiro Elesbão, mostrando um corte profundo no manto de alteração de granito

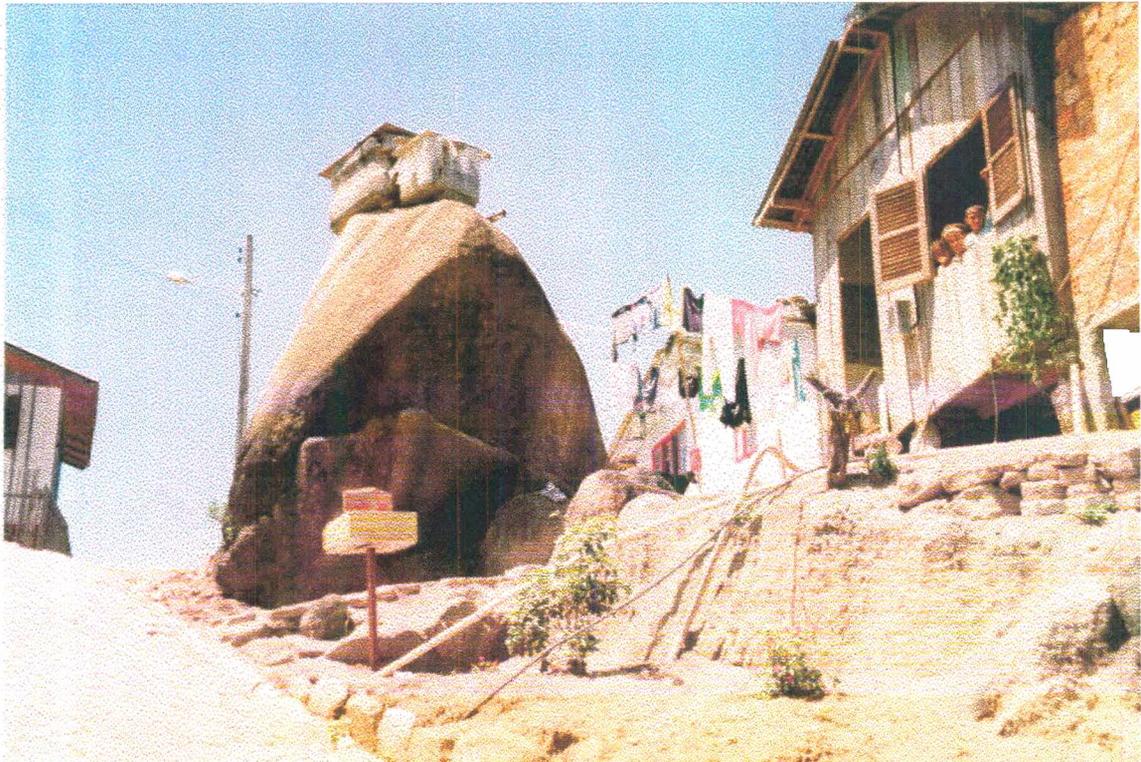


Figura 6.5: Detalhe da ocupação no Morro da Pedra Balão, onde um bloco foi usado como base para caixas d'água

Outra medida preventiva seria a implementação efetiva, por parte da Prefeitura, de um serviço de fiscalização do uso da terra não só na área do Saco Grande mas em todo município de Florianópolis, com vistas a evitar futuras ocupações irregulares. Esta fiscalização deve atingir desde a construção de casas de baixo padrão até a instalação de condomínios de classe média e mansões.

Contudo, a adoção de tais medidas não resolverá completamente o problema. A pressão de ocupação, especialmente na Ilha de Santa Catarina, é muito forte e fatalmente acabará criando novas situações de perigo. Além disso, algumas situações de perigo (como a mencionada no item 6.1.2) já foram criadas e necessitam de ações urgentes para sua solução ou amenização.

Para evitar que as situações atuais de perigo transformem-se em futuros acidentes ou desastres, é necessária a implantação, a curto e médio prazo, de um plano emergencial de Defesa Civil. Este plano consistiria no desenvolvimento de amplas campanhas de educação ambiental³ e na transferência e remobilização das pessoas instaladas em pontos de perigo iminente de deslizamento.

A construção de conjuntos habitacionais permitiria que os moradores residentes em pontos de perigo tivessem a opção de trocar suas atuais casas por imóveis nos conjuntos. Enquanto as novas habitações não estivessem prontas, seria feita a remobilização destas pessoas durante a ocorrência de eventos pluviométricos extremos como os registrados em 1991, 1994 e 1995 no aglomerado urbano de Florianópolis. A tecnologia meteorológica atual permite a previsão da maioria destes eventos com a antecedência necessária. É importante que a remobilização seja implementada somente após campanhas educacionais, evitando assim que as medidas assumam caráter autoritário.

Além de todas essas ações, o plano envolveria o estímulo à realização de pequenas obras de contenção em regime comunitário, bem como o desmonte e remoção de matações instáveis nos locais onde for possível. Neste processo, a

³ Ocasionalmente são realizadas pequenas campanhas educacionais no Morro da Cruz, centro de Florianópolis

Prefeitura forneceria material de construção e consultoria técnica aos moradores. Planos deste tipo já foram adotados em alguns municípios do Brasil.

Setores da Prefeitura podem afirmar que os problemas provocados atualmente por deslizamentos em Florianópolis não são tão graves ao ponto de exigirem a implantação de um plano emergencial. Entretanto, o crescimento urbano na área de estudo e no município continuam em ritmo acelerado, fazendo com que haja uma tendência de agravamento dos problemas em um futuro próximo. Prorrogações tornarão a implantação do plano cada vez mais difícil e menos eficaz.

Capítulo 7
CONSIDERAÇÕES
FINAIS

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento e sistematização de informações físicas e sociais permitiram a realização de uma análise da susceptibilidade a deslizamentos no bairro Saco Grande.

Observamos que o perigo de ocorrência de movimentos de massa dos tipos escorregamento e corrida não é muito acentuado, concentrando-se nos trechos de média encosta, inseridos no modelado de dissecação em montanha. O tipo de movimento mais freqüente e que representa maior perigo é a queda de blocos, com algumas ocorrências já registradas. Pontos de contato entre o manto de alteração do granito e o manto proveniente do diabásio também representam perigo, por constituírem uma descontinuidade mecânica.

Percebemos ainda que a susceptibilidade a deslizamentos é fortemente influenciada pela ocupação inadequada, que contribui na deflagração de quedas de blocos e cria situações de perigo iminente durante episódios pluviais intensos.

Com base nessa análise, recomendamos que a ocupação nos trechos de média encosta seja evitada, pois estes locais apresentam alta susceptibilidade a deslizamentos. Nos trechos de alta encosta a ocupação é inviável devido a dificuldades de acesso e à necessidade de preservação das nascentes. Na baixa encosta a ocupação pode acontecer, mas dentro de critérios como a realização de obras especiais corretamente dimensionadas.

Para solucionar ou amenizar, a curto e médio prazo, os problemas provocados por deslizamentos, sugerimos a implementação efetiva de um serviço de fiscalização do uso da terra, tendo por base as normas definidas no Plano Diretor, e a implantação de um plano emergencial de Defesa civil no município. Este plano envolveria ampla campanha educacional e a transferência ou remobilização das pessoas instaladas em locais de perigo. Envolveria ainda ações da Prefeitura que estimulassem a realização de pequenas obras de contenção em regime comunitário e a remoção dos blocos de rocha instáveis.

Durante o desenvolvimento desta pesquisa utilizamos várias técnicas, com destaque para os Sistemas Geográficos de Informação. Os SGI mostraram-se uma

ferramenta eficiente, que permitiu a manipulação e sistematização de uma grande quantidade de dados. Por outro lado, apresentaram alguns problemas. Na elaboração do Mapa de Uso da Terra, a incompatibilidade de formatos entre os arquivos *raster* gerados no *Idrisi* e os arquivos gerados no *Microstation 95* levou a um trabalho exaustivo de vetorização manual, que consumiu grande quantidade de tempo e reduziu sensivelmente a precisão deste mapa. Durante o cruzamento dos mapas, as operações de sobreposição tornaram-se mais lentas que o esperado, devido à enorme quantidade de polígonos do Mapa de Declividade. Ainda não sabemos se este problema deve-se a limitações do programa utilizado ou ao pouco conhecimento técnico deste pesquisador.

Reconhecemos como principal deficiência desta pesquisa a falta de um mapeamento detalhado da cobertura superficial, etapa necessária em um trabalho de susceptibilidade. A extensão da área e os limites de tempo nos permitiram apenas a realização de um levantamento qualitativo.

Contudo, acreditamos que a presente pesquisa fornece subsídios para o planejamento territorial do município de Florianópolis. As informações contidas no Mapa de Susceptibilidade a Deslizamentos podem ser utilizadas na definição de recomendações de uso para o bairro Saco Grande, reduzindo assim os problemas provocados por tal fenômeno.

Sugerimos que futuros trabalhos na mesma área, que enfoquem a susceptibilidade, concentrem-se no mapeamento dos contatos entre os mantos de alteração do granito e do diabásio. O resultado deste mapeamento poderá ser agregado às informações aqui levantadas.

Sugerimos ainda a realização de pesquisas pontuais nos locais com susceptibilidade alta ou muito alta, e a identificação dos matacões em condição precária de equilíbrio, especialmente nas áreas com maior pressão de ocupação. Este trabalho poderia ser viabilizado com a realização de um convênio entre a Prefeitura e as Universidades Federal e Estadual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8.1 Referências Bibliográficas

- ALEXANDER, D. **Natural Disaster**. Londres: UCL Press, 1993.
- ALONSO, M.T.A. Vegetação. In: IBGE. **Geografia do Brasil – Região Sul**. Rio de Janeiro, 1977. p. 81-109
- AUGUSTO FILHO, O. Deslizamientos. In: **Aspectos Geológicos de Protección Ambiental**. Campinas: Unesco/Unicamp, 1995. p.29-47. vol 2
- BIGARELLA, J.J.; BIGARELLA, I.E.K. e JOST, H.(orgs.) Catastrophic Events in the Tubarão Area. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, nº 33, p.200-206, 1975.
- BITAR, O.Y.; CERRI, L.E. e NAKAZANA, V.A. Carta de Risco Geológico: uma Definição a partir de Casos em Áreas Urbanas do Brasil. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO. **Anais**. Rio de Janeiro, 1992. p.35-41.
- CARUSO, M.M.L. **O Desmatamento da Ilha de Santa Catarina – de 1500 aos dias atuais**. 2. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 1990.
- COITINHO, J.B.L. e FREIRE, F. de A. **Mapeamento Temático do Município de Florianópolis - Geologia**. Florianópolis: IPUF/IBGE, 1991.
- COURA NETO, A.B. e KLEIN, R.M. **Mapeamento Temático do Município de Florianópolis - Vegetação**. Florianópolis: IPUF/IBGE, 1991.
- CRUZ, O. **A Serra do Mar e o Litoral na Área de Caraguatatuba – Contribuição à Geomorfologia Tropical Litorânea**. São Paulo: IGEO/USP, 1974.
- FERNANDES, N.F. e AMARAL, C.P.do. Movimentos de Massa: Uma Abordagem Geológico-Geomorfológica. In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. da (Orgs.) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p.123-194
- FREYESLEBEN, L.M.C. **Aspectos Essenciais do Ritmo Climático de Florianópolis**. Florianópolis, 1979. Tese de Professor Adjunto – Departamento de Geociências, UFSC.
- GUERRA, A.J.T.; ROSÁRIO, J.C.G. e HINDS, S.F.S. Estudo Evolutivo das Catástrofes em Petrópolis entre 1940-1995. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. **Anais**. Goiânia : Universidade Federal de Goiás, 1995. p.84-86. vol. 2
- GUIMARÃES, R.F.; VIEIRA,B.C.; GOMES, R.A.T. e FERNANDES, N.F. Avaliação de Parâmetros Morfológicos das Cicatrizes dos Escorregamentos da Bacia do Rio Quitite (RJ). **Geosul –II Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Florianópolis, v.14, n.27, p.316-320, novembro de 1998.
- HENAO, J.L.N. Analisis de Amenazas por Movimientos de Masa Usando Sistemas de Información Geografica. In: **Aspectos Geológicos de Protección Ambiental**. Campinas: Unesco/Unicamp, 1995. vol 2

- HERRMANN, M.L. de P. Análise dos Episódios Pluviais e seus Impactos em Locais do Aglomerado Urbano de Florianópolis – SC. Período 1980 a 1995. **Geosul –II Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Florianópolis, v.14, n.27, p.89-94, novembro de 1998.
- HERRMANN, M.L. de P. e ROSA, R. de O. **Mapeamento Temático do Município de Florianópolis - Geomorfologia**. Florianópolis: IPUF/IBGE, 1991.
- HERRMANN, M.L. de P.; MENDONÇA, M. e CAMPOS, N.J. de. Avaliação das Enchentes e Deslizamentos Ocorridos em Novembro de 1991 e Fevereiro 1994. **Geosul**. Florianópolis, nº 16, p.46-78, 2º semestre de 1993.
- MAGRO, S.O. Ação Antrópica na Deflagração de Escorregamentos de Solo nas Encostas da Serra do Mar no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. **Anais**. Goiânia : Universidade Federal de Goiás, 1995. p.49-54. vol. 1
- MASCARÓ, J.L. **Manual de Loteamentos e Urbanizações**. 2. ed. Porto Alegre: Sagra-DC Luzzato, 1997.
- MONTEIRO, C.A. de F. **Clima e Excepcionalismo**. Florianópolis: Editora UFSC, 1991.
- PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS. Florianópolis: Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis - IPUF, 1998.
- PRANDINI, NAKAZANA, V.A. e FREITAS. Cartografia Geotécnica nos Planos Diretores Regionais e Municipais. In: **Curso de Geologia de Engenharia Aplicada a Problemas Ambientais**. São Paulo: Digem, 1995. p.233-254. Apostila
- REGO NETO, C.B. **Morro da Cruz – Florianópolis – SC: Condicionantes Geológico-geotécnicos ao Uso do Solo**. Rio de Janeiro, 1988. Dissertação de Mestrado – Departamento de Geologia, UFRJ.
- REGO NETO, C.B. **Carta Geotécnica das Encostas do Perímetro Urbano de Florianópolis – Morro da Cruz**. Florianópolis : IPUF, 1986.
- RIBES, G.C. de. La Cartographie des Mouvements de Terrain des ZERMOS aux PER. **Bulletin de Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées**, Paris, n.150-151, p.9-19, jul-out 1987.
- ROSA, R. de O. e HERRMANN, M.L. de P. Geomorfologia. In: **Atlas de Santa Catarina**. Florianópolis: Gov. de Santa Catarina, 1986. p.31-32
- SANTOS, G.T. **Integração de Informações Pedológicas, Geológicas e Geotécnicas aplicadas ao Uso do Solo Urbano em Obras de Engenharia**. Porto Alegre, 1997. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia, UFRGS.
- SELBY, M.J. **Hillslope Materials & Processes**. Oxford : Oxford University Press, 1990.

SOMMER, S. e ROSATELLI, J.S. **Mapeamento Temático do Município de Florianópolis - Solos**. Florianópolis: IPUF/IBGE, 1991.

UNESCO – International Association of Engineering Geology. **Engineering Geology Maps: a Guide to their Preparation**. Paris, 1976

VÁRZEA, V. **Santa Catarina, a Ilha**. Florianópolis: Editora Lunardelli, 1985.

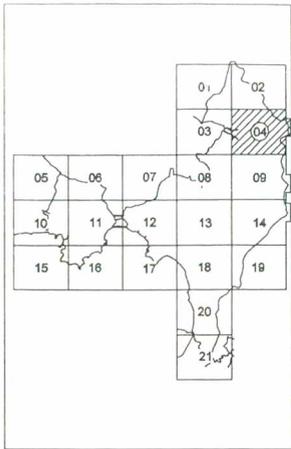
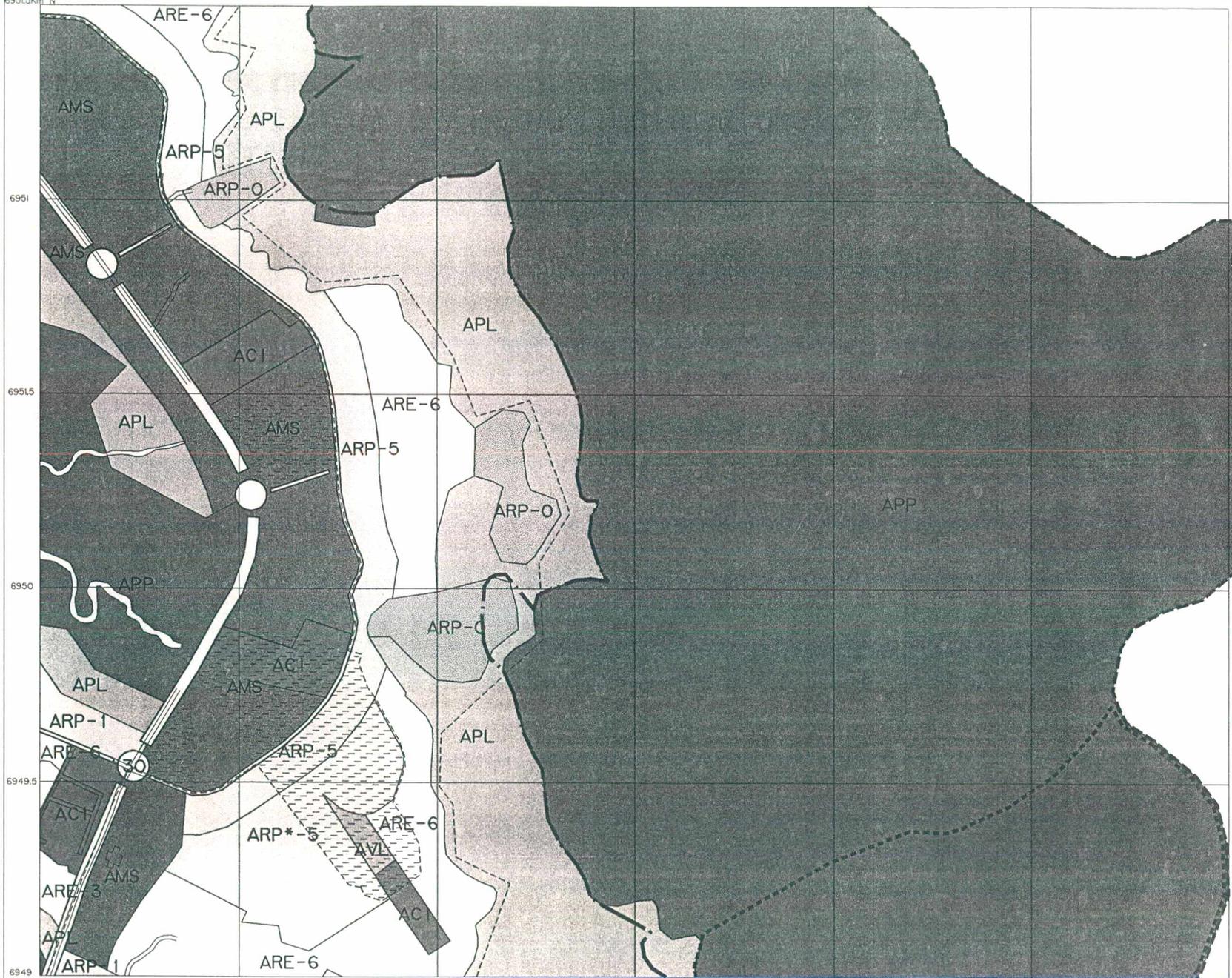
WOLLE, C.M. **Taludes Naturais – Mecanismos de Instabilização e Critérios de Segurança**. São Paulo, 1980. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, USP.

8.2 Referências em Multimídia

CARVALHO, J.A.R. Perigos Geológicos, Cartografia Geotécnica e Proteção Civil. In: 3º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA. **Anais**. Florianópolis, 1998. CD-ROM.

MRE – Ministerio de Planificacion y Desarrollo de Venezuela. **Efectos de Las Lluvias Caídas en Venezuela en Diciembre de 1999**. Caracas, 1999. CD-ROM

ANEXOS



LEGENDA

- ARE - ÁREA RESIDENCIAL EXCLUSIVA
- ARP - ÁREA RESIDENCIAL PREDOMINANTE
- ATR - ÁREA TURÍSTICO RESIDENCIAL
- ATE - ÁREA TURÍSTICO EXCLUSIVA
- AMC - ÁREA MISTA CENTRAL
- AMS - ÁREA MISTA DE SERVIÇOS
- APT - ÁREA DE PARQUES TECNOLÓGICOS
- ACI - ÁREA COMUNITÁRIA / INSTITUCIONAL
- AVL - ÁREA VERDE DE LAZER
- AVV - ÁREA VERDE DO SISTEMA VIÁRIO
- AVP - ÁREA VERDE DE USO PRIVADO
- AST - ÁREA DO SISTEMA VIÁRIO E DE TRANSP
- ASE - ÁREA DO SISTEMA DE SANEAMENTO E E
- AER - ÁREA DE EXPLORAÇÃO RURAL
- APR - ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE
- APL - ÁREA DE PRESERVAÇÃO COM USO LIMIT
- AEH - ÁREA DE ELEMENTOS HÍDRICOS
- APC-H - ÁREA DE PRESERVAÇÃO HISTÓRICA
- APC-P - ÁREA DE PRESERVAÇÃO CULTURAL
- APC-A - ÁREA DE PRESERVAÇÃO ARQUEOLÓGICA

FLORIANÓPOLIS
PLANO DIRETOR DO DISTRITO SEDE

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS

ZONEAMENTO

SERIÊNCIA DE PLANEJAMENTO G P L	ESCALA 1:10.000	PRANCI
DIGITALIZAÇÃO 0 0 0 0 0 0 0 0	DESENHO CRB	DATA OUTUBRO/97

04

PLANO DIRETOR (artigos selecionados)¹

SUBSEÇÃO III Das Áreas de Uso Não Urbanos

Art. 20 – As áreas de Usos Não Urbanos compreendem as seguintes áreas:

- I – Áreas de Preservação Permanente (APP) ;
- II – Áreas de Preservação de Uso Limitado (APL) ;
- III – Áreas de Exploração Rural (AER) ;
- IV – Áreas de Elementos Hídricos (AEH) ;

Art. 21 – Áreas de Preservação Permanente (APP) são necessárias à preservação dos recursos e das paisagens naturais, e à salvaguarda do equilíbrio ecológico, compreendendo:

- I – topos de morros e linhas de cumeada, considerados como a área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base ;
- II – encostas com declividade igual ou superior a 46,6% (quarenta e seis e seis décimos por cento) ;
- III – mangues e suas respectivas áreas de estabilização ;
- IV – dunas móveis, fixas e semi-fixas ;
- V – mananciais, considerados como a bacia de drenagem contribuinte, desde as nascentes até as áreas de captação d'água para abastecimento ;
- VI – faixa marginal de 33,00 m (trinta e três metros) ao longo dos cursos d'água com influência da maré, e de 30,00 m (trinta metros) nos demais ;
- VII – faixa marginal de 30,00 m (trinta metros) ao longo das lagoas e reservatórios d'água situados na zona urbana, e de 50,00 (cinquenta) a 100,00 (cem metros) para os situados na zona rural, conforme a Resolução CONAMA 004/85 ;
- VIII – fundos de vales e suas faixas sanitárias, conforme exigências da legislação de parcelamento do solo ;
- IX – praias, costões, promontórios, tómbolos, restingas em formação e ilhas ;
- X – áreas onde as condições geológicas desaconselham a ocupação ;
- XI – pousos de aves de arribação protegidos por acordos internacionais assinados pelo Brasil ;
- XII (vetado) ;
- XIII – Áreas dos parques florestais, reservas e estações ecológicas.

Parágrafo Único – São consideradas ainda Áreas de Preservação Permanente (APP), na forma do art. 9º da Lei Federal nº 4.771/65, as florestas e bosques de propriedade particular, quando indivisos com parques e reservas florestais ou com quaisquer áreas de vegetação consideradas de preservação permanente.

Art. 22 – Áreas de Preservação com Uso Limitado (APL) são aquelas que pelas características de declividade do solo, do tipo de vegetação ou da vulnerabilidade aos fenômenos naturais, não apresentam condições adequadas para suportar determinadas formas de uso do solo sem prejuízo do equilíbrio ecológico ou da paisagem natural.

Parágrafo Único – São incluídas nas Áreas de Preservação com Uso Limitado (APL), as áreas onde predominam as declividades entre 30% (trinta por cento) e

¹ Dados obtidos via internet, na página do Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis – IPUF (www.ipuf.sc.gov.br)

46,6% (quarenta e seis e seis décimos por cento), bem como as áreas situadas acima da “cota 100” que já não estejam abrangidas pelas Áreas de Preservação Permanente (APP).

(...)

SUBSEÇÃO I

Das Normas Relativas às Áreas de Preservação Permanente (APP)

- Art. 137** – As Áreas de Preservação Permanente (APP) são “non aedificandi”, ressalvados os usos públicos necessários, sendo nelas vedada a supressão da floresta e das demais formas de vegetação nativa, a exploração e a destruição de pedras, bem como o depósito de resíduos sólidos e qualquer forma de parcelamento do solo.
- § 1º – Nas dunas é vedada a circulação de qualquer tipo de veículo automotor, a alteração do relevo, a extração de areia, e a construção de muros e cercas de vedação de qualquer espécie.
- § 2º – Nos mangues é proibido o corte da vegetação, a exploração dos recursos minerais, os aterros, a abertura de valas de drenagem, e o lançamento no solo e nas águas de efluentes líquidos poluentes desconformes com os padrões de emissão estabelecidos pelo art. 19 do Decreto Estadual 14.250/81 ou legislação posterior que regulamente a matéria.
- § 3º – Nos mananciais, nascentes, áreas de captação d’água, faixas sanitárias e faixas marginais dos corpos d’água, é proibida a supressão de vegetação de qualquer porte, o lançamento de qualquer efluente não tratado, o emprego de pesticidas, inseticidas e herbicidas, e a realização de cortes, aterros ou depósitos de resíduos sólidos.
- § 4º – Nas praias, dunas, mangues e tómbulos não é permitida a construção de rampas, muros ou cercas de vedação de qualquer espécie, bem como a extração de areias.
- § 5º – São proibidas as obras de defesa dos terrenos litorâneos contra a erosão provocada pelo mar, que possam acarretar diminuição da faixa de areia com a natureza da praia.
- § 6º – Sempre que houver necessidade de usos públicos em APP, o órgão responsável deverá compensar a áreas utilizada através da aquisição de área equivalente em outro local, destinando-se a APP ou AVL.
- Art. 138** – Os primeiros 15,00 m (quinze metros) da faixa marginal dos rios, lagoas e reservatórios d’água são de uso público e destinam-se ao trânsito dos agentes da administração para o serviço de desobstrução e limpeza das águas e para outras obras e serviços públicos, bem como à livre circulação e passagem da comunidade no interesse da pesca, da navegação e recreação, sendo vedada nelas a construção de muros ou cercas de qualquer espécie, ressalvado o disposto no parágrafo 2º do artigo 136 desta Lei.
- § 1º – O restante do terreno, situado após a faixa reservada de 15,00 m (quinze metros), poderá ser murado ou cercado com a altura máxima de 1,00 m (um metro).
- § 2º – Nas faixas reservadas de 15,00 m (quinze metros) não deverão ser implantadas vias de circulação de veículos automotores, exceto no caso de vias canalizadas por indicação de Planos de Drenagem, e desde que as

respectivas caixas de rolamento fiquem afastadas do canal por 3,00 m (três metros) no mínimo.

§ 3º – Os Planos de Drenagem acrescem às normas desta Lei restrições específicas para o uso e ocupação das margens dos corpos d'água.

§ 4º – A faixa reservada de 15,00 m (quinze metros) citada no caput deste artigo poderá ser reduzida para até 6,00 m (seis metros), quando o corpo d'água situar-se em zona urbana já comprometida.

Art. 139 – Nos parcelamentos do solo as faixas marginais e faixas sanitárias ao longo dos corpos d'água não poderão ser incluídas nos lotes a serem vendidos, destinando-se à formação de parques lineares, cuja superfície poderá ser computada até a metade do percentual de áreas verdes de uso público.

Art. 140 – As Áreas dos Parques, Reservas e Estações Ecológicas que, instituídas pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal, forem desafetadas dos usos a que se destinam, serão incluídas, para efeito da legislação urbanística municipal, entre as Áreas de Preservação Permanente (APP), podendo ainda ser em parte consideradas Áreas Verde de Lazer (AVL) ou Áreas de Preservação com Uso Limitado (APL) na conformidade com plano específico elaborado pelo Órgão Municipal de Planejamento, sem prejuízo da definição de outras áreas especiais no que couber.

Art. 141 – Nas Áreas de Proteção dos Parques, Reservas e Estações Ecológicas somente são admitidas as edificações destinadas aos usos residenciais unifamiliares, aos clubes e associações, e às atividades rurais, sendo nelas proibido:

I – o corte de árvores;

II – a abertura de valas de drenagem;

III – o emprego de biocidas;

IV – o lançamento de efluentes líquidos sem sistema de tratamento e o depósito de resíduos sólidos;

V – os aterros, as obras de terraplanagem, e a exploração de jazidas minerais.

§ 1º – Nessas áreas, o parcelamento do solo para fins urbanos, quando admitido pelo zoneamento, depende da anuência do Órgão Público ao qual compete a administração do parque ou reserva limítrofe.

§ 2º – As edificações deverão conservar um afastamento mínimo de 20,00 m (vinte metros) da divisa do parque ou reserva.

SUBSEÇÃO II

Das Áreas de Preservação de Uso Limitado (APL)

Art. 142 – Nas Áreas de Preservação com Uso Limitado (APL) situadas nas Zonas Urbanas e de Expansão Urbana abaixo da cota 100 m (cem metros), são permitidas, nos terrenos servidos por acesso público oficial de veículos automotores e com viabilidade de abastecimento fornecida pelas concessionárias de água e energia elétrica, as edificações destinadas aos usos autorizados pela Tabela do Anexo II, desta Lei.

Art. 143 – Nas Áreas de Preservação com Uso Limitado (APL) situadas nas Zonas Urbanas e de Expansão Urbana abaixo da cota 100 m (cem metros), e nas situadas nas zonas rurais em qualquer altitude, nos terrenos servidos por acesso público oficial para veículos automotores e com viabilidade de abastecimento fornecida pelas concessionárias de água e energia elétrica, são permitidas exclusivamente

edificações destinadas aos usos residenciais unifamiliares, nas seguintes condições:

- I – Se a área for revestida por floresta ou vegetação arbustiva, as edificações somente serão permitidas aos respectivos proprietários que, nos termos do art. 6º da Lei Federal 4.771/65 façam sua destinação como floresta de preservação permanente.
- II – Se a área for desflorestada, as edificações serão permitidas desde que o proprietário destine a gleba à implantação de projeto de reflorestamento com espécies nativas, aprovado pelos órgãos competentes, e desde que sua destinação como floresta de preservação permanente seja feita na forma do inciso anterior.

Art. 144 – Nas Áreas de Preservação com Uso Limitado (APL) não é permitido o parcelamento do solo, a abertura ou prolongamento de vias de circulação de veículos, salvo as obras de melhorias dos acessos públicos oficiais existentes e a implantação dos acessos privados às edificações.

§ 1º – Quando admitida a implantação de edificações nas Áreas de Preservação com Uso Limitado (APL), estas não poderão se afastar mais de 50,00 m (cinquenta metros) contados a partir do limite da APL com a área urbanizável adjacente ou de acesso público oficial, conforme o caso.

§ 2º – Em casos especiais, poderá ser admitida, a critério do Órgão Municipal de Planejamento, a implantação de edificações a mais de 50,00 m (cinquenta metros) para localizar a mesma no primeiro ponto que propicie melhor adequação à topografia e à paisagem, não podendo ultrapassar ao dobro a distância já permitida.

§ 3º – O traçado das vias de acessos privativos às edificações será definido em projetos específicos, ouvidos o Órgão Municipal de Planejamento e a Fundação Municipal do Meio Ambiente, devendo se adequar à topografia do terreno, possuir largura máxima de 6,00 m (seis metros) e inclinação não superior a 20% (vinte por cento).

Art. 145 – Nas Áreas de Preservação com Uso Limitado (APL) deverá ser mantida a cobertura vegetal existente, somente se permitindo o corte de árvores indispensáveis à implantação das edificações, quando admitidas, sendo vedada a exploração e destruição das pedras.

§ 1º – Considera-se superfície indispensável à implantação das edificações até o dobro da área construída.

§ 2º – As árvores cujo corte for indispensável para implantação das edificações deverão ser indicadas nas plantas do projeto de construção, devendo cada árvore abatida ser substituída por outra dentro do mesmo terreno.

§ 3º – Os acessos privados das edificações em Áreas de Preservação com Uso Limitado (APL) deverão se harmonizar com a topografia existente e preservar a vegetação arbórea.

Art. 146 – Visando o incentivo à manutenção das Áreas de Preservação com Uso Limitado (APL), o Poder Executivo poderá conceder redução de até 50% (cinquenta por cento) na incidência do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) sobre as mesmas, bem como redução total sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP), desde que sejam gravadas e perpetuadas nos termos do Art. 6º da Lei Federal nº 4.771/65, e fisicamente sinalizadas pelos proprietários.