



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS - CFH
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**ANÁLISE DOS PROCESSOS DE MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA NAS ENCOSTAS DOS
BAIRROS PRADO E SAUDADE E ÁREA ADJACENTE A BR 101
NO MUNICÍPIO DE BIGUAÇU (SC) INTEGRANDO AS
CARACTERÍSTICAS DOS SÍTIOS AOS FATORES DE USO E
OCUPAÇÃO URBANA**

DOUTORADO

Cristina Benedet

Florianópolis
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Cristina Benedet

**ANÁLISE DOS PROCESSOS DE MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA NAS ENCOSTAS DOS
BAIRROS PRADO E SAUDADE E ÁREA ADJACENTE A BR 101
NO MUNICÍPIO DE BIGUAÇU (SC) INTEGRANDO AS
CARACTERÍSTICAS DOS SÍTIOS AOS FATORES DE USO E
OCUPAÇÃO URBANA**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção do título de Doutora em Geografia.

Orientador: Prof. Joel Robert Georges Marcel Pellerin, Dr.

Área de Concentração: Utilização e Conservação dos Recursos Naturais - UCRN

Linha de Pesquisa: Processos Geológicos e Geomorfológicos.

Florianópolis
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Benedet, Cristina

Análise dos processos de movimentos gravitacionais de massa nas encostas dos bairros Prado e Saudade e área adjacente a BR 101 no município de Biguaçu (SC) integrando as características dos sítios aos fatores de uso e ocupação urbana / Cristina Benedet ; orientador, Prof. Dr. Joel Robert Georges Marcel Pellerin - Florianópolis, SC, 2015. 285 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Inclui referências

1. Geografia. 2. Geomorfologia. 3. Movimento Gravitacional de Massa. 4. Ocupação Urbana. 5. Vulnerabilidade. I. Pellerin, Prof. Dr. Joel Robert Georges Marcel. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

Cristina Benedet

Análise dos processos de movimentos gravitacionais de massa nas encostas dos bairros Prado e Saudade e área adjacente à BR 101 no município de Biguaçu integrando as características dos sítios aos fatores de uso e ocupação urbana

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “Doutor em Geografia”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Geografia.

Florianópolis, 21 de maio de 2015.

Prof. Dr. Márcio Rogério Silveira
Coordenador do PPGG/UFSC

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Joel Robert Georges Marcel Pellerin
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Norberto Olmiro Horn Filho
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. Maria Paula Casagrande Marimon
Universidade do Estado de Santa Catarina

Profa. Dra. Lucia Ayala
Universidade do Estado de Santa Catarina

Dra. Lilian Elizabeth Diesel
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

*Dedico a todos que contribuíram
para a realização dessa Tese.*

AGRADECIMENTOS

Ao finalizar essa Tese, o meu reconhecimento e o agradecimento a todos que colaboraram de alguma forma, direta ou indiretamente, com a realização da pesquisa e a elaboração da tese:

A Prefeitura Municipal de Biguaçu, mais especificamente, aos técnicos e funcionários das secretarias municipais da Assistência social, do Planejamento, da Coordenadoria Municipal de Defesa civil municipal e, da Superintendência de Comunicação Social da prefeitura de Biguaçu. De forma especial agradeço a liberação das bases cartográficas da área urbana e do município, as constantes contribuições para o acesso às informações e a realização dos trabalhos de campo.

Aos Agentes comunitários de Saúde colaboradores no trabalho de campo: Patrícia, Carine, Vânia, Angélica, Deise, Bruna, Marta, Valcélia; As enfermeiras(os) coordenadores do Programa Estratégia da Saúde da Família do Posto de Saúde do Prado pela acolhida: Benoni, Cristiane, Juliana e Gabriele. Se alguma ACS não foi citada sinto-se igualmente reconhecida.

Aos professores Dr^a Paula Marimonn, Dr^a Édna Luiz, Dr^a Mariane Dal'Santo e Dr^o Francisco Henrique de Oliveira por permitirem o acesso ao laboratório de Geologia e Mineralogia e aos equipamentos e programa de geoprocessamento que viabilizaram a elaboração dos mapas.

A Betina, bolsista do laboratório de Geologia e Mineralogia pela prestatividade e informações.

A empresa Geomais por disponibilizar a base cartográfica da área urbana.

A Autopista Litoral Sul (ARTERIS) pela disponibilização dos Relatórios de projetos de contenção de taludes da BR 101 na área de estudo.

Aos professores Murilo Espíndola, Rafael Augusto dos Reis Higashi e Cesar Schmidt Godoi pela realização das análises e ensaios de solo no Laboratório de Geotecnia do Departamento de Engenharia Civil da UFSC.

As professoras da banca de defesa de tese Paula Marimonn, Lúcia ayala e Lillian E. Diesel pelas efetivas sugestões para a conclusão do texto final da tese.

A Prof^a Neusa Mafra e ao Pablo pelas orientações e realização do trabalho de campo inicial no reconhecimento dos solos e deslizes.

Ao Professor orientador Dr. Joel R. G. M. Pellerin.

A Zuleika Beatriz Mankowski, técnica em Informações Geográficas e Estatísticas do IBGE, pelo encaminhamento das informações do Censo Populacional de 2010.

Ao técnico em cartografia Jorge Santos pelos esclarecimentos e auxílio nas atividades de geoprocessamento.

A Celesc por disponibilizar as fotografias aéreas do ano de 1998.

A Secretaria de Estado do Planejamento - Diretoria de Estatística e Cartografia por disponibilizar as fotografias aéreas de 1957 e 1978.

A Defesa Civil Estadual pelo acesso aos Relatórios de Avaliação de Danos.

A CASAN - agência municipal de Biguaçu, pelos esclarecimentos sobre a rede de abastecimento de água e rede de esgoto sanitário.

A todas as pessoas e instituições que fizeram parte desse processo, seja com orientações acadêmicas ou técnicas, esclarecimentos, informações, materiais, atenção e motivação.

Aos colegas de pós-graduação pela troca de ideias e motivação.

Aos meus pais e a minha família pelo apoio e compreensão nos muitos momentos e períodos de ausência.

A Deus, luz e energia maior.

“Quem disser que
a natureza é
indiferente às
dores e preocupações
dos homens,
não sabe
de homens
nem de natureza.”

José Saramago

RESUMO

Os eventos de desastres, gerados por movimentos gravitacionais de massa, exigem uma abordagem voltada para a prevenção e mitigação destes processos e o aumento da resiliência das comunidades, principalmente nas áreas urbanas, devido à concentração da população. Nesse sentido, esta pesquisa teve como objetivo analisar a configuração dos processos de instabilidades que geram movimentos gravitacionais de massa nas encostas dos bairros Prado e Saudade e áreas adjacentes à BR 101, no município de Biguaçu, SC, a partir das características fisiográficas do sítio de ocupação, associadas à contribuição dos fatores do uso e ocupação urbana das encostas. Mais especificamente, a área de pesquisa compreendeu os bairros Prado e Saudade — área de urbanização consolidada e parte da encosta adjacente à BR 101 no bairro São Miguel, região rural do município. A pesquisa visou identificar e investigar, de forma integrada, os condicionantes geradores dos movimentos gravitacionais de massa. Os procedimentos abrangeram a pesquisa bibliográfica, o inventário da área de estudo, a elaboração cartográfica, o trabalho de campo, a análise de solos, a identificação e análise dos movimentos gravitacionais de massa, a caracterização socioeconômica da população, a aplicação de duas escalas de análise no âmbito geográfico e cartográfico — da bacia hidrográfica e da área urbana. O relevo predominante é de morros e montanhas e a declividade concentra-se em torno de 30° a 90°. Prevaecem os solos da classe dos argissolos. A forma de ocupação se caracteriza por loteamentos planejados pela iniciativa privada e ocupação espontânea. O maior número de deslizamentos está concentrado nas áreas adjacentes à BR 101, seguido do bairro Prado, sendo que no bairro Saudade registrou-se o processo de queda de blocos. A declividade, a espessura do solo, a forma de ocupação urbana espontânea em áreas irregulares das encostas, a ausência de esgotamento sanitário, o represamento de cursos de água, a baixa renda das famílias associada à precariedade das edificações e os taludes de corte na base da encosta para a instalação da pista de rolamento foram fatores identificados como geradores de processos condicionantes para os movimentos gravitacionais de massa. A identificação e a compreensão dos processos condicionantes dos movimentos gravitacionais de massa e da vulnerabilidade da população a tais fenômenos podem contribuir, simultaneamente, para a gestão pública de desastres, com a perspectiva da efetivação de uma memória e cultura de prevenção ao risco.

Palavras-chave: Geomorfologia; Movimento Gravitacional de Massa; Ocupação Urbana; Vulnerabilidade.

ABSTRACT

Disaster events generated by gravitational mass movements, notably in urban areas, require a focused approach to the prevention and mitigation of these processes, in order to increase the resilience of cities to these phenomena. In this sense, this research aimed to analyze the configuration of the instability processes that generate gravitational mass movements on the slopes of the Prado and Saudade neighborhoods, as well as areas adjacent to highway BR-101, in the city of Biguaçu, SC, considering the physiographic features of the occupation site associated with the contribution of use factors and urban settlement from the slopes. More specifically, the research area covered the Prado and Saudade neighborhoods, a consolidated urban zone, and part of the hillside adjacent to BR-101 in the São Miguel neighborhood, a rural area of the municipality. The research sought to identify and investigate, in an integrated manner, the constraints that generate gravitational mass movements. The research procedures covered literature review, inventory of the study area, cartographic preparation, field work, soil analysis, identification and analysis of gravitational mass movements, socioeconomic characterization of the population and application of two scales of analysis in the geographic and cartographic context - of the river basin and of the urban area. Prevailing soils of the class of ultisols and the predominant relief consist of hills and mountains, with higher slopes ranging between thirty and ninety degrees. The form of occupation is characterized by urban lottings planned by private initiative as well as spontaneous occupation. The biggest number of landslides is concentrated in the area adjacent to BR-101, followed by the Prado neighborhood, and in the Saudade district the process of falling blocks was recorded. The slope, soil thickness, shape of spontaneous urban settlement in irregular areas of the slopes, lack of sanitation, damming of water courses, low-income of families associated with precarious buildings as well as cutting of slopes at the base for installation of roadways were factors identified as conditioning processes for generating gravitational mass movements. The identification and understanding of the conditioning processes of such movements and the vulnerability of the population to these phenomena can contribute simultaneously to public management of disasters and with the prospect of creating a memory and culture of risk prevention among the population.

Keywords: Geomorphology; Gravitational Mass Movement; Urban Occupation; Vulnerability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Perfil de Argissolo vermelho-amarelo	107
Figura 02 Planta do loteamento Jardim Tiburcio	119
Figura 03: Planta do loteamento Jardim Anápolis.....	123
Figura 04: Vista do loteamento Jardim Tiburcio.....	136
Figura 05: Recorte do Mapa do Zoneamento da área urbana para os bairros Saudade, Prado e área paralela à BR101.....	144
Figura 06: Vista do lado sul do talude.....	146
Figura 07: Vista do lado norte do talude.....	146
Figura 08: Detalhe de esfoliação do matacão.....	147
Figura 09 e 10: Talude rompido	148
Figura 11: Perfil geológico-geotécnico do subsolo	150
Figura 12: Obras de contenção às margens da BR 101	151
Figura 13: Setores censitários abrangendo os bairros Prado e Saudade	156
Figura 14: Material de construção das residências em porcentagem... 165	
Figura 15: Renda familiar mensal em porcentagem.....	166
Figura 16: Material de construção das residências.....	168
Figura 17: Abastecimento de água por residência.....	169
Figura 18: Esgotamento sanitário domiciliar.....	170
Figura 19: Renda familiar mensal.....	171
Figura 20: Material de construção das residências.....	172
Figura 21: Material de construção das residências.....	174
Figura 22: Abastecimento domiciliar de água.....	175
Figura 23: Esgotamento sanitário domiciliar	176
Figura 24: Renda familiar mensal	177
Figura 25: Feição de um cone de dejeção de um deslizamento pretérito.....	182
Figura 26: deslizamento recente de solo	182
Figura 27: Matacão em posição instável	183
Figura 28: Representação da geologia da área de pesquisa.....	185
Figura 29: Recorte do Mapa de solos	203

Figura 30: Porcentagem e diâmetro dos grãos da amostra de solo do horizonte B.....	205
Figura 31: Porcentagem e diâmetro dos grãos da amostra de solo do horizonte C.....	206
Figura 32: Gráfico da tensão cisalhante e de variação da deformação para a amostra na condição consolidado e drenado – natural.	209
Figura 33: Gráfico da tensão cisalhante x tensão normal para a amostra na condição consolidado e drenado – natural.....	209
Figura 34: Gráfico da tensão cisalhante e de variação da deformação para a amostra na condição consolidado e não drenado - inundado	210
Figura 35: Gráfico da tensão cisalhante x tensão normal para a amostra na condição consolidado e não drenado – inundado.	210
Figura 36: Granito alterado	219
Figura 37: Vista geral do talude	219
Figura 38: Granito sem alteração em desmonte de rocha.	220
Figura 39: Detalhe do granito Ilha	221
Figura 40: Detalhe do granito Águas Mornas	221
Figura 41: Afloramento de granito na forma de lajeado	222
Figura 42: Afloramento de Granito em rua sem pavimentação.	222
Figura 43: Matacão de granito com esfoliação esferoidal incorporado à edificação	223
Figura 44: Corte na base da encosta expondo afloramento de rocha granítica.....	223
Figura 45: Camadas de rochas foliadas concordantes com a declividade da encosta em talude de corte.....	224
Figura 46: Ocupação urbana das encostas no bairro Prado.....	224
Figura 47: Argissolo residual.....	225
Figura 48: Detalhe mostrando a estrutura da rocha matriz	225
Figura 49: Corte na base da colina.....	226
Figura 50: Horizonte de Cambissolo sobre área de desmonte de rocha.	226
Figura 51: Argissolo de colúvio sobre rocha alterada.....	227
Figura 52: Aterro na parte superior do perfil sobre argissolo de colúvio	227
Figura 53: Corte expondo Argissolo.....	228

Figura 54: O corte expõe rocha alterada e matacões e blocos.....	228
Figura 55: Perfil de cambissolo residual desenvolvido a partir da rocha subjacente	229
Figura 56: Detalhe da transição do horizonte B para o horizonte C....	229
Figura 57: Na foto em segundo plano o corte em Argissolo.	230
Figura 58: Argissolo residual	230
Figura 59: O escoamento superficial difuso na pavimentação e no lajeado que faz o acesso à casa na parte superior.	232
Figura 60: Rolamento de blocos e matacões, e deslizamento de solo.	233
Figura 61: Escavação na base da encosta expondo a camada de regolito e matacões	233
Figura 62: Exemplo de padrão construtivo precário	235
Figura 63: Exemplo de padrão construtivo, alicerce sobre pilares.	236
Figura 64: Exemplo de padrão construtivo e estruturas das ruas na baixa encosta.....	236
Figuras 65: Ocupação irregular na encosta, em situação de vulnerabilidade.	237
Figuras 66: Padrão de construção vulnerável	237
Figuras 67: Padrão de construção vulnerável	237
Figuras 68: Edificação no fundo de lote.....	238
Figura 69: Edificação no fundo de lote	238
Figura 70: Muro sobre matacões na base da encosta.....	239
Figura 71: Matacão em situação instável.	239
Figura 72: Casa em situação de vulnerabilidade	240
Figura 73: Vista da base da encosta para a área atingida pelo deslizamento	242
Figura 74: Vista para a base do morro impactada pela massa deslizada	242
Figura 75: Casa atingida pela massa de detrito.	243
Figura 76: Casa atingida e material remobilizado na base da encosta.	243
Figura 77: Local onde a massa de detrito percorreu a encosta.	244
Figura 78: Ocupação na base da encosta após o deslizamento.....	244
Figura 79: Vista da encosta onde houve o deslizamento.	245

Figura 80: Casa de alvenaria com estrutura comprometida com rachaduras	246
Figura 81: Cicatriz de deslizamento com a superfície de ruptura exposta. Bairro Prado.....	247
Figura 82: Parte superior de uma estrutura de contenção. Bairro São Miguel.....	247
Figura 83: Deslizamento em talude de corte da BR 101 ocorrido no mês de janeiro de 2011. Bairro Prado	248
Figura 84: Estrutura de contenção sobre o maciço rochoso exposto. Bairro São Miguel.....	248
Figuras 85 e 86: Na fotografia da esquerda cicatriz de deslizamentos mais antigos com obras de contenção. Na figura da direita, deslizamento recente de solo sobre rocha	250
Figuras 87 e 88 (na sequência): Na fotografia da esquerda evidencia-se a relação dos deslizamentos com o uso do solo. Na figura da direita, vista frontal do deslizamento.....	250
Figuras 89: Formas de ocupação da encosta e de acesso às residências	251
Figura 90: Formas de ocupação da encosta e de acesso às residências	251

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Síntese dos principais trabalhos de campos realizados 104

LISTA DE MAPAS

Mapa 01: Localização da área de pesquisa.....	38
Mapa 02: Mapa do uso e ocupação da terra elaborado a partir de fotografias aéreas do ano de 1957.	111
Mapa 03: Uso e ocupação urbana a partir de fotografias aéreas do ano de 1978.....	115
Mapa 04: Uso e ocupação urbana a partir de fotografias aéreas do ano de 1998.....	129
Mapa 05: Uso e ocupação urbana a partir de ortofotografias aéreas do ano de 2010.	133
Mapa 06: Mapa localizando os setores contemplados na análise de detalhe referente aos setores representativos da ocupação na encosta.....	163
Mapa 07: Mapa geomorfológico das sub-bacias hidrográficas de estudo.	189
Mapa 08: Mapa das formas de relevo.....	190
Mapa 09: Mapa hipsométrico.	193
Mapa 10: Mapa de declividade.	194
Mapa 11: Mapa de orientação das vertentes.....	195
Mapa 12: Mapa da rede hidrográfica obtida por meio do módulo Arcidro do Arcgis sobre a topografia.	199
Mapa 13: Mapa de direção de fluxo da rede de drenagem. Observar o predomínio da orientação Sudeste, Oeste e Noroeste.....	200
Mapa 14: Mapa de Acumulação de Fluxo mostra a acumulação da água destacadamente na bacia do Rio Saudade, sub-bacia do Rio Biguaçu.	201
Mapa 15: Hipsometria e ocupação urbana	215
Mapa 16: Declividade e ocupação urbana.....	216
Mapa 16: Mapa do esboço geológico.....	217
Mapa 17: Mapa das áreas de risco evidencia as áreas de alto risco.....	217

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Evolução da população rural e urbana e densidade demográfica dos municípios da região conurbada de Florianópolis conforme Censo do IBGE 1960, 1970, 1980, 1991 e 2000.....	45
Tabela 02: Evolução da população rural e urbana e densidade demográfica dos municípios da região conurbada de Florianópolis, conforme Censo do IBGE 2010.	46
Tabela 03: Registros de desastres naturais para o município de Biguaçu.	138
Tabela 04: Critérios de atendimento, localização e total de famílias beneficiadas com apartamentos no Residencial Saudade (Programa Minha Casa Minha Vida).	142
Tabela 05: Parâmetros de tensão, coesão e ângulo de atrito utilizados nas retroanálises.....	151
Tabela 06: Residentes por sexo por setor – Bairros Prado e Saudade – Biguaçu, SC.....	157
Tabela 07 – Pessoas alfabetizadas por setor – Bairros Prado e Saudade – Biguaçu, SC.....	157
Tabela 08 – Propriedade dos domicílios permanentes por setor - Bairros Prado e Saudade – Biguaçu, SC.	157
Tabela 09 – Abastecimento de energia elétrica por setor - Bairros Prado e Saudade – Biguaçu, SC.	158
Tabela 10 – Abastecimento de água por setor - Bairros Prado e Saudade – Biguaçu, SC.....	159
Tabela 11 – Banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário nos domicílios por setor - Bairros Prado e Saudade – Biguaçu, SC.	160
Tabela 12 – Coleta de lixo por setor - Bairros Prado e Saudade – Biguaçu, SC.....	160
Tabela 13 – Setor 1: Material de Construção das Residências.....	165
Tabela 14 – Setor 1: Renda Familiar Mensal	166
Tabela 15 – Setor 2: Material de Construção Residências	167
Tabela 16 – Setor 2: Abastecimento de água	168
Tabela 17 – Setor 2: Esgotamento Sanitário Domiciliar	169
Tabela 18 – Setor 2: Renda Familiar Mensal	170
Tabela 19 – Setor 3: Material de Construção das Residências.....	172

Tabela 20 – Setor 4: Material de Construção das Residências.....	173
Tabela 21 – Setor 4: Abastecimento Domiciliar de água.....	174
Tabela 22 – Setor 4: Esgotamento Sanitário Domiciliar	175
Tabela 23 – Setor 4: Renda Familiar Mensal.....	177
Tabela 24 – Aproximação das Frações Distribuídas (%), horizonte B	205
Tabela 25 – Aproximação das Frações Distribuídas (%), horizonte C	206
Tabela 26: Resistência ao Cisalhamento.....	208
Tabela 27: Tensões normais e cisalhantes aplicadas à amostra na condição consolidado drenado – natural	208
Tabela 28: Tensões normais e cisalhantes aplicadas à amostra na condição consolidado e não drenado – inundado	208

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACS	Agentes Comunitários de Saúde
APP	Área de Preservação Permanente
ASTM	American Society for Testing & Materials
AVADAN	Formulário de Avaliação de Danos
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil
CODAR	Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos
COHAB	Companhia de Habitação
COMDEC	Coordenadoria Municipal de Defesa Civil
EIRD	Estratégia Internacional para Redução de Desastres
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FEMA	Federal Emergency Management Agency
FS	Fator de Segurança
GERCO	Gerenciamento Costeiro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDNDR	International Decade for Natural Disaster Reduction
IDRC	International Development Research Centre
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISDR	International Strategy for Disaster Reduction
LL	Limite de Liquidez
LP	Limite de Plasticidade
MNT	Modelo Numérico do Terreno
MDT	Modelo Digital de Elevação
NBR	Normas Brasileiras
NSPT	<i>Standard Penetration Test</i>
PNV	Plano Nacional de Viação
OEA	Organização dos Estados Americanos
ONU	Organização das Nações Unidas

SBCS	Sociedade Brasileira de Ciência do solo
SDS	Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável
SIG	Geographic Information System
SIAB	Sistema de Informação da Atenção Básica
SP	Sondagem à Percussão
SUS	Sistema Único de Saúde
UERJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNDRO	Office of United Nations Disaster
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
ZCAS	Zonas de Convergência do Atlântico Sul
ZINT	Zona de Interesse Náutico e Turístico
ZMD	Zona Mista Diversificada
ZPA	Zona de Proteção Ambiental
ZPP	Zona de Preservação Permanente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	33
1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA E SÍNTESE HISTÓRICA DO MUNICÍPIO DE BIGUAÇU	37
1.2 PROBLEMAS E HIPÓTESES DE PESQUISA	40
1.3 OBJETIVOS.....	42
1.3.1 Objetivo Geral	42
1.3.2 Objetivos Específicos	43
1.4 JUSTIFICATIVA	43
2 REFERENCIAL TEÓRICO	49
2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS NA ANÁLISE DOS PROCESSOS DE DESASTRES SOCIONATURAIS	49
2.2 MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA: TIPOLOGIAS DOS PROCESSOS E AS CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DAS ENCOSTAS	57
2.2.1 Propriedades das encostas relacionadas à estabilidade: processos geológico-geomorfológicos da dinâmica superficial	63
2.2.2 Propriedades da dinâmica superficial das encostas relacionadas à estabilidade: processos climáticos	69
2.2.3 Propriedades da dinâmica superficial das encostas relacionadas à estabilidade: processos hidrológicos	71
2.2.4 Propriedades da dinâmica superficial das encostas relacionadas à estabilidade: formação e evolução dos solos	73
2.2.4.1 Propriedades da dinâmica superficial das encostas relacionadas à estabilidade: solos em áreas urbanas	73
2.2.5 Propriedades da dinâmica superficial das encostas relacionadas à estabilidade: a vegetação e a proteção das encostas	78
2.3 BREVES ASPECTOS HISTÓRICOS DA URBANIZAÇÃO NA CONFIGURAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO	80
2.4 O MAPEAMENTO COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISE: ESPACIALIZANDO OS RISCOS DE DESASTRES	87
3 MÉTODOS E TÉCNICAS DA PESQUISA	95
3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	97
3.2 INVENTÁRIO DA ÁREA DE ESTUDO.....	97

3.3 USO E COBERTURA DA TERRA E OS FATORES DE INSTABILIDADE NAS ENCOSTAS	99
3.4 ELABORAÇÃO CARTOGRÁFICA	100
3.4.1 Fotointerpretação para a identificação das feições do meio físico	101
3.5 TRABALHO DE CAMPO	102
3.6 IDENTIFICAÇÃO E REGISTROS DOS MOVIMENTOS DE MASSA.....	105
3.7 DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE SUSCETIBILIDADE NAS ENCOSTAS	105
3.7.1 Análise de solos.....	106
3.8 INTEGRAÇÃO DAS INFORMAÇÕES: O MAPA DE RISCO..	108
4 EVOLUÇÃO DOS USOS E DA OCUPAÇÃO URBANA NAS ENCOSTAS.....	109
4.1 USO E OCUPAÇÃO DAS ENCOSTAS NO ANO DE 1957	109
4.2 USO E OCUPAÇÃO DAS ENCOSTAS NO ANO DE 1978/79 .	113
4.2.1 Ocupação planejada por iniciativa privada.....	117
4.3 OCUPAÇÃO DAS ENCOSTAS NO ANO DE 1998.....	125
4.4 OCUPAÇÃO URBANA DAS ENCOSTAS NO ANO DE 2010.	131
4.5 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS RISCOS DE DESASTRES SOCIONATURAIS NO MUNICÍPIO DE BIGUAÇU	137
4.5.1 Abordagem preliminar da vulnerabilidade associada à ocupação das encostas nos bairros Prado e Saudade e áreas adjacentes à BR 101.	139
4.5.1.1 Ações de prevenção da gestão pública: levantamento preliminar das áreas com risco de deslizamentos.....	139
4.6 PARÂMETROS ATUAIS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO MUNICIPAL.....	143
4.7 RODOVIA BR 101: INTERVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE TALUDES EM ÁREA DE OCUPAÇÃO.	144
5 INDICADORES SOCIAIS E DA INFRAESTRUTURA DA OCUPAÇÃO URBANA NOS BAIROS PRADO E SAUDADE E ÁREAS ADJACENTES.	155
5.1 INDICADORES SOCIAIS E DA INFRAESTRUTURA DA OCUPAÇÃO URBANA NOS BAIROS PRADO E SAUDADE....	155

5.2 UM RECORTE SOCIOESPACIAL PARA SETORES REPRESENTATIVOS DA OCUPAÇÃO DA ENCOSTA: CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS E DAS INFRAESTRUTURAS URBANAS	161
5.2.1 Um recorte socioespacial para a ocupação urbana localizada no Bairro Saudade-Setor 1.....	161
5.2.2 Um recorte socioespacial para a ocupação urbana no Moro do Tiburcio, bairro Prado - Setor 2	166
5.2.3 Um recorte socioespacial para a ocupação urbana localizada no Bairro Prado (margem esquerda, sentido norte da BR 101) - Setor 3.	171
5.2.4 Um recorte socioespacial para a ocupação em área rural, margem esquerda (sentido norte) da BR 101 - Setor 4	172
6 PROCESSOS CONDICIONANTES DOS MOVIMENTOS DE MASSA: FATORES FISIAGRÁFICOS.....	181
6.1 DESLIZAMENTOS PRETÉRITOS E ATUAIS: REGISTRO NA PAISAGEM DO MUNICÍPIO.....	181
6.2. ANÁLISES DAS CONDIÇÕES FISIAGRÁFICAS NA ESCALA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	184
6.3 RESULTADOS DE LABORATÓRIO	204
7 INTERAÇÕES ENTRE O USO DA TERRA URBANA E OS FATORES FISIAGRÁFICOS DA ENCOSTA.	213
8 DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCOS AOS MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA.....	219
9 CONCLUSÃO	263
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	269
ANEXO.....	285

1 INTRODUÇÃO

Os eventos de movimento de massa, destacadamente os denominados de forma geral como deslizamentos, estão se tornando mais recorrentes e assumem proporções catastróficas. Alertam a população e a gestão pública quanto à dimensão dos danos e prejuízos quando atingem as áreas urbanas ou as áreas rurais produtivas e habitadas.

Nesse contexto, esforços estão direcionados para o estudo que busca o entendimento dos fenômenos relacionados aos movimentos de massa, incluindo os aspectos da ocupação — os contextos sociais, econômicos e culturais — e, então, para a prevenção dos eventos de desastres. No entanto, encontra-se uma complexidade no entendimento dos processos de movimentos de massa devido à interação dinâmica entre os sistemas envolvidos, que são: climáticos, pedológicos, geomorfológicos e antrópicos.

É no estudo dos movimentos gravitacionais de massa, abrangendo os sistemas urbanos, que o fator antrópico intensifica a complexidade. Isso se deve às relações sociais e ao desenho urbano, que expressam a organização socioespacial de um lugar, juntamente com a alteração do sítio de ocupação — da morfologia do terreno e da rede hidrográfica para a instalação das edificações e infraestruturas urbanas. Esse processo resulta numa paisagem cada vez mais artificial, conforme a evolução urbana no tempo e no espaço.

Assim, configuram-se os elementos do risco, o perigo e a vulnerabilidade. Pesquisas já abordaram as áreas de risco aos movimentos de massa no espaço urbano para a área conurbada da Grande Florianópolis, dentre as quais se destacam alguns exemplos descritos a seguir.

Rego Neto (1988) pesquisou as áreas de riscos nas encostas do Morro da Cruz, a partir das condições de riscos evidentes de escorregamentos, ocupação desordenada e lugares impróprios. Utilizando o mapeamento geológico-geotécnico e a técnica da superposição qualitativa, elaborou o mapa de Uso do Solo Recomendado, determinando as áreas de preservação permanente, áreas de restrição de uso (afloramento rochoso, morfologia de grotões, solo residual de diabásio, campo de matações, talus e/ou colúvio, declividades acima de 46,6%) e áreas urbanizáveis.

A pesquisa desenvolvida por Raimundo (1998), no município de Florianópolis, num primeiro momento resgata as ocorrências geotécnicas registradas, relacionando-as com os eventos pluviométricos desencadeadores dos movimentos. Na sequência, analisa os problemas de

instabilidades associados aos solos e à hidrologia do contato granito/diabásio após períodos de chuvas intensas. Indica os eventos pluviiais intensos atuando na instabilidade das encostas no dia da ocorrência dos deslizamentos, principalmente nas áreas urbanas densamente ocupadas. Quanto aos escorregamentos analisados, o agente mais eficaz é a água subterrânea.

A determinação da susceptibilidade a deslizamentos na área do bairro Saco Grande, Florianópolis, SC, foi o objetivo de estudo de Dias (2000). A análise foi realizada por meio da inter-relação dos aspectos físicos e sociais que atuam na deflagração dos deslizamentos. Concluiu-se advertindo que os processos de deslizamentos são influenciados pela ocupação irregular, especificamente, interferindo efetivamente na deflagração da queda de blocos. Observou-se que as áreas localizadas na média encosta são as mais perigosas, e o estudo recomenda evitar a ocupação.

Cristo (2002) analisou o Setor Leste da bacia hidrográfica do rio Itacorubi, na porção central da ilha de Santa Catarina, visando à elaboração do mapa de suscetibilidades a riscos naturais de deslizamentos e enchentes. Ou seja, a ocorrência de deslizamentos na média e alta encosta, o modelado de dissecação em montanhas com milonitos cataclásitos recortados por diques de diabásio, relevo íngreme com altas declividades, cabeceiras de drenagens com interflúvios de 500 m, desmatamentos, cortes nas encostas e a expansão urbana para áreas com declividades elevadas foram fatores condicionantes que representaram a suscetibilidade aos riscos naturais de deslizamentos. Destaca o autor a ausência das ações de planejamento urbano no processo de desenvolvimento das cidades.

Saito (2004) utilizou a análise geoambiental para mapear as áreas suscetíveis a escorregamentos e quedas de blocos no Maciço Central de Florianópolis. Os resultados apontaram que a suscetibilidade a escorregamentos se mostrou mais acentuada nas encostas com inclinações elevadas e ocupadas por assentamentos precários. A suscetibilidade à queda de blocos é mais elevada no entorno da crista granítica fraturada.

A análise das áreas suscetíveis a inundações e escorregamentos da bacia do rio Forquilhas, localizada no município de São José, SC, foi realizada por Cardozo (2009). Os resultados apontaram as porcentagens de áreas para as classes de suscetibilidade a escorregamentos. Para a área total da bacia: nula, 24,80%; baixa, 13,21%; moderada, 21,26%; alta, 33,84%; muito alta, 6,84% da área da bacia. Conclui-se que 49,42% de uma população total de 24.227 habitantes residem em áreas suscetíveis a escorregamentos.

Silva (2010) pesquisou a vulnerabilidade socioambiental para a bacia hidrográfica do rio Itacorubi, localizada no município de Florianópolis, SC. Por meio de indicadores sociais, do histórico de desastres e ferramentas de geoprocessamento, concluiu-se distinguindo que a associação da vulnerabilidade social e ambiental está relacionada com a maior frequência dos deslizamentos. Porém, as inundações ocorrem com maior frequência em áreas onde o fator preponderante é a vulnerabilidade ambiental.

A mesma autora pondera que há uma tendência de determinados grupos — em situações de vulnerabilidades econômica, habitacional, educacional e com características demográficas específicas — ocuparem mais frequentemente locais sujeitos a desastres. Essa tendência, no estudo realizado, não foi confirmada para as áreas com mais registros de inundações, mas caracterizou as áreas com maior frequência de deslizamentos (SILVA, 2010).

A ocupação do Morro da Cruz também foi estudada por Saito (2011) visando à gestão do risco, no âmbito da vulnerabilidade socioambiental, a escorregamentos dos assentamentos precários e moradores no Maciço do Morro da Cruz. Abordaram-se indicadores, como idade, habitação, educação, capital social e coesão social, com a finalidade de contextualizar a gestão de riscos. Esse estudo conclui que a vulnerabilidade socioambiental está mais correlacionada com a exposição física do que com a capacidade de resposta, porém acentua que o efetivo desempenho dos atores envolvidos é fundamental para a consolidação da gestão do risco.

Afonso (1999) pesquisou sobre a urbanização das encostas do Morro da Cruz, na área central de Florianópolis, a partir das condições dos elementos que compõem o sítio, finalizando com um estudo em que propõe um referencial contemporâneo de projeto de arquitetura da paisagem e do ambiente das encostas.

Assim, a proposta de pesquisa na área urbana do município de Biguaçu pretende contribuir para o entendimento das especificidades fisiográficas locais, suscetíveis aos movimentos de massa, e a contribuição antrópica configurando a vulnerabilidade nos processos de instabilidades das encostas. Dessa forma, amplia-se o conhecimento das áreas de risco na porção continental da região conurbada de Florianópolis.

A pesquisa dos processos de suscetibilidade natural visa associar o uso da terra urbana com a dinâmica dos processos naturais, buscando o entendimento dos processos condicionantes e desencadeadores dos movimentos de massa. Enquanto análise da questão urbana, abrangendo

o entendimento da configuração do espaço urbano, ela propõe a elucidação dos processos que geram o risco para a área de estudo.

O trabalho alinha-se com os objetivos propostos na Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2012) referente à identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, promoção do ordenamento da ocupação e uso do solo urbano e rural e prevenção da ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco.

Em geral, o processo de pesquisa em desastres naturais segue a orientação da Agência de Coordenação das Nações Unidas para o Socorro em Desastres (UNDRO, 1991 *apud* CARVALHO, MACEDO, OGURA, 2007), que recomenda duas atividades, que são a prevenção e a preparação para o enfrentamento dos desastres. Este estudo insere-se nas atividades de prevenção, que abrangem os procedimentos de identificar, explicar e localizar os processos de movimento de massa.

A prevenção abrange um conjunto de etapas, sendo elas: a identificação do tipo de processo que ocorre; a explicação de como acontece o processo, os condicionantes naturais e antrópicos; a espacialização por meio do mapeamento, localizando onde ocorrem os problemas; determinação de quando ocorrem os eventos por intermédio das ações de correlação de informações e do monitoramento das variáveis envolvidas no processo (CARVALHO, MACEDO, OGURA, 2007).

A preparação envolve procedimentos em que se determina o que fazer e quem irá fazer. Ou seja, o que fazer diz respeito às medidas estruturais e não estruturais e quem irá fazer se refere a entidades e profissionais aos quais será atribuída a responsabilidade para executar as ações (CARVALHO, MACEDO, OGURA, 2007). As atividades de prevenção e de preparação não ocorrem necessariamente de forma isolada, mas interligadas, num processo de retroalimentação no ciclo de ações na preparação de comunidades mais seguras.

Os processos de prevenção e preparação estão contemplados nas ações de prioridade integrantes do Marco de Ação de Hyogo. Entre as prioridades, propõem conhecer os riscos e determinar ações. Para tanto, identificar, avaliar e observar os riscos de desastres, com base no conhecimento e na capacidade científica, técnica e institucional, visando ao monitoramento das ameaças naturais e à redução da vulnerabilidade das comunidades. Consequentemente, são estabelecidas bases para outra prioridade, a de reduzir os fatores fundamentais do risco referentes ao uso e à ocupação do meio físico, à ausência dos recursos financeiros e de seguridade social. A constante e efetiva mitigação dos elementos do risco

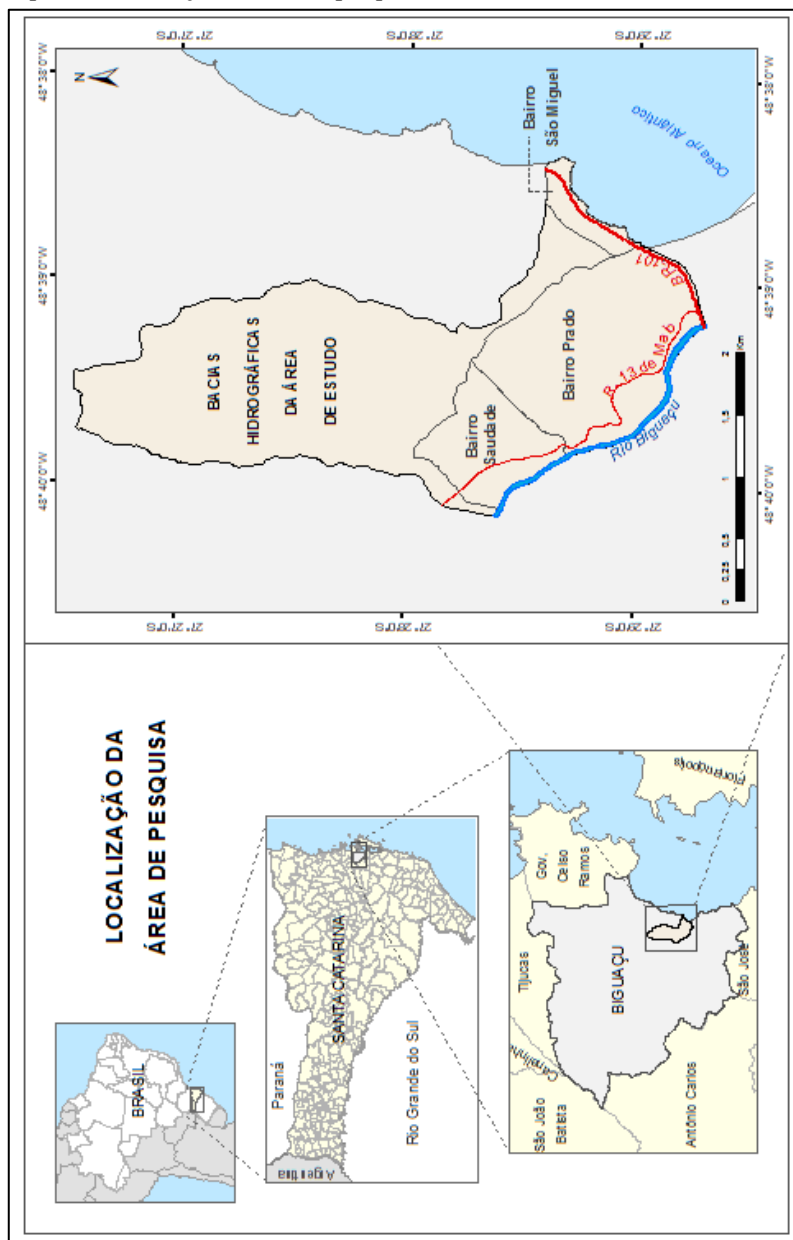
permite às comunidades desenvolver a resiliência aos desastres (ONU, EIRD, 2008).

Na sequência nesse primeiro capítulo é apresentada a área de estudo e um resumo da história do município de Biguaçu, principalmente relacionado à área urbana; as hipóteses, os objetivos e a justificativa da pesquisa. O segundo capítulo é formado pelo referencial teórico. O terceiro capítulo descreve os métodos e as técnicas de pesquisa. O quarto capítulo expõe a evolução dos usos e a ocupação urbana nas encostas e uma abordagem prévia dos desastres socionaturais no município. Os indicadores sociais de infraestrutura da ocupação urbana compõem o quinto capítulo. Os processos físico-naturais condicionantes dos movimentos de massa são contemplados no sexto capítulo. O sétimo capítulo é composto pela análise das interações entre o uso da terra urbana e os fatores fisiográficos das encostas. Convergindo para o final da tese o capítulo oito é direcionado para a determinação das áreas de riscos aos movimentos gravitacionais de massa. Finalizando o trabalho a conclusão sintetiza as respostas as proposições que orientaram essa tese. Encerrando, o referencial bibliográfico que fundamentou a pesquisa.

1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA E SÍNTESE HISTÓRICA DO MUNICÍPIO DE BIGUAÇU

O território pesquisado abrange bairros com áreas urbanas e rurais. Os bairros Saudade, Prado, parte do bairro São Miguel, áreas rurais e adjacentes estão em nível de bacias hidrográficas (Mapa 01). Os limites dos bairros da área urbana central do município de Biguaçu foram delimitados pela Lei Ordinária n. 3051/2011 (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2011).

Mapa 01: Localização da área de pesquisa.



Fonte: Acervo da pesquisa, 2015.

O município de Biguaçu está localizado na região litorânea de Santa Catarina e integra a área conurbada de Florianópolis. No ano de 2010, a população do município era de 58.206 habitantes. Desse total, 52.758 residiam na área urbana e 5.448 na área rural (IBGE, 2010a). A sede do município está localizada na planície costeira, tendo o seu desenvolvimento histórico relacionado ao sítio de ocupação, à acessibilidade ao mar e ao contexto histórico de Florianópolis. Tem sua história relacionada com a Vila de São Miguel e a Colônia de São Pedro de Alcântara. A Freguesia de São Miguel foi fundada em 1748. Esse assentamento recebeu primeiramente imigrantes açorianos. A categoria de Vila foi alcançada em 1º de março de 1833. Em maio do mesmo ano, São Miguel transforma-se em cidade, resultante do aumento da população (SOARES, 1988; ALVES JUNIOR, 2000).

A partir do ano de 1830, ocorre a ocupação das terras localizadas na região conhecida como Alto Biguaçu, na forma de pequenas e médias propriedades rurais. Além da prática da agricultura de subsistência, o corte da floresta para a venda da madeira também era atividade realizada. A madeira era lançada ao rio, que a transportava pela correnteza até a foz, onde era recolhida (SOARES, 1988; ALVES JUNIOR, 2000).

O povoado que originou a cidade de Biguaçu surgiu aproximadamente em 1840. O sítio de ocupação era utilizado como pasto e possuía área de mangue. A economia era baseada no comércio de madeira e no fornecimento de produtos agrícolas para a capital (SOARES, 1988; ALVES JUNIOR, 2000).

O vilarejo na foz do rio cresceu em população, superando a cidade de São Miguel. Então, em dezembro de 1882 foi denominado Freguesia de São João Evangelista. A Freguesia tinha a função de entreposto comercial da produção agrícola. Em 05 de agosto de 1886, pela Lei Provincial de Santa Catarina n. 1092, Biguaçu é elevada à categoria de Vila e sede da Comarca de São Miguel. Ainda no final do século XIX foram construídas estradas que permitiam a ligação de Biguaçu para o interior do município e ao bairro Estreito, em Florianópolis. Em 1926, a cidade recebeu iluminação pública (SOARES, 1988; ALVES JUNIOR, 2000).

Registram-se, nas primeiras décadas do século XX, problemas ambientais associados ao desmatamento e ao assoreamento do rio. Em 1910 foram realizados os últimos cortes das árvores de madeira de lei. Em 1916, uma inundação assoreou o rio (SOARES, 1988; ALVES JUNIOR, 2000).

A população rural de Biguaçu diminuiu ao final dos primeiros cinquenta anos do século XX. As oportunidades na indústria e a

urbanização provocaram o êxodo para a área urbana de Biguaçu e para Florianópolis. A partir de 1960, a pesca industrial intensiva afetou a renovação de cardumes e a pesca artesanal próxima à costa prejudicando, assim, o desenvolvimento da atividade pesqueira (SOARES, 1988; ALVES JUNIOR, 2000).

Em 1970, foi instalada a CASAN, levando o serviço de abastecimento de água para a sede do município. A construção da BR 101, aberta ao tráfego em 1971, ligou o litoral de Santa Catarina aos outros Estados do Brasil. Sua construção impactou as áreas próximas ao mar, alterando o ambiente de vilarejos, florestas, restingas, mangues. Assim, a população nativa foi deslocada devido à especulação imobiliária (SOARES, 1988; ALVES JUNIOR, 2000).

Atualmente, as atividades que mais contribuem para a economia do município são a distribuidora de combustíveis localizada no bairro Rússia, o gasoduto Bolívia-Brasil, a mineração de rochas para a construção civil e a produção de plásticos.

A ocupação do centro urbano ao longo dos anos concentrou-se na faixa costeira, entre o rio Biguaçu, estendendo-se para os limites com o município de São José, ao Sul da área urbana. No entanto, nas últimas décadas, a mancha urbana avança sobre as encostas, incluindo locais com declividades elevadas, por edificações precárias que alertam para a situação de risco de movimentos de massa. A expansão do núcleo urbano também alcançou o limite com a área urbana de São José, esta já limítrofe com a área urbana de Florianópolis. Assim, Biguaçu integrou a área conurbada de Florianópolis.

1.2 PROBLEMAS E HIPÓTESES DE PESQUISA

A instabilidade das encostas em áreas urbanas resulta da interação dos fatores de suscetibilidade do meio físico e das intervenções dos sistemas urbanos no relevo e no solo das encostas. É nas cidades, devido à densidade de ocupação e por meio dos componentes do ambiente construído que o componente social amplia a dimensão da suscetibilidade dos sistemas naturais por meio da suscetibilidade induzida (ALHEIROS *et al.*, 2004).

Por muito tempo ao longo da história, o relevo foi considerado obstáculo à ocupação urbana. A concepção do espaço plano e a reprodução do modelo de ocupação das planícies para as encostas, por longo tempo, impediram o desenvolvimento da percepção das especificidades da ocupação nas encostas (ALHEIROS *et al.*, 2004). A ausência de critérios para a ocupação e a falta de orientações para

interferir e alterar a topografia, ou mesmo de reconhecer o perigo com intervenções no perfil da encosta, configuraram áreas de risco de movimentos de massa.

Os solos das áreas urbanas, em grande parte encobertos pelas estruturas viárias e edificações, tornam-se um elemento praticamente desconhecido. São possíveis exceções áreas de expansão urbana nas quadras e lotes livres de ocupação que expõem rochas e solos associados à vegetação. Essas áreas também estão mais propícias a passarem pelo processo de ocupação espontânea e de forma irregular.

Nesse contexto, fica restrita a abordagem do solo referente a áreas urbanas, devido à dificuldade de acesso aos horizontes superficiais e subsuperficiais por causa do recobrimento do solo com a pavimentação das vias de comunicação e das edificações. Na literatura sobre o meio urbano, de forma geral, refere-se como uso e ocupação do solo urbano o uso que se faz da superfície, visando ao planejamento. Porém, geralmente, não cita ou aprofunda, num sentido pedológico, o solo como compartimento ambiental do espaço urbano.

A complexidade das conexões entre a dinâmica do meio físico e o meio construído, em que os solos, as rochas e o relevo são substrato e suporte, requer uma abordagem sistêmica ou integrada. Considerar as intervenções urbanas como potencializadoras da instabilidade da cobertura superficial nas encostas em áreas urbanas é integrar os sistemas urbanos aos sistemas naturais.

O problema que guia esta pesquisa é assim formulado: Deslizamentos são registrados nas encostas urbanas de Biguaçu e, em maior número, nas encostas paralelas à BR 101. A ausência da sistematização das informações, da espacialização dos fatores que contribuem para os processos gravitacionais de massa e a disponibilidade de informações deixam a população mais vulnerável a estes processos.

A pergunta de pesquisa propõe o seguinte questionamento: Como se configuram os processos que geram os movimentos gravitacionais de massa nas encostas dos bairros Prado e Saudade e áreas adjacentes à BR 101, no município de Biguaçu, SC, a partir das características do sítio de ocupação, associadas à contribuição dos aspectos do uso e ocupação urbana das encostas.

Assim, objetiva-se investigar considerando o espaço-tempo, associando o uso do solo urbano com a dinâmica dos processos naturais que atuam na encosta, para o entendimento dos processos condicionantes dos movimentos de massa. Abrange o entendimento da configuração do espaço urbano sobre o sítio de ocupação como integrante da dinâmica do risco e suas variáveis, o perigo e a vulnerabilidade.

As seguintes hipóteses guiaram a pesquisa:

- a) O relevo e o solo das encostas nos bairros Prado e Saudade e áreas adjacentes apresentam-se suscetíveis aos movimentos gravitacionais de massa.
- b) O risco é um processo historicamente construído com a evolução do uso e ocupação das encostas nos bairros Prado e Saudade e nas encostas paralelas à BR 101.
- c) A ocupação das encostas com a instalação de edificações em geral e da infraestrutura urbana são fatores condicionantes dos movimentos gravitacionais de massa.
- d) As especificidades do uso e ocupação da terra em áreas urbanas podem contribuir para um entendimento diferenciado da relação entre os sistemas naturais e os sistemas construídos no meio urbano, para prevenção de desastres relacionados aos movimentos gravitacionais de massa.

Propõe-se a identificação e a sistematização, por meio da cartografia temática, dos atributos do meio físico e da ocupação urbana, juntamente com a análise dos fatores condicionantes dos processos dos movimentos gravitacionais de massa. A abordagem abrangerá a suscetibilidade natural da dinâmica do meio físico e a vulnerabilidade do sistema urbano por meio da interação das intervenções do padrão de ocupação e de infraestrutura urbana na instabilidade da encosta. Portanto, busca-se a identificação e a compreensão da vulnerabilidade aos processos gravitacionais de massa.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar os processos de instabilidades que geram movimentos gravitacionais de massa nas encostas dos bairros Prado e Saudade e áreas adjacentes à BR 101, no município de Biguaçu, SC, a partir das características físicas e naturais do sítio de ocupação, associadas à contribuição dos fatores do uso e ocupação urbana das encostas, propondo a delimitação das áreas de risco.

1.3.2 Objetivos Específicos

- 1 Mapear e analisar os fatores condicionantes dos processos de instabilidade das encostas, geradores dos movimentos gravitacionais de massa.
- 2 Investigar (para as áreas de maior representatividade) o padrão de ocupação urbana: o modo (a forma) e o modelo (o desenho urbanístico) que contribuem para os fatores de instabilidade das encostas, geradores dos movimentos gravitacionais de massa.
- 3 Mapear e analisar a evolução espacial e temporal de ocupação das encostas e as alterações e intervenções no sítio de ocupação.
- 4 Analisar, de forma integrada, o padrão de ocupação com indicadores socioeconômicos da população.

1.4 JUSTIFICATIVA

O inventário da área analisada apontou a ausência de estudos científicos e específicos dos movimentos gravitacionais de massa referentes às encostas, na área urbana do município de Biguaçu. Os trabalhos técnicos realizados por iniciativa da prefeitura municipal, através da Secretaria do Planejamento e Defesa Civil, identificaram os locais com risco de deslizamentos, incluindo os locais onde já ocorreu a movimentação do material da encosta.

Isso resultou, por parte da Secretaria do Planejamento, em mapas que delimitam cinco áreas de risco de deslizamentos na área urbana. A Defesa Civil do município elaborou relatórios e outros documentos referentes às condições das residências e do entorno das áreas urbanas com riscos iminentes de deslizamentos, que são: relatório de vistoria em local de deslizamento no bairro Prado, em 2009; documento respondendo solicitação da administração municipal sobre as áreas sujeitas a deslizamentos e inundações, em 2010; ofício à Defesa Civil Estadual, em 2010, solicitando apoio técnico para análises e elaboração de pareceres; ofício encaminhado ao Secretário de Estado da Defesa Civil, em 2012, solicitando apoio técnico para o mapeamento das áreas de risco do Município de Biguaçu.

Integrando a Mesoregião da Grande Florianópolis, o município de Biguaçu está em segundo lugar entre os cinco municípios que mais sofreram adversidades climáticas, somando todos os desastres naturais.

Florianópolis foi o município mais impactado (HERRMANN; ALVES, 2014).

A ocupação das encostas localizadas na área urbana abrange áreas ocupadas de forma irregular e sem ordenamento, que estão sujeitas a novas ocupações. As ocupações estendem-se até aproximadamente a meia encosta, mas em alguns locais já avançam em direção às partes mais elevadas dos morros. As áreas da alta encosta estão cobertas com vegetação secundária em diferentes estágios de regeneração, transpostas por poucas estradas, sem pavimentação nem drenagem.

Associado a fatores urbanos locais, é relevante destacar a localização geográfica da cidade de Biguaçu, que faz parte da região metropolitana da Grande Florianópolis. Integrando a área conurbada de Florianópolis, recebe o fluxo de migrantes que têm a capital como destino, mas, devido ao alto custo de vida na capital do Estado, residem nas cidades vizinhas, geralmente ocupando as áreas de expansão urbana nos municípios do entorno. Assim, além da carência local por habitação, acrescenta-se o atendimento da demanda social das famílias que chegam à cidade com a possibilidade de ocupar as áreas de encostas.

As tabelas 01 02 apresentam o crescimento da população dos municípios da área conurbada de Florianópolis, no período de 1960 a 2010. Observa-se o acréscimo da população da região conurbada no período, com significativo aumento a partir da década de 1980. Os municípios com maior aumento populacional no início do século XXI foram, na sequência, Florianópolis, São José, Palhoça e Biguaçu. Entre esses municípios, Biguaçu foi o que apresentou o menor percentual de crescimento, porém apresenta aumento significativo da população a partir da década de 1980.

As informações mostram o crescimento da população do município de Biguaçu na área urbana, já que a população rural apresentou significativo decréscimo a partir da década de 1970, mantendo a tendência de redução, porém menor para a última década.

Tabela 01: Evolução da população rural e urbana e densidade demográfica dos municípios da região conurbada de Florianópolis conforme Censo do IBGE 1960, 1970, 1980, 1991 e 2000.

CIDADE	1960		1970		1980		1990		2000	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
FLORIANÓPOLIS	78752		115547		153652		192073		331784	
Urbana	73889	93,82	115547		153652		192073		321778	96,98
Rural	4863	6,18							10006	3,02
Hab/ km ²	180,62		265,02		352,41		440,53		760,97	
SÃO JOSÉ*	17116		22946		41957		52133		169252	
Urbana	3251	18,99	17852	77,80	37650	89,73	44643	85,63	167268	98,83
Rural	13865	81,01	7094	30,92	4307	10,27	7490	14,37	1984	1,17
Hab/ km ²	62,47		83,74		153,13		190,27		1471,76	
PALHOÇA	9203		14636		31302		59809		102286	
Urbana	2033	22,09	6008	41,05	29625	94,64	58182	97,28	97458	95,28
Rural	7170	77,91	8628	58,95	1677	5,36	1627	2,72	4828	4,72
Hab/ km ²	28,58		45,45		97,21		185,74		317,66	
BIGUAÇU	10317		11354		16942		29973		47776	
Urbana	2172	21,05	5767	50,79	13120	77,44	25257	84,27	42622	89,21
Rural	8145	78,95	5587	49,21	3822	22,56	4716	15,73	5154	10,79
Hab/ km ²	34,16		37,60		56,10		99,25		158,20	
R. CONURBADA	115388		164483		243853		333988		651098	
Urbana	81345	70,50	143174	87,04	234047	95,98	320155	95,86	629126	96,63
Rural	34043	29,50	21309	12,96	9806	4,02	13833	4,14	21972	3,37
Hab/ km ²	86,50		123,30		182,80		250,37		554,13	

Fonte: Mendonça, 2002.

Observação: em 1994 houve a redução da área do município de São José, devido ao desmembramento do município de São Pedro de Alcântara.

Tabela 02: Evolução da população rural e urbana e densidade demográfica dos municípios da região conurbada de Florianópolis, conforme Censo do IBGE 2010.

Município	2010	
	Total	%
Florianópolis	421.240	
Urbana	405.286	96,21
Rural	15.954	3,79
Hab/km ²	627,24	
São José	209.804	
Urbana	207.302	98,81
Rural	2.492	1,19
Hab/km ²	1.388,17	
Palhoça	137.334	
Urbana	135.311	98,53
Rural	2.023	1,47
Hab/km ²	347,68	
Biguaçu	58.206	
Urbana	52.758	90,64
Rural	5.448	9,36
Hab/km ²	155,44	
Região conurbada	826.584	
Urbana	800.667	96,86
Rural	25.917	3,14
Hab/km ²	519,15	

Fonte: IBGE, 2010a, b.

Na análise da ocupação das encostas urbanas, as condições socioeconômicas estão presentes no padrão de construção das habitações. A tendência é que as famílias de menor poder aquisitivo se estabeleçam em áreas impróprias para ocupação, em edificações precárias. No entanto, áreas de risco em encostas são ocupadas também por edificações de melhor padrão construtivo e famílias com renda mais elevada.

Esse contexto é encontrado nos bairros Prado e Saudade e áreas adjacentes à BR 101, que mostram a ocupação em setores impróprios das encostas, que apresentam risco aos movimentos de massa. Por outro lado, isso indica a carência de políticas públicas e de planejamento territorial municipal em disciplinar o uso da terra ao longo da evolução da ocupação das encostas urbanas. Ou seja, pode-se falar de uma vulnerabilidade institucional do agente público na gestão integral do risco (CHARDON, 2008a; RIOS, 2004).

Assim sendo, esta pesquisa visa agregar conhecimentos aos demais estudos sobre a ocupação das encostas urbanas. O mapeamento e a análise

integrada, além de instrumentos da pesquisa científica, são ferramentas do planejamento e da gestão urbana referente ao controle da ocupação das encostas. A aplicação desses instrumentos possibilitará uma leitura dos processos naturais e antrópicos relativos aos movimentos de massa. Poderá contribuir, ainda, com o planejamento municipal e com as ações da Defesa Civil local nas atividades de prevenção e mitigação dos riscos referentes à ocupação das encostas.

Os estudos das áreas de risco aos movimentos de massa exigem, continuamente, a produção do conhecimento técnico e científico, devido às diferenças regionais e locais a serem consideradas e à dinâmica da evolução da paisagem. Neste projeto, a abordagem geomorfológica tem o foco nos processos condicionantes do meio natural, e também nas intervenções de uso e ocupação do solo urbano que alteram significativamente a resistência à ruptura do material superficial, o solo, que recobre as encostas. O padrão de ocupação das encostas reflete os fatores socioeconômicos e culturais que implicam na organização socioespacial local.

A urbanização e o surgimento das áreas urbanas conurbadas — e das metrópoles, de forma mais específica — bem como a expansão dos centros urbanos e a ocupação das áreas de morros alteram o relevo para o estabelecimento das edificações e das estruturas urbanas. Os movimentos de massa nas encostas são fenômenos naturais e sucessivamente registrados ao longo do século XX (OLIVEIRA, BRITO, 1998), principalmente nas últimas décadas. São objetos de estudos dos pesquisadores que buscam o entendimento dos processos condicionantes e deflagradores dos eventos, e a intensidade dos processos hidrológicos e geomorfológicos envolvidos. Da mesma forma, tornou expressiva a necessidade do reconhecimento do risco de movimentos de massa nas encostas urbanas, sob diferentes formas e modelos de ocupação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O arcabouço teórico aborda os principais temas referentes aos processos naturais da dinâmica superficial das encostas sejam eles os processos de transporte de massa e os movimentos gravitacionais de massa, à instabilidade das encostas urbanas abrangendo os fatores intrínsecos da dinâmica do meio físico – suscetibilidade natural, os fatores deflagradores dos movimentos de massa, problematiza o processo de ocupação de encostas em áreas urbanas e a formação das áreas de risco.

2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS NA ANÁLISE DOS PROCESSOS DE DESASTRES SOCIONATURAIS

Uitto (1998) afirma que um desastre ocorre quando um perigo ou ameaça (*hazard*) atinge uma população exposta e vulnerável. Essa definição sintetiza os elementos principais dos desastres: a ameaça e a população vulnerável. É a população da área de abrangência de uma ameaça, com maior ou menor grau de vulnerabilidade, que caracteriza o desastre.

O documento orientador da Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais (ISDR, 2009) define o desastre como o rompimento do funcionamento da sociedade, devido às perdas humanas e materiais que afetam a habilidade da sociedade de se recompor, usando seus próprios recursos, ou seja, o comprometimento da reconstrução material e reabilitação das relações sociais.

Deeg (1992) observa que a experiência de perda referente ao processo de desastre pode abranger várias escalas e tipos. Destaca-se que as perdas podem ser materiais e imateriais. A escala de abrangência da perda envolve o indivíduo, a família e se expande para o restante da rede de relações sociais. Assim, expande-se para além dos bens materiais, pois inclui a perda de pessoas, interrompendo uma convivência familiar e, também, outros círculos de convivência social.

Desastres naturais provocam danos e prejuízos em diferentes magnitudes nas áreas atingidas. Porém, os danos e prejuízos apresentam-se diferentes para as instituições, classes sociais e indivíduos. Ao encontro dessa afirmação, Alcântara-Ayala (2002) salienta que os desastres naturais produzem danos físicos e sociais que se ampliam por meio das consequências dos desastres. Observa, ainda, a importância da magnitude e da frequência para a análise do desastre.

Os desastres urbanos são lembrados por Parker e Michel (1995). A complexidade do ambiente urbano dificulta a distinção entre desastres

naturais, tecnológicos, industriais, sociais ou biológicos puros. Justificam os autores, afirmando que os riscos urbanos têm inúmeras causas e são altamente interativos. Nesse sentido, o planejamento e a gestão urbana, controlando e restringindo a ocupação e o uso da terra urbana, podem atuar sobre as causas dos riscos instalados nas cidades, juntamente com as políticas sociais públicas, fortalecendo a resiliência das comunidades. Conseqüentemente, criando e reforçando a capacidade de respostas aos desastres.

Pode-se, portanto, afirmar que os desastres podem ser denominados de socionaturais, ou processos que integram a dinâmica da natureza, mas que as ações antrópicas potencializam os efeitos (CARDONA, 2003). Propõe o termo “ameaças socionaturais” para se referir aos fenômenos que representam a reação da natureza frente à intervenção humana, deteriorando o ambiente. Os fatores naturais e sociais são ponderados na identificação da ameaça. Explica, ainda, que a distinção entre as ameaças naturais e ameaças socionaturais permite atuar nas causas e não apenas nas conseqüências dos desastres, imprimindo efetividade à gestão do risco.

A abordagem do processo do risco de desastres pode ser realizada no âmbito quantitativo ou qualitativo, ou em ambas, enfatizando uma ou outra variável, quais sejam: a ameaça, o perigo, a suscetibilidade, a vulnerabilidade, o dano e o prejuízo. Cardona (2001) define o risco nas duas perspectivas, ou seja, como o potencial de perda que pode ocorrer ao indivíduo ou ao sistema exposto, resultado da convergência e da concretização da ameaça e da vulnerabilidade. O autor acrescenta a análise quantitativa do risco, por meio do cálculo da probabilidade em que são determinados os prejuízos econômicos, sociais ou ambientais para um sítio e para um tempo definido.

O risco é a probabilidade de acontecimentos de eventos extremos, considerando, na sua determinação, a abrangência espacial, temporal e as perdas ocasionadas. Outra característica está relacionada ao tempo de ocorrência, que, em grande parte, são eventos súbitos e inesperados. A magnitude está relacionada com o tamanho da área de impacto, que, em geral, quanto maior a área, maior o prejuízo. Porém, intervém a densidade da ocupação e as atividades instaladas. A evolução, isto é, o histórico de ocorrência refere-se à frequência do desastre na mesma área e à variação do impacto que reflete o uso da terra. Por fim, acrescenta-se a irregularidade anual da ocorrência dos desastres (KOPYANA, *et al.*, 2004).

Riscos naturais são causados por forças da natureza, mas que envolvem também a ação humana cristalizada na organização dos espaços

urbanos e rurais. A alteração do meio, desconsiderando os riscos naturais, potencializa a ocorrência dos desastres, resultando em maior impacto, ou seja, na magnitude dos danos e prejuízos (GUERRA, 2003). Portanto, podemos afirmar que os desastres são processos socionaturais, que podem ser incluídos os impactos cumulativos e sinérgicos na análise da magnitude e intensidade dos desastres.

Kobyama (2004) define risco natural, ou *natural hazards*, como eventos ameaçadores, capazes de produzir danos ao meio físico e social, não só considerando o seu momento de ocorrência, mas em longo prazo, devido às consequências de um desastre. No entanto, a população caracteriza a realidade cultural, política e econômica da sociedade, interagindo com a complexa rede de fatores físicos configurando o risco (MATTEDI, BUTZKE, 2001).

Perigo ou ameaça, na maioria das vezes, são conceitos tratados como sinônimos (CARDONA, 2003). Compreende-se como uma abrangência de um evento físico, potencialmente prejudicial, fenômeno e/ou atividade humana, que pode causar a morte e/ou lesões, danos materiais, interrupção de atividade social e econômica ou degradação ambiental. Incluem-se, ainda, os impactos cumulativos e/ou sinérgicos quando se referem à formação de processos ou eventos de ameaças ou perigos posteriores ao evento de desastres de origem natural ou antrópica.

As ameaças podem ter origem natural, socionatural, antrópicas, tecnológicas ou uma combinação destes processos (CARDONA, 2003). Caracterizam-se por sua localização, magnitude ou intensidade, a frequência e a probabilidade de ocorrência (IDNDR, 1995). É a partir do registro da série histórica dos desastres que a probabilidade estatística pode ser aplicada para estimar a frequência das ameaças ou perigos no tempo e no espaço (BLAIKIE *et al.*, 1996).

É enfatizando a probabilidade matemática que Cardona (2001) conceitua a ameaça e a vulnerabilidade como fatores do risco. Caracteriza a ameaça como um perigo que pode se concretizar em circunstâncias favoráveis, ou um fator do risco externo a um sistema, ou sujeito exposto, que se manifesta com uma intensidade sobre um local e tempo específico. Ao tratar da vulnerabilidade, define como um processo interno a um sistema, ou seja, a suscetibilidade de indivíduos ou comunidades de sofrer danos e prejuízos em eventos de desastres. Salienta a necessidade de perguntar quais perigos ou ameaças determinam a vulnerabilidade num determinado espaço e tempo.

Em se tratando de vulnerabilidade, segundo Mitchel (1999), está implícito o potencial para a perda, para o prejuízo. Pode ser avaliada pelo grau de medida com que as pessoas estão expostas a sofrer um prejuízo.

A exposição reflete as características de indivíduos e grupos sociais que habitam e organizam determinado espaço, conforme as características sociais, econômicas, ambientais e culturais. Podem ser identificados diferentes graus de vulnerabilidade para indivíduos e grupos, por meio da associação de fatores como classe, gênero ou etnia.

Desta forma, Lavell (1999) enfatiza que para a vulnerabilidade não pode ser atribuído um valor absoluto, pois depende do tipo e da intensidade da ameaça e da vulnerabilidade de uma determinada área. Quanto à vulnerabilidade o mesmo autor define como um estado de desequilíbrio entre a dimensão social, o meio físico-construído e o natural. Visando o desenvolvimento teórico, conceitual, a delimitação das causalidades e das responsabilidades, e as ações da gestão do risco. Propõe uma categorização das ameaças sob a perspectiva heurística, quais sejam ameaças naturais, socionaturais, antrópico-contaminantes, e antrópico-tecnológicas (LAVELL, 1999).

Cardona (2001) define a vulnerabilidade como a reduzida capacidade da população em ajustar-se ou adaptar-se a determinadas circunstâncias do meio. Ou seja, a predisposição ao dano e ao prejuízo de um elemento exposto à ameaça. Blaikie *et al.* (1996) propõem a análise da vulnerabilidade desde a capacidade para antecipar e, na sequência, sobreviver, resistir e recuperar os impactos de um desastre. Esse conjunto de fatores identifica o grau de risco à vida e as condições de subsistência dos indivíduos ou comunidades, e se o perigo é de origem natural ou social.

Assim, conforme Alcantara-Ayala (2002) é possível afirmar que os diferentes tipos de vulnerabilidades são resultados do desenvolvimento histórico nos seus aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais. É um processo dinâmico, que possui uma diversidade de aspectos para cada sociedade, abrangendo as dimensões do universo e do indivíduo. Ao encontro dessa afirmação está a explicação de vulnerabilidade, conforme (CÉRDAN, 2007), quando atribui a vulnerabilidade à porção do território e suas condições naturais e humanas específicas que interagem com o tipo e a magnitude do desastre, gerando efeitos adversos.

A análise da vulnerabilidade requer a integração das características das condições atuais da população e as relações com os processos sociais, econômicos e políticos que conduzem as pessoas a diferentes graus de risco. Nesse contexto, Alcântara-Ayala (2002) identifica a vulnerabilidade total como uma função de diferentes tipos individuais de vulnerabilidade presentes numa área determinada. Acrescenta, ainda, que a vulnerabilidade determina a magnitude de um desastre, o nível de resiliência das comunidades e o processo de recuperação. Distingue a

vulnerabilidade natural como a exposição dos sistemas humanos aos fenômenos naturais perigosos e a localização em áreas com elevado grau de suscetibilidade aos riscos naturais.

Cannon (2003) adverte que os muitos aspectos da vulnerabilidade são usados de forma imprecisa para caracterizar muitas coisas e situações, e aplicam-se às pessoas, às estruturas e infraestruturas, entre outras situações. A análise dos processos de vulnerabilidade com enfoque nas estruturas físicas, isoladas das pessoas, produz uma interpretação parcial da vulnerabilidade total. Consequentemente, as ações são mais voltadas para as intervenções técnicas do que para os processos sociais, econômicos e políticos.

A abordagem estritamente técnica resulta, conforme Cardona (2001), da abrangência das ações em níveis de ameaça e de vulnerabilidade física. Na primeira situação, restringe a análise ao agente deflagrador do desastre e não ao condicionante do processo, a vulnerabilidade. Já na segunda condição, o enfoque na vulnerabilidade física dos elementos construídos e expostos oportunizou um trabalho multidisciplinar de diferentes especialistas. O autor destaca que nos países em desenvolvimento a vulnerabilidade física é consequência da vulnerabilidade social. Acrescenta que a vulnerabilidade social se intensifica e permanece ao longo do tempo. Pode ser gerida e responde aos aspectos culturais e ao nível de desenvolvimento das comunidades.

Vulnerabilidade aos desastres não é sinônimo de pobreza, advertem Cannon (2003), Chardon (2008a) e Alcântara-Ayala (2002). Uma pessoa pobre pode ser vulnerável a alguns tipos de perigos, mas não a todos. A análise da vulnerabilidade deve envolver especificamente as categorias previstas para relacioná-las aos perigos que ameaçam determinada área e população (CANNON, 2003; WILCHES-CHAUX, 1993). Alcântara-Ayala (2002), Maskrey (1998a) e Cardona (2001) argumentam que algumas características resultantes dos sistemas econômicos, sociais, políticos e culturais reduzem ou impedem a igualdade de acesso às oportunidades, consequentemente refletindo nas desigualdades sociais, característica dos países em desenvolvimento.

Assim, diferentes abordagens são aplicadas na análise, considerando os critérios de vulnerabilidade do lugar. Por exemplo, Fuchs (2009) analisa uma região montanhosa da Áustria, na Europa, densamente povoada a partir dos critérios de vulnerabilidade do lugar. Nesse contexto, é importante reconhecer a vulnerabilidade como sendo mais do que os danos às construções domésticas e o colapso das infraestruturas em geral.

Isto é, os componentes da vulnerabilidade estão relacionados também à sociedade civil e ao capital social, pois envolve o grau de

marginalização política, o envolvimento do Estado, o desenvolvimento da democracia, a habilidade dos organismos para representar e defender os interesses das pessoas e o acesso destas às redes das organizações que podem estar envolvidas na ajuda e reconstrução, salienta Cannon (2003).

Acrescenta o autor que, agindo na prevenção do desastre, também é possível intervir no desenvolvimento socioeconômico com atenção aos aspectos ambientais, reduzindo a vulnerabilidade, enquanto reduz também a pobreza. A vulnerabilidade social é complexa e envolve um grupo de características relacionadas diretamente às pessoas: o bem-estar individual, as condições de subsistência e de resiliência, a autoproteção, a proteção social, a segurança da sociedade civil, as redes de atuação políticas, sociais e institucionais (CANNON, 2003, CHARDON, 2008a).

A vulnerabilidade, portanto, está associada às condições sociais, econômicas e culturais de um sistema humano, e é determinada pelo grau de planejamento para os desastres, a infraestrutura e as condições dos assentamentos, principalmente para a área urbana. Acrescenta-se que a vulnerabilidade possa ser potencializada se os desastres naturais não forem considerados no momento do projeto, seja das edificações, dos projetos urbanos ou das políticas públicas nas diferentes instâncias do poder público (EL-MASRI, TIPLLE, 2002; PHILIPPI JR, SALLES, SILVEIRA, 2005).

As cidades dos países em desenvolvimento apresentam áreas urbanas com significativos fatores de vulnerabilidade (EL-MASRI, TIPLLE, 2002; ALCÂNTARA-AYALA, 2002; LAVELL, 1999). Os assentamentos espontâneos, em geral, resultam da especulação imobiliária e da falta de acesso ao mercado imobiliário urbano, devido à situação de pobreza da população que produz as piores condições de moradias (EL-MASRI, TIPLLE, 2002).

Há de se considerar também a fragilização das condições de vulnerabilidade dos assentamentos consolidados. Outros fatores citados são a expansão urbana irregular, a ocupação de áreas de risco e de preservação ambiental e ambientes insalubres, que são permitidos pela ausência ou inadequadas políticas públicas e legislação ambiental e urbana. Acrescenta-se a ausência do planejamento urbano, a médio e longo prazo, e a negligência no controle e monitoramento do uso e ocupação da terra urbana como elementos encorajadores das ocupações irregulares (EL-MASRI, TIPLLE, 2002).

Nesse contexto, El-Masri e Tiplle (2002) esclarecem que os desastres são causados pelos problemas de desenvolvimento não resolvidos, refletindo o fracasso deste processo, consolidando ao longo do tempo a vulnerabilidade socioeconômica e estrutural. Pondera, ainda,

que medidas efetivas de mitigação não dependem somente de soluções tecnológicas, mas de uma ampla variedade de medidas, de técnicas de engenharia, da gestão da terra urbana, da regulamentação social e progresso econômico, porém direcionados para a redução da desigualdade social. Destacam o planejamento com a participação da população como forma de mobilizar a comunidade para a cooperação e manutenção dos assentamentos, em longo prazo.

Especialistas que participam da Estratégia Internacional para a Redução de Desastres e do Centro Internacional de Investigações para o Desenvolvimento afirmam que a vulnerabilidade está aumentando em diferentes escalas de abrangência, do indivíduo, das comunidades locais, da região e dos países, e observam que já se pode falar de uma vulnerabilidade global. A vulnerabilidade é um processo dinâmico. Isso explica a extensão da vulnerabilidade no espaço e no tempo, reflexo das interações dos diferentes fatores internos e externos que fragilizam a resiliência da população (WILCHES-CHAUX, 1993; WILCHES-CHAUX, 1998; EIRD/IDRC, 2007, CHARDON, 2008a).

Nesse sentido, o impacto da ameaça sobre uma área vulnerável também se amplia, pois os conceitos de ameaça e de vulnerabilidade geram-se mutuamente e são inseparáveis. Para a definição do risco são os fatores condicionantes. Assim, não há a ameaça sem elemento, sujeito ou comunidade vulnerável. E a vulnerabilidade apenas se manifesta diante de um fenômeno que representa a ameaça ao sistema (CARDONA, 2001; EIRD/IDRC, 2007).

Abramovitz (2001) pondera que as ações de socorro e ajuda por ocasião dos desastres são prioridades pelos governos em detrimento da preparação e mitigação, pois aquelas obtêm um maior suporte financeiro e notoriedade política. Para o autor, deve-se aprender a lidar com os desastres naturais. Porém, pode-se agir para minimizar os perigos que são criados e agravados, reduzindo a vulnerabilidade a esses perigos. Ressalta, também, a importância da participação da comunidade no planejamento e implementação das ações, seja para a mitigação, a recuperação e a redução dos efeitos cumulativos e sinérgicos que podem acentuar os efeitos de um desastre.

Para tanto, Abramovitz (2001) propõe que a mitigação de desastres envolva estratégias de desenvolvimento sustentável, tanto nas questões sociais, econômicas e ambientais. Mitchel (1999) conclui que um efetivo manejo dos riscos exige programas que estejam integrados às demais metas da gestão urbana sustentável. Nesse sentido, apresentam-se os argumentos de Blackie *et al.* (1996) quando se refere às tecnologias aplicadas aos processos de mitigação e reabilitação das áreas impactadas

por desastres. Os efeitos das novas tecnologias na recuperação do sítio e o restabelecimento da dinâmica socioeconômica podem convergir para diminuir ou aumentar a vulnerabilidade da comunidade aos desastres.

Alcântara-Ayala (2002) e Cardona (2001) reconhecem que a vulnerabilidade se apresenta de diferentes formas, e destacam que este processo é mais acentuado para aqueles países em desenvolvimento propensos a desastres naturais. Justifica o aumento da vulnerabilidade aos problemas devidos à marginalização da população e à situação econômica, política, social e cultural, comprometendo a organização para a prevenção e superação dos desastres naturais.

Fuchs (2009) discute a separação da vulnerabilidade e da suscetibilidade na abordagem dos desastres ambientais. Explica que a vulnerabilidade é o pilar de sustentação para as múltiplas disciplinas de enfoque social ou técnico, resultando numa variedade de paradigmas qualitativos ou quantitativos. No entanto, o autor defende a interação e interdependência entre as teorias e as disciplinas na construção da resiliência ao desastre, pois as atividades humanas são dependentes da configuração ambiental em que se realizam. Portanto, o estudo da vulnerabilidade técnica, institucional, econômica e social não descarta o enfoque na suscetibilidade. Argumenta que a vulnerabilidade descreve a suscetibilidade dos elementos do ambiente físico que compõem o risco diante dos diferentes tipos e intensidade dos processos, da distribuição espacial e temporal.

Utilizando o critério de vulnerabilidade do lugar, aplicado a uma região montanhosa na Áustria, Fuchs (2009) sugere duas etapas para avaliar a vulnerabilidade, que correspondem também à resiliência: o conceito de vulnerabilidade é baseado na avaliação integrada da interação homem-ambiente, por meio de uma abordagem geográfica baseada na perspectiva social-ecológica; e a vulnerabilidade analisada na perspectiva do lugar de estudo e ampliada numa ordem capaz de avaliar os impactos dos efeitos adversos em nível regional.

A análise integrada da sociedade e o ambiente requer a identificação dos fatores fisiográficos do ambiente para caracterizar a ameaça. Na análise dos riscos, trata-se da suscetibilidade natural ou condicionantes de origem natural. Autores também identificam a suscetibilidade induzida, como as alterações antrópicas no ambiente que configuram condições de perigo.

2.2 MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA: TIPOLOGIAS DOS PROCESSOS E AS CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS DAS ENCOSTAS

Os movimentos gravitacionais de massa são processos naturais que integram a dinâmica dos sistemas naturais que atuam nas vertentes. Esses movimentos diferenciam-se pela geometria, cinemática, volume deslocado, distância do deslocamento, tipo de materiais envolvidos no processo, em que se distinguem quatro categorias principais: rastejos, escorregamentos, quedas ou tombamentos e corridas de massa (CUNHA *et al.*, 1991; HIGLAND, BOBROWSKY, 2008).

O material superficial, composto de solo, rocha, lama ou outros materiais, de forma individual ou associada, é deslocado encosta abaixo quando a força da gravidade supera a coesão — a resistência à deformação dos solos (PRESS *et al.*, 2006). As forças atuantes superam as resistências dos sistemas naturais, promovendo modificações por deformações do terreno, alteração de posição ou mudanças na estrutura química (INFANTI JR, FORNASSARI FILHO, 1998). Depois do deslocamento inicial, podem atuar outros agentes de transporte de massa, como exemplo a água e o gelo. Diversos fenômenos promovem a deflagração desse processo, como terremotos, inundações, precipitações e outros eventos geológicos (PRESS *et al.*, 2006).

O entendimento dos movimentos de massa abrange o estudo de: material mobilizado nas vertentes, agentes condicionantes, agentes deflagradores, frequência de ocorrência e a magnitude dos impactos. Contudo, as intervenções no relevo da encosta, as alterações nos cursos de águas superficiais e subsuperficiais, os acúmulos de resíduos de diferentes formas e espécies potencializam os processos naturais e evidenciam os fatores antrópicos, produzindo riscos aos movimentos de massa.

Contribuem para a instabilidade das encostas nas áreas urbanas: escoamento e concentração das águas servidas e pluviais, vazamentos nas redes de abastecimento de água, retirada da vegetação, alteração na geometria da encosta com cortes e aterros, deposição de lixo e entulhos, fossas sanitárias. Os autores acrescentam ainda os escorregamentos induzidos, aqueles cujas intervenções nas encostas contribuem para a deflagração do movimento (CUNHA *et al.*, 1991; AUGUSTO FILHO, 1995).

Uma análise mais acurada mostra que a origem do problema não está apenas nas ações dos moradores, mas na oferta dos serviços públicos de abastecimento de água, de esgoto, coleta de resíduos e entulhos e a

drenagem urbana das águas pluviais. Ou seja, serviços urbanos que demandam a ação da administração pública (FARAH, 2003).

Ogura, Silva e Vieira (2004) afirmam que o reconhecimento das tipologias dos processos de escorregamentos é um procedimento necessário para avaliar os cenários de riscos de acidentes quanto à “[...] magnitude dos processos esperados, raios de alcance, volumes mobilizados, energia e impactos destrutivos.” (OGURA, SILVA, VIEIRA, 2004, p. 47).

Os rastejos ou *creep* são movimentos gravitacionais de massa, de movimentação lenta, centímetros por ano, abrangendo grandes áreas da encosta, geralmente com limites (geometria) indefinidos, como também a ausência da diferenciação entre o material em movimento e o material sem movimentação. Não apresentam superfícies nítidas de rupturas e podem ocorrer na forma de fendas na superfície e inclinações no terreno (GUERRA, 2005; GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Encostas com rastejos são locais de elevada instabilidade natural (CUNHA *et al.*, 1991). Alterações no teor de água no material podem iniciar o deslocamento. Porém, na estação seca o movimento pode parar. Podem mobilizar solo, rocha ou a mistura dos dois (GUIDICINI; NIEBLE, 1983), em solos residuais e em depósito de tálus (CUNHA *et al.*, 1991). Podem comprometer desde pequenas obras até grandes estruturas. Inclinações de árvores, postes, muros, rachaduras, trincas no terreno, que evoluem lentamente, são indicações dos movimentos de rastejos. Intervenções antrópicas nas encostas, como corte na extremidade inferior e média da encosta, interferem na estabilidade do talude (CUNHA *et al.*, 1991).

O principal agente desencadeador é a ação da gravidade, com contribuição das consequentes variações da temperatura e umidade no solo. O processo pode ser diferenciado conforme a ação da variação térmica, provocando a expansão e a contração da massa de material e o deslocamento na encosta. A expansão e a contração ocorrem influenciadas pela variação da temperatura, sendo que em profundidades inferiores age apenas a gravidade (GUIDICINI, NIEBLE, 1983). Portanto, se caracterizam por uma deformação plástica no material superficial que recobre a encosta (INFANTI JR, FORNASSARI FILHO, 1998).

Guidicini e Nieble (1983) denominam movimentos complexos de massa aqueles movimentos múltiplos ou complexos, sob a ação de vários agentes simultâneos ou sucessivos, e a mudança nas características morfológicas, mecânicas ou causais durante a mobilização dos terrenos instáveis.

Os rastejos podem acontecer em horizontes superficiais de solos, entre horizontes de transição solo e rocha e em rocha alterada e fraturada em profundidade (INFANTI JR, FORNASSARI FILHO, 1998). A massa em movimento de rastejo, ao encontrar um talude mais íngreme, pode transformar-se em escorregamento. Se encontrar obstáculos no deslocamento, pode embarrigar, dobrar ou romper (HIGLAND; BOBROWSKY, 2008; GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Guidicini e Nieble (1983) especificam a diferença do mecanismo de deformação entre os fenômenos de rastejo e escorregamento. Diferem-se pelo comportamento do material ao alcançar, ao longo da superfície de movimentação, a tensão de cisalhamento. No primeiro, é o de um sólido; no segundo, se assemelha a de um líquido muito viscoso. Esta última condição caracteriza a tensão de fluência.

A tensão, a partir da qual os terrenos passam a sofrer fluência, é menor que a tensão de cedência ao cisalhamento, estando relacionada à curva tensão-deformação do material do talude. Abaixo da tensão de fluência, o mecanismo permanecerá estável. Quando excederem o valor, o terreno iniciará a movimentação na forma de rastejo, mas quando alcançar valores iguais aos da resistência máxima ao cisalhamento ocorre o início do escorregamento, com a ruptura do talude ou da encosta (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Os escorregamentos são movimentos gravitacionais de massa que envolvem solo ou rocha, ou uma complexa mistura de solo e rocha e, dependendo do local, de lixo doméstico. O volume do material, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora da encosta, gera movimento rápido, de duração relativamente curta (FERNANDES; AMARAL, 2000; INFANTI JR, FORNASSARI FILHO, 1998).

Os escorregamentos apresentam plano de ruptura e volumes definidos. Eles permitem a distinção entre o material mobilizado e o que permaneceu na encosta. O plano de ruptura pode adquirir a forma planar ou de cunha, caracterizando o escorregamento translacional, ou superfície em forma côncava nos escorregamentos rotacionais, também denominados de *slumps* (FERNANDES; AMARAL, 2000). As rupturas por cisalhamento ocorrem pelo aumento das tensões atuantes, ou queda da resistência, ou ambos (INFANTI JR, FORNASSARI FILHO, 1998).

O escorregamento rotacional ou circular ocasiona uma superfície de ruptura côncava para cima, onde na superfície ocorre o movimento da massa deslizada. A direção do movimento é aproximadamente rotatória em torno de um eixo paralelo ao contorno do talude. As condições que propiciam esse tipo de movimento são: solos espessos e homogêneos e

manto de alteração originado de rochas argilosas (FERNANDES; AMARAL, 2000; HIGLAND; BOBROWSKY, 2008).

Tais fenômenos podem ocorrer de forma múltipla, com rupturas combinadas e sucessivas (INFANTI JR, FORNASSARI FILHO, 1998). Em condições em que o movimento encontra heterogeneidade de materiais ou descontinuidades com resistências mais baixas, a superfície passa a ser mais complexa, podendo ocasionar extensões lineares, assumindo a característica de movimento misto, podendo ser progressivo, translacional (na base) - rotacional, ou regressivo rotacional (na base) - translacional (UERJ, 2008).

No Brasil, os escorregamentos rotacionais de solo são processos comumente verificados nas encostas e, geralmente, caracterizados como catastróficos. Exemplos são os escorregamentos que ocorreram em Santos, SP, em 1928 (Monte Serrat) e entre os escorregamentos do evento de 1956 (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Os escorregamentos translacionais são apontados, por Fernandes e Amaral (2000), como o tipo mais frequente entre os movimentos de massa. São caracterizados na amplitude como compridos e rasos, em que o plano de ruptura, geralmente, encontra-se entre 0,5 e 5,0 metros. A superfície de ruptura planar tende a acompanhar as descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas existentes no interior do material, que podem ser resultantes: da atividade de processos geológicos (por ex.: acomodamentos, fraturas), geomorfológicos (por ex.: depósito de encostas) ou pedológicos (por ex.: contatos entre horizontes e entre solos e rochas) (FERNANDES; AMARAL, 2000).

Os escorregamentos translacionais podem ser classificados quanto ao material transportado em: escorregamentos translacionais de rocha, de solo residual, de tálus/colúvio e de detritos (incluindo o lixo) ou uma mistura destes materiais (FERNANDES; AMARAL, 2000). Atingem superfície plana e relacionada a alguma feição estrutural do substrato. Consequentemente, tem forma tabular, curta duração, velocidade elevada e destacado poder de destruição. O aumento do teor de água no deslocamento pode transformar o escorregamento em corrida (GUIDICINI, NIEBLE, 1983).

Nas encostas das serras, os processos mobilizam horizontes de solo superficial, geralmente até o contato com a rocha alterada ou sã. Em taludes, mobilizam o solo saprolítico, podendo conter também rocha fragmentada. Feições planares no maciço rochoso condicionam os deslizamentos translacionais, como foliação, fraturas, falhas, entre outros (INFANTI JR, FORNASSARI FILHO, 1998).

Esse conjunto de fatores expressa-se conforme a localização geográfica da encosta, dos fatores geológicos e geomorfológicos. Infanti Jr e Fornassari Filho (1998) afirmam que, no Brasil, os escorregamentos translacionais são os mais frequentes nas encostas das serras. Wolle e Carvalho (1989) e Fernandes e Amaral (2000) identificaram o predomínio dos escorregamentos translacionais na Serra do Mar. Guidicini e Nieble (1983) salientam que os escorregamentos translacionais da Serra do Mar são referência para esta tipologia, no Brasil. As cicatrizes são descritas, por Wolle e Carvalho (1989), com largura aproximada de 10 a 15 metros, cerca de um metro de profundidade e comprimento de dezenas de metros, podendo alcançar até 200 metros.

No processo de deflagração dos deslizamentos translacionais, a dinâmica hidrológica possui um caráter mais superficial. As rupturas tendem a ocorrer mais rapidamente, causadas pelo aumento da poro-pressão positiva durante eventos de precipitação intensos ou prolongados. Diferenciam-se dos escorregamentos rotacionais por estes resultarem de uma percolação mais profunda e lenta (FERNANDES; AMARAL, 2000).

Os fatores condicionantes principais dos deslizamentos são as características morfológicas da encosta e as propriedades hidráulicas dos materiais disponíveis para serem mobilizados. Em eventos pluviométricos de baixa densidade sobre encostas retilíneas ou convexas, as taxas de infiltração podem ser balanceadas pela quantidade de água retirada do interior da encosta, pelo fluxo subsuperficial, não permitindo o aumento da poro-pressão positiva (FERNANDES; AMARAL, 2000).

Um exemplo das condições em que o lixo constitui parte da massa movimentada é a descrita por Fernandes e Amaral (2000), para o processo ocorrido na área do Pavão–Pavãozinho, no Rio de Janeiro. No local da ruptura, a rocha estava coberta apenas por um manto coluvial pouco espesso. O lixo acumulado no topo da encosta concentrou a água da drenagem superficial, que atingiu as condições críticas de umidade, e o peso do lixo originou o deslizamento, carregando a cobertura coluvial existente, assumindo a forma de corrida.

Quanto às formas das vertentes nas encostas retilíneas ou suavemente convexas, com elevada declividade natural, geralmente com a cobertura de solo de pequena espessura, predominam os escorregamentos tipo planar raso ou translacional (OGURA; SILVA; VIEIRA, 2004). A tipologia é determinada a partir do material predominante nas massas deslocadas e ao estabelecimento das superfícies de rupturas dentro dos horizontes dos solos ou ao longo dos planos de contato solo-rocha. O material transportado pode ser de rocha, de solo,

solo e rocha. (HIGLAND; BOBROWSKY, 2008; GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

A queda de blocos é a movimentação pela ação da gravidade de blocos destacados do maciço, pela ação do intemperismo em penhascos ou taludes íngremes, com ausência da superfície de movimentação. Também são denominados de tombamento, basculamento, desmoronamento. Ocorre também combinada com outros movimentos, como saltos, rotação de blocos e quebra dos blocos em movimento, resultando na sua fragmentação. Os blocos depositados contribuem para a formação dos depósitos de tálus (HIGLAND; BOBROWSKY, 2008; GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

As quedas de blocos são resultantes: da ação do gelo e degelo ao longo de fraturas e juntas; por ciclagem térmica em massas rochosas; perda de apoio de blocos, causado pela erosão; processos de desconfinamento lateral de maciços rochosos, decorrente das linhas de entalhes recentes; alívio de tensão de origem tectônica; por vibrações; por empuxo hidrostático ao longo de juntas verticais ou pela combinação dos processos descritos (GUIDICINI, NIEBLE, 1983).

Fernandes e Amaral (2000) identificam a queda de blocos como processo relacionado predominantemente ao movimento das rochas. A descontinuidade na rocha, como fraturas e bandeamentos composicionais associados à ação dos processos de intemperismo físico e químico, propicia as condições favoráveis para esse tipo de movimento (FERNANDES; AMARAL, 2000).

Os rolamentos de matacões são verificados principalmente em áreas de rochas graníticas, em estado natural ou antropizada, pelo rolamento na superfície da encosta de blocos de rochas expostos, que se despreendem do terreno (CUNHA *et al.*, 1991; FARAH, 2003). Naturalmente se deslocam quando a erosão retira a base de sustentação. As intervenções na encosta, como a escavação e a retirada de apoio, também estão entre as causas humanas da instabilidade (CUNHA *et al.*, 1991).

As corridas (*flows*) de massa são caracterizadas pela mobilização de grande volume de material, na forma de escoamento rápido e extensa área de alcance. São movimentos rápidos, nos quais os materiais se comportam como fluido viscoso. A presença de água diferencia esse processo, intensificando a capacidade de carregar materiais, inclusive provenientes de outros tipos de movimento de massa para as drenagens nos vales, que se misturam à água e formam material com textura de lama viscosa, assumindo um grande poder destrutivo (INFANTI JR,

FORNASSARI FILHO, 1998; CUNHA *et al.*, 1991; FERNANDES, AMARAL, 2000; FARAH, 2003; HIGLAND, BOBROWSKY, 2008).

2.2.1 Propriedades das encostas relacionadas à estabilidade: processos geológico-geomorfológicos da dinâmica superficial

Fernandes e Amaral (2000) destacam a importância do conhecimento dos fatores condicionantes nos movimentos das vertentes, que permitem prever, a partir das condições de campo, a localização espacial e temporal dos escorregamentos. Prosseguem os autores explicando que a identificação das feições e origem das formas do relevo possibilita identificar os processos geológicos e geomorfológicos que atuaram no passado. Entre os fatores geomorfológicos, o relevo é um dos elementos principais, pois reflete as respostas dos minerais aos agentes do intemperismo, formando o solo.

Os condicionantes geológico-geomorfológicos, identificados por Fernandes e Amaral (2000), são as fraturas, as falhas, a foliação e o bandamento composicional, a descontinuidade no solo, a morfologia das vertentes e os depósitos de encostas.

Nos processos de movimentos de massa atua agente e causa, sendo que um mesmo agente e causa pode gerar diferentes formas de movimentos coletivos de solo e de rocha. Distinguindo o uso dos termos, o agente se manifesta por meio de uma ou mais causas. Assim, a causa é o modo de atuação do agente (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Guidicini e Nieble (1983) especificam o uso dos termos agentes predisponentes e os agentes efetivos. Os primeiros referem-se à associação de condições geológicas, geométricas e ambientais da encosta, excetuando a ação antrópica, função apenas de condições naturais: o complexo geológico, o complexo morfológico, o complexo climático-hidrológico, a gravidade, o calor solar e o tipo de vegetação original. Os agentes efetivos são constituídos pelo conjunto de elementos deflagradores do movimento de massa, entre eles a ação antrópica. Entre estes agentes distinguem-se os agentes efetivos preparatórios e os agentes efetivos imediatos. São exemplos de agentes efetivos preparatórios a pluviosidade, a ação de fontes e mananciais, as oscilações do lençol freático, a ação humana. A chuva intensa, a erosão, a ação antrópica, entre outros, são exemplos dos agentes efetivos imediatos (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Zezerê (2005) pondera que, geralmente, os agentes condicionantes e desencadeantes dos deslizamentos são múltiplos e simultâneos, sendo que o fator final — desencadeante (*triggering factor*) — desloca uma

massa já em processo inicial de ruptura. O autor caracteriza a estabilidade das encostas a partir dos fatores predisponentes, preparatórios e desencadeantes (GLADE, CROZIER, 2005 apud ZEZERÊ, 2005).

Para os movimentos de massa, Zezerê (2005) especifica que os fatores predisponentes são partes da estrutura do terreno, condicionando o grau de instabilidade potencial e a variação do grau de suscetibilidade para uma determinada área; fatores preparatórios são dinâmicos e atuam no aumento da instabilidade da encosta sem iniciar o movimento; os fatores desencadeantes atuam de forma imediata na instabilidade, provocando a ruptura e estabelecendo a temporalidade dos movimentos da vertente no tempo.

Quanto às causas, podem ser causas internas, causas externas e causas intermediárias. As causas internas se devem: ao efeito das oscilações térmicas diárias ou sazonais, gerando variações volumétricas e destaque de blocos em massas rochosas; a diminuição dos parâmetros de resistência — coesão e ângulo de resistência — por intemperismo, ocorrendo um enfraquecimento gradual do meio rochoso ou do solo (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

As causas externas são as mudanças na geometria da encosta pela adição de sobrecarga na porção superior ou retirando parte da massa na porção inferior; os efeitos de vibrações, como terremotos, explosões, tráfego pesado, entre outros, transmitem vibrações para o substrato; mudanças estruturais, lentas e contínuas, na inclinação das encostas (no Brasil, por evidências do tectonismo recente na Serra do Mar, também estão entre as causas externas) (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Entre as causas intermediárias está a elevação do nível piezométrico em massas “homogêneas”, seja de solo, sedimento ou rocha fraturada, em que a água que ocupa o vazio destas massas está sob pressão. Em massas rochosas, a homogeneidade é caracterizada pelo grau intenso de fraturamento (GUIDICINI, NIEBLE, 1983).

A elevação da coluna da água em descontinuidades é outra causa intermediária. Compreende blocos ou massas rochosas de baixa permeabilidade intrínseca, separados por juntas, diáclases, planos de fraqueza, com certa continuidade lateral, conseqüentemente sujeitos à elevação do nível da água. Duas situações podem ser verificadas: em maciço rochoso intensamente fraturado em diversas direções e, com certa continuidade e regularidade, a pressão da água no interior da massa rochosa pode ser analisada como no estudo de massas de solo (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Ao contrário, em maciços pouco fraturados, a pressão da água se fará aleatoriamente ao longo das descontinuidades. Especificamente em

meios rochosos contíguos a taludes, o nível da água subterrânea sofre flutuações consideravelmente mais bruscas do que em meios terrosos, devido à baixa porosidade da matriz rochosa. Dessa forma, quanto à estabilidade do talude, os autores alertam para a análise detalhada das características geológicas sobre o ponto de vista da distribuição das pressões da água nas descontinuidades, devido às variações locais de permeabilidade num mesmo padrão geométrico (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Outro fator intermediário apontado é a erosão subterrânea retrogressiva (*piping*), devido à percolação da água que, juntamente com a viscosidade, exerce uma pressão sobre as partículas de solo — a pressão de percolação no interior de um talude. Essa pressão atua na direção do fluxo e sua intensidade cresce proporcionalmente à velocidade e percolação (TERZAGHI, 1967 apud GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

A coesão também influencia o fenômeno. Em solos com baixa ou com ausência de coesão, a tendência ao arraste é maior. Portanto, as areias finas são mais propícias do que as areias grossas ou pedregulhos. Nestes, a tendência ao arraste de partículas é menor, pois o arranjo entre os grãos apresenta grandes vazios, favorecendo o fluxo de água, impedindo que se estabeleçam gradientes elevados. Na encosta, a base do talude é a área que está mais propícia a situações de desequilíbrio por arraste de partículas. Assim, a partir do momento em que a base fique instável, a parte superior perderá a sustentabilidade por perda de apoio (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Outro fator a ser inserido é a diminuição do processo de coesão aparente com o solo completamente emerso ou, ao contrário, seco. A coesão aparente ocorre na presença de água intersticial, que produz o efeito de pressão capilar em materiais coesivos e, até mesmo, em materiais não coesivos. Por exemplo, em areias finas e limpas (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Os fatores geológicos englobam as características lito-estruturais, e os geomorfológicos referem-se às formas e aos processos de origem do relevo. Compõem um conjunto de elementos a serem investigados para a compreensão dos movimentos de massa. Fernandes *et al.* (2001) atentam para a observação do evento de deslizamento como um processo complexo, devido à transformação que pode ocorrer, influenciada pelos elementos que atuam na encosta responsáveis por deflagrar o movimento do solo.

Os autores destacam a influência da água na massa de detritos em movimento, alterando as características do material deslizado. O deslizamento, de início identificado a partir dos agentes deflagradores

como deslizamento translacional, pode, com o excesso de água, assumir as feições de corrida de lama (FERNANDES *et al.*, 2001).

Infanti Jr. e Fornassari Filho (1998) consideram a complexidade no entendimento dos processos geomorfológicos nas vertentes. A abrangência da análise geomorfológica dos movimentos de massa associa as variáveis causais, entre elas o clima, a geologia, a morfologia, situando-as no tempo, no espaço e quanto à velocidade com que os processos ocorrem.

A proposta de Rice (1983) direciona o estudo das vertentes para as relações forma, material e processo. A investigação compreende as propriedades físicas dos materiais, a descrição e análise da morfometria e a natureza dos processos que integram a dinâmica da vertente. Destaca a multiplicidade dos processos, de origens química, mecânica, superficial ou em profundidade, contínuos ou intermitentes, sob influência da temperatura ou da umidade, e o caráter simultâneo de ocorrência.

Os fatores que compõem a encosta, como a natureza dos materiais, a declividade, a estabilidade e a quantidade de água contida nos materiais, são considerados precedentes nos movimentos das vertentes. Desses, a ação antrópica interfere significativamente na estabilidade da encosta e no conteúdo de água (PRESS *et al.*, 2006).

Fraturas e falhas representam importantes discontinuidades em termos mecânicos e hidráulicos. Conforme a origem, elas podem ser tectônicas ou atectônicas. Nos afloramentos rochosos, as fraturas tectônicas apresentam direção e mergulho constantes no espaço, e os planos tendem a ser paralelos entre si, formando um sistema (*set*) de fraturas. Quando dispostas de forma subvertical e pouco espaçadas entre si, favorecem os movimentos de blocos sob a forma de tombamento de blocos (*toppling*) (FERNANDES, AMARAL, 2000).

Rochas com textura granítica tendem a mostrar fraturas paralelas às superfícies e de grande continuidade; gnaisses bandados tendem a apresentar fraturas de tensão mais irregulares, condicionadas pelos planos de fraqueza existentes na rocha no momento de alívio. As fraturas de tensão favorecem o intemperismo nos maciços rochosos. A água infiltrada percola nos planos das fraturas de alívio de tensão, podendo gerar discontinuidades mecânicas (FERNANDES, AMARAL, 2000).

Outro fator de instabilização é a intersecção dos planos de falha com outras discontinuidades, como fratura de alívio, fraturas tectônicas e bandamentos composicionais, que resultam na individualização de blocos não alterados no interior de uma grande massa mais intemperizada, ocasionando um aumento na heterogeneidade do maciço de forma geral (FERNANDES, AMARAL, 2000). Interferem na estabilidade do maciço,

quando apresentam grande continuidade, ausência ou baixa coesão — a resistência resulta do material de preenchimento, alteram a permeabilidade e potencializam a alteração pela ação do intemperismo (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

As falhas afetam a dinâmica hidrológica dos fluxos subterrâneos nas encostas quando atuam como caminho preferencial para o fluxo subterrâneo. Quando a falha está preenchida, ocorre, em geral, uma impermeabilização do plano de falha, bloqueando o fluxo da água. A foliação e/ou bandamento composicional influenciam a estabilidade onde afloram as rochas metamórficas, mais especificamente onde a foliação e/ou bandamento mergulham para fora da encosta. Quando a foliação ou bandamento composicional mergulham para o interior da encosta, duas situações podem ocorrer: favorável a uma maior estabilidade ou, devido às características litológicas e estruturais do maciço rochoso, fazer com que o conjunto se torne instável (FERNANDES, AMARAL, 2000).

Condição semelhante ocorre com as camadas rochosas com mergulho na mesma direção ou na direção oposta ao talude. Na primeira situação, a água pode percolar ao longo dos planos de acamamento e diminuir a coesão e atrito entre as camadas rochosas. Na segunda condição, as juntas podem mergulhar na mesma direção da encosta, favorecendo a infiltração da água e o intemperismo, provocando o deslocamento dos blocos sob o peso das camadas sobrejacentes (WICANDER, MONROE, PETERS, 2009).

As discontinuidades podem ser encontradas em número variável dentro do saprolito e do solo residual. As discontinuidades são, principalmente, feições estruturais relíquias do embasamento rochoso, tais como fraturas, falhas, bandamentos, entre outros, e horizontes do solo formado pela atuação dos processos pedogenéticos. As estruturas relíquias atuam como caminho preferencial na ação do intemperismo, condicionam escorregamentos quando um ou mais desses sistemas mergulham para fora da encosta. Preenchidas por material argiloso, formam barreira para o fluxo da água, quando há a redução no ângulo de atrito, devido às mudanças mineralógicas sob a ação do intemperismo ao longo da fratura (FERNANDES, AMARAL, 2000). Descontinuidades geradas por alteração diferencial, confinadas no interior do maciço rochoso, e falhamentos com alteração na caixa de falha também atuam sobre a estabilidade das encostas ou maciços rochosos (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Em solos saprolíticos, os movimentos de massa estão diretamente relacionados às características das fraturas relíquias: escorregamentos rotacionais podem predominar em encostas onde as fraturas do

embasamento rochoso se encontram pouco espaçadas, fazendo com que o saprolito tenha comportamento de material granular; escorregamentos translacionais podem predominar em encostas com juntas relíquias originadas a partir da alteração de fraturas de alívio de tensão ou a partir de bandas composicionais (FERNANDES, AMARAL, 2000).

Os depósitos de tálus e de colúvio têm sua instabilidade relacionada à heterogeneidade do material. As características que distinguem os depósitos estão relacionadas à energia do agente de transporte e dos materiais do depósito: os depósitos de tálus apresentam material mal selecionado e se formam em ambientes de alta energia, por exemplo, na base de paredões rochosos; os depósitos de colúvios são constituídos de material mais bem selecionado, depositados em ambientes de baixa energia, por exemplo, em encostas com menor declividade (FERNANDES, AMARAL, 2000).

Conforme Santos (2009), os depósitos resultantes desses processos, coluvionar na meia encosta e de tálus quando em condições naturais, são estáveis. No entanto, alerta o autor que, quando alterados pela interferência antrópica, causam instabilização extremamente problemática, devido à extensão e à heterogeneidade do material a ser mobilizado.

A morfologia da encosta pode condicionar direta e indiretamente a geração de movimentos de massa (FERNANDES, AMARAL, 2000). Fernandes *et al.* (2001) enfatizam os condicionantes geomorfológicos, como a relação entre as formas e a dinâmica da água de superfície e de subsuperfície da encosta, orientando quanto aos parâmetros a serem observados: “[...] declividade, forma da encosta, área de contribuição, orientação das encostas, espessura do solo, comprimento da encosta, assimetria dos vales e elevação” (FERNANDES *et al.*, 2001, p. 55).

A declividade é um dos fatores relevantes a serem considerados. Wölle e Carvalho, (1989) estudando as encostas da Serra do Mar no litoral central de São Paulo, apontam a relação da espessura dos horizontes dos solos com a declividade da encosta. Nessas encostas, predominam os deslizamentos nas declividades que caracterizam a alta e média encosta: as coberturas terrosas foram encontradas em inclinações limitadas a 50^o. As áreas compreendidas entre 35^o e 45^o foram as mais atingidas pelos deslizamentos (WOLLE; CARVALHO, 1989). Situação diferente esses autores descrevem para as áreas mais baixas, próximas à planície costeira, para as depressões e selas topográficas, localizadas a meia encosta, onde ocorrem significativos depósitos coluvionares com inclinações mais suaves (WOLLE; CARVALHO, 1989).

Fernandes *et al.* (2001) referem-se às formas côncavas das encostas (*hollows*) atuando na orientação convergente dos fluxos da água de superfície e de subsuperfície na saturação do solo e na deflagração dos deslizamentos. Considerando a interação dos fluxos da água e a forma do relevo, outro parâmetro topográfico evidenciado pelos autores foi a área de contribuição para cada ponto na bacia de drenagem.

Na geomorfologia, a abordagem morfodinâmica integra os estudos da fisiologia da paisagem, que estuda a evolução do relevo no tempo — o momento atual e subatual. Interferem nos processos morfodinâmicos: o clima com as chuvas nas áreas tropicais, outros fenômenos nos domínios morfoclimáticos e a intervenção humana alterando a paisagem. Os processos morfoclimáticos são determinados a partir da extensão espacial em que se manifestam e os modelados do relevo resultantes (CASSETI, [2005]).

2.2.2 Propriedades da dinâmica superficial das encostas relacionadas à estabilidade: processos climáticos.

O clima integra fenômenos, entre eles a circulação atmosférica, que, por sua vez, recebe influência da latitude, do relevo da continentalidade e maritimidade. Esses fatores configuram os tipos climáticos e as condições de tempo que incidem diretamente na evolução do relevo e nas condições hidrológicas.

Em nível global, os ciclos climáticos e as possíveis alterações nos elementos do clima, de acordo com Alheiros *et al.* (2004), podem interferir na variação do nível do mar, consequentemente alterando o nível de base dos sistemas fluviais. Circunstâncias que implicam na intensificação do processo de erosão e transporte de massa, podendo interferir na estabilidade das encostas adjacentes à planície costeira.

Outra alteração refere-se a pequenas mudanças na temperatura das águas dos oceanos, interferindo no ciclo hidrológico. Notadamente o de evaporação e precipitação, ocasionando chuvas intensas, deflagrando os eventos de deslizamentos e acentuando os eventos de erosão (ALHEIROS *et al.*, 2004).

O clima, inicialmente, atua sobre o relevo por meio do intemperismo, atuando na desagregação e decomposição das rochas, nos processos pedogenéticos e nos processos de transporte e movimentos de massa. Ou seja, os processos dinâmicos — as condições morfoclimáticos e morfodinâmicas — juntamente com a estrutura e os tipos de rochas, formando as vertentes e, então, a suscetibilidade das encostas aos deslizamentos.

A posição geográfica interfere nesse processo, no tipo e velocidade do intemperismo. Nas áreas tropicais, caracterizadas por temperaturas elevadas e chuvas mais intensas, o intemperismo forma horizontes de solos profundos, reduzindo a resistência ao cisalhamento e aumentando a suscetibilidade aos deslizamentos. Nessas condições, geralmente, as rupturas dos deslizamentos ocorrem em maiores profundidades (WICANDER, MONROE, PETERS, 2009).

Nas zonas áridas e semiáridas, a ação do intemperismo produz horizontes pouco espessos, mais suscetíveis à desagregação e ao transporte superficial pela ação das águas, quando das chuvas concentradas, devido à vegetação esparsa (WICANDER, MONROE, PETERS, 2009).

Mousinho e Bigarella (1965) consideram, além da posição geográfica, a importância do estudo das variações climáticas nos processos de intemperismo mecânico e químico. Sob influência do clima árido ou semiárido atua a morfogênese mecânica. Nas rochas graníticas, a variação térmica reduz a coerência e a resistência dos diferentes minerais à ação química das águas. O processo de esfoliação aumenta a porosidade na camada superficial da rocha, permitindo a infiltração da água, o que decompõe a rocha em pequenos grânulos.

Estabelecendo uma sequência de alterações climáticas, esses autores sistematizam uma proposta para a evolução das vertentes. Nos períodos glaciares, no pleistoceno, em áreas úmidas ou desérticas subtropicais, o congelamento e degelo sucessivos provocaram a ruptura da camada superficial da rocha, produzindo, principalmente, fragmentos angulosos de diferentes tamanhos. Particularmente nas regiões cristalinas florestadas no Sudeste e Sul do Brasil, sob condições úmidas, a natureza da rocha e o sistema de diaclasamento condicionaram o aprofundamento do manto de intemperismo, resultado da decomposição química na morfogênese do relevo (MOUSINHO, BIGARELLA, 1965).

Alterações climáticas e a transição para o clima semiárido, com a diminuição da cobertura vegetal, contribuíram para a atuação dos movimentos de massa, mobilizando a massa detrítica em períodos de chuvas concentradas. No clima semiárido, a remoção total do manto de alteração expõe a rocha fraturada, formando blocos (MOUSINHO, BIGARELLA, 1965).

Bigarella, Mousinho e Silva (1965) distinguem as intensas mudanças climáticas ou pequenas flutuações do clima, destacadamente no Pleistoceno. Para o Brasil, alternaram-se o clima semiárido e o clima úmido — as épocas glaciais e épocas interglaciais, respectivamente. Concluem os autores que, no Quaternário, as vertentes do Brasil Sul e

Sudeste passaram por processos distintos e cíclicos de evolução, refletindo as alterações das condições climáticas. Assim, as formas pretéritas das cicatrizes dos movimentos de massa e os depósitos correlatos resultantes da dinâmica superficial, no tempo geológico, podem indicar, no presente, as prováveis áreas de instabilidades.

A principal relação estabelecida entre o clima e os deslizamentos está vinculada com os períodos e a concentração pluviométrica, principalmente a chuva acumulada, que antecede os eventos de deslizamentos. Portanto, não se restringe à análise da pluviometria média diária, mas à precipitação necessária para a saturação gradual dos solos, por meio do processo de infiltração, resultante de precipitações menos intensas e prolongadas (MOREIRA, NETO, 1998).

A chuva, como processo causador da ruptura das encostas e desencadeadora dos deslizamentos, no Brasil, é ratificada por diferentes autores, como Augusto Filho (1995); Fernandes *et al.* (2001); Farah (2003); Alheiros *et al.* (2004). Augusto Filho (1995) cita as interferências das chuvas na instabilização das encostas, gerando forças de percolação, produzindo pressões hidrostáticas e reduzindo a resistência dos solos, que resulta da perda de coesão aparente.

2.2.3 Propriedades da dinâmica superficial das encostas relacionadas à estabilidade: processos hidrológicos.

Os fatores hidrológicos no estudo das encostas podem ser considerados uma interface com os demais condicionantes geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, climáticos e antrópicos. Coelho Netto (2011) destaca a natureza interdisciplinar dos estudos hidrológicos na determinação dos fluxos superficiais e subsuperficiais que definem os mecanismos de erosão e deposição, resultantes da interação dos fatores bióticos, abióticos e antrópicos que atuam nas vertentes. Assim, a recomendação para os estudos sobre os deslizamentos é para uma análise integrada, e não como um fenômeno independente.

Para a investigação dos fatores hidrológicos, Fernandes *et al.* (2001) defendem o monitoramento como processo indispensável na compreensão dos mecanismos deflagradores das rupturas da encosta. No entanto, alertam os autores, da necessidade do monitoramento de campo em escalas espaciais e temporais de detalhes, visando ao registro da dinâmica hidrológica dos solos em situação de ruptura e, conseqüentemente, de deslizamento.

No Brasil, a falta da cultura do monitoramento, da sistematização e do arquivamento das informações culminou na ausência de séries

históricas confiáveis e representativas dos eventos de deslizamentos, da pluviometria dos fenômenos, impossibilitando a realização de pesquisas pela precisão ou comprometendo a validação dos resultados. Essa constatação vai ao encontro da afirmação de Fernandes *et al.* (2001), quando salientam as limitações da aplicação dos métodos de previsão de áreas instáveis, devido à falta de registros em bancos de dados e ao desconhecimento dos processos naturais.

Esses autores acrescentam a ausência de incentivos aos estudos, com investigações pontuais e específicas sem as devidas relações entre processos e escalas, o que reduz o potencial de entendimento dos processos, principalmente nos estudos regionais. Eles recomendam, ainda, a associação dos procedimentos de previsão de áreas instáveis aos deslizamentos ao monitoramento de campo dos fatores condicionantes e mecanismos de ruptura, prática que permite integrar o aspecto temporal (frequência) ao espacial (FERNANDES *et al.*, 2001).

Aplicando o modelo matemático Shalstab, em que o controle topográfico predomina na análise dos deslizamentos, e utilizando-se também de ensaios *in situ* da condutividade hidráulica, Fernandes *et al.* (2001) pesquisaram o potencial de deslizamento no maciço da Tijuca, RJ, analisando simultaneamente um conjunto de parâmetros formados pela declividade, forma da encosta e a área de contribuição (área de drenagem para cada ponto).

Essa correlação ratificou a influência da declividade no condicionamento dos deslizamentos e sugere um limite crítico de inclinação da encosta, a partir do qual o potencial de deslizamento diminui. No entanto, orientam os mesmos autores que essa situação exige a relação com outros parâmetros, como espessura do solo, foliação metamórfica e fraturas de alívio de tensão (FERNANDES *et al.*, 2001).

Quanto à forma da encosta no maciço da Tijuca (RJ), as porções côncavas, devido às zonas de saturação do solo, sobressaíram-se no potencial de deslizamentos em relação às formas convexas e retilíneas. Os mesmos autores recomendam estudos de detalhes, em campo, na investigação dessas áreas (FERNANDES *et al.*, 2001).

Os resultados da condutividade hidráulica apontaram variações conforme o horizonte do solo e a profundidade. Corroborando outros estudos realizados nas mesmas bacias, os ensaios demonstraram um padrão em que a condutividade hidráulica é saturada próximo à superfície, que é o horizonte A, diminui no horizonte B e volta a elevar-se no horizonte C, onde predominam teores de silte e areia. Atentam os autores que as alterações bruscas da condutividade hidráulica podem indicar o plano de ruptura dos deslizamentos. Essas alterações formam

descontinuidades hidráulicas que podem desenvolver poro-pressão positivas elevadas durante chuvas intensas e podem deflagrar a ruptura da encosta (FERNANDES *et al.*, 2001).

Descontinuidades mecânicas e hidrológicas podem ocorrer no contato dos depósitos de encostas com a rocha sã. Essas descontinuidades favorecem a recarga do lençol freático em depósitos de tálus situados a montante. Elas também são frequentes dentro de depósitos coluviais. Quando submetidas a certas condições, podem assumir papel relevante em termos mecânicos e hidrológicos na origem dos movimentos de massa (FERNANDES, AMARAL, 2000).

Outro ponto relevante é o nível da água na encosta, que pode variar ou aflorar conforme as condições litológicas, dos solos e hidráulicas. Por exemplo, em áreas-piloto da Serra do Mar, em São Paulo, por meio de perfuração (sondagens a trado, a percussão e rotativas) e poços de inspeção não foi encontrado o nível da água próximo aos horizontes superficiais. O nível da água, quando alcançado, situava-se em grandes profundidades, de 20 a 30 metros, na rocha fraturada (WOLE, CARVALHO, 1989).

Os autores relatam que essa constatação ratifica investigações anteriores, apresentadas por Wolle *et al.* (1978 apud WOLE, CARVALHO, 1989), em que apontam que em condições de chuvas mais intensas, durante o período monitorado, não se verificou a elevação do nível da água. Esse processo se deve à condição de fluxo caracteristicamente vertical para dentro do maciço, com aumento da condutividade hidráulica em profundidade, favorecida pela rocha fraturada e alterada. Essa condição diverge dos processos que explicam os mecanismos de ruptura dos escorregamentos (WOLE, CARVALHO, 1989).

2.2.4 Propriedades da dinâmica superficial das encostas relacionadas à estabilidade: formação e evolução dos solos.

O clima atua diretamente como um dos principais agentes do intemperismo e dos processos pedogenéticos. Os solos se originam a partir do processo de intemperismo (físico, químico, biológico), atuando sobre as rochas, formando o regolito ou manto de intemperismo e os solos residuais. Ao sofrerem a ação de um agente de transporte, são movimentados, retrabalhados pela energia de transporte, geralmente a água e o vento, e pela rugosidade do terreno que atua como obstáculo. Quando depositados, adquirem características do ambiente de deposição, agregadas às propriedades do ambiente de origem e de transporte. Para o

entendimento do comportamento do solo, é indispensável conhecer a complexidade da sua formação.

Na formação do solo, atuam conjuntamente o clima e organismos vivos sobre a rocha de origem, sob influência do relevo, alterando-se ao longo do tempo, deixando impressos nos horizontes do solo os processos e mecanismos de sua formação. Resultam na diferenciação dos solos e refletem as condições ambientais dos locais de origem e de transporte. Assim, o solo é definido por Palmieri e Larach (2000, p. 66) como “[...] uma parcela dinâmica e tridimensional da superfície, constituído por um conjunto de características peculiares internas e externas, com limites definidos de expressão.”.

Lepsch (2002, p. 10) define os solos de forma mais específica, como “[...] a coleção de corpos naturais dinâmicos, que contém matéria viva, e é resultante da ação do clima e da biosfera sobre a rocha, cuja transformação em solo se realiza durante certo tempo e é influenciada pelo tipo de relevo”. Beck *et al.* (2000), inclui a capacidade do solo de sustentar plantas, reter água, armazenar e transformar resíduos e suportar edificações. O autor acrescenta a ação humana como agente que pode interferir na dinâmica de formação e desenvolvimento dos horizontes do solo.

Pinto (2006) define de forma mais simples os elementos que formam o solo, como um conjunto de partículas contendo água ou outro líquido e ar nos interstícios dos agregados do solo. Nesse esquema, enfatiza a dinâmica das partículas do solo que podem deslocar-se livremente entre si ou formar uma pequena cimentação entre os grãos. O deslocamento entre as partículas sólidas expressa o comportamento do solo.

Os componentes principais do solo são as partículas minerais, materiais orgânicos, água e ar. Esses elementos formam as fases sólida, líquida e gasosa do solo. A fase sólida é constituída por matéria orgânica decomposta, partículas minerais e proporções diferentes, formando agregados ou torrões que compõem a estrutura do solo (GIASSOM, 2012). A formação do solo resulta da diversidade mineralógica e do tamanho das partículas, entre a fração grossa, que é cascalho e areia, e o conjunto silte e argila, que forma a porção de finos no solo. Os diferentes tamanhos de partículas podem ser encontrados no solo como grãos simples ou compoendo agregados por matéria orgânica e argila (COELHO NETTO, 2011).

A água fica retida nos poros entre os agregados, em finas películas em torno de partículas coloidais. Nessas condições, a água forma uma película fina que envolve as partículas do solo (água higroscópica),

preenche os poros maiores (água gravitacional) e os menores, que são os capilares (água capilar). O ar no solo é encontrado na forma de espaços vazios ou em pequenas bolhas dissolvidas na água. Situa-se nos poros do solo, tanto entre agregados como entre partículas de silte e argila (LEPSCH, 2002).

O processo de meteorização ou intemperismo provocam modificações físicas e químicas, desintegrando e decompondo, respectivamente, da rocha matriz, as partículas minerais que formarão o solo. Essa camada de material em decomposição recebe o nome de regolito ou manto de intemperismo (LEPSCH, 2002).

O intemperismo atua sobre a rocha, sob influência do relevo. Wölle e Carvalho (1989) identificaram espessuras de solos bastante reduzidas na média e alta encosta da Serra do Mar, em São Paulo, onde predominavam deslizamentos. Nesses locais, o solo era composto por um horizonte superficial de origem residual ou coluvionar com espessura média de um metro. Apontam como principal característica a presença de fraturas e fendas, abertas e intercomunicantes, favorecendo a capacidade de drenagem dos horizontes do solo, sinalizando para uma condição de condutividade hidráulica crescente.

A interação dos solos com as condições ambientais ocorre, portanto: na relação dos solos com o relevo por meio da dinâmica da água, que corresponde à movimentação vertical e subparalela no terreno, e os períodos de saturação definindo se o solo é bem ou mal drenado; da influência do clima nas características dos solos por meio da precipitação, temperatura e umidade; das condições ambientais internas dos horizontes dos solos; da interferência das atividades humanas alterando as características do solo e do relevo (PALMIERI; LARACH, 2000).

Conhecendo a formação e evolução dos solos, Ketzman e Diniz (1995) argumentam que é possível inferir na suscetibilidade dos processos do meio físico. Maiores restrições de análise são encontradas nos perfis de saprolito ou horizonte C, na transição entre o solo e a rocha. Porém, são as propriedades no contato solo-rocha que podem explicar processos geotécnicos, como os escorregamentos.

A textura, que interfere no atrito entre as partículas de solo, está relacionada com o tamanho do grão, geralmente identificada partindo de uma classificação padrão que estabelece limites para cada fração. A estrutura refere-se ao tamanho, à forma e à coesão (desenvolvimento) dos agregados que constituem o solo. A consistência é a resistência natural do solo, em estado natural, a alguma força que tentar romper os agregados. A resistência é influenciada pela textura, estrutura, teor de umidade, entre outros fatores. A determinação da consistência é realizada em três estados

de umidade: molhado, para estimar a plasticidade; úmido, para estimar a friabilidade; seco, para estimar a dureza ou a tenacidade (LEPSCH, 2002).

A análise granulométrica é utilizada para classificar as partículas de acordo com o tamanho do grão. A determinação do tamanho contribui para conhecer as propriedades físicas e químicas do solo. Lepsch (2002) exemplifica citando que as partículas menores, as argilas, são as mais ativas. Da relação e proporção das frações menores, argila e silte, e maiores, como areia e cascalho, e da disposição formando o agregado no solo, é determina a quantidade de poros, a permeabilidade à água, o grau de plasticidade, a pegajosidade e a resistência à erosão (LEPSCH, 2002). Portanto, interferem diretamente na coesão e no atrito entre as partículas e os agregados.

O comportamento dos minerais constituintes do solo ao processo de desagregação é detalhado por Pinto (2006). O quartzo é bastante resistente à desagregação e resulta em grãos de siltes e areias. Nesse tamanho também podem ser encontrados os minerais de feldspato, gibsite, calcita e mica. Dentre eles, em climas úmidos, o feldspato é o mineral com menor resistência ao intemperismo. A decomposição produz os argilominerais que formam a fração mais fina do solo.

Com índices pluviométricos elevados, umidade e calor, o clima tropical aumenta a intensidade e a velocidade dos processos de alteração das rochas e a espessura do manto de alteração. Alheiros *et al.* (2004) citam esse processo para a região metropolitana de Recife, que favorece o intemperismo químico das rochas graníticas e dos sedimentos feldspáticos, propiciando o aumento do conteúdo das argilas nos solos.

Solos tropicais são caracterizados como [...] solos espessos, bem desenvolvidos, de cores predominantemente vermelho-amarelas, ricos em ferro e alumínio e de textura argilo-arenosa ou areno-argilosa [...]” (KETZMAN, DINIZ, 1995, p. 19). Ketzman e Diniz (1995, p. 22), citando Vargas (1985), distinguem comportamentos geotécnicos distintos para os perfis dos solos tropicais como “a porção superficial com intensa evolução pedogenética e estágio avançado de laterização, constituindo-se no solo laterítico”, a parte inferior do perfil “a porção profunda que apresenta estruturas reliquiares da rocha e se constitui no solo saprolítico”.

Relacionando a classificação geotécnica e pedológica, pode-se afirmar que a classificação pedológica determina classes abrangendo os solos lateríticos. As classes mais importantes para o estudo dos solos nas regiões tropicais compõem as classes dos latossolos, podzólicos, cambissolos, litólicos e hidromórficos (KETZMAN, DINIZ, 1995).

2.2.4.1 Propriedades da dinâmica superficial das encostas relacionadas à estabilidade: solos em áreas urbanas.

Paralelamente à classificação geotécnica e pedológica, evoluiu o debate acerca do comportamento dos solos em áreas urbanas. Especificamente, os solos em áreas urbanas carecem de maiores estudos sobre as propriedades e aptidões para a urbanização. Pedrón *et al.* (2004) citam como resultado desse desconhecimento a compactação, a erosão, os deslizamentos, as inundações e a contaminação, como impactos negativos do uso urbano do solo. Defendem os autores a proposta de incluir os solos urbanos nos sistemas de classificação taxonômica, que possibilitaria a interpretação para a aptidão de uso urbano e a elaboração dos mapas de solos e a aplicação destas orientações no planejamento das cidades (PEDRÓN *et al.*, 2004).

Pedrón *et al.* (2007) acrescentam o diagnóstico da expansão urbana e o mapeamento das áreas de risco como instrumentos para o uso racional do solo urbano. Relatam que a ausência desse conhecimento resulta na urbanização de ambientes instáveis, formando áreas vulneráveis a desastres socionaturais.

É relevante a distinção entre os termos solos urbanos e solos antrópicos. Solos antrópicos caracterizam solos intensamente modificados pelo uso, seja exploração agrícola, mineral, urbana, entre outros. O uso do termo solo urbano se aplica para qualificar o uso urbano e as consequentes modificações nas propriedades pedogenéticas do solo. Os critérios para atribuir a alteração pelas atividades humanas dos solos urbanos incluem a alta concentração de metais pesados, metano, deposição de rejeitos de construção e industriais, alteração do regime hídrico e térmico do solo (PEDRÓN *et al.*, 2004).

As propostas para a definição e categorização dos solos urbanos direcionam-se para uma subdivisão dos solos antrópicos (PEDRÓN *et al.*, 2004). De outra forma, considerando espaços em áreas urbanas que não sofrem interferência significativa em suas propriedades, o termo solos urbanos se aplica “[...] a solos que se encontram no ambiente urbano, modificado ou não pela ação humana” (PEDRÓN *et al.*, 2007)

A fragilidade do solo aos movimentos de massa está relacionada ao comportamento do solo urbano e às alterações morfológicas, devido ao uso do solo no meio urbano. Quanto às funções do solo no meio urbano é suporte para: as obras civis, a agricultura urbana, as áreas verdes, o descarte de resíduos e a infiltração de águas pluviais (PEDRÓN *et al.*, 2004; PEDRÓN *et al.*, 2007).

As alterações morfológicas nos solos urbanos elencadas referem-se: à remoção do horizonte superficial eliminado em áreas de corte e em áreas de aterros; à sobreposição de camadas superficiais ou à inversão de camadas, formação de camadas distintas e artificiais, de diferentes materiais e texturas, incluindo rejeitos de construção, transição irregular ou descontínua. Essas condições interferem no regime hídrico e térmico do solo e na resistência à erosão e deslizamentos (PEDRÓN *et al.*, 2004).

Cursio *et al.* (2004) explicam que esses processos formam solos caracterizados como de menor capacidade de resiliência, de maior potencial de suscetibilidade à erosão e comportamento geotécnico diferenciado. A necessidade de orientações para a identificação e o mapeamento desses solos resultou na elaboração da proposta de classificação da Ordem dos Antropossolos (primeira aproximação) (CURSIO *et al.*, 2004).

Conforme os autores, em relação à distribuição geográfica é a classe de solos com maior expansão. Recomendam utilizar o termo camada antrópica no lugar de horizonte antrópico, pois são solos que geralmente não apresentam desenvolvimento de estrutura (CURSIO *et al.*, 2004).

As principais atividades antrópicas foram determinadas referindo-se a alterações nas características do solo, e/ou saprolito, e/ou regolito, e/ou rocha, sendo elas: a adição de materiais inertes e/ou nocivos, a decapitação, com a retirada parcial ou total, e a mobilização parcial ou total (CURSIO *et al.*, 2004).

A antropogênese é identificada quando se verifica uma das condições: inversão ou mistura de horizontes genéticos e/ou diagnósticos; presença de materiais antrópicos, remoção de horizontes de solos pela ação antrópica, modificações na paisagem de origem antrópica pelo uso de máquinas e implementos, alteração da composição granulométrica e química, presença de material tóxico e séptico (CURSIO *et al.*, 2004).

2.2.5 Propriedades da dinâmica superficial das encostas relacionadas à estabilidade: a vegetação e a proteção das encostas.

Fator importante que condiciona a estabilidade da encosta, reduzindo a constante ação dos agentes climáticos sobre o maciço, é a cobertura vegetal. Ela atua na resistência ao cisalhamento e contribui na estabilidade da encosta, quando os diversos componentes da cobertura vegetal retêm a água da chuva, diminuindo a saturação do solo, e o sistema de raízes superficiais e subsuperficiais agregam as partículas

estruturando e retendo o solo restringindo a mobilização (WICANDER, MONROE, PETERS, 2009; SANTOS, 2009).

Outras propriedades da cobertura vegetal se referem à proteção do solo contra a erosão, reduzindo a energia cinética das gotas de água, a adsorção pelo metabolismo vegetal, que retira a água do solo no processo de evapotranspiração, e prolonga no tempo o contato da água precipitada no solo (SANTOS, 2009).

Varnes (1984) explica que a função da vegetação na estabilidade da encosta está sujeita às condições locais, como profundidade do solo, declividade e tipo de vegetação. Destaca que a vegetação pode potencializar a instabilidade com o acréscimo de carga que essas árvores exercem sobre encostas com declividades elevadas. Especificamente, a ação mecânica da força do vento sobre as árvores e a vibração transmitida ao solo pelo tronco e raízes resultam na abertura e ampliação de fraturas, consequentemente facilitando a infiltração.

Encostas com cobertura arbórea apresentam comportamento diferenciado em relação à estabilidade. Geralmente, a proteção das folhagens e a estabilização pela ação das raízes nos solos restringem os grandes movimentos de massa (LACERDA, 1998). Encostas com vegetação secundária apresentam maior tendência a movimentos de massa devido ao menor desenvolvimento de estratos arbóreos e raízes profundas (GONÇALVES, GUERRA, 2006). No entanto, áreas desflorestadas são mais suscetíveis aos movimentos de massa, ocasionando a maior infiltração da água, o que aumenta a saturação do solo exposto (WICANDER, MONROE, PETERS, 2009).

Outra função da vegetação é o amortecimento da água da chuva com a interceptação e o armazenamento da água nas copas e estratos arbóreos, liberada para a atmosfera por evapotranspiração. Quando esses processos excedem a capacidade de armazenamento, a água alcança o solo, atravessando as copas e escoando pelos troncos. A serrapilheira, mais desenvolvida em áreas florestadas, condiciona a infiltração da água da chuva e a saturação do solo (COELHO NETTO, 2011).

A intensidade da chuva e a distribuição influenciam na interceptação pela copa e estratos arbóreos. Na Floresta da Tijuca (RJ), observou-se o aumento da interceptação na estação menos chuvosa e de menor intensidade pluviométrica, diversificando conforme a demanda da vegetação. A interceptação por gramíneas, quando excede a demanda da planta, é favorecida pelo fluxo de tronco proveniente da convergência das folhas, conduzindo a água para o sistema de enraizamento das gramíneas (COELHO NETTO, 2011).

2.3 BREVES ASPECTOS HISTÓRICOS DA URBANIZAÇÃO NA CONFIGURAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO

Na atualidade, o ordenamento territorial das encostas urbanas, no Brasil, atua sobre um problema que se configurou socioespacialmente durante décadas ou séculos e conecta o processo de ocupação da área urbana ao sítio de origem. Historicamente a ocupação do sítio urbano se deve a facilidades de acesso e de deslocamento, a atração exercida pelas peculiaridades paisagísticas, ao processo de exclusão da população de baixa renda dos terrenos de planície, mais favoráveis à ocupação, ou das áreas com infraestruturas de médio e alto valor imobiliário.

A ocupação das encostas nas cidades brasileiras é um fato histórico motivado, inicialmente, pelas condições do sítio originando núcleos urbanos nos topos de morros e planícies, processo descrito por Marx em Cidade Brasileira (1980). Representam o período de instalação das primeiras vilas e da ocupação do litoral brasileiro e, posteriormente dos núcleos de ocupação do interior do país (Marx, 1980). Atualmente, estes sítios urbanos históricos persistem na paisagem refletindo a arquitetura e as benfeitorias que contornavam os obstáculos do espaço físico e, de certa forma, acomodavam-se ao relevo.

A ocupação dos morros, historicamente, também está significativamente relacionada às questões socioeconômicas, de urbanização e de exclusão social. Chalhoub (1996) ao abordar o processo de extinção dos cortiços no Rio de Janeiro, relata os acontecimentos, do ano de 1893, sobre a destruição e o despejo dos moradores do cortiço denominado Cabeça de Porco. Uma hipótese para o destino dos moradores desalojados do cortiço é que foram abrigar-se no morro existente atrás da edificação destruída, onde já havia alguns casebres instalados. As casas precárias foram construídas com madeiras retiradas da destruição do cortiço. Na descrição consta que já haviam demarcado os lotes e atribuídos aos proprietários dos terrenos localizados nos morros. Chalhoub (1996, p. 17) é enfático “[...] nem bem se anunciava o fim da era dos cortiços, e a cidade do Rio de Janeiro já entrava no século das favelas”.

A exclusão social acompanhava as diretrizes do desenvolvimento urbano nas cidades brasileiras no final do século XIX e início do século XX. As obras de saneamento básico visando eliminar as epidemias, conjugadas com projetos de embelezamento paisagístico das cidades constituíram as bases legais para a instalação do mercado imobiliário capitalista. A valoração capitalista da terra urbana excluiu as classes populares do processo de urbanização, caracterizando um processo de

segregação territorial, forçando a população a ocupar os morros e as áreas das periferias das cidades, por exemplo, em Santos, Porto Alegre, Manaus, Curitiba, São Paulo e Rio de Janeiro (MARICATO, 2001).

O contexto de exclusão também está no relato de Alheiros et al. (2004) refere-se ao Recife, em meados do século XX, quando eventos de inundação atingiram as planícies ocupadas onde a população pobre vivia em mocambos. A situação se mostrou oportuna para as manifestações contra este tipo de moradias resultando na expropriação parcial dos moradores instalados nestas habitações. A população foi transferida do local numa ação pragmática que ocorreu sem o planejamento e assistência às famílias. Destacam os autores que, as famílias desassistidas de qualquer orientação sobre a construção em relevo inclinado e práticas de salubridade ambiental, reproduziu os hábitos de sobrevivência da planície: aplinar o chão com cortes e aterros, despejar as águas servidas, os resíduos e entulhos no próprio lote, interferindo na dinâmica erosiva e hidrológica da encosta.

No planejamento urbano Farah (2003) cita o século XIX como o período de transição ao urbanismo de inovações para as áreas planas devido às mudanças e as novas tecnologias na segurança militar e no saneamento. Outro elemento que contribuiu para o predomínio desta visão, conforme Farah (2003) foram os meios de transportes, trem, metrô, o bonde e a circulação dos automóveis, os quais foram sucessivamente sendo prioridades nos projetos e intervenções urbanas nas cidades.

Acrescenta, ainda, que esta visão se consolida após os Congressos Internacionais de Arquitetura (CIAM) e se sobressai na Carta de Atenas, com propostas destinadas as funções da cidade de habitar, circular, trabalhar e recrear, referentes a superfícies planas e ideais (FARAH, 2003).

Inserida e consolidada entre técnicos e planejadores, a visão do espaço plano explicado como a “[...] cultura técnica que procura adaptar a natureza às características pretendidas para as novas exigências da urbanização”. Desta forma, observa Farah (2003) o planejamento, os projetos, as leis e códigos de posturas destinadas às áreas de encostas mantiveram os pressupostos de espaços planos.

Estes exemplos demonstram que se transfere o problema social de um local para outro, da planície para a encosta, e pela ausência do conhecimento das especificidades do relevo de morros transformam-se as encostas, pela forma de ocupação, em áreas de risco.

O crescimento das cidades se intensifica, no Brasil, com o predomínio da população urbana a partir dos anos de 1970. A concentração populacional, nunca vista anteriormente no Brasil,

desvinculada do planejamento urbano, induziu a população a ocupar áreas de morros, e planícies de inundações configurando áreas de risco urbana.

Oliveira e Almeida (2012) observam a alteração no desenvolvimento das cidades brasileiras a partir dos anos 80, quando a expansão urbana é intensificada nas cidades médias, de influência regional e integrantes do cinturão metropolitano das grandes cidades brasileiras. Dinâmica que contrasta com as décadas anteriores com o processo de crescimento urbano das principais cidades e das capitais

Neste contexto, Alheiros *et al.* (2004, p 7) alertam que este processo resultado de modos de ocupação, de modelos urbanísticos implementados e de carência de intervenções estruturadoras para a ocupação das encostas, provocam a deflagração de acidentes e desastres.

No entanto, a retirada total da população e das residências instaladas nas encostas não corresponde às ações apropriadas do ponto de vista social e técnico (FARAH, 2003). Destaca-se a proporção da população instalada nos morros, principalmente, nas áreas conurbadas das grandes cidades. Locais estes, até o final do século XX, na maioria das vezes, excluídos das políticas públicas de infraestrutura. Portanto, espaços desvalorizados, a paisagem urbana do morro.

Alheiros *et al.* (2004) propõem uma visão diferente sobre a ocupação dos morros: como uma área com potencial para uso urbano. Os mesmos autores denominam esta visão como um novo paradigma o qual implica em novas atitudes de profissionais e gestores do espaço urbano, em grande parte habituados a homogeneizar - visão do espaço plano - as ações para as diferentes feições da superfície.

Referindo-se à ocupação dos morros, Ogura, Silva e Vieira (2004) sugerem diretrizes para a gestão das encostas urbanas em Campos do Jordão (SP). Recomendam obras de infraestrutura urbana e serviços públicos básicos, monitoramento e controle da expansão urbana e das áreas impróprias para ocupação e mais especificamente, as que apresentam alto risco de deslizamento.

Mirandola, Macedo e Soares (2004) investigaram o risco geológico na favela Real Parque, em São Paulo. Os referidos autores inserem a questão da crise habitacional como impulsionadora da ocupação de áreas de riscos geológicos. Portanto, considerando esta questão, a crise habitacional é um dos agentes que produz bairros carentes de infraestrutura, de serviços públicos básicos e estabelecidos sobre áreas irregulares. A origem da crise habitacional pode ser explicada pela expulsão de grande parte da população do setor imobiliário formal e, da incapacidade do Estado em gerir as políticas e projetos de habitação popular.

A ocupação irregular de áreas impróprias para ocupação potencializa os fatores de suscetibilidade natural, podendo contribuir como fator decisivo no desencadeamento dos eventos de deslizamentos. Ogura, Silva e Vieira (2004) afirmam que o fator humano sobre uma topografia acidentada foi preponderante para os eventos de escorregamento no ano 2000 em Campos do Jordão (SP). Os mesmos autores (2004) identificaram na área, as interferências humanas no meio físico natural que aumentaram a instabilidade da encosta: os cortes e aterros formando patamares, os primeiros alterando a geometria da encosta, originando taludes e alterando o equilíbrio do depósito a montante; os segundos formando depósitos de material pouco consolidado e instável.

Quanto às edificações atingidas no mesmo evento, Ogura, Silva e Vieira (2004) reconheceram no modelo de ocupação espontâneo, a forma de instalação das edificações como gerador de instabilidade; quanto ao padrão de construção das moradias caracterizam as situações mais precárias: casas de madeira instaladas nos compartimentos mais críticos da encosta, construída com poucos recursos materiais e fundação em condições precárias; em relação a infraestrutura urbana apontam o escoamento concentrado induzido pelo sistema viário e a ausência ou deficiência no sistema de drenagem urbana.

O problema da ocupação das encostas, para Moreno (1996) expressa os vínculos entre a degradação do meio ambiente urbano, o risco e os desastres. Analisando a ocupação das encostas na capital Quito (Equador) o autor conclui que o aumento no risco de desastres converge da precária gestão do ambiente urbano. Afirma que a ameaça, caracterizada como de origem natural, pode ser denominada de sócio-natural, incluindo assim as intervenções antrópicas, resultado da ausência de planejamento municipal, dos serviços públicos e, das frágeis condições socioeconômicas do país.

Portanto, a ação humana por negligência, falta de opção ou ausência de orientação, colabora na construção das situações de risco de movimentos de massa por intermédio do ambiente edificado e a organização do espaço no entorno da moradia.

A informalidade e a irregularidade são aspectos principais da vulnerabilidade da moradia. Os programas de financiamento não incluem grande parte da população de baixa renda a qual constrói sua moradia com poucos recursos próprios - autoconstrução, sem orientação técnica para construir casas seguras e, alheios a orientação quanto aos aspectos da gestão dos riscos de desastres. São aspectos de vulnerabilidade das moradias, a localização em áreas de risco, a baixa qualidade dos materiais,

o uso inadequado ou o desconhecimento das técnicas de construção (ARGUELLO-RODRIGUEZ, 2004).

Mesmo em assentamentos formais e projetos institucionais de moradia podem ser encontradas deficiências técnicas na construção e ausência de adequação as condições climáticas regionais, inclusive a suscetibilidade do sítio as ameaças naturais. As medidas de mitigação aos riscos visando à moradia e os assentamentos estão contidos nas normas, códigos, regulamentos e zoneamentos. No entanto, a falta de aplicação da legislação, de certa forma, é generalizada. Condição em que a publicação de novas leis não é suficiente para o controle e prevenção das áreas de risco (ARGUELLO-RODRIGUEZ, 2004).

Partindo deste ponto de vista Farah (2003) aborda duas questões, os sistemas construtivos e os grandes programas habitacionais, herança da era industrial e da padronização. Nestes fatos, prevalecendo à racionalidade e as questões econômicas, as intervenções no terreno são justificáveis a partir dos critérios estritamente técnicos. No Recife, Alheiros et al. (2004), exemplificam com a construção em Ibura, no Recife, dos conjuntos habitacionais – as vilas da COHAB – ocupando os topos de morros. Esta ocupação atraiu para as encostas adjacentes a população carente que ocupou de forma espontânea as áreas de declive, utilizando da autoconstrução para edificar a moradia.

Contudo, a visão do risco pode não ser compartilhada pelos moradores, os quais mantêm com o local uma relação de identidade. Esses vínculos podem se referir a propriedade, por estarem morando em um lote adquirido com os próprios recursos, a relação de cooperação com os vizinhos, representando para os mesmos, condição de segurança que prevalece sobre os aspectos de risco de acidente ou desastres caracterizando, dessa forma, o risco assumido.

O cenário de acidente (evento de menor proporção em danos e prejuízos) ou a ocorrência de desastre em áreas urbanas acontecem quando a aptidão e a fragilidade ambiental do meio físico urbano não são observadas. O uso da terra urbana resulta de dois processos, conforme Alheiros et al. (2004), da configuração do desenho urbano orientado pelo traçado viário e pela disposição dos lotes e das edificações correspondendo ao modelo de ocupação e, do arranjo do desenho urbano previamente estabelecido o qual reflete a maneira como ocorre a ocupação dos espaços urbanos, de forma espontânea ou planejada.

Condiciona o traçado urbano a morfologia do sítio de ocupação - a topografia, a declividade, a altitude, e as formas das vertentes. A utilização de equipamentos e máquinas para alterar as formas e a declividade da encosta resulta em uma topografia artificial. Quando segue

estritamente critérios técnicos e econômicos, podem criar condições vulneráveis aos movimentos gravitacionais de massa e erosão do solo (MASCARÓ, 1997).

O projeto e a instalação das vias de acesso e as formas geométricas dos lotes devem considerar a topografia local. A declividade é uma das características limitantes ao uso e ocupação dos terrenos: a partir de 8% de declividade já impõem restrições ao uso, 16% a 30% de declividade devem ser evitados e, a partir de 30% são inadequados (MASCARÓ, 1997).

A forma de ocupação, de maneira geral, é caracterizada por Alheiros et al., (2004) como sendo de ocupação espontânea, quando da invasão de áreas públicas ou privadas, dos remanescentes ou adjacências de loteamentos, por iniciativa individual ou coletiva da população. Ou por ocupação planejada pela disponibilização de novas áreas urbanas por meio de lotes e de conjuntos habitacionais, de iniciativa pública ou privada para atender à demanda para habitação e outros usos. O grau de vulnerabilidade das condições de habitação está relacionado à forma de ocupação urbana.

A construção da habitação pode estabelecer diferentes graus de vulnerabilidade, sob a aplicação das leis reguladoras do uso da terra urbana: o Plano Diretor, o código de posturas, a presença e da eficiência dos programas de habitação de interesse social e, ainda, da prestação dos serviços públicos de infraestrutura como abastecimento de água, rede de esgotamento sanitário e de escoamento das águas superficiais para atender a demanda da população.

Distinguem-se na configuração do espaço urbano os agentes no âmbito pública e privado. Tratando especificamente da forma de ocupação dos morros na região Metropolitana de Recife, Alheiros et al. (2004) identificaram a atuação do setor público pela oferta de novos assentamentos, geralmente em topos de morros utilizando-se de terraplanagem, ficando as encostas sem tratamento e monitoramento sujeita a invasão. Intervém ainda o setor público, na requalificação de áreas degradadas pela ocupação espontânea e desordenada. O setor privado atua na ocupação dos morros com a oferta de loteamentos regularizados e irregulares, com modelos de ocupação que podem desconsiderar os critérios para manter a estabilidade da encosta, os parâmetros urbanísticos regulamentares e a infraestrutura recomendada (Alheiros et al., 2004).

O desenho urbano se expressa na associação das vias de circulação e das quadras. O modelo de ocupação dos morros para a Região Metropolitana de Recife foi definido, principalmente, considerando a

orientação do sistema viário em relação às curvas de nível. Na ocupação espontânea é definido pelos caminhos naturais e acessos construídos; na ocupação planejada é definido e hierarquizado quando do parcelamento dos lotes (ALHEIROS et al., 2004).

A ocupação direcionada pelo sistema viário pode ocorrer em malha ortogonal sem relação com as curvas de nível; ocupação radial onde os acessos principais que cortam o morro no sentido perpendicular às curvas de nível; ocupação em patamares quando os acessos principais estão dispostos paralelamente às curvas de nível; ocupação em topos planos pelo nivelamento do topo de morros formando um platô semelhante à ocupação em áreas planas (ALHEIROS et al., 2004).

Para Alheiros et al. (2004), a regulação da ocupação dos morros deve ser concebida de uma concepção urbanística. Nas diretrizes propostas pelos autores para as áreas de morros considerando a natureza e o risco avaliado da região Metropolitana de Recife, entre outras instruções, sugerem legislação especial, medidas preventivas para impedir intervenções que desestabilizem as encostas e a promoção da regularização fundiária.

Para os assentamentos urbanos, ratificam o tratamento diferenciado e integrado de cada elemento urbano para as áreas de morro considerando as especificidades do relevo: o dimensionamento e a disposição em relação às curvas de nível do sistema viário, da rede de drenagem e dos lotes; padrão das edificações; componentes de infraestrutura integrados às soluções adotadas para o sistema viário e para o conjunto de lotes; as áreas de uso coletivo (ALHEIROS *et al.*, 2004, p. 76).

A afirmação de Farah (2003, p. 140) vai ao encontro das concepções e propostas de Alheiros et al. (2004) “Encostas em solos tropicais são terrenos vulneráveis. É provavelmente melhor ocupá-las com propriedades que deixá-las ao azar”. No entanto, a ocupação não deve descartar a implementação das áreas de preservação permanente, e o contínuo monitoramento e fiscalização, que impeçam a expansão da ocupação em direção as áreas de risco de movimento de massa.

A expansão das áreas urbanas deve-se ao crescimento demográfico das cidades e a migração, principalmente nas grandes cidades e regiões metropolitanas contemporâneas. Para entender a complexidade do risco urbano, o debate deve aprofundar o conhecimento acerca da configuração do espaço urbano e as funções que desempenha na reprodução do capital, inserido no sistema capitalista e aos fatos que impulsionam esses fenômenos. Portanto, a análise é também histórica revelando a origem e o contexto social, político, ambiental e econômico das cidades, integradas

e conectadas com espaços mais abrangentes de influência (MANSILLA, 2000).

Assim, o cenário do risco, além das particularidades locais, transpõe os limites da cidade devido à integração com o seu entorno e região, formando condições distintas do risco urbano. Consequentemente, as formas de gestão devem adaptar-se e corresponder à realidade do ambiente urbano local. A gestão do risco urbano abrange a redução da pobreza, o fortalecimento da percepção do risco e da capacidade de resposta da população, as condições seguras de habitação e de infraestrutura urbana e, o uso, o planejamento, a proteção ambiental e a gestão da terra urbana (IDNDR, 1995). Sendo o risco inerente a todas as atividades humanas, em diferentes graus, a redução do risco a níveis aceitáveis é o que se espera da gestão do risco (ARGUELLO-RODRIGUEZ, 2004).

O propósito é reduzir a vulnerabilidade da população local exposta ao risco, principalmente, dos grupos de baixa renda. Cidades com grande concentração de pessoas, com extrema demanda por infraestrutura e com ambiente urbano deteriorado, apresentam tendência a aumentar a vulnerabilidade, de forma mais expressiva, da população mais pobre (IDNDR, 1995). Robaina (2008) relaciona desenvolvimento, marginalização social e ambiente físico deteriorado ao afirmar que o desastre reflete a materialização da vulnerabilidade social.

Reduzir a pobreza da população é, também, diminuir as condições de vulnerabilidade ao desastre. A redução da vulnerabilidade e do risco deve conduzir a um novo programa de desenvolvimento urbano para as cidades. Para isso devem incluir projetos públicos de informação, educação e estratégias de resposta aos desastres que permitam as pessoas realizarem ações efetivas de precaução e redução dos riscos a que estão expostos (IDNDR, 1995).

2.4 O MAPEAMENTO COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISE: ESPACIALIZANDO OS RISCOS DE DESASTRES.

Veyret (2007) afirma que a geografia estuda os riscos que se concretizam numa dimensão espacial e que representados cartograficamente confere ao risco um caráter objetivo. Na gestão do risco o zoneamento e o mapeamento distinguem setores de risco constituindo a base para as políticas públicas de prevenção e mitigação. Outra atribuição da cartografia é ser ferramenta de comunicação. Então, o mapa deve ser adequadamente adaptado ao público possibilitando, por parte deste, a apropriação da informação (VEYRET, 2007).

Os métodos aplicados ao mapeamento dos riscos de desastres são determinados conforme o objetivo e a finalidade da proposta do trabalho, técnico ou de pesquisa. A aplicação dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) na espacialização dos riscos de desastres permite a automatização, o processamento, a atualização, e a integração de imagens, mapas e informações alfanuméricas, possibilitando diferentes técnicas de análise e formas de apresentação do resultado.

No entanto, Maskrey (1998b) salienta que a aplicação do SIG na gestão do risco de desastres enfrenta problemas de ordem conceitual, metodológica e contextual que interferem na relevância, efetividade e eficiência do SIG no mapeamento e análise do risco. Estas dificuldades se referem à capacidade de os modelos espaciais representarem o complexo de variáveis que interferem num cenário de risco devido: a ausência de fontes de dados com séries históricas e amplitude espacial, temporal e com qualidade adequada para manter e atualizar os modelos espaciais, prováveis erros nas informações produzidas e a dificuldade na sua verificação, e, por fim, a aplicação de metodologias inadequadas para a implementação do SIG.

As técnicas utilizadas por meio do SIG podem ser indutivas ou dedutivas, ou ambas, de forma integrada. As técnicas indutivas inferem o grau de risco a partir da combinação de dados e informações específicas. Podem abranger a combinação de camadas temáticas (*layers*) dos elementos em risco e associá-las as camadas referentes a ameaça. Ou ainda, construir índices probabilísticos de risco por meio da combinação de diferentes camadas temáticas representando diferentes variáveis. Para cada variável é descrita as características espaciais, temporais, atributos e topologias associadas ao risco. Já as técnicas dedutivas elaboram padrões históricos de ocorrência de desastres para estimar a probabilidade do risco em determinado espaço e período (MASKREY, 1998b).

Áreas suscetíveis e com ocupações vulneráveis podem ter a instabilidade potencializada, elevando o grau de risco e, desencadeando movimentos de solo nas encostas. A determinação das áreas suscetíveis e vulneráveis e a previsão dos eventos de deslizamentos abrangem métodos e procedimentos específicos. Fernandes et al. (2001) citam as seguintes técnicas de previsão de áreas instáveis: a análise a partir da distribuição dos deslizamentos no campo (mapa de inventário), a análise a partir de mapeamento geológico ou geotécnico (mapa de suscetibilidade), os modelos com bases estatísticas (de menor subjetividade, porém, depende de banco de dados de boa qualidade e com séries históricas dos processos) e modelos determinísticos (modelos matemáticos que representam processos e leis físicas, requer conhecimento do evento).

O mapeamento das áreas suscetíveis e vulneráveis aos movimentos de massa tem a finalidade de delimitar as áreas de riscos a estes processos. Resulta no zoneamento dividindo os setores, conforme as classes dos atributos dos fatores de instabilidade e de vulnerabilidade. A produção cartográfica, em geral, pode resultar nos mapas: geológico e/ou geotécnico, geomorfológico, de altitude, de declividade, de forma da encosta, da hidrografia, do fluxo das águas superficiais, do uso da terra, de fragilidade ambiental, do tecnógeno, de inventário, do risco de deslizamento e dos atributos da vulnerabilidade. Contudo, podem diferir conforme a proposta de investigação e/ou mapeamento realizado.

O mapeamento é ferramenta de suporte para a representação de setores e perfis das encostas submetidos a monitoramentos e/ou a investigações dos parâmetros hidrológicos, geomorfológicos e hidroclimáticos. Os mapas são instrumentos que orientam a análise, as ações de prevenção e mitigação frente aos acidentes e desastres. Subsidiaram ainda o planejamento urbano e os planos da Defesa Civil (ALHEIROS, 2004).

Exemplificando, Ogura, Silva e Vieira (2004) citam para o diagnóstico do conjunto dos bairros denominados de Vilas Operárias em Campos do Jordão (SP), o mapeamento geral de risco e a carta de escorregamentos, o zoneamento geomorfológico, o mapa de declividade para cada vila operária, o mapa de fluxo modificado do escoamento superficial das águas pluviais localizando, as áreas que foram impactadas pelas alterações no curso superficial das águas pluviais. Mirandola, Macedo e Soares (2004) mencionam a carta de declividade, o mapa do tecnógeno e a carta de risco para o zoneamento do risco geológico na área da Favela Real Parque, em São Paulo.

Os parâmetros para a cartografia e o zoneamento das encostas referem-se aos condicionantes naturais e aos fatores antrópicos (OGURA, SILVA, VIEIRA, 2004). A seleção dos fatores que irão compor o cenário a ser representado depende do processo a ser representado e, ainda, do banco de dados, do software para o processamento das imagens, mapas e dados alfanuméricos (FERNANDES et al., 2001)

Os fatores do meio físico que caracterizam a suscetibilidade da encosta são apresentados por meio do mapa de suscetibilidade. Fernandes et. al. (2001) apontam esse mapa como resultado da investigação de parâmetros isolados e da representação em mapas da geologia, geomorfologia, topografia, hidrografia, solos e das alterações no meio físico resultante da ocupação da encosta, os quais irão compor um conjunto de informações que subsidiarão a elaboração do mapa de suscetibilidade. (FERNANDES et al., 2001). Geralmente, para

determinar o grau de suscetibilidade são definidos notas e pesos aos diferentes fatores condicionantes da instabilidade da encosta.

A área de abrangência, regional ou local, e o objetivo do estudo definem a escala (regional ou de detalhe) do mapeamento. O reconhecimento da geologia - inclusive as feições estruturais, das feições do relevo, dos cursos da água e das águas de subsuperfície, da declividade, da altimetria e da espessura dos solos são parâmetros a serem analisados no âmbito regional, da bacia hidrográfica ou de segmentos da encosta para identificar locais com instabilidades (OGURA, SILVA, VIEIRA, 2004).

Desta forma, geralmente, é realizado inicialmente um mapeamento geral da área para reconhecimento dos locais e da intensidade dos riscos e dos graus de risco de deslizamento nas escalas: regional 1:50 000 ou menores, de planejamento 1:50 000 a 1:25 000, de detalhe 1:5 000 ou maior. O mapeamento na escala de projeto é realizado por setor, perfil ou ponto/local da encosta em que houve deslizamentos ou com potencial eminente de deslizamentos, especificamente para as condições locais da encosta (OGURA, SILVA e VIEIRA, 2004),

A suscetibilidade da encosta aos movimentos de massa também é determinada no mapeamento geotécnico, onde a cartografia representa as potencialidades e as restrições de uso. A cartografia geotécnica no âmbito do ordenamento territorial visa dispor subsídios a ação do Estado, principalmente, nas áreas urbanas onde são mais numerosas as implantações de obras civis e de infraestrutura e, a necessidade de definição de áreas de preservação (PELOGGIA, 1997).

Para esta finalidade, urbana e territorial, no mapeamento geotécnico considera-se os aspectos de prevenção e otimização do uso dos espaços. Conforme os processos relativos a uma forma de uso e a ocupação do terreno, os mapas e cartas devem apresentar informações específicas e, com escalas pertinentes. Quando aplicadas para fins ambientais devem considerar o caráter dinâmico e temporal dos processos inseridos no mapeamento (ZUQUETTE, GANDOLFI, 2004).

Os aspectos naturais e aqueles relacionados aos usos e ocupação do solo são dinâmicos, com expressão espacial e temporal. Associar essas características é inserir no mapeamento geotécnico a dimensão das relações antrópicas sobre a natureza. A desconsideração dessas características pode produzir representações abstratas, idealizadas, e desvinculadas da realidade, excluindo a categoria humanizada dos aspectos geológicos (PELOGGIA, 1997).

No Brasil a escassa produção das cartas geotécnicas e as dificuldades para a aplicação no planejamento urbano devem-se a três fatores: interesses privados e políticos, ausência de continuidade na

administração pública municipal, e a omissão ou desconhecimento das ferramentas de desenvolvimento urbano (FARAH, 2003). Acrescentamos as observações de Maskrey (1998a), quanto aos obstáculos de ordem política, social e econômica ao uso e a aplicação dos mapeamentos e, das análises espaciais na gestão dos riscos de desastres. Argumenta o mesmo autor, que por estes mesmos motivos, muitas vezes, as contribuições provenientes do uso dos SIG, não produzem os resultados esperados.

Juntamente com a evolução tecnológica dos SIG e a correspondente produção cartográfica, vinculadas as empresas e instituições públicas, o mapeamento comunitário apresenta significativa contribuições na gestão do risco (IFRC, 2000; FEMA, 1989). O processo comunitário de elaboração e discussão no mapeamento estimula a percepção do risco e a participação da comunidade, como agentes de redução das condições de vulnerabilidade e de perigo. Resulta no reconhecimento dos perigos e vulnerabilidades locais, das deficiências, dos recursos e das capacidades da comunidade para promover a resiliência (IFRC, 2000).

Os mapas comunitários podem ser integrados aos projetos e planos institucionais locais voltados para a redução do risco. Desta forma, permite o acesso a informação pública, na produção e discussão dos mapas resultantes e, promove o empoderamento da comunidade na medida em que a população se torna sujeito ativo na redução dos riscos (IFRC, 2000).

Os mapas são ferramentas importantes da gestão do risco, pois é uma representação dos processos e aspectos da realidade, em diferentes escalas, localizando-os no tempo e no espaço. O uso dos mapas deve ser integrado ao contexto ambiental, social, econômico e cultural que representa. Para tanto, a elaboração, a interpretação, o uso e a aplicação dos mapas requer critérios para não restringir as informações apenas à simbologia, desvinculado da realidade que é dinâmica. A mesma orientação se aplica para identificar as limitações dos mapeamentos e representações cartográficas (OEA, 1993).

Maskrey (1998c) aponta o uso generalizado do termo mapeamento de risco, quando na prática se produz apenas mapas de ameaças e perigos com a respectiva distribuição, frequência, topologia e magnitude. Enfatiza o autor, que a vulnerabilidade e suas características não são mapeadas e analisadas. Assim, o mapeamento enfoca as causas naturais e das infraestruturas físicas dos desastres, em detrimento dos processos sociais, culturais, econômicos e políticos que integram a vulnerabilidade e seus atributos.

A principal propriedade da vulnerabilidade é a polimorfia com que suas características se expressam. Minaya Pizarro (1998) trata do modelo conceitual da vulnerabilidade partindo do pressuposto da abrangência, da vulnerabilidade geral e da vulnerabilidade no âmbito local e regional. Conforme a autora, o modelo teórico geral da vulnerabilidade inclui todas as variáveis possíveis que interferem na situação de vulnerabilidade para garantir a validade do modelo. Conseqüentemente pode ser utilizado para induzir padrões prováveis de vulnerabilidade. Porém, resultaria em um modelo muito complexo o que limita a sua aplicação.

O modelo para a vulnerabilidade específica de um local ou região parte da inferência de parâmetros do padrão real da vulnerabilidade. A partir destes parâmetros reais, com enfoque dedutivo, é identificado um conjunto de variáveis e indicadores que podem reproduzir o padrão de vulnerabilidade local ou regional. Conseqüentemente, este modelo tenderia a apresentar um maior grau de confiança, no entanto, está limitado a um padrão de vulnerabilidade de um contexto específico (MINAYA PIZZARRO, 1998).

A vulnerabilidade social apresenta aspectos qualitativos e quantitativos, porém, se caracteriza pelas relações sociais as quais possuem significado qualitativo. Nesta propriedade está a dificuldade para representá-la cartograficamente (MACÍAS, 1998). Macías (1998) propõe discriminar a vulnerabilidade social como as condições suscetíveis de sofrer danos e as que afetam a capacidade de recuperação após os desastres; ordenados por conceitos e categorias e de acordo com a escala de observação.

No entanto, orienta que as categorias não se restringem as condições materiais, mas inclui aquelas referentes à coesão social e também às determinadas ao nível do simbólico, de identificação e de pertencimento ao lugar, e a inserção na organização socioespacial local, que influenciam no âmbito individual, familiar e coletivo dos sujeitos (MACÍAS, 1998).

Na análise qualitativa, inicialmente, determinar as categorias da vulnerabilidade para, então, relacionar as informações quantitativas correspondentes. Assim, considera o trabalho cartográfico não apenas a representação e a linguagem correlata de forma isolada, mas associado a processos complexos de investigação da vulnerabilidade social (MACÍAS, 1998). Nesta perspectiva, o mapeamento também é resultado de percepções e conclusões subjetivas. Contrasta com a concepção do mapa como construção humana, segura, objetiva na determinação do risco (VEYRET, 2007).

Por fim, é imprescindível a transferência das informações técnicas para os usuários, sejam eles a população, planejadores, gestores, tomadores de decisão. A ausência do acesso ao conhecimento e a informação pública impede a universalização das ações de prevenção, mitigação e respostas aos desastres sócio-naturais (FEMA, 1989; OEA, 1993).

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DA PESQUISA

Os métodos e técnicas da pesquisa qualitativa e quantitativa orientaram a investigação. A pesquisa foi delineada como um Estudo de Caso sobre as condições de instabilidades nas encostas e os deslizamentos, a partir da análise das características físico-naturais do sítio e dos fatores de uso e ocupação da terra. Porquanto, a opção metodológica buscou contemplar a abrangência espacial e temporal de uma realidade específica, nos bairros Prado e Saudade e nas encostas adjacentes à BR 101, no Bairro São Miguel.

A pesquisa qualitativa, de forma simples, pode ser expressa como o tipo de pesquisa que produz resultados não alcançados por meio de procedimentos estatísticos ou de outros meios de quantificação. A quantificação não é descartada para alguns dados, que podem ser estatisticamente analisados. Contudo, predomina a análise interpretativa e descritiva (STRAUSS, CORBIN, 2008). Ou seja, “[...] o processo não matemático de interpretação, feito com o objetivo de descobrir conceitos e relações nos dados brutos e de organizar estes conceitos e relações em um esquema explanatório teórico” (STRAUSS, CORBIN, 2008, p. 24).

O método qualitativo oportuniza ao pesquisador incluir sua interpretação do fenômeno objeto da pesquisa. Por meio dos processos de análise e interpretação, reúne os dados e informações articulados ao referencial teórico e ao problema e hipótese da pesquisa, direcionando para a conclusão ou ao retorno para fases anteriores do estudo (MINAYO, 2007). De outra forma, “a ação indagativa se move de maneira dinâmica em ambos os sentidos: entre os fatos e sua interpretação, [...] na qual a sequência nem sempre é a mesma, ela varia de acordo com cada estudo específico” (SAMPIERI, COLLADO, LUCIO, 2013, p. 33). Possibilita, ainda, a contextualização do fenômeno, a profundidade de significados, a amplitude na abordagem do problema e a diversidade de interpretação na análise (SAMPIERI, COLLADO, LUCIO, 2013).

A abordagem quantitativa — na pesquisa quantitativa o conhecimento produzido se adapta à realidade objetiva, ou seja, na realidade externa ao indivíduo — não tem a perspectiva de contemplar as características subjetivas dos sujeitos (SAMPIERI, COLLADO, LUCIO, 2013). Aplicado na abordagem do fenômeno social, “[...] parte do princípio de que o mundo ‘social’ é intrinsecamente cognoscível e todos nós podemos estar de acordo com a natureza da realidade social” (SAMPIERI, COLLADO, LUCIO, 2013, p. 32).

Os procedimentos quantitativos estruturam-se no controle sobre os fenômenos, na contagem e na magnitude das variáveis, na réplica da

análise e no detalhamento e aprofundamento de propriedades do objeto. Oportuniza a repetição do método, a comparação entre estudos semelhantes, o enfoque dedutivo e a generalização dos resultados (SAMPIERI, COLLADO, LUCIO, 2013).

Assim, um método não exclui o outro, podendo haver a combinação das técnicas qualitativas e quantitativas (STRAUSS, CORBIN 2008; SAMPIERI, COLLADO, LUCIO, 2013). A pesquisa pode ser realizada com diferentes combinações, principalmente nas etapas de coleta e análise dos dados. O processo de interação dos métodos pode ocorrer de forma que o “método qualitativo deve dirigir o quantitativo, e o método quantitativo resulta no qualitativo, em um processo circular, mas ao mesmo tempo evolutivo [...]” (STRAUSS, CORBIN, 2008, p. 45).

Combinando as técnicas qualitativas e quantitativas, utilizou-se o Estudo de Caso para balizar a investigação. O Estudo de Caso é a pesquisa que visa investigar e produzir um conhecimento amplo e detalhado de um ou mais objeto de estudo. É proposto para estudar situações da realidade e descrever a situação do contexto, buscando explicar as variáveis causais de determinado processo. Tem a finalidade de obter uma visão global do problema e o delineamento de fatores que o influenciam e são por ele influenciados. Aplica-se a estudos de condições e espaços específicos, e não tem o propósito de gerar resultados generalizantes (GIL, 2010).

Delineado o método da pesquisa, os procedimentos sobre instabilidades de encostas tiveram como referência os seguintes autores e trabalhos: Alheiros *et al.* (2004), que abordaram a ocupação dos morros da Região Metropolitana de Recife, sobre o enfoque do meio físico e dos modelos e das formas de urbanização.

O princípio utilizado na previsão de áreas susceptíveis a deslizamentos, de acordo com Fernandes (2001), é o que afirma que a distribuição das cicatrizes e depósitos de deslizamentos recentes podem sugerir futuros padrões de comportamento das instabilidades.

Entre os métodos de avaliação dos fatores de vulnerabilidade estão as análises qualitativas do crescimento urbano, dos modos de ocupação do solo, as características do habitat e das obras de proteção ou defesa e os fatores socioeconômicos da população. Os fatores do meio urbano podem se situar como potencializadores dos processos condicionantes e deflagradores dos movimentos de massa na encosta. Esses fatores estão contemplados na análise do sistema urbano, abrangendo a área urbana ou, de forma mais restrita, contemplando setores representativos da ocupação das encostas nos bairros Prado, Saudade e áreas adjacentes à BR 101.

O Modelo Numérico do Terreno (MNT), também denominado Modelo Digital do Terreno ou Modelo de Elevação Digital, manipulado nos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), permite a representação e o armazenamento de informações da forma e da superfície do relevo. Fernandes *et al.* (2001) citam os parâmetros topográficos representados por meio do SIG: a elevação, a declividade e a orientação das encostas. A esses parâmetros acrescenta-se a forma da encosta. O uso do solo, associado a esses parâmetros, é fator relevante para a espacialização dos eventos por meio do Modelo Digital do Terreno, na investigação espacial dos deslizamentos (FERNANDES *et al.*, 2001).

De forma mais específica, os procedimentos e técnicas desenvolvidas em cada etapa da pesquisa são descritos a seguir.

3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica incluiu a temática pertinente às pesquisas sobre movimentos de massa, resgatando textos clássicos e, também, os trabalhos referentes à área conurbada de Florianópolis. Reuniu informações sobre os processos de deslizamentos e da ocupação das encostas que podem caracterizar a vulnerabilidade aos deslizamentos nos Bairros Prado e Saudade e na encosta paralela à BR 101, no bairro São Miguel. Orientou, também, quanto aos procedimentos e técnicas aplicados nas pesquisas direcionadas às instabilidades de encostas.

3.2 INVENTÁRIO DA ÁREA DE ESTUDO

O inventário da área de estudo abrangeu materiais cartográficos, informações bibliográficas e documentais, visando a um arcabouço teórico do tema e o conhecimento dos estudos já realizados na área da pesquisa. Abrangeu também levantamento de bibliografia, contendo informações quanto: aos principais fatores e processos fisiográficos da área de estudos; à resistência ao cisalhamento dos solos para os projetos de recuperação de taludes às margens da BR 101; às bases cartográficas; aos materiais relativos aos mapeamentos já existentes; às fotografias aéreas disponíveis; aos registros do uso e ocupação do solo; à caracterização dos deslizamentos já registrados.

Procedeu-se a caracterização climática e pluviométrica a partir da generalização das características climáticas e da dinâmica atmosférica, descritas para o município de Biguaçu e região, mais especificamente próximo à linha de costa em que a área urbana está localizada. Considerando a escala de abordagem, a sub-bacia hidrográfica e diante da

ausência de estação pluviométrica próxima ou na área de pesquisa, optou-se por trabalhar apenas com as propriedades climáticas.

O levantamento dos materiais e informações incluiu pesquisas nas instituições: o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), onde foram coletadas as informações do senso 2010 para cinco setores censitários. Porém, uma área no bairro Saudade e uma área do bairro São Miguel estão incluídas em setores da área rural do município, o que exigiu outra fonte de informações. Inseriu-se, então, informações do cadastro do E-SUS do Sistema Único de Saúde (SUS).

Na Secretaria de Defesa Civil do Estado de Santa Catarina, foram coletadas informações dos Relatórios de Avaliação de Danos (AVADANs) referentes aos registros de deslizamentos. Na Secretaria Estadual do Planejamento de Santa Catarina foram obtidas as fotografias aéreas dos anos de 1957 e 1978. As fotografias aéreas do ano de 1998 foram concedidas pela Celesc (Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A) mediante solicitação.

Para a Autopista Litoral Sul (Arteris) foi encaminhada solicitação para acesso às informações geotécnicas referentes aos projetos de construção das estruturas de contenção nas encostas paralelas à BR 101, na área de estudo.

Na prefeitura municipal de Biguaçu, foram obtidas as fotografias aéreas do ano de 2010 e o Modelo Digital de Elevação (MDT) gerado no mesmo levantamento realizado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS), os mapas temáticos e os *shapes* para arquivos ArcGis das informações cartográficas relativas ao Plano Diretor de 2009.

Na administração municipal, consultou-se: a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil, a Superintendência de Comunicação Social, as Secretarias do Planejamento, da Saúde e da Assistência Social. No Batalhão do Corpo de Bombeiro Militar de Biguaçu, foram solicitadas as informações sobre a atuação da instituição referente aos deslizamentos e a solicitação de apoio para o acesso às áreas dos bairros.

Para a Secretaria do Planejamento municipal, foi encaminhada solicitação para acesso às informações do Cadastro Técnico Urbano, para relacioná-las às informações socioeconômicas e aos aspectos fisiográficos relativos a instabilidades das encostas. Apesar de deferida a solicitação, as informações não foram recebidas em tempo para serem inseridas na análise.

3.3 USO E COBERTURA DA TERRA E OS FATORES DE INSTABILIDADE NAS ENCOSTAS

O estudo da cobertura e uso da terra permite identificar e determinar a função dos elementos antrópicos na estabilidade da encosta. Esses elementos podem agir como potencializadores dos fatores condicionantes. No fator uso do solo, a intervenção antrópica é caracterizada pela análise dos padrões de construção dos assentamentos e das habitações que indicam a dimensão da vulnerabilidade estrutural e socioeconômica.

As informações dos fatores de intervenção urbana foram observadas no mapa do Cadastro Técnico Urbano, coletadas informações dos domicílios no Censo Demográfico do IBGE (2010a ,b, c), no cadastro do Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB, 2015) do Sistema Único de Saúde (SUS), para toda a área de pesquisa e, de forma detalhada, para setores representativos dos fatores de suscetibilidade e vulnerabilidade observados nas encostas. Foram considerados e analisados os seguintes parâmetros:

- Infraestrutura de drenagem do escoamento da água superficial.
- Serviços Públicos relativos:
 - ao destino do lixo: se coletado, queimado ou depositado no terreno.
 - a forma de esgotamento sanitário: se por fossa séptica ou rudimentar, lançamento nos cursos da água ou na rede de drenagem pluvial.
 - o abastecimento de água: se por meio da rede de abastecimento público de água ou por nascentes.
 - a drenagem pluvial
 - o acesso à rede pública de energia elétrica.
- Áreas de Proteção Ambiental localizadas em topo de morro, em áreas de declividade elevada, às margens de cursos da água e no entorno de nascentes.
- Obras de estabilização em cortes e em deslizamentos.
- Distância da base da encosta às rodovias: os deslizamentos podem ocorrer ao longo das rodovias. A estabilidade da base da encosta também pode ser afetada pela construção, realização de cortes em taludes e o trânsito das estradas.

- Ocorrência de cortes e aterros: verificada a ocorrência de corte e aterro e taludes artificiais.
- Sinais de movimentação do solo: inclinação de árvores, postes e muros, embarrigamento de muros e paredes, cicatrizes de escorregamento, trincas, degraus de abatimento.
- Condições gerais das edificações: alvenaria, madeira, misto; a disponibilidade de sanitários (banheiro com vaso sanitário e chuveiro).
- Renda familiar.

3.4 ELABORAÇÃO CARTOGRÁFICA

O trabalho de elaboração cartográfica foi realizado por meio do Sistema de Informação Geográfica (SIG), ArcGis 2010.1. Iniciou-se com a elaboração da base cartográfica prévia. As imagens aéreas incluíram fotografias aéreas do ano de 1957 e 1978, disponibilizadas pela Secretaria de Planejamento do Estado de Santa Catarina, ambas na escala 1:25000; as fotografias do ano de 1998, na escala 1:15000, disponibilizada pela CELESC, e a ortofotocarta do ano de 2010, de responsabilidade da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável do Estado de Santa Catarina, na escala 1:10 000.

Para recobrir a área de pesquisa, foram utilizadas seis fotografias aéreas de 1957 (fotografias 1515, 1516, 1517, 1545, 1546, 1547); seis fotografias aéreas do ano de 1978 (fx 337: fotografias 21589, 21590, 21591, 21810, 21811, 21812); cinco fotografias aéreas do ano de 1998 (fx 3: fotografias 1, 2 e 3; fx 4: fotografias 7 e 8). Procedeu-se a ortorretificação, permitindo a correção das distorções fotográficas e a melhor representação dos elementos da superfície.

A ortofotocarta do município de Biguaçu, gerada a partir das fotografias aéreas ortorretificadas (SDS, 2010) na escala 1:10 000, permitiu trabalhar as encostas em toda a sua extensão. A partir do Modelo Digital do Terreno (MDT), escala 1:5 000, a elaboração cartográfica gerou os mapas temáticos de: declividade, hipsometria, forma do relevo, orientação das encostas, hidrografia, direção de fluxo, área de acumulação, permitindo representar a topografia, o relevo e a rede hidrográfica da área.

A partir da fotointerpretação das fotografias aéreas de 1978, foi gerado o mapa de esboço geológico e o mapa geomorfológico; das fotografias aéreas dos anos de 1957, (escala 1:25 000), 1978 (escala 1:25

000), e 1998 (na escala 1:15 000), os mapas de uso da terra e o mapa da evolução da ocupação urbana para os respectivos anos.

A interpretação das fotografias aéreas e das imagens, geradas a partir do processo de ortorretificação, permitiu delimitar o modelo de ocupação. O modelo de ocupação pode ser em patamar, radial, ortogonal, em topos planos de morro, e é desenhado pelos loteamentos e o traçado viário. A análise do modelo permitirá identificar a forma de ocupação que pode ocorrer de forma espontânea, por invasão ou planejada, por meio de lotes ou conjuntos habitacionais públicos ou privados. Os parâmetros anteriores indicaram o estágio da urbanização (consolidado ou não) para as áreas de encosta (ALHEIROS *et al.*, 2004). O inventário da evolução da ocupação da encosta apresenta a tendência das alterações na cobertura superficial, no relevo e nos cursos de água.

A ocupação urbana determinada pelos lotes foi relacionada a altitude e a declividade para as encostas ocupadas, delimitada pelas quadras urbanas foi sobreposta a geologia, gerando três mapas distintos, na escala 1:10 000.

Os locais com cicatrizes de deslizamentos foram plotados sobre os mapas de esboço geológico, geomorfologia, uso e ocupação do solo e de risco. A base cartográfica, os mapas temáticos e as tabelas de atributos compuseram o banco de dados. Além da representação da suscetibilidade natural do ambiente, os mapas da evolução da ocupação urbana situam no tempo e no espaço a intervenção antrópica nas encostas e representam a vulnerabilidade do sistema urbano aos movimentos gravitacionais de massa.

3.4.1 Fotointerpretação para a identificação das feições do meio físico

O trabalho de interpretação das fotografias aéreas foi um dos procedimentos preliminares à elaboração cartográfica e do trabalho de campo. Foram identificados os aspectos fisiográficos e as alterações do uso do solo urbano que caracterizam os fatores de instabilidade e potencializam a suscetibilidade natural aos deslizamentos.

Nas características fisiográficas, são identificadas as feições geológicas, geomorfológicas, do relevo, do sistema hidrográfico, das feições de deslizamentos e da dissecação do relevo. Essas delimitações foram realizadas sobre as fotografias aéreas do ano de 1978, na escala 1:25000, com apoio na observação das fotografias aéreas do ano de 1957, que apresentam uma cobertura vegetal menor e, posteriormente, digitalizadas sobre as ortofotos em meio digital e ortorretificadas.

A interpretação geológica resultou no mapa do esboço geológico. Foram utilizados como base para a identificação da litologia os mapeamentos, da CPRM (2014) e Trainini et al (1978). A delimitação das unidades litológicas apoiou-se no mapeamento realizado por Trainini et al (1978) devido a escala utilizada, 1:50 000, e a facilidade de identificação das litologias. No entanto, foi empregada a nomenclatura atualizada pela CPRM (2014). As relações de contato observadas em campo, na área de ocupação urbana e contígua a BR 101 conferem com a delimitação de Trainini et al (1978).

Os mapas elaborados a partir das ortofotografias apresentam o uso e ocupação da terra referente aos anos de 1957, 1978, 1998 e 2010 para as bacias hidrográficas de estudo. De forma geral, as áreas mais brancas nas imagens estão associadas ao solo exposto ou a cultivos. As manchas em cinza, com uma textura mais suave, referem-se à vegetação rasteira ou às pastagens. As áreas em tons de cinza mais escuro e rugosidade acentuada registram a vegetação em diferentes estágios de regeneração. Para as áreas urbanas, predominam as formas geométricas nas quadras e edificações, sendo linear e curva nas ruas e rodovias. Nas ocupações espontâneas, esses elementos apresentam uma diversificação na organização espacial.

3.5 TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo permite relacionar a teoria à realidade por meio da aplicação das técnicas de pesquisa. O trabalho de campo em área urbana exige articulações para o acesso à área de quadra e lotes, a realização de observações detalhadas quando necessário e o contato com os moradores locais. Assim, procedeu-se a visita para a apresentação do projeto e a consolidação de parceria nas instituições e órgãos da administração pública municipal e estadual. Esse contato se fez permanente durante todo o período da pesquisa.

Isso resultou no auxílio da prefeitura municipal para a realização do trabalho de campo, por meio das Secretarias de: Planejamento, Defesa Civil Municipal, Secretaria da Assistência Social, Secretaria da Saúde, mais especificamente pela Unidade do Bairro Prado e das Agentes Comunitárias de Saúde que atuavam nesta Unidade e na área pesquisada.

O trabalho de campo iniciou-se com o reconhecimento da área urbana do município. De início percorreram-se as duas maiores extensões de encostas, uma situada ao sul do rio Biguaçu e outra ao norte, ambas na área urbana. Foram registrados e fotografados os locais onde já ocorreram

deslizamentos e, também, aspectos da ocupação urbana que conferem situação de vulnerabilidade referente a estes processos.

O primeiro reconhecimento foi realizado em março de 2012, nos bairros Prado, Boa Vista e Bom Viver. Contou com o acompanhamento e explicações de técnicos da Secretaria do Planejamento. Foram percorridos os bairros Prado, Saudade, Boa Vista, Fundos, Jardim Janaína e Bela Vista. Além das primeiras informações coletadas, foi realizado o registro fotográfico.

Em 17 de janeiro de 2013, com orientações da Assistente Social da Secretaria de Assistência Social da prefeitura, também integrante da Defesa Civil Municipal, foram reconhecidos locais com riscos de movimento de massa nos bairros Boa Vista, Fundos, Jardim Janaína, Bom Viver e Prado.

No mês de abril de 2013, foram realizados dois dias de trabalhos com o auxílio de Agentes Comunitárias de Saúde (ACS) do Programa Estratégia da Saúde da Família. Esse reconhecimento concentrou-se nos bairros Prado e Saudade. No percurso, foram identificados os locais com aspectos fisiográficos naturais e de uso e ocupação, que possam apresentar situação de suscetibilidade e de vulnerabilidade aos movimentos gravitacionais de massa, os quais foram registrados para análise posterior.

Delimitando a área de estudo e considerando as condições para a execução do projeto, optou-se por trabalhar a área localizada ao norte do Rio Biguaçu, abrangendo os bairros Prado e Saudade. No entanto, a área é delimitada geograficamente pelos divisores de água das sub-bacias hidrográficas em que estão localizados os bairros Prado e Saudade e a área adjacente ao bairro Prado e São Miguel, nas encostas paralelas à BR 101.

Em campo (Quadro 1) foram reconhecidas as características fisiográficas: da geologia, da geomorfologia e do relevo, do sistema hidrográfico, do solo, da vegetação, os locais com relatos de deslizamentos ocorridos e os aspectos antrópicos relacionados ao uso da terra urbana, visando à possibilidade de determinação da tipologia dos movimentos de massa.

Quadro 01: Síntese dos principais trabalhos de campos realizados

Mês/ano	Local(s)	Objetivo
17/11/2013	Bairro Prado, Bairro Saudade, e área paralela à BR 101	Contato com a comunidade local. Reconhecimento da geologia, dos solos, do relevo, dos cursos da água, das áreas com registro de deslizamentos, das formas de ocupação e da estrutura urbana, dos locais de antigas pedreiras. Coleta de amostras deformada de solo e rochas.
24/01/2014	Bairro Prado	Contato com a comunidade local. Reconhecimento da geologia, dos solos, do relevo, dos cursos de água, das áreas com registro de deslizamentos, das formas de ocupação e da estrutura urbana.
27/01/2014	Encosta paralela à BR 101, sentido Norte	Contato com a comunidade local. Reconhecimento da geologia, solo, do relevo, dos cursos da água, das áreas com registro de deslizamentos, locais com deslizamentos e obras de contenção, do uso da terra na área rural.
28/01/2014	Bairro Prado	Contato com a comunidade local. Reconhecimento da geologia, dos solos, do relevo, dos cursos da água, das áreas com registro de deslizamentos, das formas de ocupação e da estrutura urbana.
24/02/2014	Bairro Prado	Contato com a comunidade local. Reconhecimento da geologia, dos solos, do relevo, dos cursos da água, das áreas com registro de deslizamentos, das formas de ocupação e da estrutura urbana.
24/02/2014	Bairro Saudade	Contato com a comunidade local. Reconhecimento da geologia, solo, do relevo, dos cursos da água, das áreas com registro de deslizamentos, das formas de ocupação e da estrutura urbana.
19/11/2014	Bairros Saudade e Prado	Reconhecimento dos perfis de solo para coleta de amostra.
08/12/2014	Bairro Prado	Coleta de amostra de solo deformada e indeformada.
19/05/2015	Bairro Prado	Verificação das informações do mapeamento.

Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Os locais representativos das condições de relevo e solo das encostas foram pontos considerados para a coleta de amostras para a caracterização do solo. Foram retiradas amostras de solo deformada para a realização da análise granulométrica, amostras indeformadas para os ensaios dos índices físicos, densidade e de resistência ao cisalhamento do solo.

Efetuuou-se também a coleta de amostras de rochas, o registro fotográfico e os pontos de reconhecimento identificados na imagem da ortofotocarta. A análise em detalhe de áreas representativas da encosta permitiu delinear o comportamento dos processos que atuam na movimentação do material superficial da encosta.

Durante os percursos também foram verificadas as informações resultantes da interpretação das fotografias aéreas, das referências bibliográficas e documentais, a identificação dos processos de movimentos de massa, as condições da ocupação urbana, edificações e infraestrutura e a disposição em relação às condições de solo e relevo.

3.6 IDENTIFICAÇÃO E REGISTROS DOS MOVIMENTOS DE MASSA

Buscaram-se informações nos documentos dos arquivos de instituições públicas municipais e estaduais, como os AVADANs, reportagens de jornais, decretos municipais, projetos e relatórios de obras de contenção, contato com a comunidade para identificar o local, a data, as condições pluviométricas e a tipologia dos movimentos de massa.

O trabalho de campo subsidiou a identificação e o mapeamento das feições que indicam tipos de movimento de massa: deslizamentos e queda e/ou rolamento de blocos.

3.7 DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE SUSCETIBILIDADE NAS ENCOSTAS

Na investigação da determinação da suscetibilidade, de acordo com a pertinência verificada em campo, são aplicados os seguintes parâmetros para a abrangência das bacias hidrográficas, escala de trabalho 1:10 000:

- Fatores geológicos: as rochas formadas por diferentes combinações de minerais e em ambiente específicos reagem de forma diferente aos processos geomorfológicos. Os fatores de cunho geológico, como fraturas, lineamentos, a direção dos lineamentos, possibilitam entender a atuação das fraturas na

estabilidade da encosta. Áreas muito fraturadas, afloramentos rochosos e matações em superfície e a sua localização e amplitude na encosta (alta, média ou baixa encosta) podem aumentar a instabilidade da encosta.

- Fatores geomorfológicos — identificação dos parâmetros, tais como:
 - ao relevo, tais como: a forma da encosta, a declividade, a orientação das encostas (aspecto), verificando-se a incidência de insolação, e, então, identificar as encostas que tendem a reter mais umidade no solo.
 - a espessura do solo, os perfis representativos das condições topográficas das encostas, distribuição das cicatrizes e sua relação com as diversas classes de atributos topográficos levantados.
 - a distância da base da encosta dos rios e do mar, considerando, também, as condições pretéritas. A erosão na base do talude pode desestabilizar a massa de solo e potencializar a suscetibilidade aos deslizamentos.
 - outros indicadores de movimentação são fissuras e fendas, ressaltos no terreno, inclinação de árvores, embarramento de muros.
 - inclui-se, ainda, o homem como agente geomorfológico, por meio das intervenções na dinâmica do meio físico. As observações referentes às intervenções antrópicas estão detalhadas na seção uso e cobertura da terra.

3.7.1 Análise de solos

Procedeu-se a coleta de amostras de solo deformada e indeformada em um perfil de solo residual Argissolo Vermelho-Amarelo (Figura 01), localizado na meia encosta. O local foi selecionado por apresentar ausência de blocos na superfície e nos horizontes superficiais. Procedeu-se a coleta após três dias sem o registro de chuvas. O perfil tinha uma profundidade total de 1,20 metros, sendo que os horizontes A, B e C eram encontrados nas profundidades 0,0 a 0,15m, 0,15 a 0,6m, 0,6 a 1,2m, respectivamente.

Figura 01: Perfil de Argissolo vermelho-amarelo em que foram retiradas as amostras deformadas e amostra indeformada. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet.. Dezembro de 2014.

A partir das amostras deformadas de solo, foi determinada a granulométrica. Essas análises foram realizadas no laboratório de Mecânica de Solos do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A análise granulométrica para a determinação das frações cascalho, areia grossa e areia fina, silte e argila foram realizadas para as amostras coletadas dos horizontes B e C. As análises foram realizadas conforme a norma NBR/ABNT 7181.

Com as amostras indeformadas de solos, foram realizados os seguintes ensaios do Limite de Liquidez que determina a passagem do estado plástico para o líquido, utilizando o aparelho de casa grande; o Limite de Plasticidade que determina o estado entre plástico e quebradiço, moldando com a mão um cilindro com o solo passante em peneira 4,8 mm. Com o resultado das análises anteriores, foi delimitado o Índice de Plasticidade. Esse índice determina o teor de umidade no solo no estado de plasticidade, resultante da diferença entre o limite de liquidez e o limite de plasticidade. O ensaio da determinação do limite de liquidez seguiu a norma NBR/ABNT 6459. O ensaio de plasticidade foi realizado conforme a norma NBR/ABNT 7180.

A densidade das partículas, a densidade do solo e a porosidade foram verificadas por meio do ensaio de massa específica. O ensaio foi realizado conforme a norma NBR 6508 de 1984.

O ensaio de Cisalhamento Direto determina a resistência ao cisalhamento, ou seja, a tensão capaz de provocar a ruptura do solo. Os ensaios foram realizados nas condições drenados e não drenados, seguindo a norma ASTM D3080.

O ensaio segue as etapas de preparação, consolidação e ruptura do corpo de prova, por meio da aplicação de tensão. O ensaio consiste em determinar, sob uma tensão normal, qual a tensão de cisalhamento é capaz de provocar a ruptura de uma amostra de solo colocada dentro de uma caixa composta de duas partes deslocáveis entre si (CAPUTO, 2000).

As informações geotécnicas que caracterizam a suscetibilidade das encostas paralelas à BR 101 foram retiradas dos projetos das obras de recuperação de taludes nas encostas paralelas à BR 101, na área de estudo. Compreende as informações da retroanálise dos taludes, sejam elas descrição geológica, ensaios de resistência ao cisalhamento, propriedades topográficas e hidrológicas, sondagens a percussão, ensaios geotécnicos e modelos de ruptura de taludes.

3.8 INTEGRAÇÃO DAS INFORMAÇÕES: O MAPA DE RISCO

A estruturação do banco de dados no Sistema de Informações Geográficas resultou no mapeamento temático. Esse conjunto de informações cartografadas — associadas aos dados socioeconômicos da população, emitidas do Censo Demográfico do IBGE e do Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB) — permitiu contextualizar as condições da ambiência urbana.

Assim, caracterizaram-se os elementos naturais que interferem na estabilidade das encostas, as propriedades do ambiente construído e os processos sociais e a função correspondente no cenário urbano que geram instabilidades nas encostas. A integração das informações resultou no mapa, na escala 1:10 000, representando os diferentes graus de risco.

4 EVOLUÇÃO DOS USOS E DA OCUPAÇÃO URBANA NAS ENCOSTAS

A análise da evolução da ocupação urbana nos bairros Prado, Saudade e áreas adjacentes foram realizadas a partir das fotografias aéreas do ano de 1957, 1978/1979 e 1998, e da ortofotocarta de 2010. A interpretação das feições permitiu identificar a expansão da ocupação da planície quaternária e da encosta ao longo da segunda metade do século XX e na primeira década do século XXI.

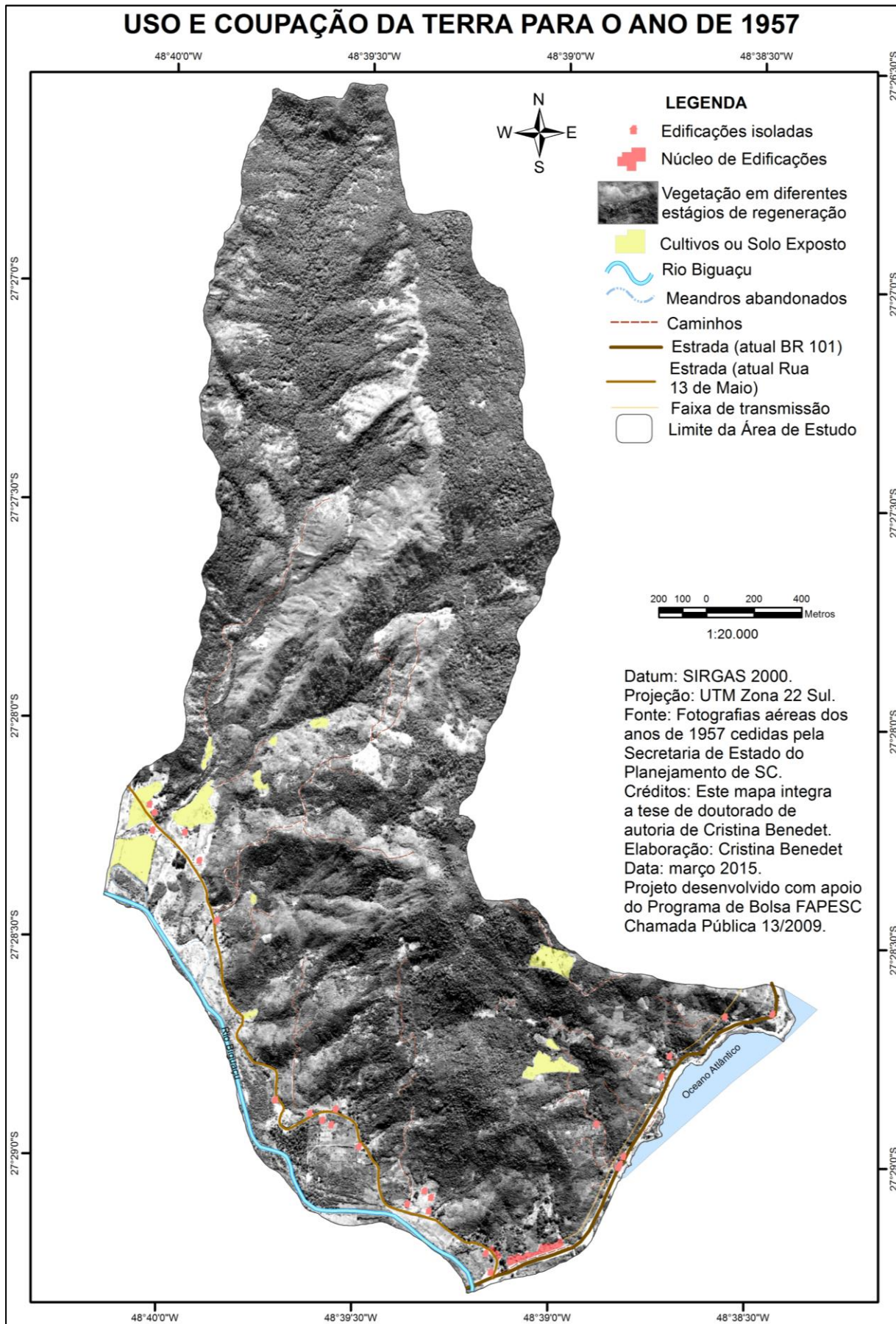
4.1 USO E OCUPAÇÃO DAS ENCOSTAS NO ANO DE 1957

Observando o mapa de uso e ocupação da terra para o ano de 1957 (mapa 02) nota-se a vegetação mais densa e, de maior porte, ocupando os topos de morros e os vales localizados mais distantes da planície. Áreas com vegetação rasteira ou pastagem predominam nas encostas, em topos de morros e no relevo montanhoso. Áreas de solo exposto, que podem referir-se a áreas de cultivo, estão localizadas de forma pontual na paisagem. Na planície, os meandros abandonados evidenciam a dinâmica fluvial.

As interferências antrópicas além das áreas desflorestadas nos morros e planície são a estrada principal, hoje BR 101, que contorna a encosta; a atual Rua 13 de maio (Anexo 1), estrada que contorna os morros entre as encostas e a planície fluvial do rio Biguaçu. Quantidade expressiva de caminhos transpõe os morros, seja pelos vales ou divisores de água, indicando o acesso para a população local atingir as áreas de maiores altitudes, encostas e topos de morros.

No ano de 1957, a área das sub-bacias hidrográficas caracterizava-se como espaço rural. A ocupação era esparsa ao longo das principais estradas, mas, pontualmente, identificam-se moradias e cultivos nas áreas de morros. A escala e a resolução da imagem dificultam a visualização das edificações isoladas. Possivelmente, havia mais edificações do que aquelas representadas no mapa.

Mapa 02: Mapa do uso e ocupação da terra elaborado a partir de fotografias aéreas do ano de 1957.



Elaboração: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

4.2 USO E OCUPAÇÃO DAS ENCOSTAS NO ANO DE 1978/79

Nas fotografias de 1978, mapa 03, é possível perceber as alterações espaciais nas áreas de encostas e na planície, em relação ao registro fotográfico de 1957 (Mapa 02).

A cobertura vegetal apresenta uma ampliação sobre as áreas desmatadas. A densidade das copas indica que a vegetação mantém o desenvolvimento e amplia-se, principalmente, nas áreas dos vales. As áreas com vegetação rasteira estão em processo de regeneração, caracterizada, na fotografia, pelo aumento da rugosidade nas áreas com tons de cinza mais claro, situadas nos morros e montanhas. É reduzido o número de áreas com solo exposto nos morros, prováveis áreas de uso agrícola.

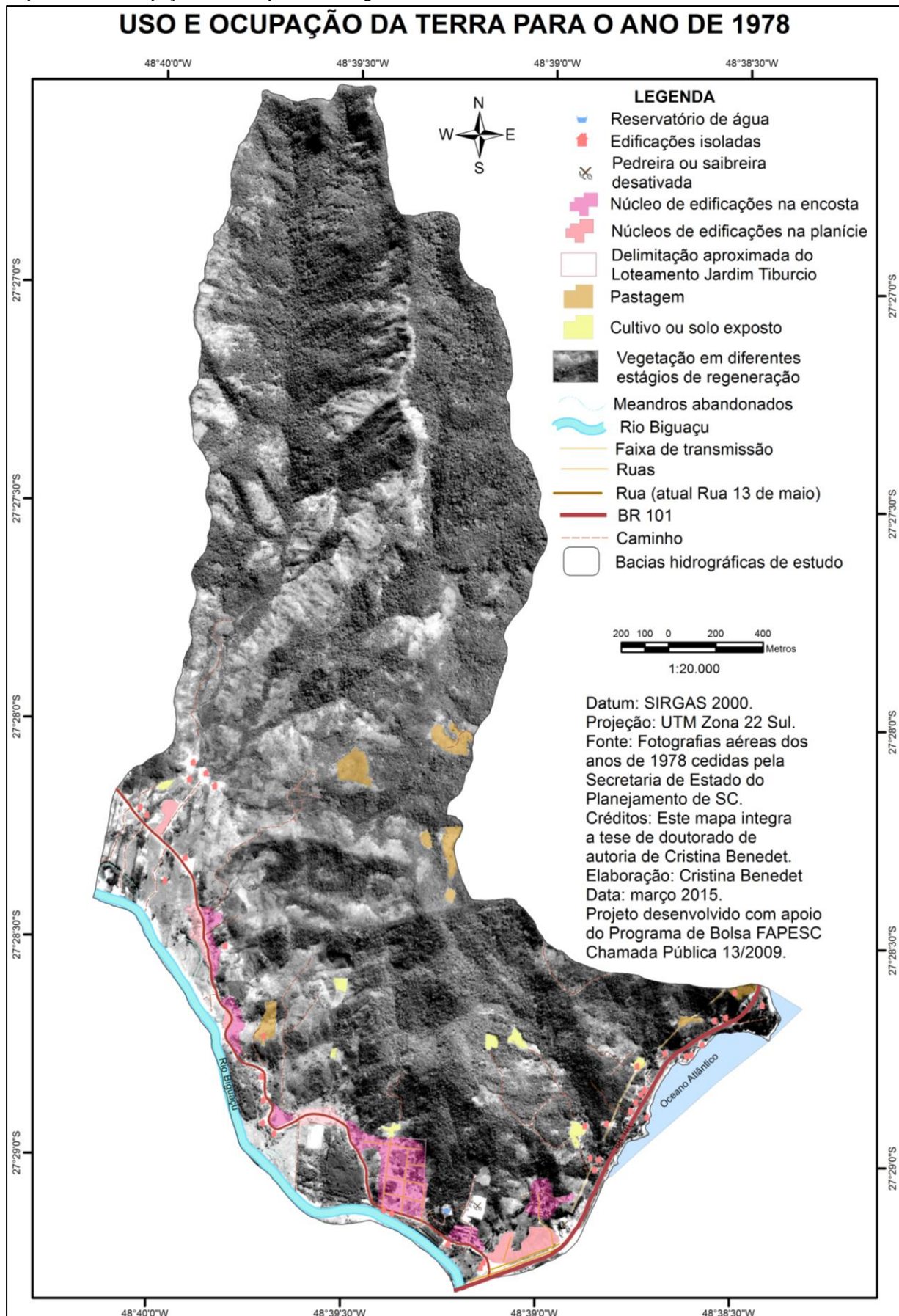
A ocupação das encostas começa a delinear-se na área entre a BR 101 e o rio Biguaçu. A ocupação já está consolidada ao longo da Rua 03 de Outubro e dois núcleos de edificações se instalaram no entorno da atual Rua Marina Costa (Anexo 1). Paralelamente à BR 101 ocorre a ocupação das áreas de morros. No bairro Prado, a instalação de área de mineração para extração de saibro e o caminho de acesso à jazida alteraram o perfil vertical da encosta.

No mesmo bairro, a intervenção mais significativa nos morros é a instalação do loteamento Tiburcio. O parcelamento do solo e o arruamento, além de permitir a ocupação da encosta, facilitaram o acesso às áreas mais elevadas da encosta. Observa-se na imagem o prolongamento de duas ruas, a partir do loteamento, uma que se estende para a base da encosta e outra que avança para as áreas de maiores altitudes. Nessa área da encosta, localizada acima da área do loteamento, houve a remoção da cobertura superficial do solo.

A ocupação na planície se intensifica ao longo da rua principal, atual Rua 13 de maio, mas ainda restrita à planície do rio Biguaçu e à base da encosta (Anexo 1). A BR 101 já pavimentada e com duas pistas de rolamento corta a base da encosta, onde o maciço limita-se com o mar.

Observa-se o início do processo de significativa alteração antrópica do perfil vertical das encostas: a instalação da BR 101 cortando a base da encosta e o loteamento Jardim Tiburcio impulsionando a ocupação urbana nas encostas.

Mapa 03: Uso e ocupação urbana a partir de fotografias aéreas do ano de 1978.



Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

4.2.1 Ocupação planejada por iniciativa privada na década de 1970

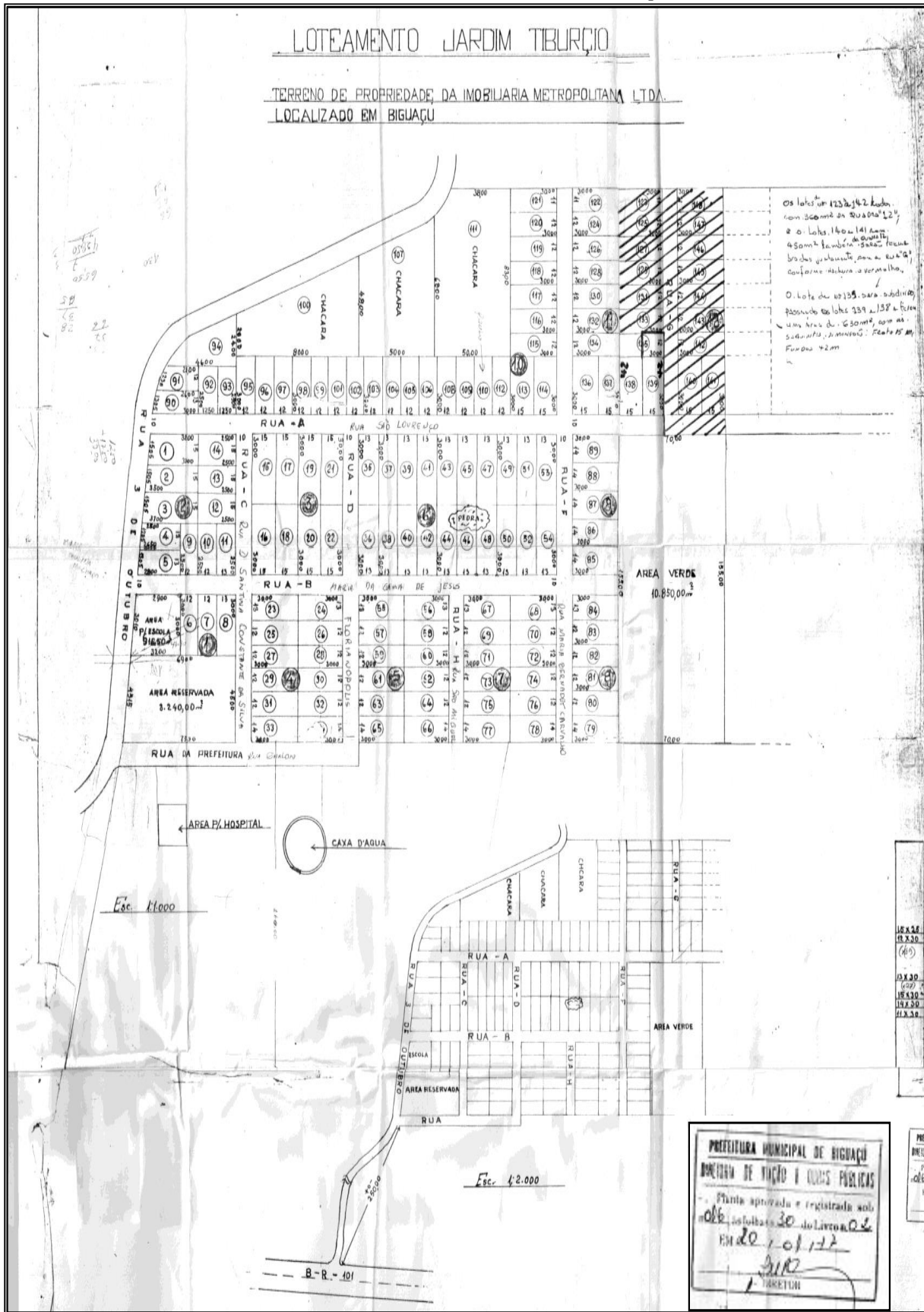
Dois loteamentos representam a ocupação, planejada pela iniciativa privada, estando ambos localizados no bairro Prado. Nos arquivos do Cadastro Municipal consta apenas o registro da planta dos loteamentos, o que provavelmente era o único documento requerido para aprovação, devido à ausência de legislação que regulamentasse, com maior rigor, a ocupação do solo urbano naquela data.

A primeira iniciativa de ocupação planejada no bairro Prado ocorreu com a instalação do loteamento Jardim Tiburcio, de responsabilidade da imobiliária Metropolitana Ltda. O loteamento foi aprovado pela Diretoria de Viação e Obras Públicas da Prefeitura de Biguaçu, em 20 de janeiro de 1977.

O loteamento Jardim Tiburcio (Figura 02), na planta, consta a área total de 63.149 m², abrangendo o total de 143 lotes. A área individual, para a maioria dos lotes, era de 300 m² a 552 m². Os maiores lotes possuíam área de 2.720 m², 2.900 m² e 3.840 m², que na planta estão identificados como chácaras.

O seu planejamento previa uma área verde de 10.850 m², acima das quadras 8 e 9, abrangendo a área de maior altitude e declividade elevada. Ainda é previsto, na base da encosta, área pública para a instalação de uma escola e, ao lado, área reservada, compreendendo metade da quadra. Atualmente, nessas áreas estão instaladas duas escolas municipais. É interessante observar o desenho na planta indicando o afloramento rochoso na área dos lotes.

Figura 02 Planta do loteamento Jardim Tiburcio (escala original 1:1 000). A Rua 3 de Outubro corresponde a atual Rua 13 de maio. Observar entre o lote 43 e 48 afloramento rochoso identificado como pedra.



Fonte: Cadastro Municipal da Prefeitura de Biguaçu, 1977.

O segundo loteamento, Jardim Anápolis, foi aprovado pela Diretoria de Viação e Obras Públicas da Prefeitura Municipal de Biguaçu, em 25 de maio de 1979 (após o registro fotográfico do aerolevanteamento de 1978). O loteamento Jardim Anápolis (Figura 03), pertencia à Imobiliária Lunar Ltda. Possui uma área total de 100.314 m², a área dos lotes ocupava 72.542,63 m², a área das ruas 22.708,28 m² e a área verde 5.063,09 m². Porém, no desenho, a quadra correspondente à área verde é determinada com 3.278,09 m².

Na planta, é indicada a área acima do lote como de propriedade da Imobiliária Lunar. Na mesma área do loteamento Jardim Anápolis não há área destinada ao uso público, a exemplo do Loteamento Jardim Tiburcio, aprovado no ano de 1977.

Os dois loteamentos aprovados nos últimos três anos da década de 1970 ocupam área de encosta. Conforme os registros encontrados, o processo para receber a aprovação era simples: apresentar a planta com as quadras e lotes e informações quantitativas relativas às áreas do loteamento. Não havia exigências quanto a informar e apresentar desenhos ou mapa que apresentasse as condições topográficas e de estabilidade do terreno da área a ser loteada.

Esse procedimento é alterado pela Lei Federal n. 67.766 de 19 de dezembro de 1979 (BRASIL, 1979). A partir dessa lei, o parcelamento do solo urbano é regulamentado, inclusive com diretrizes para o parcelamento e ocupação urbana das encostas. A Lei restringe, não permitindo o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30%, com exceção quando atendidas as exigências das autoridades competentes.

4.3 OCUPAÇÃO DAS ENCOSTAS NO ANO DE 1998

As fotografias aéreas para o ano de 1998 registram alterações significativas na paisagem, comparadas à imagem do ano de 1978 (Mapa 3), destacadamente a evolução da configuração urbana (Mapa 4). A ocupação, que no ano de 1978 concentrava-se próxima à BR 101 e ao rio Biguaçu, nos anos 1990 prolonga-se para as áreas contíguas à Rua 13 de maio, com o arruamento e o adensamento das edificações, localizadamente ocupando a margem do rio Biguaçu.

O registro fotográfico mostra a formação e ampliação de novas áreas de ocupação nas encostas. Localizado próximo ao Ribeirão Saudade, um assentamento começa a instalar-se na base da encosta e prolonga-se para as maiores altitudes. A retirada da vegetação, o desenho dos lotes com a construção das primeiras casas e o traçado vertical das ruas, atuais Miguel João Machado e Vitorino Luiz Miranda (Anexo 1), que fazem o acesso para as áreas de maiores altitudes, são as feições de ocupação da encosta que marcam a paisagem. O desenvolvimento desse assentamento ocorreu após 1978. Nesse ano, a cobertura vegetal rasteira e de capoeirinha encobria a encosta.

No prolongamento da mesma encosta, próximo à Rua 13 de Maio, outra ocupação prolonga-se sobre o divisor de águas. Ocupa inicialmente a área de colina com edificações concentradas em um lado da rua de acesso, atual Servidão Braulina Maria da Silva (Anexo 1), devido ao estreito interflúvio. À medida que a altitude aumenta, as edificações ficam mais esparsas e apenas os caminhos se expandem sobre o morro.

Relacionando com o uso do solo das aerofotografias de 1978, constata-se alterações significativas na paisagem. A área anteriormente era de pastagens, com um caminho de acesso, em sua maior parte seguindo o interflúvio da bacia. A base da encosta sustenta uma restrita mancha de vegetação, ao lado de um talude de corte na encosta, já visível no registro fotográfico de 1978.

Nas áreas de encosta prossegue a ocupação, expandindo-se para as áreas desocupadas e, também, para as áreas de maiores altitudes. A partir dos loteamentos Jardim Anápolis e Tiburcio, instalados na década de 1970, a ocupação se expande a partir das quadras e ruas dos loteamentos, na forma de assentamentos espontâneos. Na saibreira e entorno, alterações na topografia mudaram significativamente o perfil da encosta, com cortes em patamares.

O loteamento Jardim Anápolis, instalado no final da década de 1970, ocupa a face de uma encosta, desde a base até o topo. A encosta é

a extensão de uma cabeceira de drenagem em anfiteatro, cursos de água transpõem a área do loteamento.

A rua principal de acesso ao loteamento segue aproximadamente o divisor de águas. As ruas secundárias do loteamento foram todas instaladas na mesma orientação — à direita, subindo o morro, a partir da rua principal. No final das quadras, prolongando-se sobre a encosta com vegetação, edificações foram construídas, evidenciando as características do traçado planejado do loteamento, com as áreas de ocupação espontânea.

Na área de topo, o parcelamento do solo, estendendo-se para a sub-bacia hidrográfica adjacente, caracteriza ocupação espontânea. Na parte superior da área do loteamento, a partir do traçado deste, duas ruas se prolongam para maiores altitudes na encosta. Outra tem o traçado a partir da rua principal do loteamento, Rua João Paulo de Souza (Anexo 1), expandindo-se para a parte mais alta da encosta, sendo que a ocupação é linear ao longo da rua, na margem direita de um curso de água. Ainda desse traçado, outra rua direciona-se para a base da encosta, em área de ocupação recente. Toda a área está localizada em declividade acentuada.

Situação semelhante ocorreu no entorno do loteamento Tiburcio. Duas décadas após a instalação do processo do tipo espontâneo, as casas, entre remanescentes da vegetação, ocupam a encosta e o topo do morro, a partir das ruas do loteamento — Rua Maria Bernadete de Carvalho e na extensão da Rua São Lourenço (Anexo 1).

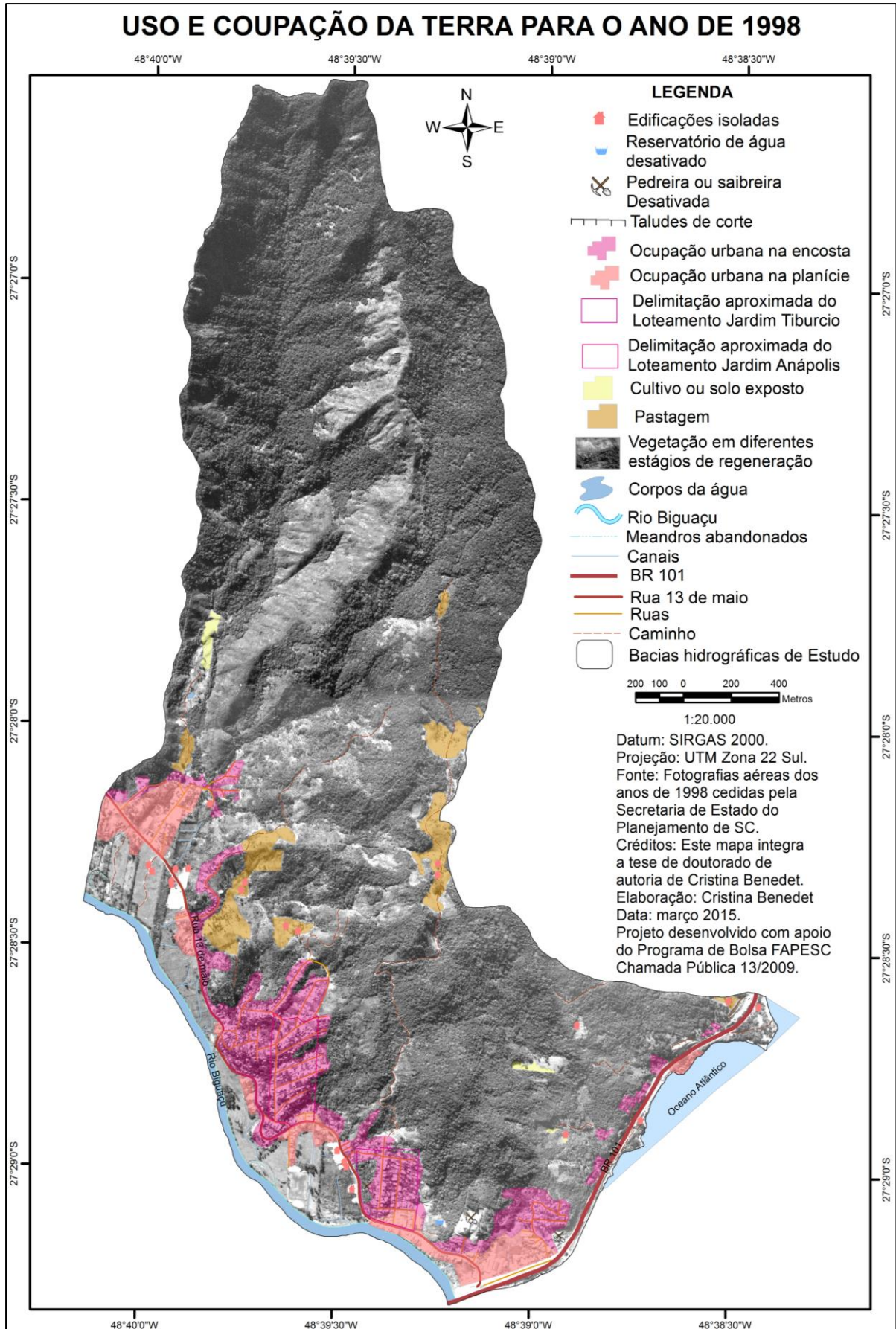
Passadas duas décadas, a ocupação da encosta na margem da BR 101 sofreu expansão. A ocupação, no entorno da atual Rua Marina Costa (Anexo 1), se expande e se consolida, como também o delineamento das servidões de acesso às edificações. Edificações isoladas expandem a área de ocupação na encosta. Próximo à BR 101, um talude de corte recorta a face de uma colina, onde casas foram instaladas no topo do perfil.

Paralelamente à BR 101, ocorre a ocupação das áreas de morros. No bairro Prado, a instalação de área de mineração para extração de saibro e o caminho de acesso à jazida alteraram o perfil vertical da encosta. A área ocupada desde 1978 se prolongou das colinas para a área de morro e, também, se aproximou do talude de corte da Rodovia. Núcleos de edificações se formaram na baixa encosta, no entanto a vegetação do entorno não foi totalmente retirada. As alterações no perfil da encosta, na forma de taludes de corte, ocorrem pelas obras de duplicação da BR 101.

As manchas com pastagens visualizadas na imagem de 1978 diminuíram, sendo que a maior área de pastagem se encontra no topo da área montanhosa. A observação da imagem possibilita inferir que houve alterações no uso da terra nas áreas de maiores altitudes, onde ocorre a

expansão da vegetação em regeneração sobre áreas de pastagens abandonadas.

Mapa 04: Uso e ocupação urbana a partir de fotografias aéreas do ano de 1998.



Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

4.4 OCUPAÇÃO URBANA DAS ENCOSTAS NO ANO DE 2010

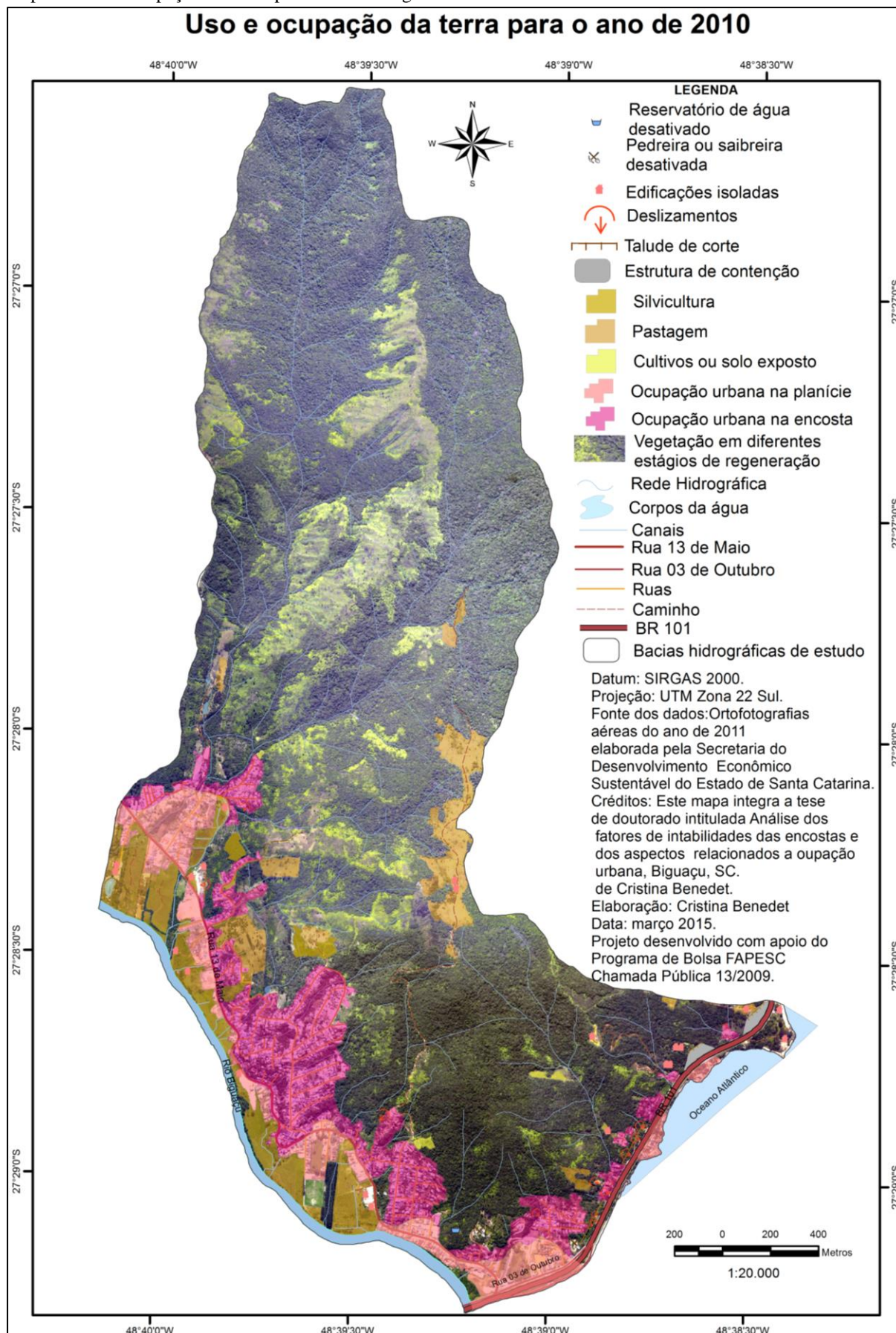
A observação da ocupação de 2010 (Mapa 04) em relação à de 1998 (Mapa 03) possibilita inferir que o uso da terra não apresenta maiores alterações nas áreas de maiores altitudes da sub-bacia hidrográfica. Também permanece o processo de regeneração da vegetação. Na área urbana, destacou-se o adensamento das edificações nas áreas já ocupadas, e a ocupação de novos espaços na encosta.

No bairro Saudade, as ruas principais, Miguel João Machado e Vitorino Luiz Miranda (Anexo 1), têm o traçado no sentido vertical à encosta, aproximadamente perpendicular à curva de nível. Além destas, outras ruas mais estreitas fazem o acesso lateral às residências ao longo da encosta. Essa ocupação consolidou-se como de ocupação espontânea.

Na servidão Braulina Maria da Silva (Anexo 1), no lado esquerdo (subindo o morro) ocorre ocupação espontânea em lotes de diferentes tamanhos. Conforme a rua avança sobre a encosta, ela passa a ocupar o seu traçado no divisor de águas. No lado direito (subindo o morro), a encosta é ocupada por poucas propriedades, configurando área de expansão urbana sobre área rural. Um fator de instabilidade induzida nessa rua é uma pedreira desativada na base da encosta. Na encosta, associada à ocupação urbana, encontra-se vegetação em diferentes estágios de regeneração e, localizadamente, eucalipto e pastagem.

Desse ponto até a área da encosta limítrofe com o bairro Prado, a ocupação do tipo espontânea expandiu-se da base dos morros avançando para as maiores altitudes, abrangendo, também, inclinações elevadas. Em direção à meia encosta, a ocupação urbana está substituindo áreas de pastagem e de vegetação. No registro fotográfico de 1978, essa extensão da encosta apresenta estágio inicial de ocupação, predominante na base da encosta, adjacente à Rua 13 de Maio.

Mapa 05: Uso e ocupação urbana a partir de ortofotografias aéreas do ano de 2010.



Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Seguindo, já no bairro Prado, houve o adensamento das edificações no loteamento Jardim Anápolis e no seu entorno, principalmente na encosta paralela ao trecho final da Rua João Paulo de Souza (Anexo 1), rua principal que segue, aproximadamente, os altos topográficos do relevo, e também na base da encosta. Comparando com a imagem do ano de 1998, na área do loteamento e no entorno, permanecem os cursos de água, associados a uma estreita faixa de vegetação ciliar, que sofreram notável redução, pressionadas pelo aumento do número de construções. Na base da encosta permanece alguma vegetação entre as ruas e edificações.

Processo semelhante ocorreu no loteamento Tiburcio, no morro que leva o mesmo nome, e áreas adjacentes. A ocupação do morro Tiburcio se intensificou ao longo da encosta e no topo do morro, formando um assentamento precário. O acesso na encosta é realizado por ruas estreitas, sem pavimentação e ausência de drenagem.

No loteamento Tiburcio observa-se que os lotes foram ocupados por mais de uma residência, o que gera a ocupação do fundo de lote e um adensamento das edificações, descaracterizando a malha retangular original do projeto inicial (Figura 04). No final das quadras, houve o prolongamento das ruas, a construção de novos acessos e a construção de novas edificações.

As novas ocupações retiram a vegetação, alteram o perfil da encosta e provocam a instabilidade de blocos e matacões, além de expor os horizontes do solo à erosão. Na quadra correspondente à área verde, no projeto do loteamento Tiburcio, observa-se a redução na vegetação.

A partir desse loteamento, no bairro Prado, as edificações e ruas de acesso ocupam a base da encosta, até alcançar a BR 101 (Anexo 1). Na saibreira desativada, rocha, solo exposto e vegetação rasteira recobrem a superfície. A ocupação no entorno da atual Rua Marina Costa se expande alcançando a base da encosta. Edificações isoladas são instaladas no morro, expandindo a área ocupada na encosta.

Às margens da rodovia BR 101, a encosta limita-se com a planície marinha. Desse ponto, em direção ao norte da área de estudo, a planície se estreita, e a rodovia já duplicada é instalada, em grande parte, sobre a base da encosta. A estrutura da rodovia limita a ocupação na base do morro.

Figura 04: Vista do loteamento Jardim Tiburcio. Observa-se a expansão da ocupação irregular alterando a configuração do desenho original do loteamento.



Fonte da imagem: Google Earth, 2015.

A ocupação concentra-se na planície, prolongando-se sobre a encosta à medida que avança para a área rural do município, o bairro São Miguel. Do limite do bairro Prado, prolongando-se para o limite norte da área de estudo, a ocupação da encosta se caracteriza por edificações formando pequenos núcleos instalados no topo do talude de corte, em topo de morro. Ou, ocupando a extensão da base da encosta, pontualmente avançam para as áreas de maiores altitudes. No sentido norte da BR 101, os núcleos de ocupação são descritos.

O primeiro núcleo de habitação está, em parte, instalado em topo de talude de corte e, em parte, às margens de curso da água. No primeiro segmento da encosta, é visível a cicatriz de deslizamento e solo exposto no talude. Na sequência, na base da encosta, novamente um talude de corte.

O próximo núcleo está localizado em área de topo de morro, no divisor de água. O caminho de acesso tem o traçado oblíquo à encosta. Próximo a este, outro caminho faz o acesso para o núcleo seguinte de

edificações. Na encosta ocorre a cicatriz de deslizamento com o material superficial movimentado e ainda exposto. A ocupação apresenta uma densidade maior de edificações em relação aos demais.

O núcleo seguinte ocupa o vale mais aberto em área com pouca declividade. Seguindo até encontrar o limite da área de pesquisa, sobressaem na encosta duas estruturas de contenção. Entre elas, um talude com solo exposto. As edificações tornam-se mais esparsas, porém ocupam o topo dos taludes de corte e a base da encosta.

4.5 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS RISCOS DE DESASTRES SOCIONATURAIS NO MUNICÍPIO DE BIGUAÇU

Um estudo mais abrangente da vulnerabilidade ambiental na faixa Central do Leste Catarinense, realizado por Herrmann (1998, modificado de IBGE, 1997), relaciona os modelados de acumulação e dissecação com os impactos naturais e antrópicos para a avaliação e classificação do suporte físico da paisagem. Foram elaborados os mapas sobre os temas vulnerabilidade ambiental e suscetibilidade de riscos naturais a enchentes e escorregamentos, na escala 1:50 000.

No respectivo mapeamento, a vulnerabilidade foi analisada objetivando a classificação do suporte físico da paisagem a partir da associação da suscetibilidade natural e a intensidade da ação humana interferindo na estabilidade ambiental, gerando a vulnerabilidade.

Considerando os fatores de erodibilidade e intensidade erosiva, foram determinadas e mapeadas as classes de vulnerabilidade ambiental. Para o município de Biguaçu, as áreas pertencentes às serras graníticas e serras gnáissicas-migmatíticas foram atribuídas às classes de vulnerabilidade moderada e vulnerabilidade alta (HERRMANN, 1998, escala 1:50 000).

Quanto à suscetibilidade de riscos naturais, foi analisada a fragilidade das unidades geoambientais aos riscos de escorregamentos a partir da associação do modelado, declividade e do uso da terra. Nos modelados de dissecação das Serras do Leste Catarinense, a declividade foi um dos fatores determinantes para a identificação das classes de risco de escorregamento nas serras graníticas. Considerando o recorte do município de Biguaçu, identificaram-se áreas com as classes de fragilidade aos deslizamentos: baixa, moderada, alta e muito alta, para as serra graníticas e para as áreas das serras gnáissicas-migmatíticas (HERRMANN, 1998, escala 1:50 000).

No município de Biguaçu, o risco de desastres naturais se caracteriza pelas inundações graduais e bruscas, deslizamentos,

vendavais e queda de granizo (BENEDET, 2012). No documento sobre Áreas de risco no perímetro urbano de Biguaçu, a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil aponta pelo menos dez áreas sob ameaça iminente de risco de inundações, além de doze áreas permanentemente ameaçadas de risco de deslizamento de encostas em locais definidos no Plano Diretor como Áreas de Preservação Permanente (APP) (COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE BIGUAÇU, 2012).

A tabela 3 apresenta uma síntese dos eventos ocorridos no município no período de 1981 a 2011. Predominam, no município, os eventos de inundação gradual e de inundação brusca, que têm ocorrências concentradas na primavera e no verão, respectivamente. Os eventos de vendaval são registrados nos períodos de primavera, inverno e verão, e o granizo, durante todo o ano. Todos são eventos recorrentes no município. A denominação generalizada de escorregamento referindo-se aos deslizamentos foi mantida da nomenclatura dos documentos pesquisados.

Tabela 03: Registros de desastres naturais para o município de Biguaçu.

Data	Evento	Estação do ano	N.	Data	Evento	Estação do ano	N.	
1981	Granizo	Primavera	1	1998	Vendaval	Inverno	1	
1983	Inundação Gradual	Primavera	2	1999	Inundação Gradual	Verão	1	
	Escorregamento	Inverno	1					
1984	Inundação Gradual	Primavera	1	2000	Inundação Gradual	Verão	1	
								Inverno
1987	Inundação Gradual	Primavera	1	2003	Escorregamento	Verão	1	
1988	Inundação Gradual	Outono	1					2004
1989	Inundação Gradual	Primavera	1	2005	Granizo	Outono	1	
								Escorregamento
1990	Inundação Brusca	Inverno	1	2007	Granizo	Outono	1	
1991	Inundação Gradual	Primavera	1	2008	Inundação Brusca	Verão	1	
1993	Inundação Brusca	Primavera	1					
1994	Inundação Brusca	Verão	2	2009	Vendaval	Inverno	1	
								Verão
1995	Inundação Gradual	Primavera	1	2011	Inundação Brusca	Verão	1	
								Inundação Brusca
1997	Vendaval	Inverno	1	Granizo	Verão	1		
							Primavera	1

Estações do ano – verão: janeiro, fevereiro, março; outono: abril, maio, junho; Inverno: julho, agosto, setembro; primavera: outubro, novembro, dezembro. N.: número de eventos.

Fonte dos dados: 1980 a 2004: Herrmann (2005); de 2005 a 2011: Secretaria Estadual de Defesa Civil de Santa Catarina. Elaboração: Benedit, 2012.

4.5.1 Abordagem preliminar da vulnerabilidade associada à ocupação das encostas nos bairros Prado e Saudade e áreas adjacentes à BR 101.

De acordo com a tabela 03, os eventos de deslizamentos são os processos menos recorrentes no município. No entanto, os registros apontam o aumento do número de ocorrências ou de processos associados aos movimentos gravitacionais de massa. Buscando identificar os aspectos de vulnerabilidade e suscetibilidade associados aos movimentos de massa, que podem potencializar a ocorrência desses eventos, foram pesquisados os registros na Defesa Civil Municipal e na Secretaria do Planejamento da prefeitura Municipal de Biguaçu. Os registros pesquisados foram relatórios de vistorias, levantamento preliminar de áreas de risco na área urbana, mapeamento das áreas de risco e relatório das remoções de famílias de áreas de risco.

4.5.1.1 Ações de prevenção da gestão pública: levantamento preliminar das áreas com risco de deslizamentos

As ações de prevenção e mitigação, realizadas pela gestão municipal, abrangem vistorias e elaboração de relatórios, solicitação à Defesa Civil Estadual de vistoria técnica, mapeamento preliminar das áreas com riscos de deslizamentos, cadastramento das famílias em áreas de risco, remoção das famílias com residências instaladas em áreas de riscos.

Em junho de 2010, a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil realizou levantamento preliminar das áreas de risco de deslizamento e inundação na área urbana do município, respondendo à solicitação do prefeito municipal. O levantamento registra o deslizamento ocorrido no início do mês de abril de 2010, no bairro Prado. A solicitação de vistoria, em maio de 2010, e de Parecer Técnico da Defesa Civil foi encaminhada pelo morador Alessandro da Silva (processo n. 3040/2010 de 03/05/2010), devido ao deslizamento ocorrido nessa área.

As condições que instabilizam a cobertura superficial da encosta relatada são descritas em síntese, quais sejam: a cobertura vegetal predomina na porção superior da encosta, porém a vegetação foi retirada na área do morro ocupada; nascentes de água com fluxo superficial e solo úmido; solo degradado pela retirada da vegetação, dos cortes para a construção de casas, juntamente com abertura de valas e buracos para instalar as precárias estruturas das casas; ausência da coleta de lixo doméstico, que é depositado em terrenos baldios ou queimado; construção

de pequenas represas para a captação de água para consumo; a canalização de água com manguueiras e a presença de vazamentos, somada às fossas negras ou ao esgoto a céu aberto contribuindo para manter a umidade do solo (COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE BIGUAÇU, junho de 2010).

O relatório de vistoria n. 039, de 24 de setembro de 2010, registra a vistoria realizada pelo coordenador da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) no bairro Prado. As condições de ocupação das encostas que podem atuar como condicionantes dos processos de instabilidades reforçam os aspectos citados no documento de junho de 2010, descritos no parágrafo anterior (COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE BIGUAÇU, setembro de 2010).

No levantamento preliminar consta, ainda, no bairro Prado, outra ocupação de área de risco, identificada acima da Rua São Miguel, em que as formas de intervenção na encosta são semelhantes à anterior. Conforme o registro, as condições locais preocupam, pois, a área está localizada acima de quadras onde residem mais de 200 famílias (COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE BIGUAÇU, junho de 2010).

O relatório descreve o risco de deslizamento em área de ocupação espontânea, já consolidada, no Bairro Prado, em Área de Preservação Permanente (APP). As condições da cobertura e uso e ocupação do local são semelhantes às descritas no Levantamento Preliminar das Áreas de Risco (COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE BIGUAÇU, setembro de 2010).

As chuvas que ocorreram nos dias 21 e 22 de janeiro de 2011 deflagraram um deslizamento de encosta à margem da Rodovia BR 101, Km 199, no Bairro Prado. No bairro Saudade, registrou-se um deslizamento de encosta, verificaram-se casas em situação de risco de desabamento na Rua João Manoel Machado e área de Risco de deslizamento de encosta na Rua Treze de Maio (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2011b).

O evento gerou o Relatório de Avaliação de Danos, com a denominação do CODAR, referente a Desastres Naturais Relacionados com o incremento das precipitações hídricas e com as inundações (COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE BIGUAÇU, 2011a).

Nesse mesmo ano, o Relatório de Danos causados pelas chuvas, nos dias 12 e 13 de março de 2011, assinala deslizamento de encosta, colocando em risco uma residência na Rua Marina Setúbal da Costa, no bairro Prado, e uma casa sob risco de deslizamento na Rua 13 de Maio,

no bairro Saudade (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2011c).

O Plano de Contingência do Município de Biguaçu registra área com risco de deslizamentos nos bairros Prado e Saudade. Aponta as intervenções nas encostas na forma de cortes, desmatamentos e a ocupação desordenada, que colaboram para os processos de instabilidades da encosta. Indica, ainda, as características climáticas, litológicas e a morfologia das vertentes como condições favoráveis aos deslizamentos (COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE BIGUAÇU, 2011b).

A Prefeitura municipal de Biguaçu (2010) realizou, em janeiro de 2011, o mapeamento preliminar das áreas de risco de deslizamento na área urbana central. Foram identificadas duas áreas de risco localizadas no bairro Prado, sendo que uma área se estende além do bairro, abrangendo as encostas paralelas à BR 101 (sentido norte); uma área de risco foi determinada no bairro Saudade. O mapeamento foi pontual, na escala 1:500, gerando um mapa para cada local. A representação de cada ponto foi realizada sobre um recorte do mapa topográfico por meio de um polígono que sinaliza a área em situação de risco. O método e os procedimentos para a realização do mapeamento não estão registrados.

No ano de 2014, por meio do Programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal, foi inaugurado o residencial Saudade. O condomínio, localizado no bairro Encruzilhada e limítrofe com o bairro Saudade, próximo do bairro Prado, teve unidades residenciais destinadas, preferencialmente, aos moradores em área de risco nas encostas na área urbana. No entanto, a preferência pelo domicílio apenas se consolidava com a iniciativa do morador de se inscrever no Programa.

As famílias beneficiadas foram cadastradas e reunidas por grupos conforme a situação de risco, quanto ao local da residência, identificada pela Prefeitura Municipal e Defesa Civil Municipal de Biguaçu. Também foram inclusas famílias que residiam em Área de Preservação Permanente. Os critérios de agrupamento que contemplaram as famílias que residiam em áreas de ocupação urbana nas encostas foram:

1º Grupo de Atendimento: Idosos.

2º Grupo de Atendimento: Famílias que tiveram suas residências regulares ou irregulares interditas pela Defesa Civil Municipal, mediante laudo técnico.

3º Grupo de Atendimento: Famílias residentes nas áreas de risco mapeadas pela Prefeitura Municipal

de Biguaçu e que se encontrem em risco iminente de morte, mediante laudo técnico.

4º Grupo de Atendimento: Famílias residentes nas áreas de risco, mapeadas pela Prefeitura Municipal de Biguaçu, mediante laudo técnico.

5º Grupo de Atendimento: Famílias que residam em áreas de preservação permanente mediante laudo técnico e/ou faixas de domínio.

6º Grupo de Atendimento: Famílias. (FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2015).

A Tabela 04 apresenta o critério de atendimento, a localização e o total de famílias beneficiadas com apartamentos no Residencial Saudade. Observando-se a coluna Localidade, verifica-se que a maior parte das famílias removidas residia no bairro Prado, visto que o Jardim Anápolis, (Morro) do Tiburcio e Jardim Tiburcio são áreas pertencentes ao mesmo bairro.

Observa-se o maior número de residências incluídas no grupo 4 (G4) — localizadas em área de risco. Nesse grupo, com exceção de três famílias que residiam no bairro Saudade, as demais famílias residiam no bairro Prado.

Para os demais grupos que incluem residências em situação regular ou irregular interdita (G2), áreas de risco e em risco iminente de morte (G3) e Áreas de Preservação Permanente (G5), todas as remoções ocorreram no bairro Prado.

Tabela 04: Critérios de atendimento, localização e total de famílias beneficiadas com apartamentos no Residencial Saudade (Programa Minha Casa Minha Vida).

Grupo de Atendimento	Localidade	Total
G2: residências regulares ou irregulares interditas	Prado	2
	Morro do Tiburcio	1
G3: áreas de risco e em risco iminente de morte	Prado	1
G4: áreas de risco	Prado	14
	Saudade	3
	Tiburcio	2
	Jardim Tiburcio	1
	Jardim Anápolis	1
G5: áreas de Preservação Permanente	Prado	3
Total		28

Fonte: Beneficiados residencial Saudade – Área de risco (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2015) Elaboração: Cristina Benedet.

4.6 PARÂMETROS ATUAIS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO MUNICIPAL

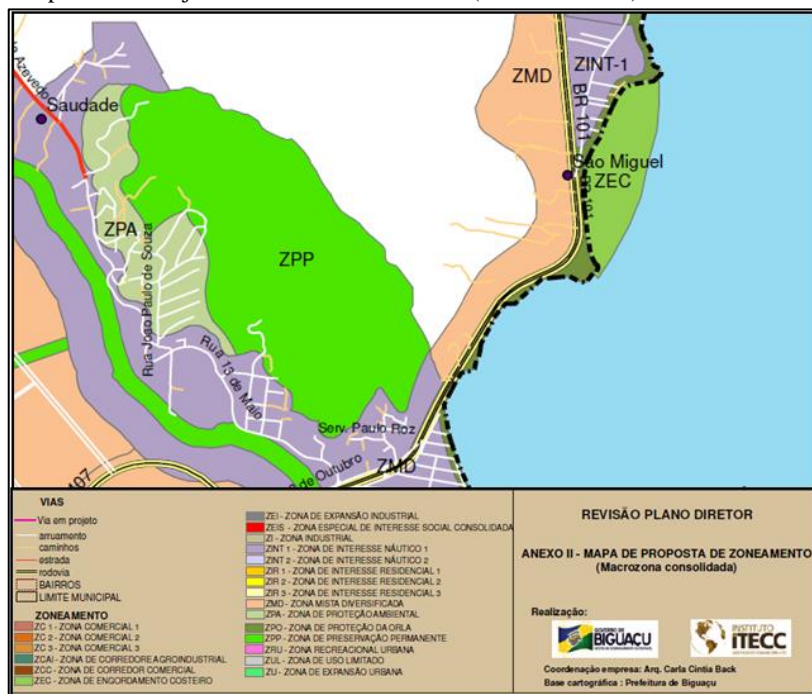
O município de Biguaçu aprovou, em 30 de setembro de 2014, a Lei Complementar 71 de 2014 que alterou a Lei Complementar 12 de 2009 – Leis do Plano Diretor e que atualmente regulamentam o uso e ocupação do solo urbano. O zoneamento (Figura 04) que define os bairros Prado e Saudade e áreas adjacentes, como: Zona de Interesse Náutico e Turístico (ZINT-1), Zona de Proteção Ambiental (ZPA) e Zona de Preservação Permanente (ZPP). A faixa que compreende a encosta paralela à BR 101 foi classificada como Zona Mista Diversificada (ZMD). Portanto, o zoneamento inclui as Áreas de Preservação Permanente, restringindo a ocupação urbana na encosta (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2014a)

A definição da Zona de Proteção Ambiental (ZPA) não implica, necessariamente, na desapropriação dos lotes já ocupados. O uso e as atividades são restritos e disciplinados por diretrizes no âmbito do planejamento territorial urbano, referentes às limitações de uso da terra devido à vulnerabilidade a fenômenos naturais e declividades superiores a 30%. Entre os parâmetros de uso e ocupação está fixada a taxa de ocupação máxima de 30%, com gabarito de dois pavimentos, e taxa de permeabilidade mínima de 70% para lotes com área mínima de 5000 m² (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2014b).

A definição de Zona de Preservação Permanente (ZPP), porém, reporta aos parâmetros da Lei Federal 4771/65 - o código Florestal Brasileiro (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2014c).

A Zona de Interesse Náutico e Turístico de classificação de uso do solo 1 (ZINT-1) abrange as margens do rio Biguaçu, avançando até encontrar o mar — paralelamente à BR 101, limitando-se, na encosta, com a Área de Preservação Permanente e a Zona de Proteção Ambiental. Tem por objetivo os usos relacionados ao turismo marítimo e pesqueiro, qualificação profissional e o desenvolvimento turístico. Os critérios de uso e ocupação especificam edificações isoladas, destinadas a servir de moradia a uma só família, ou até três unidades autônomas de residências geminadas, agrupadas horizontalmente, paralelas ou transversais ao alinhamento predial. Os parâmetros para uso e ocupação exigem a taxa de ocupação máxima de 60%, com gabarito de quatro mais dois pavimentos e taxa de permeabilidade mínima de 30% para lotes com área mínima de 360 m² (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2014b).

Figura 05: Recorte do Mapa do Zoneamento da área urbana para os bairros Saudade, Prado e área paralela à BR101. Observa-se a abrangência espacial das zonas de Preservação Permanente e de Proteção Ambiental, sendo que esta compreende área já urbanizada e consolidada (escala 1:70000).



Fonte: Prefeitura municipal de Biguaçu, 2014a.

A área paralela à BR 101, sentido norte, e área contígua ao bairro Prado, no zoneamento do Plano Diretor (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2014a), foi classificada como Zona Mista Diversificada (ZMD), com o objetivo de concentrar os usos comerciais e de serviços. Os parâmetros para uso e ocupação abrangem a taxa de ocupação máxima de 60%, com gabarito de seis mais quatro pavimentos e taxa de permeabilidade mínima de 15%, para lotes com área mínima de 360 m² (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2014b).

4.7 RODOVIA BR 101: INTERVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE TALUDES EM ÁREA DE OCUPAÇÃO.

Na área paralela à BR 101 contígua ao bairro Prado, classificada como Zona Mista Diversificada (ZMD), ocorreram deslizamentos no talude na margem da pista da BR 101. Levantamento junto à Autopista Litoral Sul, concessionária que administra a rodovia, foram identificados três deslizamentos e as respectivas obras para a estabilização dos taludes.

Disponibilizados os projetos, as informações referentes às condições dos deslizamentos, às retroanálises do talude, do material da encosta e deslizado, aos resultados dos ensaios foram utilizadas para caracterizar a área e os movimentos de material da encosta.

Foi registrado um deslizamento na estrutura de corte do km 191+935 da Pista Sul. Aconteceu em novembro de 2009, tendo como fator desencadeante as intensas precipitações pluviométricas registradas no Estado de Santa Catarina no período (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2009).

O talude de corte é descrito com altura de 30m entre o nível da pista e a parte superior do corte, e a declividade foi alterada localizadamente em função do deslizamento (projeto sem registro fotográfico) (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2009).

As sondagens à percussão indicaram os seguintes resultados: a presença de solo residual de granito, com granulometria predominante de silte argilo-arenoso, de coloração variegada e índice N SPT entre dois e cinquenta e seis golpes, em geral crescente com a profundidade. O provável topo do maciço granítico, de 11,70 m (SP-16) e 6,55 m (SP-17), coincide com as cotas do afloramento do maciço granítico no talude, entre 10 e 13 metros. A posição desse material indica a base para a interpretação da posição do topo do maciço granítico. O nível d'água não foi encontrado quando da execução das sondagens (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2009).

A representação do comportamento da ruptura do talude foi obtida por meio de hipótese testada. Concluiu-se que a ruptura ocorreu pela diminuição da coesão “aparente”, provocada pelo avanço de uma frente de saturação durante as chuvas extremas. O processo é explicado pelo suposto fluxo vertical (pressões neutras nulas), com saturação total do maciço, provocando aumento do peso específico (de 17 kN/m³ para 18 kN/m³), ângulo de atrito de 30° e diminuição da coesão (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2009).

Os dados em campo do deslizamento (Figuras 06 e 07) localizado no km 191+800 (PNV 2009) da BR-101 - Pista Sul foram coletados nos meses de junho e julho de 2010 e constam no documento de Projeto de Estabilização de Talude (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2011).

Figura 06: Vista do lado sul do talude. Blocos e matacões na superfície da encosta. Rocha alterada na superfície de ruptura na cabeceira do deslizamento. Estrada de acesso à propriedade particular à esquerda da foto.



Fonte: Autopista Litoral Sul, 2011.

Figura 07: Vista do lado norte do talude. Matacões na superfície à direita da foto e estrada de acesso à propriedade particular à esquerda.



Fonte: Autopista Litoral Sul, 2011.

O talude de corte de estrada possuía inclinações de até 80° e alturas superiores a 15 metros. A rocha composta por migmatito, em que as bandas mais félsicas estão razoavelmente preservadas com matacões em superfície. Contudo, as bandas ferromagnesianas estão deterioradas na forma de saibro ou rocha muito decomposta. Conforme o exposto, a cobertura superficial era composta de saprolito de migmatito (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2011).

A ruptura na base do talude foi desencadeada por precipitações intensas (o documento não informa a data), resultando em um talude extremamente verticalizado, apresentando riscos de nova movimentação de solo com as chuvas, de ruptura e deslocamento de blocos a montante, devido à instabilização da base do talude (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2011).

O pacote de material deslizado era composto de saprolito de composição argilo-siltosa com seixos, blocos e matacões de granodiorito. A rocha, intemperizada, com esfoliação esferoidal (Figuras 08), é composta basicamente por quartzo (40%), plagioclásio (40%) e biotita (20%), textura equigranular média e foliação pouco desenvolvida e irregular (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2011).

Figura 08: Detalhe de esfoliação do matacão.



Fonte: Autopista Litoral Sul, 2011.

Acima do ponto descrito, ocorrem diversos matacões arredondados, de mesma composição, sobre um substrato saprolítico instável, cobertos por uma fina camada orgânica (líquens e musgos) (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2011).

Os parâmetros de resistência ao cisalhamento do material abaixo do afloramento de rocha, onde se observou a superfície de ruptura encontrada em campo, foram estabelecidas por meio de retroanálises. Os parâmetros encontrados para a superfície de ruptura, semelhante à situação verificada em campo foram: coesão de 6,0 kPa (c'), peso específico de 18 kN/m³(γ) e ângulo de atrito de 28°(φ) (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2011).

O Relatório do Projeto de Contenção de Talude (km 191+950 - Pista Sul – PNV2009) refere-se ao deslizamento, entre os que receberam estrutura de contenção, localizado mais próximo da cidade. A data do evento de deslizamento não consta no documento. A inspeção na área ocorreu em 27 de setembro de 2010. O local é descrito como um talude

de corte, com cerca de 8 m de altura, aproximadamente 20 m de extensão e inclinação média de 30° (Figura 09) (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2014).

A ruptura foi classificada como rotacional. A massa escorregada apresentava vegetação de gramínea e algumas mudas de árvores. Foi registrada a ausência da base do escorregamento e a modificação de sua forma, provavelmente devido à utilização de maquinário para limpeza do material escorregado na base do talude, adjacente ao acostamento da rodovia. Registrou-se que, durante a inspeção, o talude encontrava-se saturado devido à chuva (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2014).

Quanto à ocupação, existem residências habitadas próximas ao topo do deslizamento. Verificou-se a presença de tubulação de esgoto residencial rompida, constituída por canos e por um sumidouro (Figura 10) (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2014).

Figura 09 e 10 (na sequência): Talude rompido, no topo em corte da encosta duas residências. No detalhe, os canos do esgotamento sanitário rompidos.



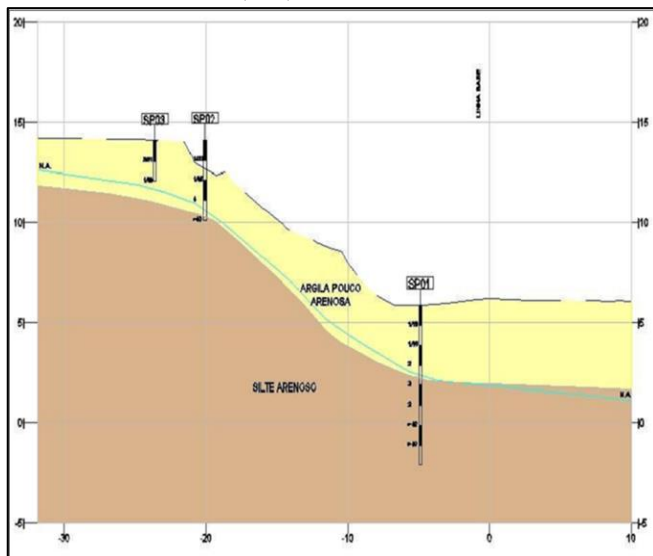
Fonte: Autopista Litoral Sul, 2014.

A geologia do local é constituída por granitos subalcalinos e alcalinos do Granito Angelina e por granitos foliados do tipo Granitoide. As rochas metamórficas do Complexo Águas Mornas, de idade Paleoproterozoica, são constituídas por ortognaisses potássicos, com intercalações de anfibolito (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2014).

De acordo com o relatório, quatro sondagens à percussão no talude foram executadas no mês de outubro de 2010, para caracterizar o subsolo (Figura 11). As sondagens apontaram que o material que recobre a encosta no local é formado por uma camada superior de argila plástica pouco arenosa, muito mole a mole, alcançando a profundidade de 5,8 metros, sendo que a camada inferior é constituída de silte areno-argiloso, com fragmentos de rocha. O nível da água foi encontrado a profundidades que variaram de 0,8 m (SP-03), na crista do escorregamento, a 3,8 m no pé do escorregamento (SP 01) (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2014).

Sobre o processo de instabilidade do talude, considerou-se a origem do deslizamento, provavelmente, relacionada à saturação do maciço, e também associada à infiltração de eflúvios provenientes do sumidouro. Essa possibilidade é explicada pelas características gerais de construção do sumidouro, na forma de poço sem laje de fundo, que permite a penetração dos efluentes da residência e de sua fossa séptica diretamente nos solos da encosta. Relacionando a estrutura da fossa com o local do deslizamento, sumidouros, em geral, não possuem mais do que três metros de profundidade, e o talude rompido apresenta cerca de oito metros de altura (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2014).

Figura 11: Perfil geológico-geotécnico do subsolo. No topo do talude o nível da água se encontra mais elevado (SP3)



Fonte: autopista Litoral Sul, 2014.

Para a extensão da encosta, foi atribuído risco geológico-geotécnico médio a alto, considerando que o desenvolvimento da instabilidade poderá atingir as residências localizadas próximas à crista do escorregamento, havendo a possibilidade de comprometer a pista e o fluxo da rodovia na base da encosta. Considerando as características do solo, foram efetuadas as retroanálises do talude original para avaliar os parâmetros de resistência do solo (Tabela 5). As retroanálises foram realizadas em duas condições: a primeira na condição seca (com o nível d'água natural do terreno) e a outra na condição saturada (subida do lençol freático).

Os valores para as variáveis tensão, coesão e o ângulo de atrito, para as duas camadas da cobertura superficial, visaram a um resultado superior ao fator de segurança 1,0, ou seja, do índice de instabilidade do talude (Tabela 05). Os fatores de segurança alcançados foram de 1,43 e 1,03 para a condição natural (nível da água natural do terreno) e para a condição saturada (subida do lençol freático), respectivamente.

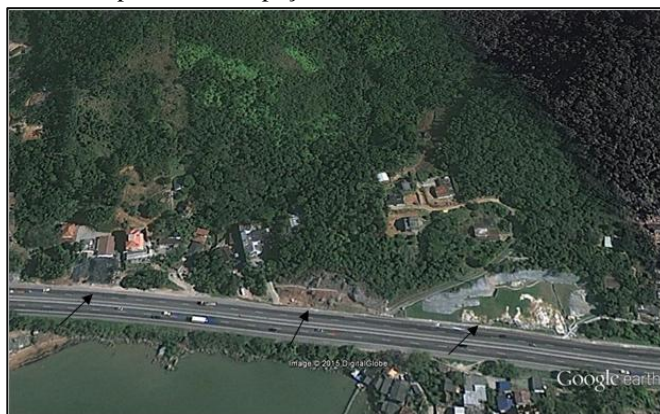
Tabela 05: Parâmetros de tensão, coesão e ângulo de atrito utilizados nas retroanálises.

MATERIAL	γ tf/m ³ (kN/m ³)	c tf/m ² (kPa)	ϕ °
Argila pouco arenosa	1,8 (18)	1 (10)	15
Silte arenoso	1,8 (18)	1,5 (15)	25

Fonte: Autopista Litoral Sul, 2014.

A partir do contexto exposto para a encosta adjacente à rodovia BR 101, verifica-se um conjunto de condições para a instabilidade da encosta: solo saprolítico residual, argila plástica, a baixa coesão do solo e a redução em condições de saturação, o corte para a instalação e duplicação da rodovia, a ocupação da base da encosta e do topo dos taludes por residências, a ausência de manutenção dos cortes, a contribuição para a saturação dos solos da umidade das fossas-sumidouros, associadas às condições de intensa pluviosidade. A figura 12 identifica o local dos deslizamentos e da construção das obras de contenção.

Figura 12: Obras de contenção às margens da BR 101 indicadas pelas setas, a imagem também apresenta a ocupação da área de encosta.



Fonte: Imagem Google Earth, 2011.

Este capítulo apresentou a evolução do uso e ocupação das encostas. Tratou da análise espaço-temporal mostrando a evolução histórica da ocupação das encostas no período compreendido entre 1957 e 2010. O processo de ocupação caracteriza-se pela expansão das áreas

urbanas sobre a área rural, o que indica um maior impacto do conjunto das intervenções urbanas no relevo. Em geral, aspectos da vulnerabilidade são produzidos, conforme as condições socioeconômicas da população e, as formas de ocupação que se materializam no ambiente.

Portanto, é possível afirmar o proposto por Mansilla (2000) em que o reconhecimento da evolução histórica manifesta a origem e o contexto social, político, ambiental e econômico das cidades. O modelo de ocupação e o desenho urbano que representam o uso da terra urbana (ALHEIROS et al, 2004) para os bairros Saudade, Prado e a área adjacente a BR 101 no bairro São Miguel configurou-se: com o desenho urbano orientado pelo traçado viário, principalmente a rua 13 de maio, a BR 101, e também as ruas secundárias; pela disposição dos lotes, nesta situação, destaca-se a expansão urbana sobre as áreas rurais. O modelo urbano foi estabelecido em duas condições: os loteamentos instalados pela iniciativa privada, e a ocupação espontânea, com a ausência de um planejamento prévio de urbanização.

A partir do exposto, compreende-se que o município de Biguaçu apresenta áreas de risco que abrange outros eventos além dos movimentos gravitacionais de massa, pois inclui também os fenômenos de inundações, granizo e vendavais. Apesar dos processos de deslizamentos não serem os que acumulam mais registros, os eventos estão se tornando mais frequentes na área urbana do município. Assim, identificaram-se as ameaças e a organização espacial do cenário de acidentes e de desastres socionaturais na área urbana.

Esta constatação levou o governo municipal a atuar na prevenção e mitigação do risco resultando no diagnóstico e mapeamento preliminar das áreas de risco e, de forma mais concreta resultou na remoção de famílias moradoras das áreas de risco. Acrescenta-se o zoneamento, disciplinando o uso e ocupação da terra urbana na atualização do Plano Diretor, como instrumento para o ordenamento territorial e a prevenção de desastres socionaturais. Essas medidas de gestão urbana inserem-se na aplicação do planejamento visando a redução dos desastres (EL-MASRI, TIPLLE, 2002; PHILIPPI JR, SALLES, SILVEIRA, 2005), porém intervindo sobre uma área urbana já consolidada, ou seja, com os elementos do risco já estabelecidos.

O zoneamento determinou as áreas de morros e montanhas no perímetro urbano dos bairros Prado e Saudade como Zona de Preservação Permanente (ZPP) e Zona de Proteção Ambiental (ZPA) proibindo e restringindo, respectivamente, a ocupação. A Zona de Interesse Náutico (ZIN) está predominantemente direcionada para o turismo; no bairro São Miguel a base da encosta adjacente a BR 101 foi classificada como Zona

Mista Diversificada visando concentrar as atividades de comércio e prestação de serviços nas proximidades da rodovia.

A instalação e duplicação da pista da Rodovia BR 101 com a formação dos taludes de corte na base da encosta foi a intervenção mais significativa no perfil da encosta para a área de estudo. Informações dos três projetos das obras de contenção de taludes detalharam as condições geotécnicas dos solos caracterizando os fatores de instabilidades das encostas. O maciço é formado por rochas metamórficas e graníticas, com blocos e matacões em subsuperfície e em superfície.

Foi identificado solo residual, granulometrias determinadas como argila pouco arenosa, silte argilo-arenoso e silte arenoso. Profundidade aproximada dos taludes de corte com altitude entre 11,70m e 5,8m, inclinação de 30° ou mais. Ocorrência de saturação do solo durante as chuvas intensas provocando a redução da coesão. Para um deslizamento foi registrado a infiltração de água proveniente de uma fossa sumidouro. A ruptura de um dos taludes foi determinada como rotacional. Para o talude de corte com ocupação residencial no topo foi atribuído risco médio a alto.

As rodovias representam a estrutura do desenvolvimento - a interligação das cidades, regiões e do país, no entanto, frequentemente, podem resultar em áreas de riscos. Considerando que as áreas adjacentes as rodovias sofrem o processo de ocupação urbana, além das soluções tecnológicas de engenharia, é propício considerar também no planejamento do traçado e das melhorias posteriores, as orientações da gestão urbana relevantes ao uso e ocupação do solo, incluindo aquelas de caráter social.

5 INDICADORES SOCIAIS E DA INFRAESTRUTURA DA OCUPAÇÃO URBANA NOS BAIROS PRADO E SAUDADE E ÁREAS ADJACENTES.

Contextualizou-se esta abordagem com indicadores sociais, de infraestrutura urbana e dos domicílios nos bairros Prado e Saudade, conforme os dados do Censo Demográfico realizado no ano de 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por setor censitário. A delimitação dos setores censitários na área rural inclui informações de domicílios para além da área de abrangência da pesquisa. Assim, as informações serão utilizadas para os setores censitários restritos aos bairros urbanos.

As informações para a área do bairro Saudade e da margem paralela à BR 101, que integram setores da área rural do município no cadastro do IBGE (Figura 13), foram obtidas por meio das informações do Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SUS) e adaptadas à pesquisa. As informações são apresentadas na sequência, no subtítulo Um recorte socioespacial para as áreas representativas da ocupação das encostas: características socioeconômicas e da infraestrutura.

5.1 INDICADORES SOCIAIS E DA INFRAESTRUTURA DA OCUPAÇÃO URBANA NOS BAIROS PRADO E SAUDADE

Na apresentação das informações das características sociais e da infraestrutura da ocupação urbana para os bairros Prado e Saudade, permanece a divisão dos setores censitários determinados pelo IBGE, para o censo do ano de 2010. A localização dos setores censitários e os respectivos códigos são apresentados na figura 13.

Figura 13: Setores censitários abrangendo os bairros Prado e Saudade. A linha preta delimita os setores censitários. Os polígonos em vermelho delimitam partes da área de estudo em setores censitários rurais. O polígono em azul delimita rua externa à área de pesquisa.



Fonte: IBGE, 2010c, editado nesta pesquisa.

Os setores que abrangem os dois bairros contam com uma população de aproximada 3761 pessoas (Tabela 06) (IBGE, 2010c), sendo que a maior população corresponde ao setor 33, que abrange grande parte da área do bairro Prado, desde a BR 101 até o limite do setor com final 72 e 34, comportando um total de 1084 moradores.

O segundo setor com maior número de moradores é o de final 35, e abrange quase toda a área do bairro Saudade, acima da Rua 13 de Maio. Os demais setores, 34, 52 e 72, comportam 554, 555 e 632 moradores, respectivamente. O número de alfabetizados com cinco ou mais anos de idade é de 3228 pessoas (Tabela 07) (IBGE, 2010c).

Os bairros formando áreas urbanas consolidadas comportam 1069 residências. Dentre elas, 865 são domicílios próprios e quitados pelos proprietários (a maioria), 140 são alugados e 13 estão em processo de aquisição (Tabela 08). Um número reduzido de domicílios está ocupado cedido por empregador, cedido de outra forma ou em outras condições de ocupação (IBGE, 2010c).

Tabela 06: Residentes por sexo por setor – Bairros Prado e Saudade – Biguaçu, SC.

Código do setor	Homens	Mulheres	Total
420230505000033	536	548	1084
420230505000034	276	278	554
420230505000035	476	460	936
420230505000052	284	271	555
420230505000072	324	308	632
Total	1896	1865	3761

Fonte: Censo 2010 (IBGE, 2010c). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Tabela 07 – Pessoas alfabetizadas por setor – Bairros Prado e Saudade – Biguaçu, SC.

Código do setor	Com cinco ou mais anos de idade
420230505000033	930
420230505000034	479
420230505000035	806
420230505000052	483
420230505000072	530
Total	3228

Fonte: Censo 2010 (IBGE, 2010c). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Tabela 08 – Propriedade dos domicílios permanentes por setor - Bairros Prado e Saudade – Biguaçu, SC.

Código do setor	Próprios e quitados	Próprios em aquisição	Alugados	Cedidos por empregador	Cedidos de outra forma	Outra condição de
420230505000033	254	6	58	0	15	0
420230505000034	134	0	22	1	7	0
420230505000035	207	5	21	5	13	1
420230505000052	124	0	24	0	6	0
420230505000072	146	2	15	2	1	0
Total	865	13	140	8	42	1

Fonte: Censo 2010 (IBGE, 2010c). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Em relação à oferta de estrutura urbana, 1065 domicílios recebem o abastecimento de energia elétrica e quatro residências não possuem ligação com a rede da companhia distribuidora ou de outras fontes (Tabela 09) (IBGE, 2010c). Portanto, a rede elétrica está distribuída nos bairros, atendendo praticamente todas as residências, independente das condições de localização e da regularidade da ocupação.

Situação um pouco diferente para o abastecimento de água, em que 746 domicílios recebem água da rede geral, 32 captam a água em poços ou nascentes na propriedade e um número expressivo de residências, 241,

coleta água de outra forma (Tabela 10) (IBGE, 2010c). Os setores com maior número de domicílios em que o abastecimento não é proveniente da rede geral são os setores de final 72 e 35, dois setores que se estendem para áreas na média e alta encosta. Duas situações podem contribuir para essa situação.

A ocupação de encosta exige condições específicas de estrutura e equipamentos da rede geral para o abastecimento de água chegar até as residências em maiores altitudes. Nos bairros Prado e Saudade, a rede de abastecimento é equipada com quatro estações elevatórias (*booster*¹), sendo três no bairro Saudade e uma no bairro Prado, permitindo a distribuição para as residências localizadas em maiores altitudes topográficas.

Também é nesses dois setores que o abastecimento é feito de outra forma, diferente da rede geral, sendo por poços ou nascentes nas propriedades. A opção dos moradores por captar água de nascentes em terrenos na média e alta encosta pode ocorrer pelo aproveitamento de nascentes e cursos d'água ao longo das encostas e próximos às residências, resultando na ausência ou na redução dos custos mensais com a tarifa de água.

As pequenas represas que se formam para armazenar a água das nascentes ou dos cursos de água e as mangueiras que transpõem a encosta, quando apresentam vazamentos ou fluxo contínuo na superfície, contribuem para alterar a umidade natural dos solos que recobrem a encosta, alterando os parâmetros de umidade e coesão do solo, criando ou aumentando a suscetibilidade ao deslocamento do pacote do material superficial.

Tabela 09 – Abastecimento de energia elétrica por setor - Bairros Prado e Saudade – Biguaçu, SC.

Código do setor	Com energia elétrica	Da companhia distribuidora	De outras fontes	Sem energia elétrica	Companhia distribuidora e medidor de uso exclusivo	Companhia distribuidora e medidor comum a mais de um domicílio	Companhia distribuidora e sem medidor
420230505000033	331	331	0	2	257	74	0
420230505000034	164	163	1	0	120	15	28
420230505000035	251	250	1	1	217	31	2
420230505000052	154	154	0	0	140	9	5
420230505000072	165	164	1	1	132	31	1
Total	1065	1062	3	4	866	160	36

Fonte: Censo 2010 (IBGE, 2010c). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

¹*Booster*: bomba que aumenta a energia de pressão do escoamento da água para distribuição em áreas de altitudes elevadas.

Tabela 10 – Abastecimento de água por setor - Bairros Prado e Saudade – Biguaçu, SC.

Código do setor	Rede geral	Poço ou nascente na propriedade	Água da chuva armazenada em cisterna	Outra forma
420230505000033	264	17	0	52
420230505000034	133	0	0	31
420230505000035	117	6	0	129
420230505000052	136	5	0	13
420230505000072	96	4	0	66
Total	746	32	0	291

Fonte: Censo 2010, (IBGE, 2010c). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Associado ao abastecimento de água está a viabilização do banheiro nas residências e o esgotamento sanitário das águas servidas. Do total de 1069 domicílios, cinco domicílios ainda não têm as instalações de banheiro e sanitário. Cabe destacar o esgotamento das águas residuárias, pois, dependendo da forma de escoamento, podem influenciar na umidade da encosta e, também, no desencadeamento no processo de erosão.

Na maioria dos domicílios o escoamento é feito por meio da fossa, seja fossa séptica, 356 domicílios, ou fossa rudimentar, 290 residências, totalizando 646 fossas. O escoamento predominante é a rede geral de esgoto ou rede pluvial para os setores de final 33 e 34. Ao todo, 283 domicílios escoam as águas servidas na rede geral de esgoto ou pluvial (Tabela 11) (IBGE, 2010c).

Considerável é o número de domicílios que escoam as águas por meio de valas, 109 ao todo, sendo que o maior registro está no setor de final 52, situado onde a planície do rio Biguaçu é mais extensa. Por fim, 18 domicílios escoam as águas residuárias no rio, lago ou mar, e oito escoam por outro escoadouro.

As fossas, principalmente aquelas construídas de forma rudimentar, como também o escoamento por meio das valas contribuem para a umidade no solo e o aumento da coesão aparente e a diminuição da coesão efetiva das partículas do solo, tornando o pacote de solos/rocha mais propenso à movimentação.

A coleta de lixo que ocorre nos bairros atende a quase totalidade dos domicílios. Do total, 1050 residências têm o lixo coletado, sendo que 951 têm o lixo coletado por serviço de limpeza e 99 coletado em caçamba de serviço de limpeza. Situação diferente ocorre para 19 domicílios em que o lixo é queimado na propriedade, sendo que 11 estão localizados no setor de final 34, além de uma residência em que o lixo é enterrado na propriedade, no setor de final 35 (Tabela 12) (IBGE, 2010c).

A partir dessas informações, compreende-se que o serviço público de coleta de lixo contempla satisfatoriamente a demanda, pois um pequeno número de domicílios não dispõe ou utiliza o serviço público. Assim, tem-se um indicador de prevenção, considerando a data da coleta da informação, visto que o lixo e entulhos depositados e acumulados com o tempo interagem com o solo e a vegetação, condicionando a estabilidade do material que recobre a encosta.

Tabela 11 – Banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário nos domicílios por setor - Bairros Prado e Saudade – Biguaçu, SC.

Código do setor	Banheiro ou sanitário	Rede geral de esgoto ou rede privada	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Vala	Rio, lago, mar	Outro escoadouro	Sem banheiro e sem sanitário	Com banheiro	Sem banheiro
420230505000033	332	160	59	112	0	1	0	1	332	1
420230505000034	163	60	43	42	10	1	7	1	154	10
420230505000035	251	57	84	71	31	8	0	1	251	1
420230505000052	152	2	63	23	56	8	0	2	152	2
420230505000072	166	4	107	42	12	0	1	0	161	5
Total	1064	283	356	290	109	18	8	5	1050	19

Fonte: Censo 2010 (IBGE, 2010c). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Nota do censo: foi considerado como banheiro o cômodo que dispunha de chuveiro (ou banheira) e vaso sanitário (ou privada), sanitário de uso exclusivo ou não dos moradores, no domicílio particular permanente, ou no terreno, ou na propriedade em que se localizava. Considerou-se como sanitário o local limitado por paredes de qualquer material, coberto ou não por um teto, que dispunha de vaso sanitário ou buraco para dejetões (IBGE, 2010c).

Tabela 12 – Coleta de lixo por setor - Bairros Prado e Saudade – Biguaçu, SC.

Código do setor	Com lixo coletado	Coletado por serviço de limpeza	Coletado em caçamba de serviço de limpeza	Queimado na propriedade	Enterrado na propriedade
420230505000033	331	331	0	2	0
420230505000034	153	116	37	11	0
420230505000035	249	198	51	2	1
420230505000052	151	151	0	3	0
420230505000072	166	155	11	0	0
Total	1050	951	99	18	1

Fonte: Censo 2010 (IBGE, 2010c). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Os dados apontam o bairro Prado como o bairro com a maior densidade populacional para a área pesquisada. Quanto à ocupação, os bairros Prado e Saudade apresentam ocupação consolidada com imóveis próprios dos moradores abrangendo 80,92% das casas. O percentual de alfabetizados com cinco anos ou mais compreende 85,83% da população total.

Os serviços públicos estão presentes, mas com diferenciações na abrangência: o abastecimento de energia abastece 99,35% dos domicílios; a coleta de lixo, numa porcentagem de 98,22%, abrange quase a totalidade dos domicílios. Porém, a situação difere para o abastecimento público de

água, que abrange 69,78% das moradias; o esgotamento sanitário, com a rede geral de esgoto ou rede pluvial, atende 26% das casas; o despejo em fossa é realizado em 60,43% dos domicílios; em vala, rio, lago, mar ou outro escoadouro, compreende 12,63% das moradias.

5.2 UM RECORTE SOCIOESPACIAL PARA SETORES REPRESENTATIVOS DA OCUPAÇÃO DA ENCOSTA: CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS E DAS INFRAESTRUTURAS URBANAS

O recorte socioespacial para as áreas de risco pretende qualificar áreas características da ocupação das encostas. A seleção dos locais considerou o registro de deslizamentos, as condições socioeconômicas observadas em campo e as características do sítio de ocupação.

As informações foram obtidas por meio das informações do Cadastro Domiciliar da Atenção Básica (SIAB, 2015) do Sistema Único de Saúde (SUS) e adaptadas à pesquisa. As respostas aos itens do cadastro não são obrigatórias. Portanto, questões podem não ser respondidas pelo entrevistado. Para a área do bairro Saudade e a área paralela à margem da BR 101, que integram setores da área rural do Município no cadastro do IBGE (Figura 12), nesta pesquisa são as únicas informações que caracterizam a estrutura e a situação socioeconômica da ocupação urbana.

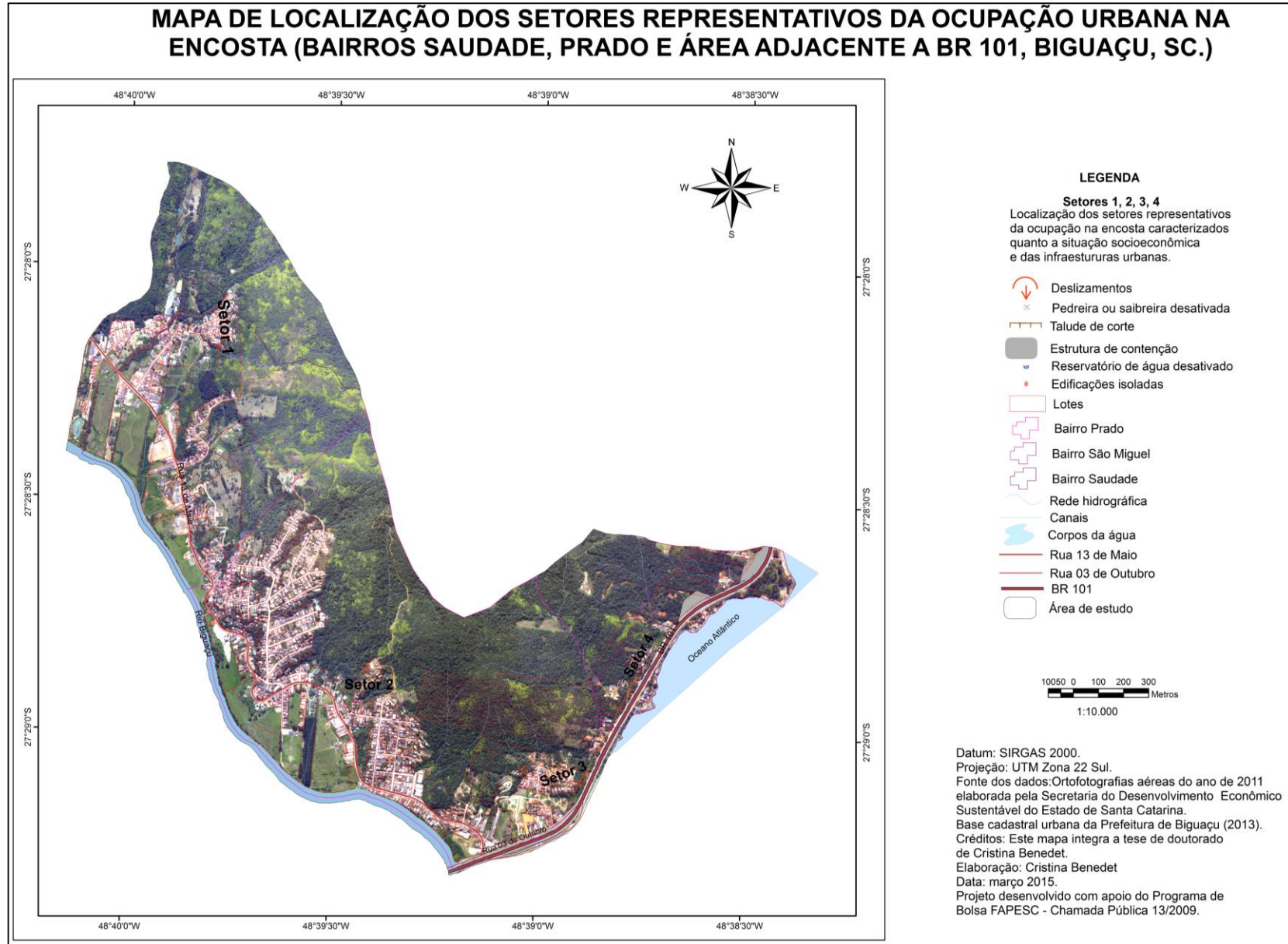
Para individualizar cada recorte espacial, analisado na escala geográfica de detalhe, as áreas serão identificadas, também, por setores (mapa 06): Setor 1 – ocupação urbana localizada no bairro Saudade; Setor 2 – ocupação em área rural, margem direita (sentido norte) da BR 101; Setor 3 – ocupação urbana adjacente ao loteamento Tiburcio, bairro Prado; Setor 4 – área urbana localizada no bairro Prado (margem esquerda, sentido norte da BR 101).

5.2.1 A ocupação urbana localizada no Bairro Saudade-Setor 1

A ocupação na encosta do bairro Saudade compreende as ruas Vitorino Luís Miranda, José Vitorino Filho, João Miguel Machado e servidões e ruas de acessos secundários (mapa 06) (Anexo 1). As ruas receberam pavimentação com asfalto e, nos trechos com maior declividade, o pavimento é de concreto, com sistema de drenagem pluvial — canaletas e bocas de lobo. Um afluente do rio Saudade acompanha a base da encosta, atualmente delimitando a ocupação; no lado oposto, um riacho percorre a encosta onde, na margem direita, a ocupação se estabeleceu próxima do curso d'água.

A área é ocupada por 71 residências. Do total, foram coletadas informações de 52 famílias, compreendendo um total de 180 pessoas. As edificações são casas, em sua maioria construídas em alvenaria (Tabela 13 e Figura 14), atendidas por serviços públicos de abastecimento de energia elétrica e coleta de lixo. A água para abastecimento é coletada de nascente e o escoamento das águas servidas é realizado por meio de fossa. Em 11 domicílios não foram registradas informações sobre o abastecimento da água, abastecimento de energia elétrica, despejo do lixo e escoamento do esgoto. Predomina a renda familiar de dois salários mínimos (Tabela 14 e Figura 15).

Mapa 06: Mapa localizando os setores contemplados na análise de detalhe referente aos setores representativos da ocupação na encosta



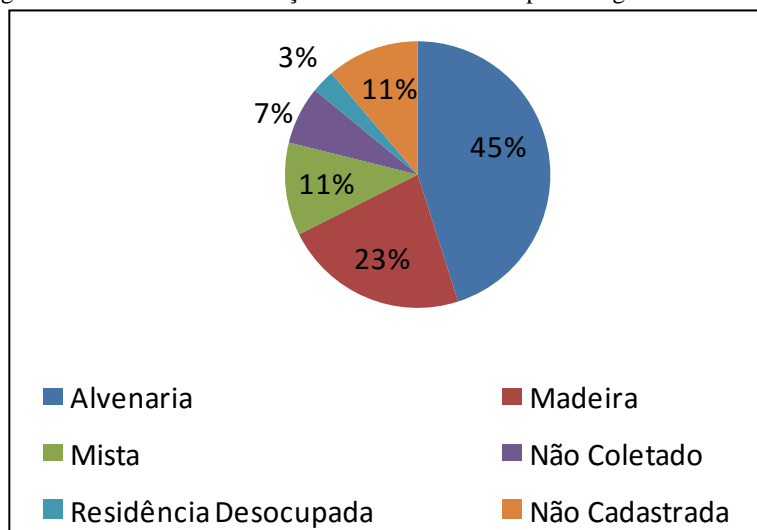
Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Tabela 13 – Setor 1: Material de Construção das Residências

Tipo	Total
Alvenaria	32
Madeira	16
Mista	8
Não Coletado	5
Residência Desocupada	2
Não Cadastrada	8
Total	71

Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Figura 14: Material de construção das residências em porcentagem.



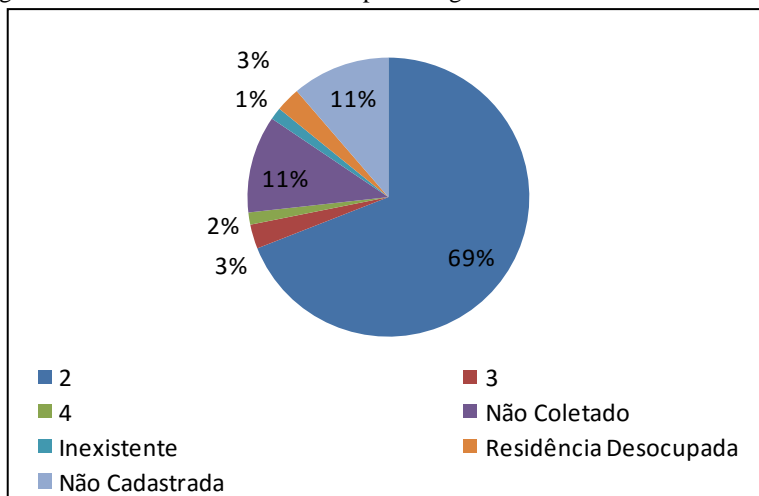
Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Tabela 14 – Setor 1: Renda Familiar Mensal

Salários Mínimos	Total
2	49
3	2
4	1
Não Coletado	8
Inexistente	1
Residência Desocupada	2
Não Cadastrada	8
Total	71

Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Figura 15: Renda familiar mensal em porcentagem.



Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

5.2.2 A ocupação urbana no Moro do Tiburcio, bairro Prado - Setor 2

A ocupação no morro do Tiburcio está localizada adjacente ao loteamento Jardim Tiburcio (mapa 06). É área de risco, delimitada pela Defesa Civil Municipal com o registro de deslizamento. A extensão do morro que se encontra ocupada inclui o loteamento Tiburcio, ocupando a face da encosta com menor declividade, enquanto a face oposta, mais

inclinada, passou por um processo de ocupação irregular e espontânea. Entre as ruas do loteamento e a ocupação do morro do Tiburcio, aproximadamente, encontra-se um riacho, ainda que mantida a vegetação ciliar, pontualmente passa por ocupação do seu entorno.

A ocupação, foco deste detalhamento, inclui a ocupação espontânea e uma quadra do loteamento Jardim Tiburcio. A pavimentação das ruas restringe-se às ruas do loteamento que receberam cobertura de lajotas e sistema de drenagem pluvial com canaletas e bocas de lobo. No restante das ruas, da área em destaque, observou-se a ausência de pavimentação, calçamento ou ligação com a rede de drenagem pluvial. A presença de valas para o escoamento da água superficial no entorno das residências é precária, podendo deslocar blocos de rochas, tendo sido, aparentemente, realizadas de forma manual.

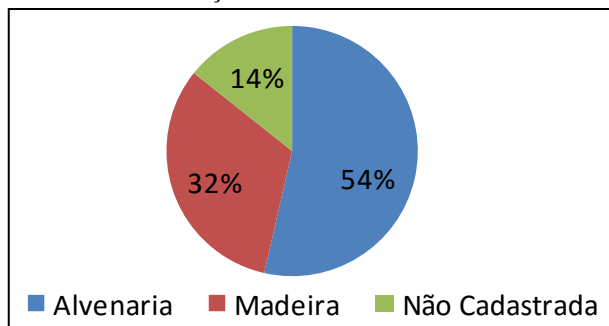
O setor compreende 56 residências, que abrigam um total de 158 pessoas. Do total, oito residências não foram cadastradas. As edificações são casas unifamiliares, com exceção de duas edificações do tipo kitinete, que contam com serviços públicos de abastecimento de energia elétrica e coleta de lixo. Para um domicílio foi registrada a queima do lixo. Predomina a alvenaria como material de construção das edificações, sendo que as demais são em madeira (Tabela 15 e Figura 16).

Tabela 15 – Setor 2: Material de Construção Residências

Tipo	Total
Alvenaria	30
Madeira	18
Não Cadastrada	8
Total	56

Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Figura 16: Material de construção das residências.



Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

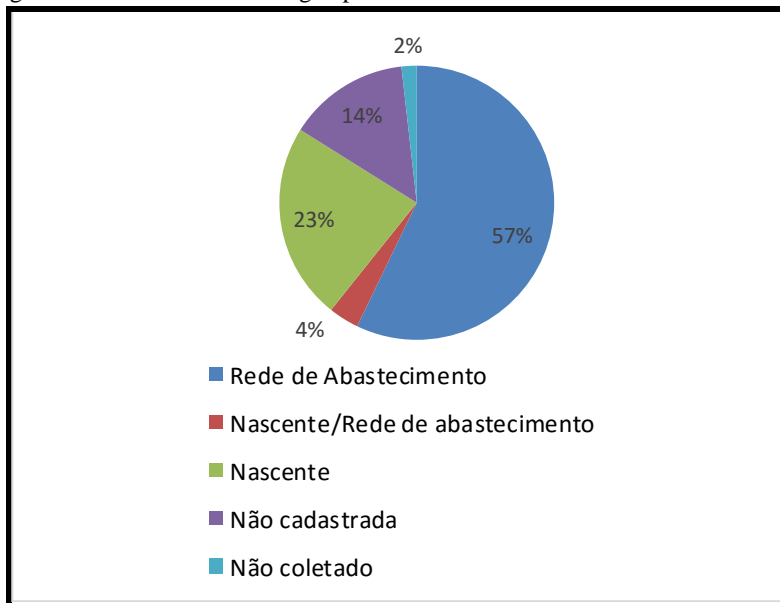
A rede de abastecimento de água (Tabela 16 e Figura 17) é a origem da água para consumo para a maioria dos domicílios, e a coleta em nascentes é a segunda principal fonte de abastecimento; apenas dois domicílios têm duas origens de abastecimento de água, a ligação com a rede de abastecimento e a coleta em nascente. A forma de despejo do esgoto é a fossa (Tabela 17 e Figura 18), porém ainda ocorre o despejo a céu aberto e no rio.

Tabela 16 – Setor 2: Abastecimento de água

Tipo	Total
Rede de Abastecimento	32
Nascente/Rede de abastecimento	2
Nascente	13
Não cadastrada	8
Não coletado	1
Total	56

Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Figura 17: Abastecimento de água por residência



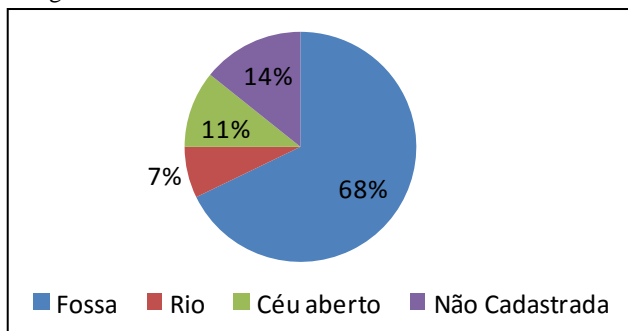
Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Tabela 17 – Setor 2: Esgotamento Sanitário Domiciliar

Tipo	Total
Fossa	38
Rio	4
Céu aberto	6
Não Cadastrada	8
Total	56

Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Figura 18: Esgotamento sanitário domiciliar.



Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

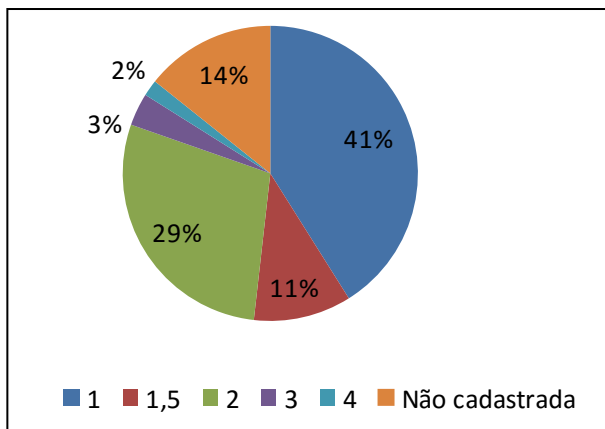
Um salário mínimo é a renda mensal para a maioria das famílias (Tabela 18 e Figura 19); dois salários e um salário e meio é a renda mensal para o segundo e terceiro maior número de famílias, respectivamente.

Tabela 18 – Setor 2: Renda Familiar Mensal

Salários Mínimos	Total
1	23
1,5	6
2	16
3	2
4	1
Não cadastrada	8
Total	56

Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Figura 19: Renda familiar mensal.



Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

5.2.3 A ocupação urbana localizada no Bairro Prado (margem esquerda, sentido norte da BR 101) - Setor 3.

Localizada no bairro Prado (mapa 06), a área delimitada do assentamento ocupa a planície e estende-se para a parte inferior da encosta, avançando para áreas de maiores altitudes. Localizadamente, a base da encosta foi alterada com o corte para a instalação da BR101, mas também, em sua extensão, foi alterada pela movimentação de material para a instalação de residências e acessos.

As principais ruas são pavimentação com sistema de drenagem pluvial com canaletas e bocas de lobo. No restante das ruas da área em destaque, observou-se a ausência de pavimentação, calçamento e ligação com a rede de drenagem pluvial. Um riacho alcança a área ocupada, onde tem seu curso canalizado.

Ao todo são 57 edificações, sendo uma igreja, estando duas edificações desocupadas no momento da coleta, e 12 domicílios não foram cadastrados. Foi registrada uma população de 144 pessoas. A renda mensal não foi coletada para a maioria das famílias, sendo que 12 residências não foram cadastradas, o que torna o resultado não representativo do conjunto.

Com exceção da igreja, as demais edificações são casas. O material de construção predominante é a alvenaria e, em segundo uso, a madeira (Tabela 19 e Figura 20). Os serviços públicos de abastecimento de água,

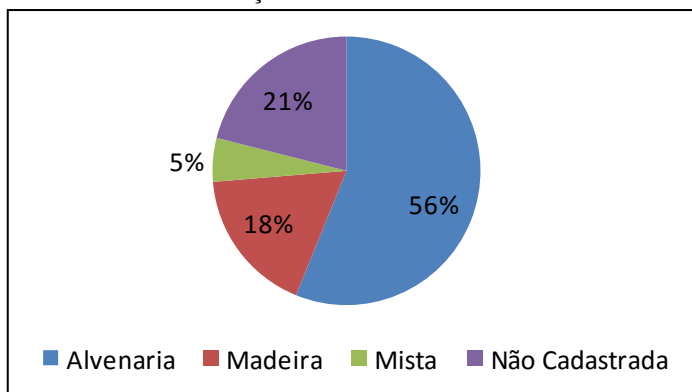
coleta do lixo e o abastecimento de energia elétrica abrangem todos os domicílios. Para todas as edificações, a fossa é a forma de despejo do esgotamento sanitário.

Tabela 19 – Setor 3: Material de Construção das Residências

Tipo	Total
Alvenaria	32
Madeira	10
Mista	3
Não Cadastrada	12
Total	57

Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Figura 20: Material de construção das residências



Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Verificou-se o relato de um deslizamento na extremidade do talude resultante da instalação da rodovia. O deslizamento resultou no deslocamento de solo, vegetação, atingindo uma edificação anexa a uma residência.

5.2.4 A ocupação em área rural, margem esquerda (sentido norte) da BR 101 - Setor 4

A área ocupada na encosta localizada na margem esquerda (sentido Norte) da BR 101 compreende núcleos residenciais e residências isoladas (mapa 06). Os acessos às edificações, a partir da BR 101, geralmente sem

pavimentação, ou com pavimentação nas áreas com estruturas de contenção, avançam sobre a encosta. Ao todo, residem 46 famílias, estando duas edificações desocupadas no momento da coleta, compreendendo uma população de 127 pessoas. Particularizam essa área uma edificação multifamiliar de dois andares e uma clínica de reabilitação para usuários de álcool e outras drogas.

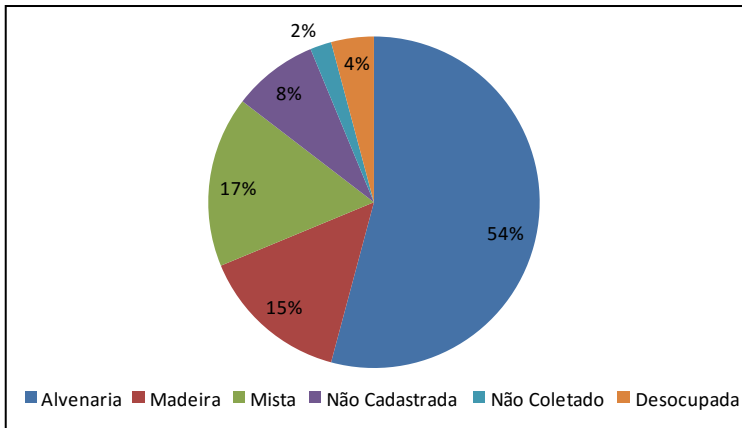
As edificações são casas, a maioria construída em alvenaria (Tabela 20 e Figura 21), com serviços públicos de abastecimento de energia elétrica e coleta de lixo. Na maioria das residências, a água para abastecimento (Tabela 21 e Figura 22) tem duas origens, sendo a rede de abastecimento e a coleta em nascentes. Em seguida, da rede de abastecimento e, em menor número, o abastecimento apenas com água coletada em nascente. O escoamento das águas servidas (Tabela 22 e Figura 23) é realizado por meio de fossa, sendo que para um número significativo, 12 residências, não foi informada a forma de despejo.

Tabela 20 – Setor 4: Material de Construção das Residências

Tipo	Total
Alvenaria	26
Madeira	7
Mista	8
Não Cadastrada	4
Não Coletado	1
Desocupada	2
Total	48

Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Figura 21: Material de construção das residências



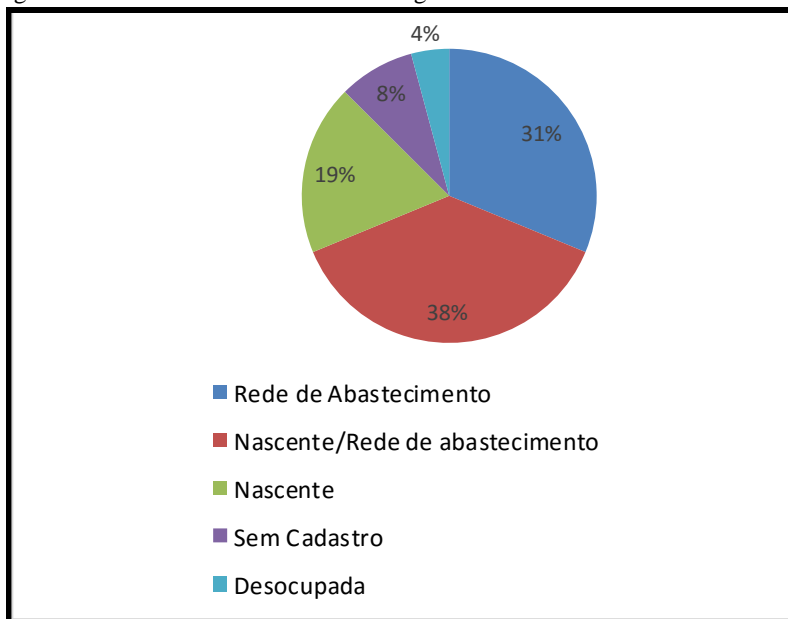
Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Tabela 21 – Setor 4: Abastecimento Domiciliar de água

Tipo	Total
Rede de Abastecimento	15
Nascente/Rede de abastecimento	18
Nascente	9
Não Cadastrada	4
Desocupada	2
Total	48

Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Figura 22: Abastecimento domiciliar de água



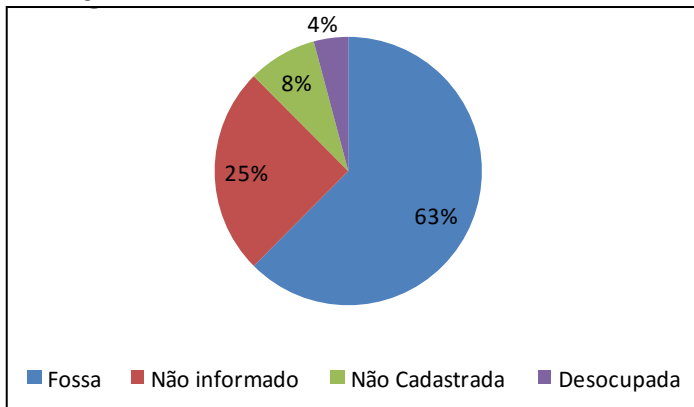
Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Tabela 22 – Setor 4: Esgotamento Sanitário Domiciliar

Tabela 22: Setor 4: Esgotamento Sanitário Domiciliar	
Tipo	Total
Fossa	30
Não informado	12
Não Cadastrada	4
Desocupada	2
Total	48

Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Figura 23: Esgotamento sanitário domiciliar



Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

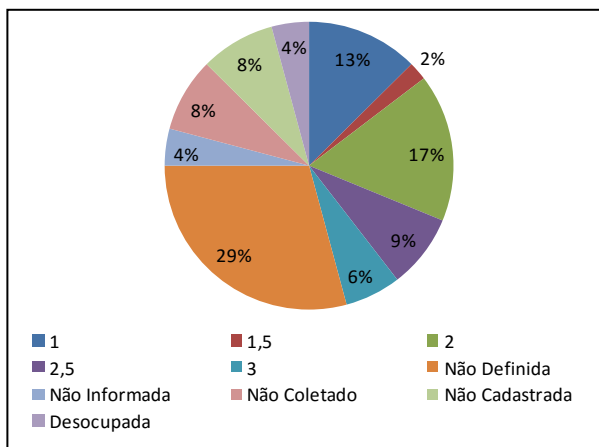
Quanto à renda familiar (Tabela 23 e Figura 24), a renda familiar mensal não definida foi o maior número de respostas, sendo 14 famílias de um total de 48, situação que pode indicar atividade informal, apontando uma situação de fragilidade econômica e social. Resultado semelhante foi registrado para a renda englobando um salário, um salário e meio e dois salários mínimos. A renda mensal familiar mais elevada fica em torno de dois salários e meio e três salários mínimos (7 famílias do total de 48).

Tabela 23 – Setor 4: Renda Familiar Mensal

Salários Mínimos	Total
1	6
1,5	1
2	8
2,5	4
3	3
Não Definida	14
Não Informada	2
Não Coletado	4
Não Cadastrada	4
Desocupada	2
Total	48

Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Figura 24: Renda familiar mensal



Fonte: Cadastro Domiciliar da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (SIAB, 2015). Elaboração Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Esta área corresponde ao maior número de ocorrências de deslizamentos. Corresponde a base da encosta que recebeu uma sequência de obras de contenção nos últimos anos. Alterações significativas na base da encosta ocorreram com os taludes de corte para a instalação da pista de rolamento da BR 101 no início dos anos setenta e, posteriormente, para a duplicação da pista nos anos noventa do século passado. A ocupação

está concentrada na base da encosta e, também, sobre os taludes de corte da rodovia. As edificações compreendem residências familiares e multifamiliar, e uma clínica de reabilitação.

A partir do bairro Prado seguindo para a área norte da pesquisa ocorreram deslizamentos com diferentes magnitudes. No primeiro núcleo de ocupação é encontrada cicatriz de deslizamento na encosta atrás das residências. O local recebeu plantação de *pinus* e abertura de valas para o escoamento da água. Neste assentamento, o núcleo mais adensado está localizado na foz do rio Cachoeira do Barão. Localmente intervenções no curso da água foram realizadas pelos moradores para o represamento da água, com estrutura de rocha e concreto e, muros de rochas, que delimitam as margens do rio e os lotes para a jusante. Entre os domicílios está uma residência multifamiliar. O corte e aterro para a instalação do pavimento das edificações alterou o perfil da encosta.

Na sequência da encosta o talude de corte em sua extensão recebeu estrutura de contenção. O núcleo residencial está localizado em área de topo de morro no divisor de água. O acesso é realizado contornando a encosta. A residência localizada mais próxima do topo do talude foi condenada por apresentar rachaduras, deslocamento nas paredes, e rachaduras no piso e, também no solo do entorno da edificação. Afloramento do maciço rochoso encontra-se no entorno da casa. A casa foi abandonada, mas outra edificação foi construída geminada com a primeira.

Em direção ao norte a estrutura de contenção se sobressai na paisagem com edificações adjacentes a área recuperada. Observaram-se duas situações para a instalação das residências: o corte e aterro e, o assentamento das estruturas sobre o declive da encosta não alterando significativamente o perfil da declividade. Esta última situação é verificada sobre solos pouco espesso, com lajeado de rocha, blocos e matações em superfície.

Neste local, o acesso para as residências é realizado sobre um lajeado de rocha e por escadaria com elevado grau de declividade, com matações e blocos no entorno. Ainda nesta área de ocupação, ao lado, outro acesso às edificações é realizado por uma estrada sem calçamento, que se torna um estreito caminho na medida em que alcança as residências em maiores altitudes.

O núcleo seguinte ocupa o vale, no baixo curso de um riacho, em área de planície entre a encosta e a BR 101. Neste local está instalada clínica de reabilitação para dependentes de álcool e outras drogas, com residências no entorno.

As informações para as áreas representativas, de maneira, geral se assemelham aos dados coletados no IBGE para o abastecimento de energia diferenciando-se para a rede de abastecimento público de água e para a rede pública de esgotamento sanitário.

O abastecimento de água desde a nascente é situação característica para os domicílios localizados nas áreas mais elevadas dos morros nos bairros Prado e Saudade e, na ocupação das encostas paralela a BR 101. Este diagnóstico apontou algumas especificidades, quanto ao material de construção predomina a alvenaria. A renda familiar mensal mais registrada foi de dois salários mínimos e, na sequência um salário mínimo. No entanto, identificaram-se famílias que não tem renda definida.

Finalizando a etapa de caracterização da vulnerabilidade socioeconômica e de infra-estrutura de setores representativos da ocupação urbana das encostas acrescentamos dados e informações ao contexto já exposto anteriormente.

A renda familiar de maior ocorrência abrangendo os setores pesquisados ficou entre um e dois salários mínimos, sendo importante observar a condição em que a renda mensal não foi definida, demonstrando a variabilidade e instabilidade quanto à renda familiar. A caracterização apontou que predomina para todos os setores, entre os materiais de construção a alvenaria, e a madeira como segundo material de construção. Com poucas exceções o total de residências está ligado à rede de abastecimento de energia elétrica, e dispõe do serviço de coleta de lixo.

A situação diferencia-se para a ligação com a rede de abastecimento de água e coleta de lixo. Para o abastecimento de água, a coleta da nascente ainda é a forma mais utilizada, de maneira isolada como no setor 1, ou associada ao abastecimento da rede Pública, como nos setores 2 e 4. Prevalece o esgotamento sanitário por meio da fossa, no entanto, verificou-se o despejo a céu aberto e no rio, no Setor 02 e, também, não informada a forma de despejo para treze residências no Setor 04.

Juntamente com os indicadores do Censo 2010 do IBGE os dados do cadastro do E-sus qualificaram a ocupação urbana. Destacamos a diferença de informações quanto ao esgotamento sanitário, enquanto no Censo do IBGE o segundo meio é a Rede de esgoto ou pluvial a opção Rede geral de Esgoto ou Rede pluvial na pesquisa do E-sus não é pontuada.

As informações da evolução dos usos e da ocupação urbana nas encostas relacionadas aos indicadores sociais e de infra-estrutura

evidenciam aspectos de vulnerabilidade e seus atributos. De forma abrangente, a análise corrobora a afirmação de Alcántara_Ayala (2002) quando identifica diferentes tipos de vulnerabilidades, uma diversidade de aspectos, considerando a escala do indivíduo, da comunidade a qual pertence e, como lembra Cérdan (2007) ao território. Este capítulo expôs a vulnerabilidade, no âmbito do que Cardona (2001) definiu como vulnerabilidade física dos elementos construídos expostos ao risco, enquanto reflexo da vulnerabilidade social. Desta forma reafirmamos a posição de Cardona (2001, 2003) e EIRD/IDRC (2007) quando inserem a vulnerabilidade como processo condicionante do risco.

As formas de vulnerabilidades representativas dos sistemas construtivos e as interferências antrópicas que ameaçam a estabilidade serão expostas, de forma mais detalhada, no subtítulo Fatores de instabilidades das encostas nos Bairros Prado, Saudade e Encostas adjacentes a BR 101, no bairro São Miguel.

6 PROCESSOS CONDICIONANTES DOS MOVIMENTOS DE MASSA: FATORES FISIAGRÁFICOS.

Os fatores condicionantes estão relacionados aos elementos fisiográficos, que são suporte da ocupação urbana, as características geológicas, mais especificamente as litoestruturais, os aspectos geomorfológicos, como a forma da encosta, as características hidrológicas, a espessura e propriedades do solo, comprimento da encosta, (as) simetria dos vales, declividade e elevação. Esses elementos correspondem ao que Guidicini e Nieble (1983) denominam de agentes predisponentes, os quais dependem apenas das condições naturais.

Cicatrizes de deslizamentos e depósitos de tálus são feições pretéritas na paisagem. Indicam transporte com alta energia na movimentação da cobertura superficial. Apontam fatores que atuaram no passado e que podem voltar a gerar instabilidades. As cicatrizes de deslizamentos podem sofrer o processo de reativação.

Os fatores antrópicos estão relacionados ao uso e ocupação da terra com as intervenções na cobertura superficial — substrato rochoso e de solo que recobre a encosta. Essas intervenções dificultam e até impossibilitam a observação e identificação do maciço rochoso, dos materiais superficiais que recobrem a encosta e dos processos que atuaram na morfogênese do relevo.

6.1 DESLIZAMENTOS PRETÉRITOS E ATUAIS: REGISTRO NA PAISAGEM DO MUNICÍPIO.

As áreas urbanas possuem as superfícies alteradas e encobertas pela ocupação e uso da terra. As alterações podem modificar as feições do relevo e alterar os aspectos do solo e das rochas expostas, em parte impedindo ou dificultando a identificação das feições de movimentos gravitacionais de massa em áreas urbanas.

Essas feições, no entanto, estão mais conservadas na área rural do município. Nesses locais, observam-se cicatrizes de deslizamentos pretéritos com os respectivos depósitos bem conservados; existem residências instaladas sobre o cone de acumulação dos deslizamentos, o que demonstra serem depósitos antigos (Figura 25). Mas, também, encontram-se cicatrizes de movimento de solo recente (Figura 26). Outra condição verificada são os blocos e matacões em estado de desequilíbrio (Figura 27).

Esse fato indica que as condições geológicas, geomorfológicas e do relevo do Município são suscetíveis aos movimentos gravitacionais de massa, em especial os deslizamentos.

Figura 25: Feição de um cone de dejeção de um deslizamento pretérito. Santa Cruz (localização aproximada), Biguaçu.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Maio de 2012.

Figura 26: deslizamento recente de solo entre o cultivo de eucalipto e área de pastagem, essa última já evidencia a formação de terracetes. Sorocaba (localização aproximada), Biguaçu.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Maio de 2012.

Figura 27: Matacão em posição instável. Estrada com corte na meia encosta. Bairro São Miguel.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Janeiro de 2014.

Beltrame (1997) registrou a presença de cicatrizes formadas por deslizamentos na localidade de Sorocaba do Sul, tanto nas encostas íngremes, como nas colinas arredondadas. A mesma autora registrou, como consequência da precipitação de 428 mm em 24 horas, em novembro de 1991, movimentos de massa em encostas com floresta, em áreas com agricultura e às margens do rio Inferninho.

O estudo, de forma mais detalhada dos compartimentos de colinas na localidade de Sorocaba de Dentro (médio vale do rio Inferninho), foi realizado por Luiz (1996). A Bacia Hidrográfica do Rio Inferninho está localizada no Norte do município de Biguaçu. O relevo da bacia apresenta-se suscetível a movimentos de massa em chuvas excepcionais, com a possibilidade de reativação de antigas cicatrizes de deslizamentos.

Diante de observações é possível relacionar os tipos de deslizamentos com as formas do relevo: movimentos de massa rasos e do tipo corrida de terra em vertentes íngremes do compartimento de serras e cicatrizes aparentemente mais profundas nas vertentes das colinas. Acrescenta a exigência de mais estudos diante da complexidade dos processos de movimento de massa.

A mesma autora identifica cicatrizes de deslizamentos como estruturas comuns nas serras e colinas da bacia hidrográfica. Explica a reativação das cicatrizes de deslizamentos provocada pela incisão da drenagem, a divagação lateral, o recuo e o rebaixamento das vertentes. O mesmo estudo evidencia a ocorrência de inundações nas planícies onde é depositado o material colúvio-aluvionar, resultante do movimento de massa e do escoamento pluvial superficial (LUIZ, 1996).

Esteves (2001) aponta a associação dos deslizamentos com a hidrodinâmica de subsuperfície da encosta, o que reforça a importância dos fatores citados por Luiz (1996).

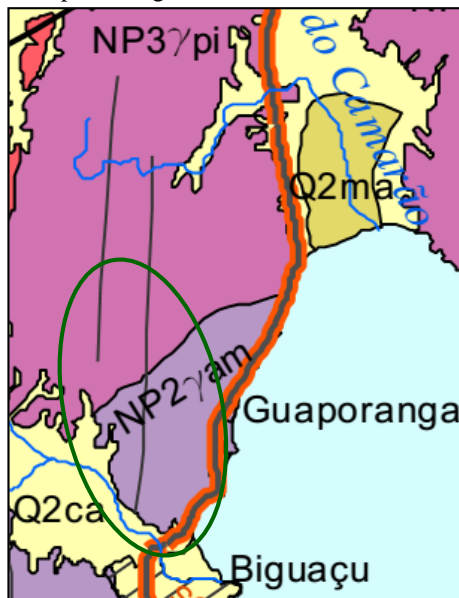
6.2. ANÁLISES DAS CONDIÇÕES FISIAGRÁFICAS NA ESCALA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

O foco da pesquisa está na área urbana. Porém, a análise dos processos de movimentos de massa precisa abranger toda a extensão da encosta. Assim, o recorte espacial é delimitado pelos divisores de água das bacias hidrográficas, a linha de costa, e na planície é delimitado pelo canal do rio Biguaçu. O reconhecimento das características fisiográficas, que configuram a área de pesquisa são expostas a seguir.

Para a análise da área, assumiu-se a classificação geológica proposta pela CPRM (2014, escala 1:500 000) (Figura 28). De acordo com a classificação, a formação próxima à linha de costa, numa faixa norte-sul, pertence ao Complexo Granito-Gnáissico-Migmatíticos no Terreno Florianópolis. Mais especificamente, encontram-se as rochas do Complexo Águas Mornas (NP2yam), formadas por associação de ortognaisses polifásicos, constituída por paleossoma de natureza básica e intermediária, ortognaisse quartzo-monzoníticos resultantes da fusão parcial da fração crustal primitiva e uma fração neossomática, caracterizada por uma fração monzogranítica que envolve os componentes anteriores em diferentes proporções. Calcissilicáticas restritas, cinza-escuro esverdeado, com bandamento fino, contínuo e regular (CPRM, 2014).

Na área mais interior, restrita ao alto curso do córrego Saudade, ocorre o Granito Ilha (NP3ypi) integrando a Suíte Pedras Grandes (Batólito de Florianópolis), formada de biotita monzogranitos e leucossienogranitos de coloração cinza a rósea, equigranulares médio a grossos, isótopos ou com eventuais estruturas de fluxo ígneo (CPRM, 2014).

Figura 28: Representação da geologia da área de pesquisa, em destaque, na figura; imagem a partir do Mapa Geológico de Santa Catarina



Fonte: CPRM, 2014 (escala 1:500 000).

Considerou-se também Trainini *et al.* (1978) que identificam os elementos estruturais que configuram as encostas. As zonas de falha com cataclase, rochas trituradas ou fragmentadas por temperatura elevada, sem a recristalização dos minerais, a foliação cataclástica com a disposição dos minerais orientados ao longo de planos lisos ou enrugados e falha definida atestando esforços dos movimentos tectônicos.

As propriedades da rocha destacadas acima indicam a existência de planos de fraqueza em que o intemperismo químico, principalmente pela ação da água, age promovendo a fragmentação e desagregação da rocha. Esse processo é favorável à formação do solo de alteração ou saprolítico (solo residual ou horizonte C). A ação da água no pacote de solo residual favorece a existência de poro-pressão positiva e a quebra da coesão aparente e a possibilidade da movimentação do material da encosta.

Os depósitos de encostas, conforme Trainini *et al.* (1978), são encontrados um próximo à linha de costa e outro na confluência do principal afluente do rio Saudade. Conforme esses autores, outros depósitos são formados por aluviões continentais fluviais e subatuais e depósitos costeiros.

Os depósitos do Quaternário foram identificados como compostos de areia grossa a fina e sedimentos siltico-argilosos, recobrendo vertentes e encostas, calhas de rios e planícies de inundação (Q2ca e Q2ma). Inclui os depósitos eluvionares recentes, de expressão restrita, com grande variação granulométrica e estratificação incipiente ou ausente (CPRM, 2014).

Quanto à geomorfologia, a área está inserida nas Serras do Leste Catarinense, ou serras cristalinas litorâneas, sendo caracterizada pelo Modelado de Dissecação Diferencial com vale ou sulcos estruturais, e linha de crista configuram aspectos do relevo cristalino. A área resultante de acumulação fluvial corresponde às planícies e terraços de várzea; com a ocorrência da planície fluviomarina (SANTA CATARINA, 1986). O mapeamento é apresentado na escala 1:1 000 000.

A geomorfologia da área de estudo compreende o Modelado de Morros e Modelado de Morros e Montanhas (Mapa 08). As feições da dissecação erosiva marcam a paisagem. Predominam os topos convexizados e, com menor ocorrência, os topos angulosos. Colos são identificados nos topos das montanhas. A estrutura do relevo e a intensa dissecação erosiva estão associadas à densidade dos lineamentos (Mapa 08).

O IBGE (2003a), no mapeamento realizado para o Gerco, 1:100 000 em escala, descreve o predomínio de relevo de montanhas, dissecado, por vezes formando vales bem encaixados, topos extensos convexo-côncavos. Localizadamente ocorre relevo de morraria, dissecado com vales encaixados, formando elevações convexo-côncavas (IBGE, 2003a).

Fortes (1996), em escala 1:50 000, mapeou a geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Biguaçu e identificou, predominantemente, o relevo de montanhas configurando as áreas dos bairros Saudade e parte do bairro Prado; os vales mais profundos apresentam-se em forma de “v”, com interflúvios convexizados e angulosos.

O relevo é bem marcado por lineamentos estruturais, concentrados em maior número na bacia do rio Saudade, onde se verificou a intersecção dessas feições (Mapa 07). O maior lineamento tem orientação norte-sul e marca a paisagem com um vale onde se situa o curso do rio Saudade. Os demais lineamentos possuem direção nordeste-sudoeste e noroeste-sudeste.

As formas atuais mostram um relevo fortemente dissecado. É possível fazer o questionamento sobre quais processos pretéritos, de erosão e de deslizamentos, atuaram na remoção da cobertura superficial da encosta, no transporte e na acumulação do material nos vales e planícies.

O solo raso nas regiões montanhosas com vegetação rasteira e a frequência de matações e lajeados de rochas nas vertentes indicam processos pretéritos intensos que atuaram fortemente na dinâmica das vertentes. No entanto, a ocorrência restrita de depósitos coluviais ou colúvio-aluviais na planície e nos baixos vales, que indiquem o material e o fenômeno de transporte que atuou movimentando a cobertura superficial da encosta indicam sua rápida remoção, na história da evolução das paisagens. No entanto, atualmente restringe as possibilidades de análises mais detalhadas e precisas.

A ocorrência de deslizamentos pretéritos ou a intensa dissecação pelo processo de ravinamento provavelmente produziu grande quantidade de sedimentos. Porém, uma análise dos eventos pretéritos que atuaram próxima à linha de costa deve considerar as alterações do nível do mar durante o Quaternário. Os processos de regressão e transgressão marinha atuando na planície costeira e, também, alterando o nível de base dos rios, conseqüentemente, favoreceram os processos de erosão a montante e a remoção dos materiais transportados pelas encostas abaixo. Essa condição pode explicar a ocorrência restrita de depósitos coluviais ou colúvio-aluviais na planície e na base da encosta.

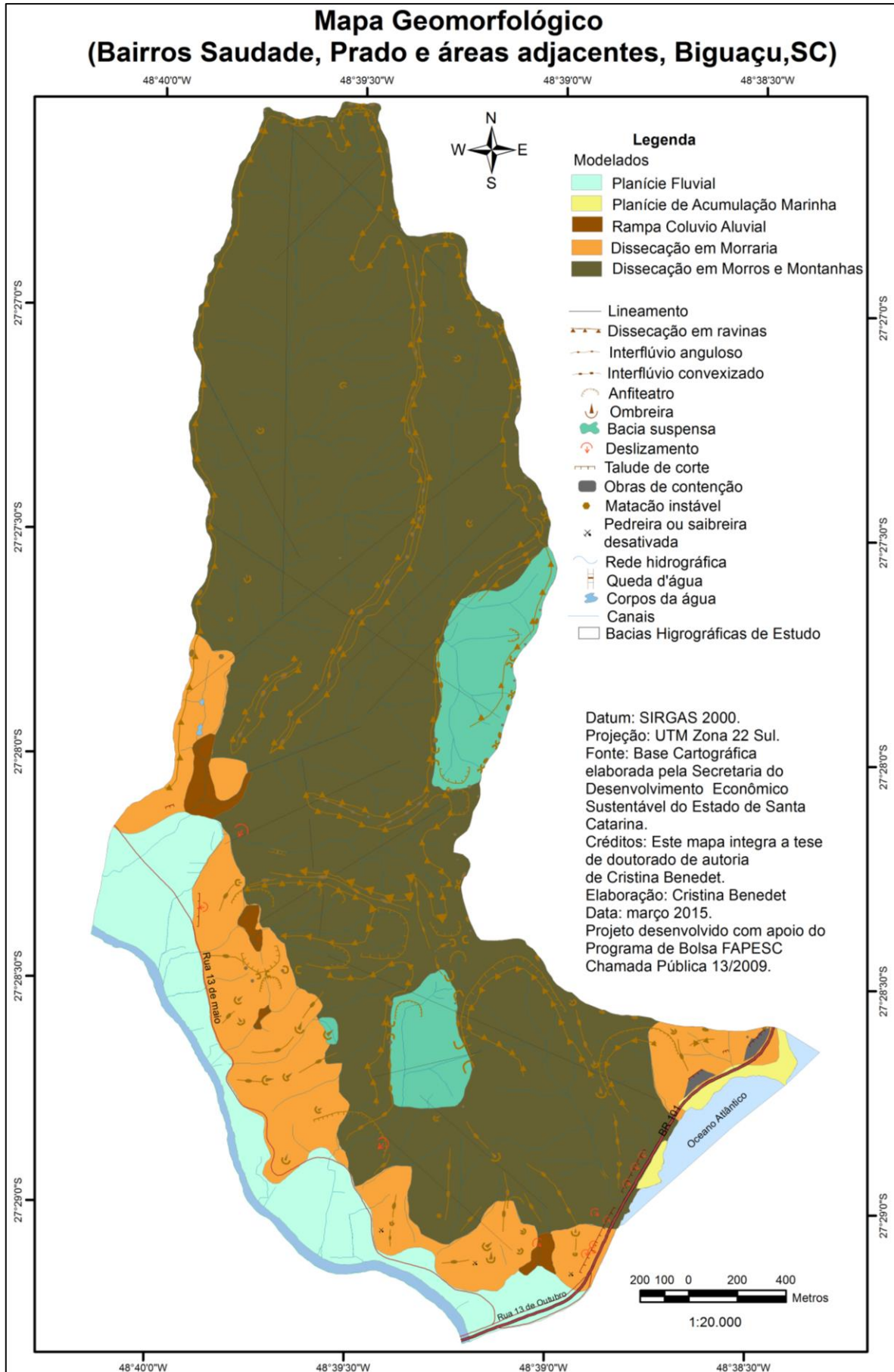
As encostas da bacia hidrográfica do córrego Saudade e seus afluentes apresentam-se intensamente dissecadas pela erosão, deixando inscritas na paisagem as feições erosivas na forma de ravinas. Nessas situações, os processos modeladores da paisagem associados à ação gravitacional, como os pontuais desmoronamentos, deslizamentos e o rastejamento, juntamente com o escoamento superficial e a solifluxão sobre a cobertura superficial, predominaram em intensidade sobre os processos de alteração das rochas e a formação dos solos.

No restante da área, observa-se a dissecação estrutural, conforme a geologia, as feições estruturais de patamares estruturais, falhas, fraturas, diáclases, cataclases e foliação cataclástica. A dissecação em morraria ou outeiro está localizada nos limites com a planície do rio Biguaçu e, pontualmente, no limite norte da BR 101, na área de pesquisa.

O relevo das sub-bacias hidrográficas é constituído por montanhas e morros, de vertentes côncavo-convexas, convexas, retas e compostas ou complexas nas áreas em que a morfogênese imprimiu formas diferentes na extensão da vertente. Cabeceiras de drenagem em anfiteatro são encontradas em duas bacias hidrográficas, com vertentes de formas côncavas e canais de drenagem de primeira ordem. A planície fluvial e flúvio-marinha é mais prolongada onde o divisor de água afasta-se do rio Biguaçu, estreitando-se no restante da área delimitada pelo mesmo rio;

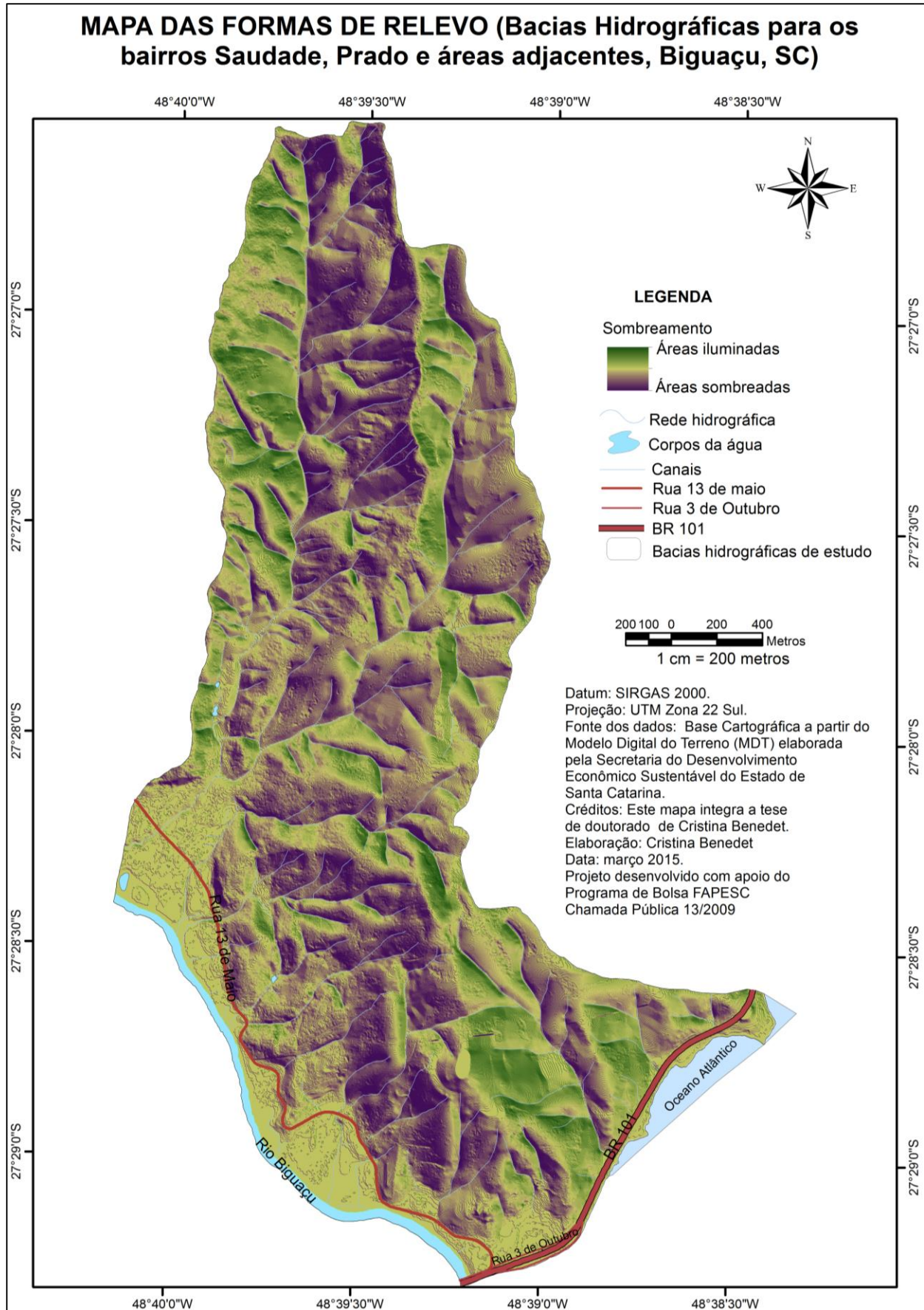
nas vertentes voltadas para o leste, os costões rochosos limitam-se com o mar, hoje cortados pelo traçado da BR 101 (Mapas 08 e 09).

Mapa 07: Mapa geomorfológico das sub-bacias hidrográficas de estudo.



Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Mapa 08: Mapa das formas de relevo. As vertentes apresentam formas côncavo-convexas, convexas, retas, compostas e planas.



Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Quanto às altitudes, predominam entre zero a 200 metros, ultrapassando os 400 metros nas áreas mais elevadas (SANTA CATARINA, 1986, escala 1:1 000 000).

As maiores altitudes alcançam 510 metros no extremo norte do divisor de água da bacia do córrego Saudade (Mapa 09). As altitudes nos divisores de água das demais bacias estão entre 10 metros, próximo a BR 101, e 280 metros, no limite com a bacia do rio Saudade, com topos isolados de 210, 260 e 300 metros. Ao longo dos divisores de água, a inclinação dos topos é interrompida por patamares marcando a paisagem.

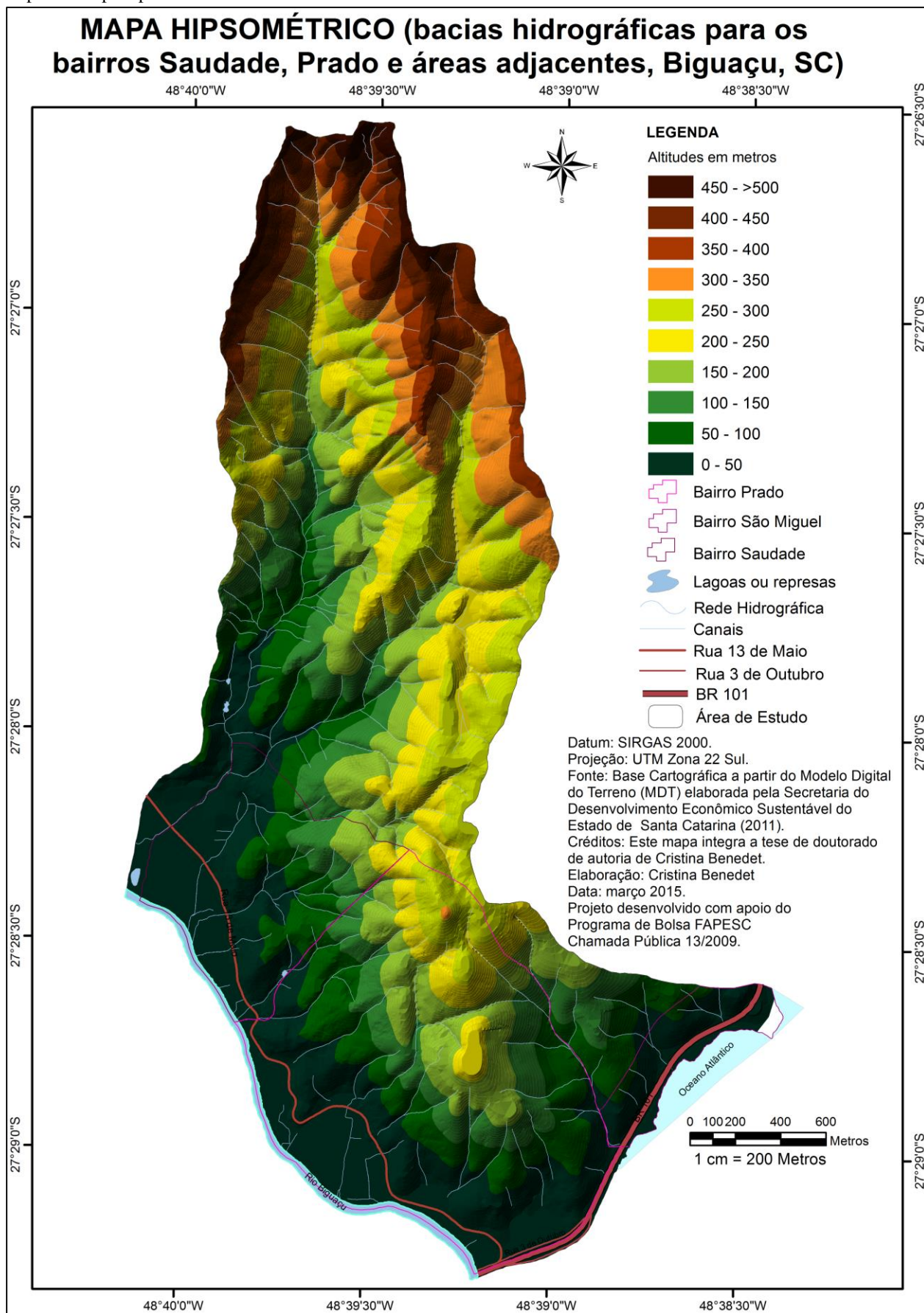
As classes de declividade que mais se distinguem no relevo (Mapa 10) estão entre zero e seis graus, entre 20 e 30 graus e entre 30 e 50 graus. Observando o mapa, identificam-se as maiores declividades entre 30 e 50 graus, distribuídas ao longo da bacia do córrego Saudade. Associadas a essas, ocorrem as declividades entre 20 e 30 graus.

As demais bacias em análise concentram as classes de declividades entre 20 e 50 graus em áreas maiores nas cabeceiras de drenagem. Porém, essas bacias, comparadas com a anterior, são significativamente menores, os rios têm menor extensão. Dessa forma, a ocupação que, geralmente, prolonga-se da base da encosta para as maiores altitudes alcançam as declividades mais elevadas. Ao longo da base das encostas, as maiores declividades, entre 20 e 50 graus, estão entremeadas pelas declividades de zero a 12 graus.

O mapa de orientação das vertentes das bacias (Mapa 11), além da direção das vertentes, indica também a insolação que as vertentes estão expostas conforme o movimento do sol ao longo do dia. Essa relação se reflete na vegetação e na umidade do solo. A cor verde corresponde à orientação sul, a de menor insolação no Hemisfério Sul; a orientação norte recebe a cor vermelha, sendo a que recebe mais horas de insolação no Hemisfério Sul (OLIVEIRA, 1984).

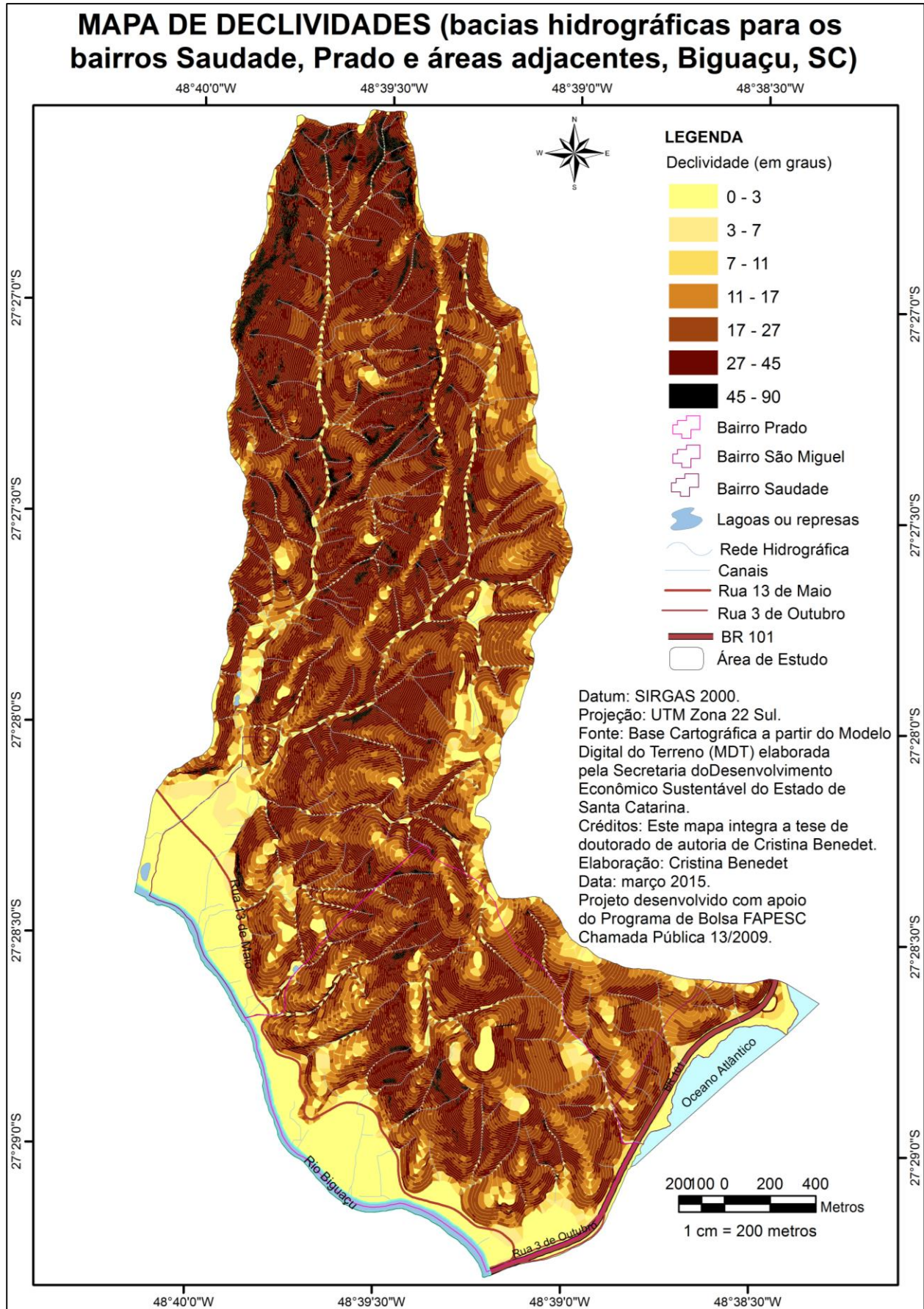
Conforme o mapa 13, a topografia mostra-se complexa, com vertentes em todas as direções. Porém, no mapa sobressaem os tons de azul indicando as vertentes nas direções oeste, sudoeste e sul. Na sequência, as vertentes orientadas para sudeste, representadas em verde; e, em menores proporções, as vertentes orientadas para noroeste, leste e norte, nas cores rosa, vermelho e amarelo, respectivamente.

Mapa 09: Mapa hipsométrico.



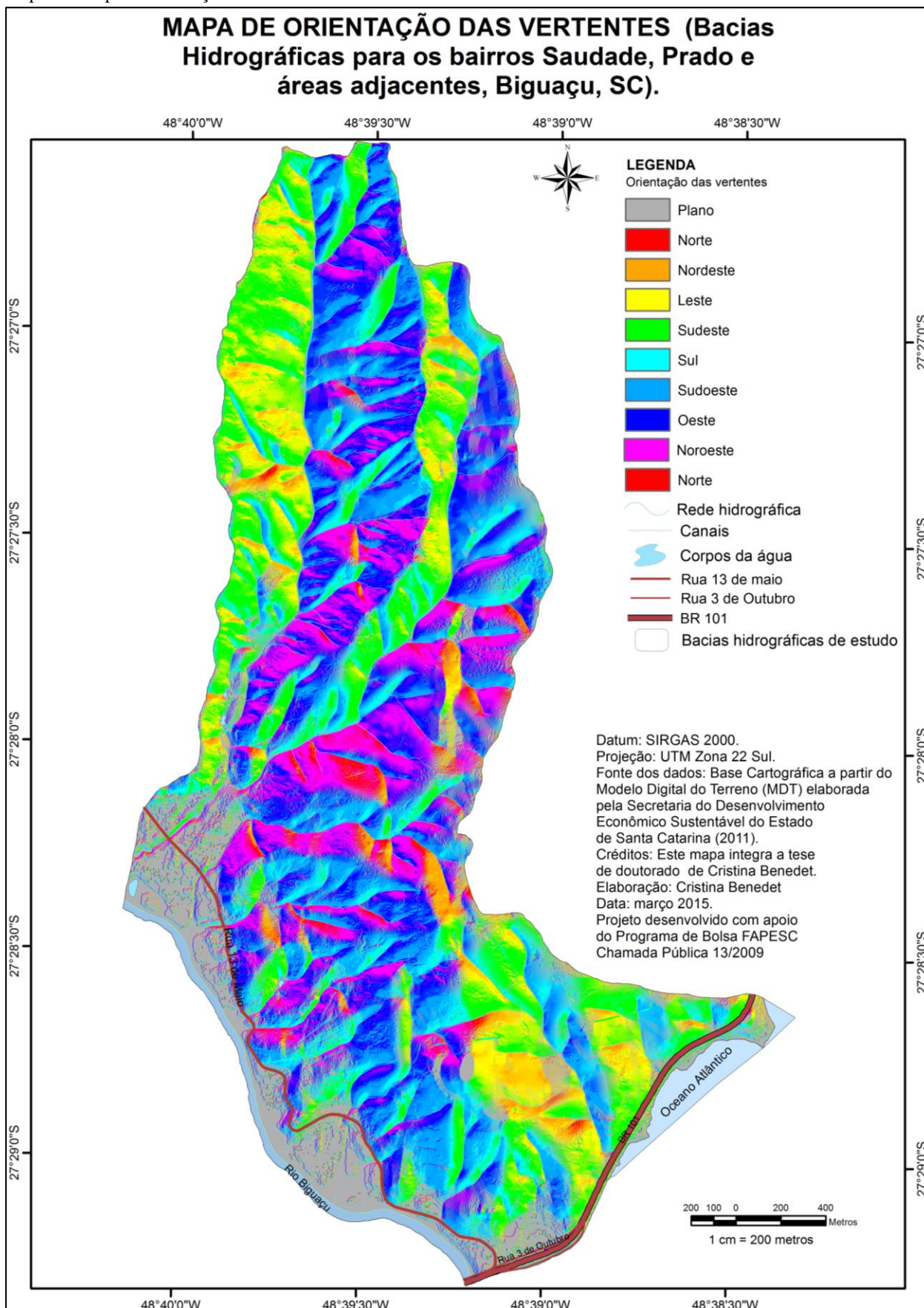
Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Mapa 10: Mapa de declividade.



Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa

Mapa 11: Mapa de orientação das vertentes.



Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

As vertentes nas direções sul/sudoeste/oeste, tanto para as encostas onde estão localizados os bairros Prado e Saudade e a bacia hidrográfica do Córrego Saudade, pela posição recebem menor quantidade de horas de insolação durante o dia. Predominam, ainda, as vertentes com orientação sudeste e noroeste, estas últimas particularmente, localizadas nas sub-bacias do Rio Biguaçu.

A incidência direta da insolação fornece mais energia do que a incidência difusa. A insolação é a energia para o processo de evaporação, influencia na temperatura da superfície e pode aumentar o vapor de água no ar, associando-se a esses processos a ação do vento. Dessa forma, conclui-se que o solo nas encostas com orientação sul/sudoeste/oeste permaneça por mais tempo com maior umidade, o que influencia na alteração das rochas favorecendo a formação dos solos.

Monteiro (2001) caracteriza a dinâmica atmosférica de Santa Catarina, considerando os principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. Os principais sistemas meteorológicos responsáveis pelas chuvas no Estado são: as frentes frias, os vórtices ciclônicos, os cavados de níveis médios, a convecção tropical, a ZCAS (Zonas de Convergência do Atlântico Sul) e a circulação marítima.

A estabilidade ou instabilidade desses sistemas atmosféricos sofrem interferência do relevo, da altitude, da continentalidade e da maritimidade (MONTEIRO; MENDONÇA, 2005; MONTEIRO; MENDONÇA, 2014).

No verão, a convecção tropical originada pelo calor, sob a influência da massa de ar seco da Massa de ar Tropical Continental, influencia na mudança diária de tempo no final do dia, geralmente provocando a instabilidade, com a formação de nuvens do tipo cumulus e *cumulonimbus*. Consequentemente, geram chuvas isoladas, características de verão, que favorecem os altos índices pluviométricos no Estado de Santa Catarina. A Zona de Convergência do Atlântico Sul, instalada sobre a região Sudeste, contribui para a abrangência da Massa de ar Tropical Continental sobre o estado (MONTEIRO; MENDONÇA, 2014).

Em Santa Catarina, no outono e inverno a frente fria provoca pancadas de chuvas com trovoadas, podendo ocasionar temporais isolados com ventos fortes, quando ocorre em conjunto com um Vórtice Ciclônico. A precipitação ainda é intensificada quando o Jato Subtropical (JST) bloqueia o deslocamento das frentes frias e quando favorece a intensificação de atividade convectiva (MONTEIRO; MENDONÇA, 2014).

O tempo instável é característico da primavera, sendo os meses de setembro e outubro muito instáveis, e novembro apresenta-se mais

estável. As frentes frias e os Complexos Convectivos de Média Escala (CCMs) atuam com frequência nessa época do ano, que, associados, formam uma frente fria de alta intensidade ou podem desenvolver-se isoladamente. Os CCMs provocam condições de tempo instável, com chuvas em forma de pancadas e, frequentemente, chuvas intensas (MONTEIRO; MENDONÇA, 2014).

Herrmann (1998) identifica para a faixa central do litoral catarinense as estações de primavera e verão características de pluviosidade elevada, provocada pelos sistemas de descontinuidades atmosféricas e estacionamentos das frentes sobre o litoral. Contudo, nas estações outono-inverno, o avanço das massas polares, com a interferência do efeito orográfico, é responsável pelas chuvas intensas no litoral. Acrescenta, ainda, o fenômeno El Niño como responsável por acentuar os períodos de pluviosidade excepcionais e de chuvas concentradas.

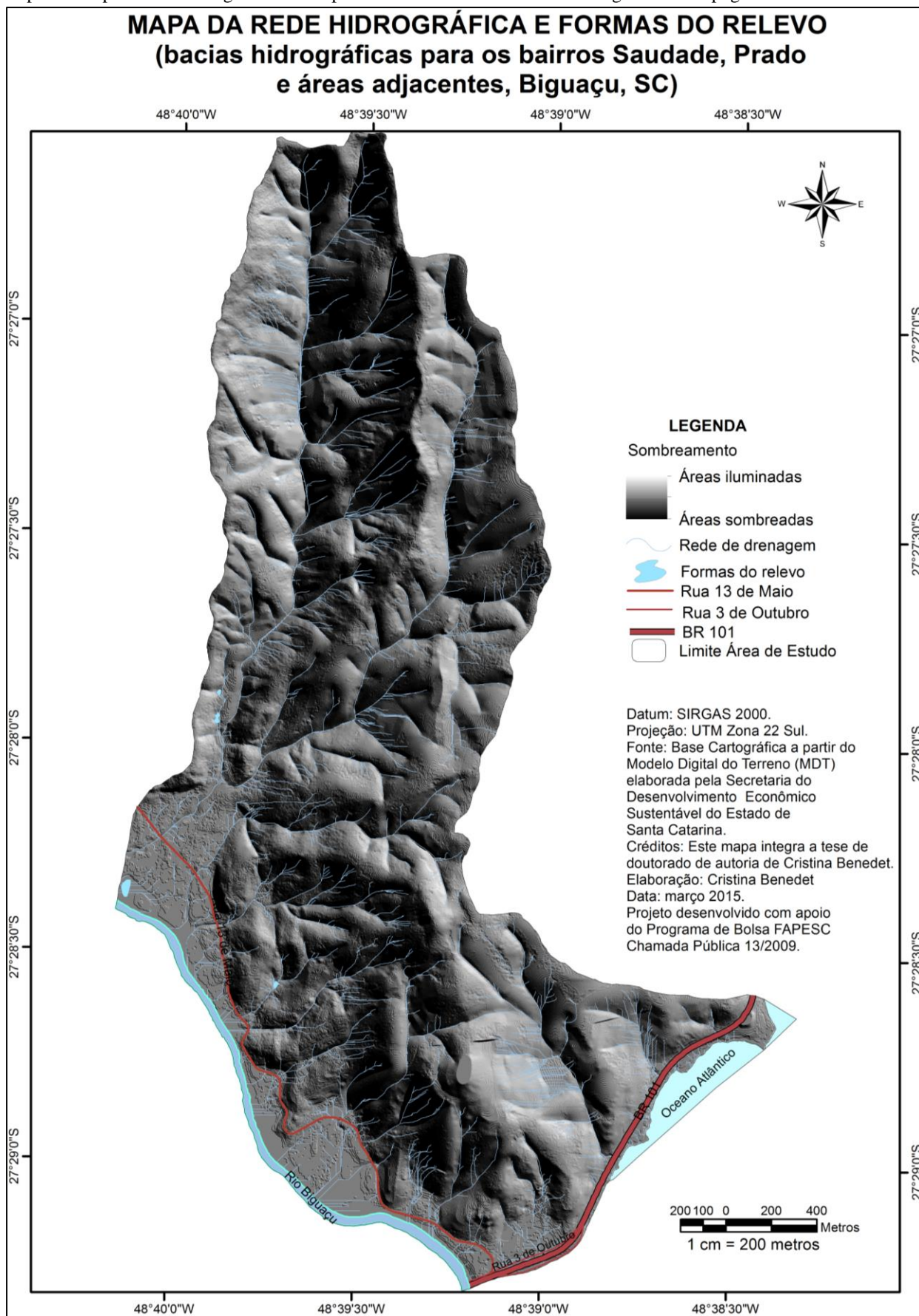
Na hidrografia, grande parte da área de pesquisa está inserida na bacia do rio Biguaçu (Mapa 12). Na área orientada para leste, a rede hidrográfica forma as bacias hidrográficas independentes do Atlântico. As duas maiores sub-bacias hidrográficas são a do rio Saudade (bacia do rio Biguaçu) e o rio Cachoeira do Barão (bacia do Atlântico).

Os atributos hidrológicos das sub-bacias hidrográficas direção de fluxo e área de acumulação – área de captação de fluxo - caracterizam o escoamento superficial nas vertentes.

A partir do Modelo Digital de Elevação e da orientação das vertentes (Aspecto) é gerado o Mapa de Direção de Fluxo (mapa 13) representando a direção do escoamento superficial da água baseado no caminho preferencial da água no terreno, das maiores para menores declividades. Sobressaem-se a direção de escoamento superficial das vertentes com orientações leste, sul/sudeste e oeste/noroeste, contribuindo para os canais da rede de drenagem.

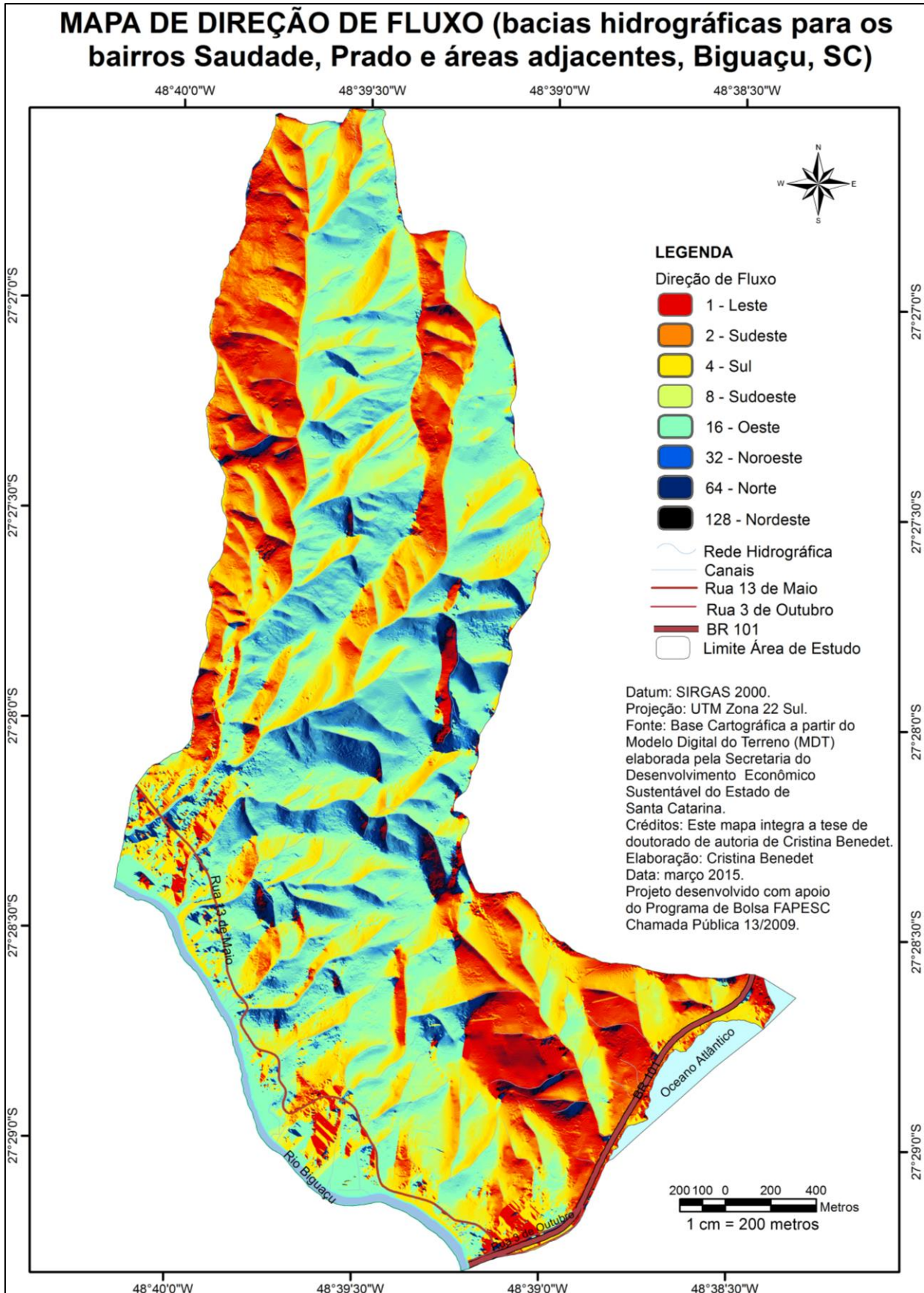
Na sequência o Mapa de Área de Acumulação de Fluxo (mapa 14) gerado a partir da direção do fluxo associado ao comprimento dos declives representam a contribuição a montante de cada célula do Modelo Digital de Elevação para os canais da rede de drenagem. Menores índices de acumulação são atribuídos às áreas de maiores altitudes. O modelo aponta as maiores áreas de acumulação no canal do Rio Saudade e seus afluentes onde a maior acumulação é verificada próximo à foz no Rio Biguaçu confirmando a relação com o comprimento e a declividade do canal principal. Ao contrário, a menor contribuição é observada nas demais sub-bacias com declives e altitudes menores.

Mapa 12: Mapa da rede hidrográfica obtida por meio do módulo Archidro do Arcgis sobre a topografia.



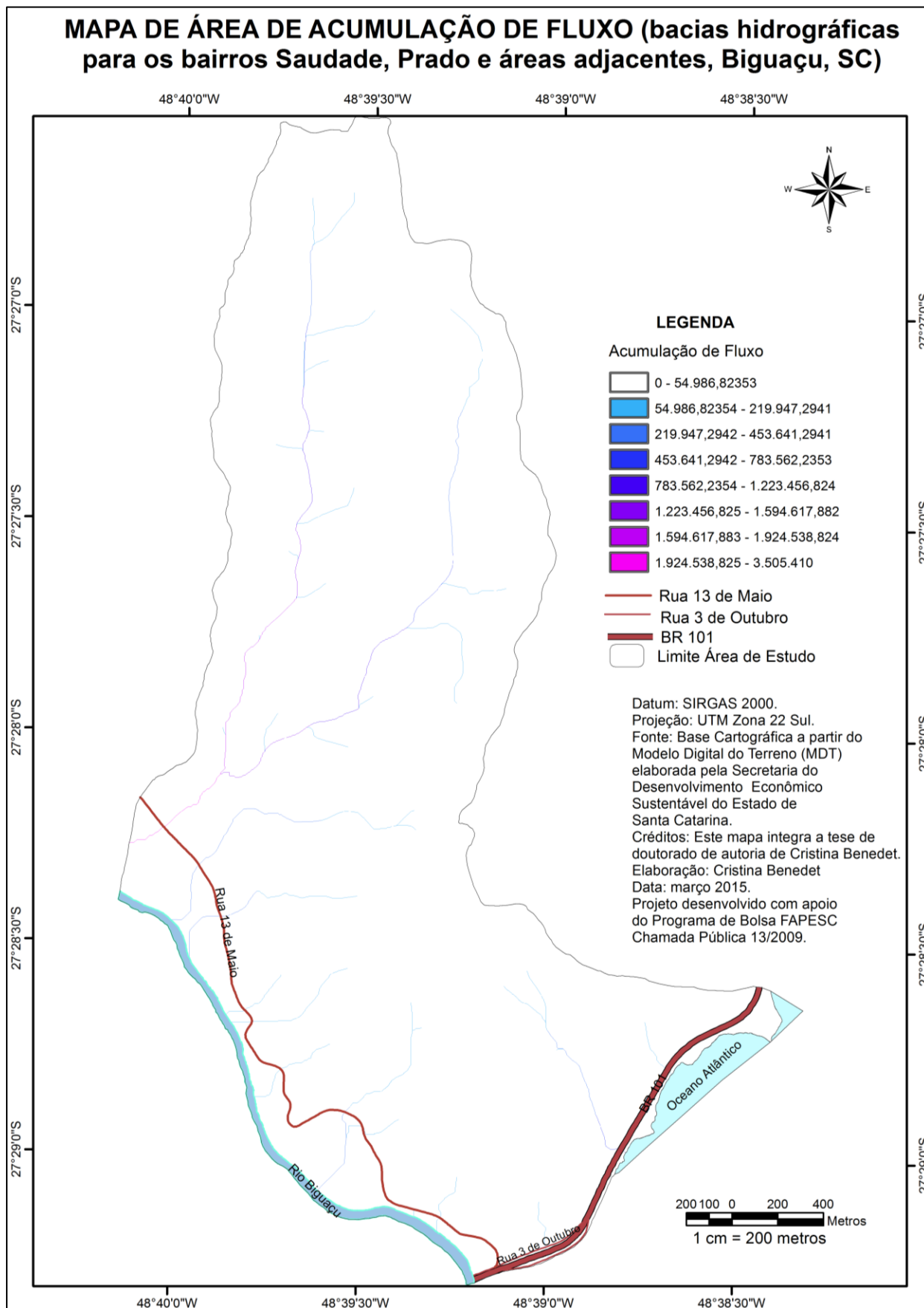
Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Mapa 13: Mapa de direção de fluxo da rede de drenagem. Observar o predomínio da orientação Sudeste, Oeste e Noroeste.



Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Mapa 14: Mapa de Acumulação de Fluxo mostra a acumulação da água destacadamente na bacia do Rio Saudade, sub-bacia do Rio Biguaçu.



Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

.

Na nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, os podzólicos vermelho-amarelos foram eliminados enquanto classificação taxonômica. Em grande parte, correspondem aos Argissolos, sendo que a atribuição carece da verificação técnica ou científica e, mais especificamente, na verificação de campo.

Os solos podzólicos vermelho-amarelos recobrem a maior parte da área de estudo (Figura 29), segundo o mapeamento na escala 1:100 000 realizado pelo IBGE para o Gerenciamento Costeiro (IBGE, 2003b). Apresentam textura média argilosa, pouco cascalhenta, em relevo montanhoso e forte ondulado; e, em menor ocorrência, textura média e muito argilosa, em relevo forte ondulado. Ocorrem associados aos Cambissolos de textura argilosa, pouco cascalhenta, em relevo montanhoso e forte ondulado; em menor amplitude, textura argilosa e média em relevo forte ondulado. Na planície, próximo à linha de costa ocorrem areias quartzosas marinhas em relevo plano. Ao longo da planície fluvial do rio Biguaçu ocorre gleissolo com textura siltosa e média, em relevo plano (IBGE, 2003b).

Figura 29: Recorte do Mapa de solos. A elipse destaca, aproximadamente, a área das bacias hidrográficas de estudo.



Fonte: IBGE, 2003b (escala 1:100 000).

A vegetação original era formada por Floresta Ombrófila Densa nas terras altas e montanhas, mas na planície, por Floresta Ombrófila de Ambiente Marinho e Fluvioaluvionar (SANTA CATARINA, 1986, escala 1:1 000 000). Na classificação fitogeográfica elaborada para o mapeamento do Gerco (IBGE, 2003c), em escala 1:100 000, encontrava-se a vegetação de Floresta Alta das Terras Baixas e a vegetação de floresta arbórea baixa; na planície encontrava-se a Floresta Alta das Terras Baixa aluviais, Floresta Alta das Terras Baixas marinhas e Floresta Baixa das Terras Baixas marinhas.

6.3 RESULTADOS DE LABORATÓRIO

O solo foi estudado em suas características granulométricas e mecânicas. No ambiente urbano, o estudo do solo encontra limitações devido à cobertura pelas edificações e pavimentação das ruas. A dificuldade também está relacionada ao horizonte de solo que precisa ser coletado e as condições de origem, se coluvial ou residual.

Nesse contexto, o solo foi coletado em corte na encosta, em local limítrofe com a área edificada, mas com vegetação na vertente situada acima do ponto de coleta. O argissolo vermelho-amarelo foi analisado em duas amostras, coletadas nos horizontes B e C.

A análise granulométrica, os ensaios para a determinação do índice de plasticidade, da densidade dos grãos e o ensaio de cisalhamento direto, realizados para uma amostra na área de ocorrência do granito Ilha, têm os resultados descritos a seguir.

O resultado da análise granulométrica para o horizonte B do solo amostrado apresentou maior fração argila, 37,35%; 20,08%, para areia média; 15,90% de areia grossa; e 13,89% de silte. As menores frações foram de areia fina e pedregulho, 7,01% e 5,76%, respectivamente (tabela 24 e figura 30), indicando horizonte argilo-arenoso. O horizonte de solo de textura argilosa tende a apresentar baixa permeabilidade, aumentando o fluxo superficial e o processo erosivo.

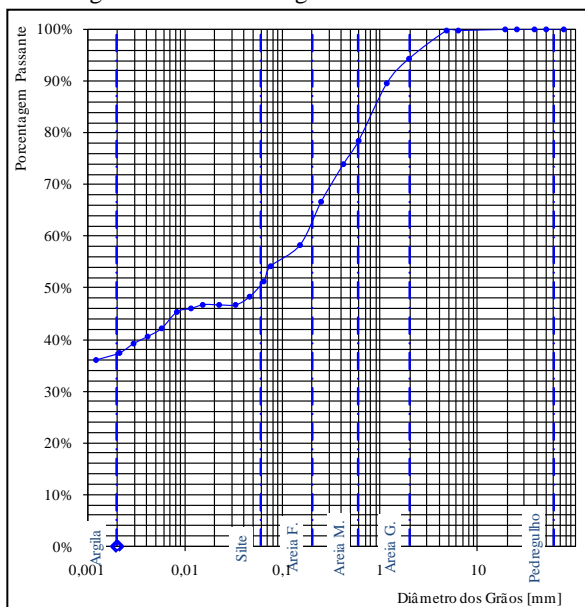
Analisando os resultados, observa-se a textura argilosa do horizonte B para os diâmetros de grãos individualizados. No entanto, ao somar as frações areia fina, média e grossa, o percentual ultrapassa os valores de argila, porém não alcança percentual superior a 70% para caracterizar um solo arenoso. Esses dados apresentam coerência com o horizonte B pouco desenvolvido e pouco espesso sobre o horizonte C do perfil de solo amostrado. A tabela 24 e a Figura 30 apresentam a porcentagem e diâmetro dos grãos da amostra de solo do horizonte B.

Tabela 24 – Frações Distribuídas (%), horizonte B

Argila	37,35%
Silte	13,89%
Areia Fina	7,01%
Areia Média	20,08%
Areia Grossa	15,90%
Pedregulho	5,76%
	100,00%

Fonte: Análise desta pesquisa.

Figura 30: Porcentagem e diâmetro dos grãos da amostra de solo do horizonte B



Fonte: Análise desta pesquisa.

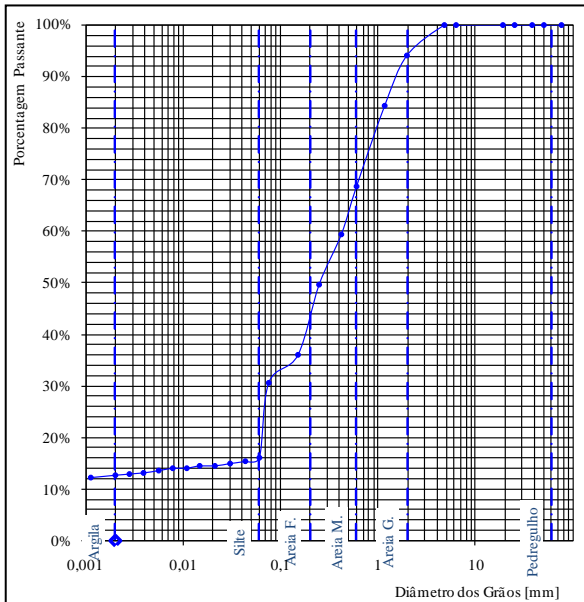
O horizonte C apresentou as maiores frações de grãos para areia, sendo 32,80% para areia média, 25,28% de areia grossa, 19,86% de areia fina; a porcentagem de argila foi de 12,98%, 6% de pedregulho e 3,08 de silte (tabela 25 e Figura 31). O somatório das frações de areia ultrapassa 70% da porcentagem do diâmetro dos grãos, caracterizando horizonte arenoso. Horizontes arenosos são mais porosos, favorecendo a permeabilidade e o fluxo subsuperficial da água no horizonte C do solo.

Tabela 25 – Frações Distribuídas (%), horizonte C

Argila	12,98%
Silte	3,08%
Areia Fina	19,86%
Areia Média	32,80%
Areia Grossa	25,28%
Pedregulho	6,00%
	100,00%

Fonte: Análise desta pesquisa.

Figura 31: Porcentagem e diâmetro dos grãos da amostra de solo do horizonte C



Fonte: Análise desta pesquisa.

A densidade real dos grãos mostra as características do peso e volume real do solo, desconsiderando o volume dos poros. Pode variar entre os limites de 2,3 a 2,9 g/cm³, em média (Pinto, 2006). A densidade real dos grãos para o horizonte C foi de 2,66g/cm³, com teor de umidade médio da amostra de 8,28%.

A consistência do solo é representada pelo estado líquido, plástico, semissólido ou sólido. As propriedades plásticas do solo dependem do teor de umidade; a forma da partícula e a composição química e

mineralógica do solo também influenciam na plasticidade (PINTO, 2006; CAPUTO, 1998).

Assim, na umidade elevada o solo mostra um comportamento fluido denso e o seu estado apresenta-se no estado líquido. À medida que perde a água, conseqüentemente, perde a capacidade de fluir, adquire a capacidade de ser moldado e ter a sua forma conservada, e o solo está no estado plástico. A continuidade de perda da água leva o solo a mais dois estados: semissólido, quando o solo se desmancha ao ser trabalhado e, gradualmente, ocorre a passagem para o estado sólido (Pinto, 2006; CAPUTO, 1998). Os resultados dos ensaios para o horizonte C do solo amostrado são apresentados na seqüência.

O Limite de Plasticidade (LP) indica a capacidade dos solos de serem moldados sobre certas condições de umidade, sem variação do volume. O resultado para o Limite de Plasticidade da amostra de Argissolo foi de 34%.

O Limite de Liquidez (LL) é o teor de umidade contido no solo em percentagem quando ele se encontra no limite entre os estados líquido e viscoso. O Limite de Liquidez alcançado no ensaio foi de 69%, valor acima que o resultado do LL apresentado por Pinto (2006) para solos típicos do Brasil, que aponta para o Limite de Liquidez para solo residual de granito entre 45% a 55%.

O Índice de Plasticidade (IP) resulta da diferença entre o Limite de Liquidez e o Limite de Plasticidade. O Índice de plasticidade alcançado foi de 35%, indicando argilas altamente plásticas ($IP > 15$) (CAPUTO, 1998).

A resistência ao cisalhamento indica a pressão máxima que o solo suporta em função da coesão das partículas e o ângulo de atrito que diferem na presença da água. Os ensaios geomecânicos reproduzem o comportamento do solo considerando a coesão das partículas, as condições de variação de umidade e as tensões a que podem estar expostos.

Os parâmetros de coesão apresentados pelo horizonte C do Argissolo vermelho-amarelo (Tabela 26) foi de 14,6 (kN/m²), com ângulo de atrito de 30,3°, na condição natural, e coesão de 12,4 (kN/m²) com ângulo de atrito de 30,1°, na condição inundado.

Observa-se um valor baixo para a coesão no estado natural e uma pequena redução no resultado da coesão do estado natural para o inundado. Essa condição indica uma baixa coesão aparente do solo em estado natural, ou seja, indica a presença de água que diminui a coesão das partículas. Quando a amostra é inundada, a coesão tende a diminuir pelo aumento da saturação do solo, reduzindo a resistência ao

cisalhamento e o aumento da poro-pressão positiva. Nesse ensaio, a coesão, que já era reduzida na condição natural, teve uma pequena redução com a saturação. Portanto, é um argilossolo que não possui coesão elevada indicando suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos.

O ângulo de atrito entre as partículas segue o mesmo padrão. Apresenta uma pequena redução do estado natural para o inundado, sendo de 30,3 no estado natural para 30,1 no estado inundado, ou seja, de 0,2, ou quase nulo. Portanto, apesar da baixa coesão, o atrito permanece semelhante para as duas condições, ou seja, a resistência ao atrito não sofre redução significativa em função da saturação do solo.

As tensões cisalhantes aplicadas para romper o corpo de prova na condição natural alcançaram 119,80 kN/m² e na condição inundado 86,19 (Tabela 27 e Tabela 28, respectivamente). A tensão de cisalhamento — a força necessária para romper o corpo de prova apresentou variação considerável entre as duas condições. O resultado aponta que a presença da água torna o solo mais suscetível a rupturas, independente da pequena diferença do ângulo de atrito, para as condições natural e inundada (Figuras 32, 33, 34 e 35).

Para as duas condições, obteve-se forte correlação entre as variáveis tensão cisalhante e tensão normal, alcançando o máximo (1,0) para o ensaio na condição natural e 0,994 para a condição inundado.

Tabela 26: Resistência ao Cisalhamento

Horizonte	Coesão (kN/m ²)		Ângulo de atrito interno (°)	
	Natural	Inundado	Natural	Inundado
C	14,6	12,4	30,3	30,1

Fonte: Análise desta pesquisa.

Tabela 27: Tensões normais e cisalhantes aplicadas à amostra na condição consolidado drenado – natural

Tensão Cisalhante (kPa)	Tensão normal (kPa)
34,04	33,380
90,33	129,560
119,80	180,230

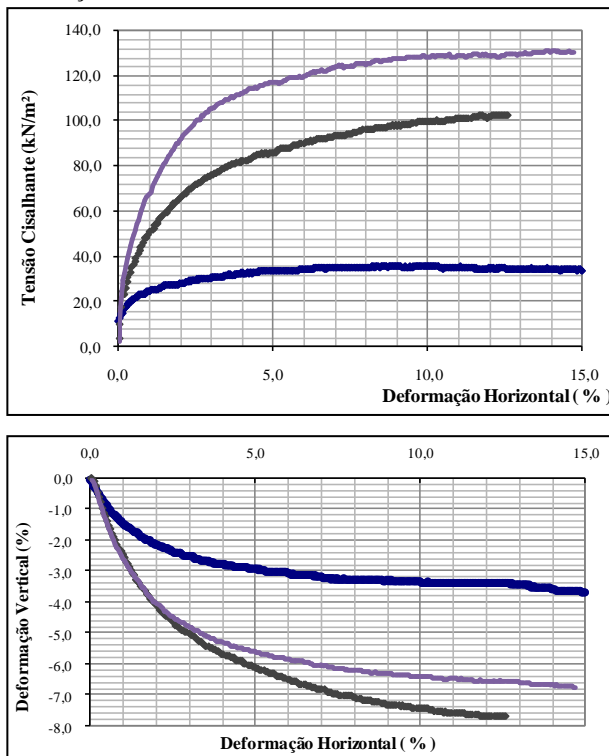
Fonte: Análise desta pesquisa.

Tabela 28: Tensões normais e cisalhantes aplicadas à amostra na condição consolidado e não drenado – inundado

Tensão Cisalhante (kPa)	Tensão normal (kPa)
34,44	33,380
60,37	78,910
86,19	129,530

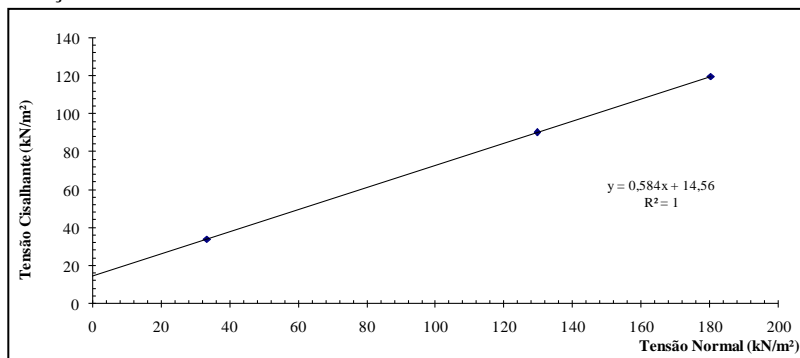
Fonte: Análise desta pesquisa.

Figura 32: Gráfico da tensão cisalhante e de variação da deformação para a amostra na condição consolidado e drenado – natural.



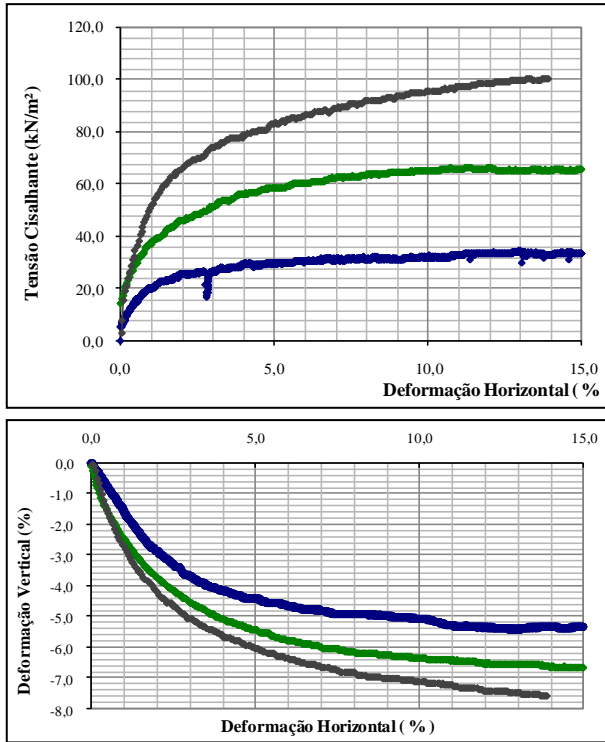
Fonte: Análise desta pesquisa.

Figura 33: Gráfico da tensão cisalhante x tensão normal para a amostra na condição consolidado e drenado – natural.



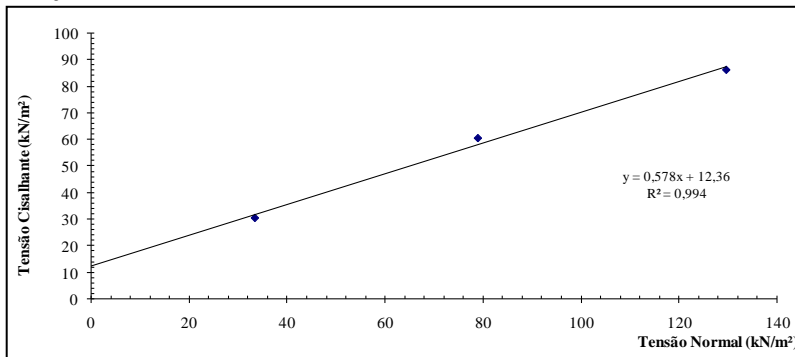
Fonte: Análise desta pesquisa.

Figura 34: Gráfico da tensão cisalhante e de variação da deformação para a amostra na condição consolidado e não drenado - inundado



Fonte: Análise desta pesquisa.

Figura 35: Gráfico da tensão cisalhante x tensão normal para a amostra na condição consolidado e não drenado – inundado.



Fonte: Análise desta pesquisa.

O levantamento dos fatores condicionantes relativos aos aspectos fisiográficos apontaram os aspectos relacionados à suscetibilidade do sítio e, de forma mais abrangente, para as bacias hidrográficas que comportam a área urbana.

As feições de deslizamentos pretéritos identificadas atestam a evolução das vertentes indicando a suscetibilidade aos movimentos de massa, fato observado também na área rural do município. São áreas a serem monitoradas conforme a hipótese elencada por Fernandes et. al., (2001) entre a correspondência entre os elementos responsáveis pelos deslizamentos no passado e os fatores condicionantes da instabilidade nas encostas e, os deslizamentos atuais e futuros.

O maciço rochoso é formado por rochas graníticas e metamórficas, com afloramentos na forma de lajeados; matacões e blocos em superfície, e pontualmente, são encontrados em situação de desequilíbrio. Lineamentos, falhas e fraturas contribuem para as formas das vertentes e no processo de intemperismo da rocha caracterizando elementos potenciais dos movimentos de massa.

O relevo apresenta as duas situações morfodinâmicas, a morfogênese superando a pedogênese originando um relevo fortemente dissecado nas áreas de maiores altitudes, mas, também solos profundos mostrando o predomínio dos processos pedogenéticos configurando a dinâmica superficial das vertentes. Outro fator que se destacou foi à declividade com inclinações elevadas, entre 20° e 50°, em extensas e contínuas áreas.

Quanto à pluviometria, a dinâmica atmosférica apresenta tendência de instabilidades mais severas, podendo causar períodos de precipitações prolongadas ou de índices pluviométricos elevados para um curto espaço de tempo. Nessa dinâmica os meses de primavera e verão apresentam a tendência de pluviosidade elevada.

O escoamento superficial reflete a estrutura do relevo, a extensão da rede de drenagem e as características das vertentes. A sub-bacia hidrográfica do rio Saudade apresentou a maior área de captação de fluxo favorecendo o escoamento superficial e, contribuindo com a redução da infiltração, a umidade no solo e o aumento da poro-pressão positiva, reduzindo a coesão e aumentando a suscetibilidade ao deslocamento da cobertura superficial.

Associando ao relevo e a extensão longitudinal da rede hidrográfica, as vertentes da sub-bacia hidrográfica do rio Saudade, nas áreas de maiores altitudes e declividades, apresentam intenso processo de ravinamento e aspectos que indicam solo pouco profundo o que pode

indicar a atuação morfogênica dos processos erosivos e de movimentos gravitacionais de massa.

Em relação ao desenvolvimento dos horizontes do solo duas situações foram verificadas. Com o horizonte B profundo, abrangendo principalmente as vertentes voltadas para o leste. A retroanálise para a instalação das estruturas de contenção (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2009, 2011, 2014) apontou como fatores de instabilidade, solo residual e saprolítico, argiloso, com propriedades de argila plástica, baixa coesão e redução da coesão com a saturação.

Solos com horizonte B pouco desenvolvido predominam nas vertentes do Rio Biguaçu. Nesta última condição, o solo amostrado apresentou propriedades responsáveis pela instabilidade, elevado índice de plasticidade, baixa coesão nas condições natural e inundado, e a redução da resistência ao cisalhamento na condição inundado.

A vegetação original era formada pela Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila de Ambiente Marinho e Fluvioaluvionar. A alteração da vegetação natural pela dinâmica da ocupação antrópica configura o uso da terra, o qual apresenta diferentes funções ao longo do tempo histórico.

7 INTERAÇÕES ENTRE O USO DA TERRA URBANA E OS FATORES FISIAGRÁFICOS DA ENCOSTA

Após apresentar as características fisiográficas das bacias hidrográficas para a área de pesquisa, o recorte qualifica o sítio de ocupação e o uso da terra. São apresentados, por meio de imagens e mapas, pontos representativos da geologia, do relevo, do solo e da vegetação das áreas urbanas. Visa caracterizar os fatores fisiográficos das encostas numa escala de maior detalhe, possibilitando identificar e qualificar os fatores que contribuem para instabilidade da encosta como fatores condicionantes dos movimentos de massa. A ação antrópica integra o conjunto dos agentes efetivos, aqueles deflagradores dos movimentos de massa, tanto os agentes efetivos preparatórios quanto os agentes efetivos imediatos (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Abrangendo as bacias hidrográficas da área em estudo, o uso da terra (IBGE, 2003d), em mapeamento na escala 1:50 000, apresenta três amplas áreas paralelas, no sentido norte-sul, nas áreas de montanhas: a primeira ao leste, nas vertentes voltadas para o mar, abrange principalmente vegetação secundária em estágios iniciais de desenvolvimento, podendo conter ainda pastagem, reflorestamento, lavoura temporária; em seguida, uma faixa compreendendo a associação de vegetação secundária em estágio avançado de desenvolvimento, formando capoeirões, comportando também outros tipos de usos e cobertura, como vegetação primária; e a faixa mais interiorizada, a associação de vegetação secundária em estágio inicial de desenvolvimento, pastagem implantada, podendo conter ainda outros tipos de coberturas e usos, em polígonos menores.

Em áreas de menor amplitude, foram identificados reflorestamento de eucalipto, vegetação secundária em estágios iniciais de desenvolvimento, pastagem implantada e lavoura temporária; outros usos antrópicos em menor abrangência e área antrópica indiscriminada na periferia da área urbana ou com urbanismo incipiente. Para todas as classificações, atribuiu-se a possibilidade de permitir outros tipos de coberturas e usos (IBGE, 2003d) na escala 1:100 000.

Na sequência, os atributos fisiográficos da encosta serão analisados de forma integrada à ocupação urbana. A análise restringe-se às encostas ocupadas.

Nas encostas paralelas à BR 101 (bairro Prado e parte do bairro São Miguel), a ocupação alcança a altitude de 50 metros. Predomina o relevo de morros e montanhas e, restritamente, de colinas. A rede de drenagem se destaca nos vales que se interiorizam nas montanhas. Nesses

vales, as vertentes assumem, predominantemente, a forma convexa-côncava. As vertentes próximas à BR 101 assumem a forma mais retilínea. As maiores declividades predominam entre 20° e 30°, com áreas localizadas que podem chegar a 50°. Na base da encosta, a instalação da BR 101 resultou na alteração do perfil da encosta e na declividade da baixa vertente (Mapas 14 e 15).

Na caracterização da geologia referente aos bairros Saudade, Prado e as encostas adjacentes a BR 101 orientou a produção do mapa do esboço geológico adotando-se a nomenclatura da CPRM (2014). As unidades litológicas mapeadas correspondem ao Complexo Águas Mornas constituído de rochas metamórficas integrando o Complexo Granito-Gnáissico-Migmatíticos e, do Granito Ilha integrando a Suíte Pedras Grandes (Batólito de Florianópolis).

No entanto, para a delimitação das unidades litológicas, as relações de contato observadas em campo concordam com a delimitação realizada por Trainini et. al. (1978), na escala 1:50 000. Também foi considerada a maior escala cartográfica e a aproximação com a escala do mapa elaborado.

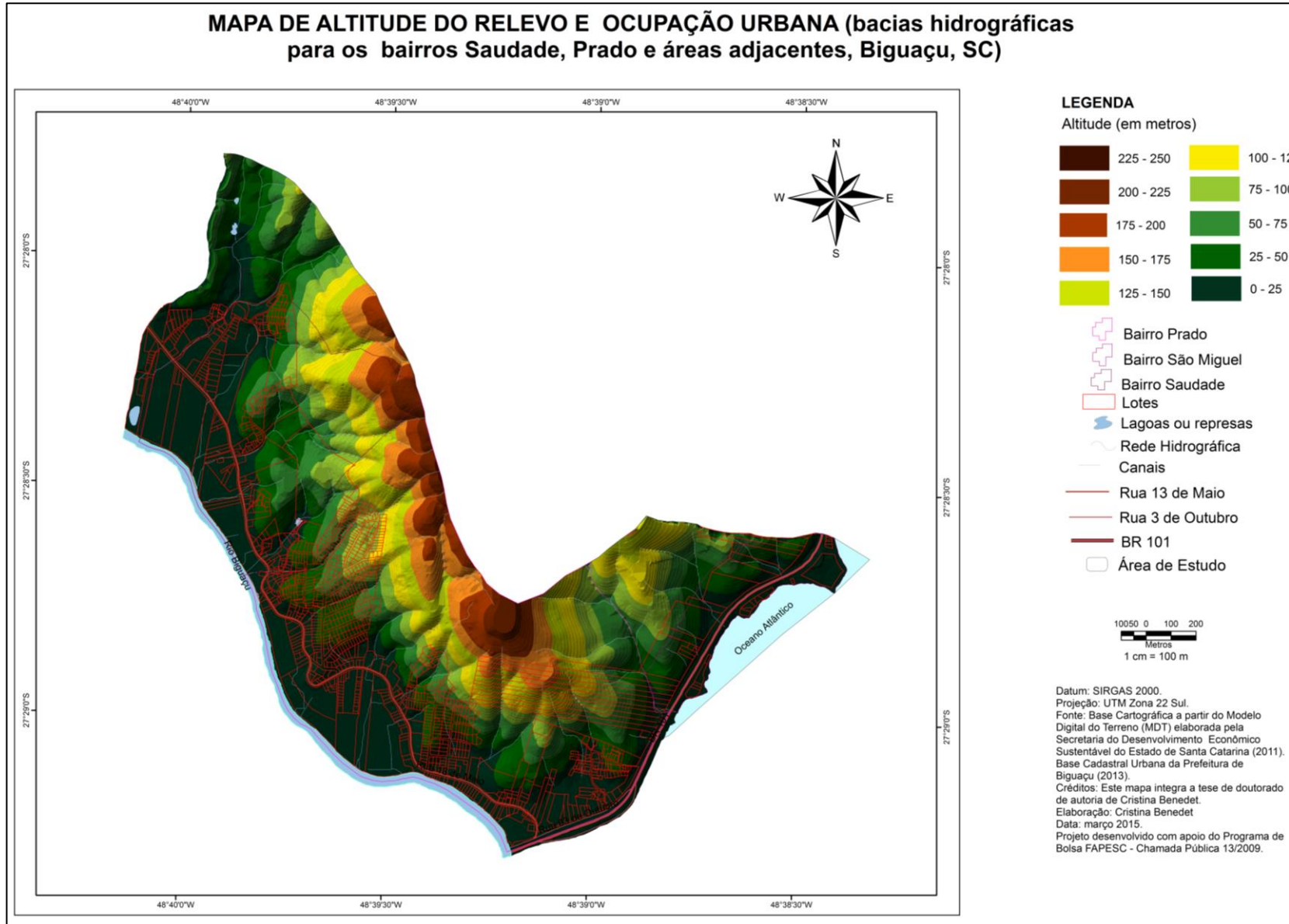
A partir dessas constatações sugere-se que as rochas do Granito Ilha abrangem a maior parte da área, coincidindo com as vertentes orientadas para o Rio Biguaçu e, as rochas do Complexo Águas Mornas formam o embasamento das vertentes voltadas para o mar, estendendo-se para as vertentes do rio Biguaçu (Mapa 16).

Também corrobora para esta delimitação o desenvolvimento dos horizontes de solos, mais especificamente o horizonte B dos Argissolos. Os perfis dos solos observados correspondentes as rochas do Granito Ilha tendem a apresentar horizontes B pouco profundos. Já os perfis dos solos relacionados às rochas do Complexo Águas Mornas apresentam solos com horizonte B bem desenvolvido e profundo.

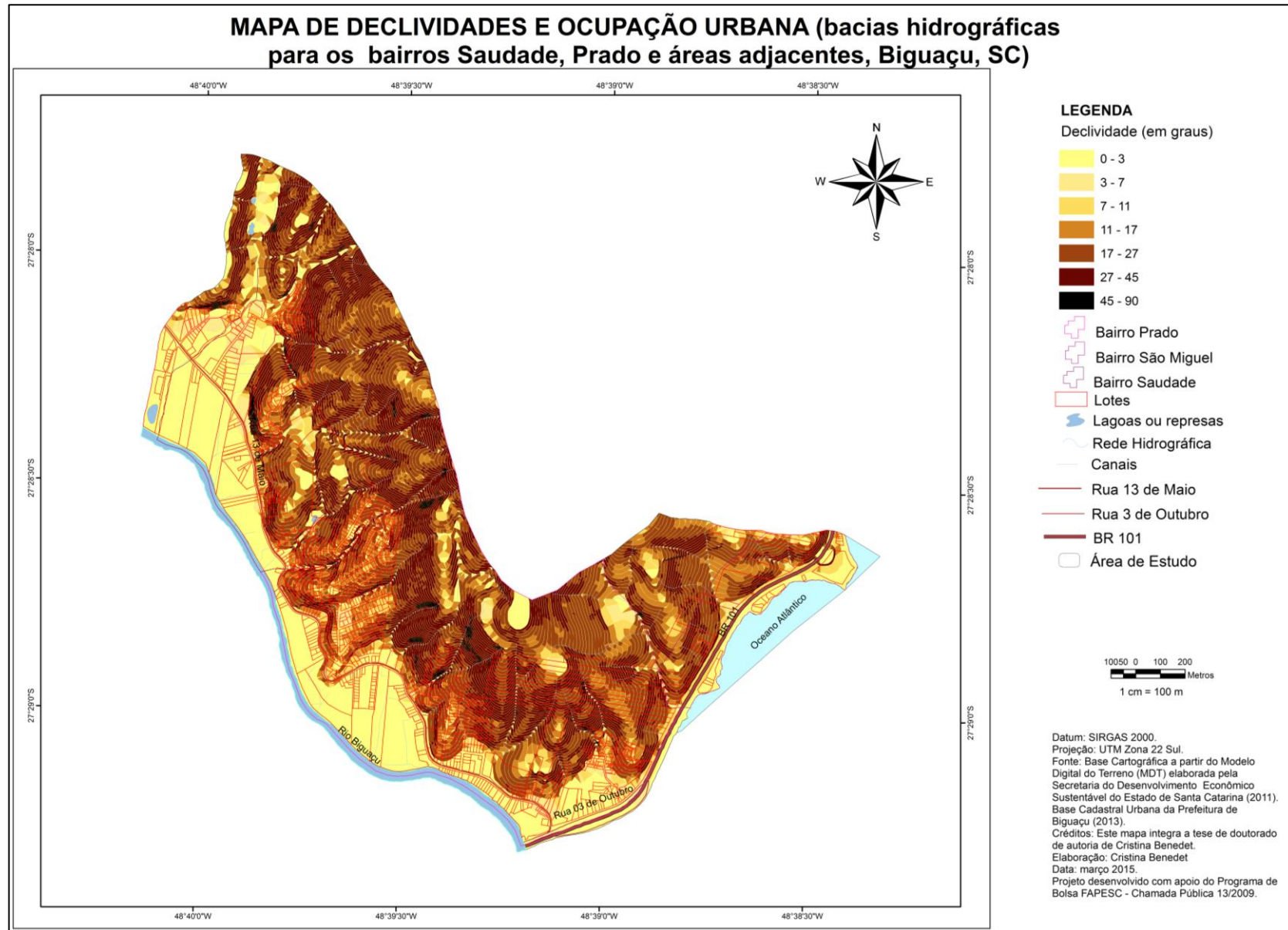
Outras estruturas geológicas identificadas foram as falhas, fraturas e rochas foliadas, propriedades das rochas que apontam a existência de planos de fraqueza da rocha facilitando o intemperismo e, a interferência da ação da água com forte influência na estabilidade da encosta.

Os depósitos de colúvios foram verificados contendo fragmentos rochosos de vários tamanhos, com diferentes graus de intemperismo. Porém, a dificuldade na delimitação da extensão desses depósitos devido à ocupação urbana, o mapa reproduz os depósitos mais representativos, já mapeados por Trainini et. al. (1978).

Mapa 15: Hipsometria e ocupação urbana

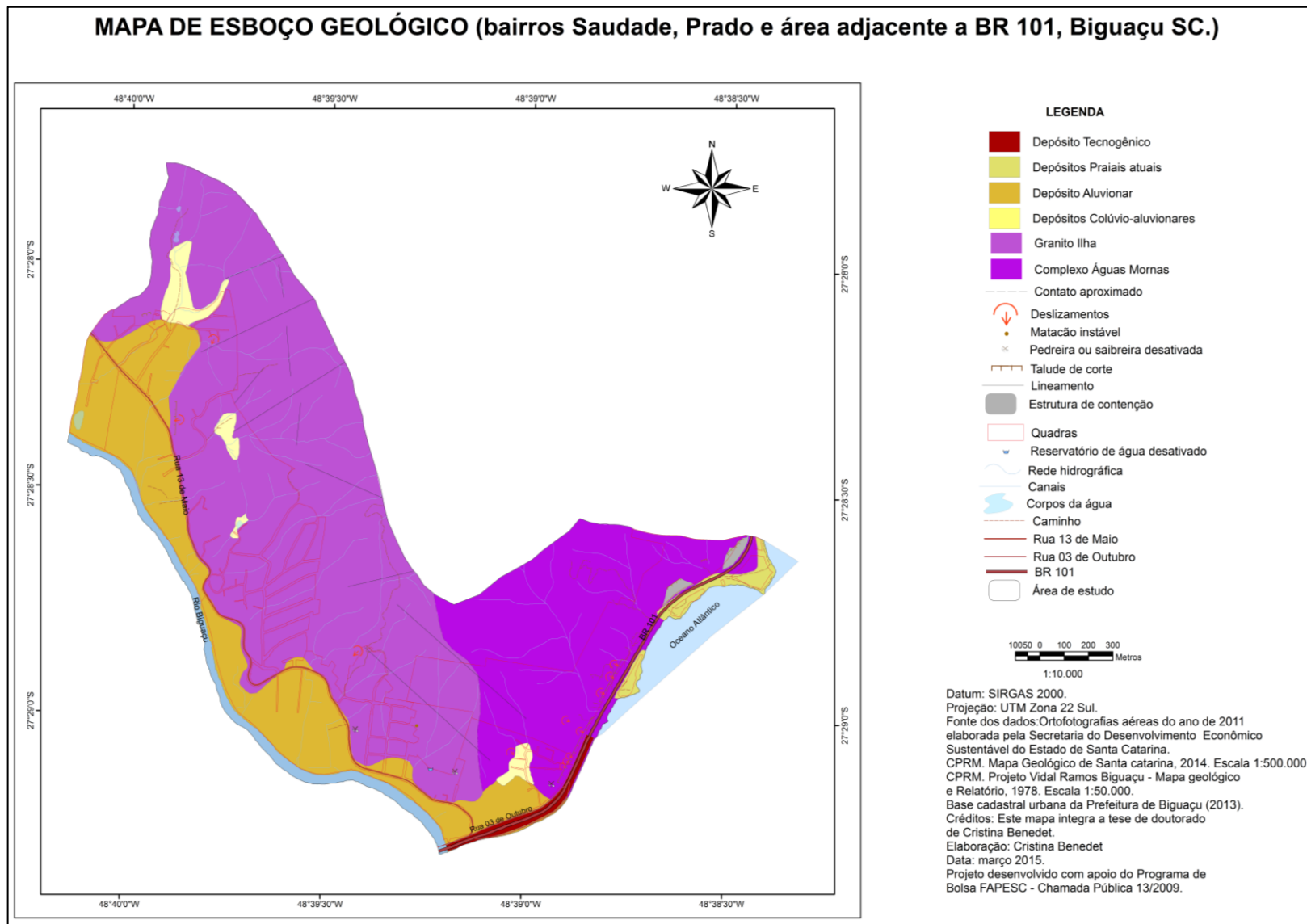


Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.



Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

Mapa 16: Mapa do esboço geológico. Observar o predomínio das rochas do Granito Ilha, a concentração de lineamentos e a expansão da urbanização sobre essa litologia. No entanto, os deslizamentos estão concentrados nas encostas contíguas a BR 101 formadas pelas rochas do Complexo Águas Mornas.



Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

O primeiro ponto para qualificar a geologia localiza-se no bairro Encruzilhada, limítrofe com o bairro Saudade. Talude de corte onde se observa forte fraturamento na rocha granítica, expondo o esforço tectônico a que a rocha foi submetida (Figura 36 e 37). O fraturamento preenchido com minerais menos resistentes constitui linhas de fraqueza preferencial para a alteração da rocha. O talude de corte possui entre quatro e sete metros de altitude, aproximadamente

Figura 36: Granito alterado. Bairro Encruzilhada limítrofe com o bairro Saudade.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Novembro de 2014.

Figura 37: Vista geral do talude, local da foto anterior.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Novembro de 2014.

O local de referência para representar o granito Ilha está localizado no bairro Prado. O corte na base da colina expõe a rocha sã, sem alteração (Figura 38 e Figura 39). A amostra do Granito Água Mornas apresenta textura granular típica dos granitos com ocorrência de lineamento dos minerais indicando processo de cataclase (Figura 40).

A localização da rocha exposta na meia ou alta encosta, na forma de lajeado, pode indicar a remoção de parte da cobertura superficial pelos processos erosivos ou por eventos de deslizamento pretéritos. Uma característica significativa nas encostas ocupadas é o afloramento de rochas ao longo das ruas não pavimentadas ou nos lotes. São observados na forma de lajeados (Figura 41, 42), matacões (Figura: 43) e blocos (Figura: 44).

Figura 38: Granito sem alteração em desmonte de rocha. Corte na base da colina para a construção do posto de saúde. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Novembro de 2014.

Figura 39: Detalhe do granito Ilha. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Janeiro de 2014.

Figura 40: Detalhe do granito Águas Mornas. Bairro Prado limite com o bairro São Miguel.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Janeiro de 2014.

Figura 41: Afloramento de granito na forma de lajeado. Após a remoção da camada de solo tornou-se o piso do lote, localizado na meia encosta em relevo de montanha. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Janeiro de 2014.

Figura 42: Afloramento de Granito em rua sem pavimentação localizada na meia encosta em relevo de montanha. Observa-se a alteração da rocha, mais avançada ao longo dos fraturamentos. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Fevereiro de 2014.

Figura 43: Matação de granito com esfoliação esferoidal incorporado à edificação. Local situado na meia encosta em relevo de morro. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

Figura 44: Corte na base da encosta expondo afloramento de rocha granítica, na parte superior do corte alteração mais avançada em linhas de fraqueza da rocha destacando blocos, sobre solo pouco desenvolvido. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Janeiro de 2014.

A propriedade de suscetibilidade aos deslizamentos da rocha foliada potencializada pelo talude de corte, na base da encosta, para a instalação da BR 101 (Figura 45). Paisagem representativa do relevo e da ocupação urbana na encosta. Observa-se a expansão urbana ocupando áreas em maiores altitudes e declividades nas vertentes (Figura 46).

Figura 45: Camadas de rochas foliadas concordantes com a declividade da encosta em talude de corte. Bairro São Miguel.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Janeiro de 2014.

Figura 46: Ocupação urbana das encostas no bairro Prado. Em primeiro plano, loteamento situado na planície do rio Biguaçu; na sequência, modelado de morros e modelado de Montanhas. A seta indica a localização do canal fluvial do rio Biguaçu cujo perfil longitudinal contorna a base da encosta.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Maio de 2012.

O solo encontrado na maior parte da área dos bairros é da classe dos Argissolos. Uma feição de ocorrência do Argissolo é na forma de Argissolo residual conservando as propriedades da rocha mãe. (Figuras 47 e 48) O perfil representativo apresenta horizonte B pouco desenvolvido. Nestas condições na base do corte geralmente está exposto o horizonte C.

Figura 47: Argissolo residual. Corte na meia encosta para construção de casa. As manchas brancas indicam minerais mais resistentes à erosão. Rocha mãe granito. A cavidade com água é utilizada como poço, com profundidade aproximada de 2,0 metros. Bairro Prado, área urbanizada.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Janeiro de 2014.

Figura 48: Detalhe mostrando a estrutura da rocha matriz do perfil anterior. Horizonte C do Argissolo. Corte localizado na meia encosta. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Janeiro de 2014.

Os Cambissolos são encontrados de forma restrita da baixa para a média encosta, no bairro Prado, próximo à área da antiga saibreira. O Cambissolo é encontrado com horizonte A e horizonte B coluvial, sendo este pouco espesso sobre o maciço rochoso com contato lítico (Figuras 49 e 50).

Figura 49: Corte na base da colina. Acima, vegetação secundária em estágio inicial de regeneração. Bairro Prado, local de construção do posto de saúde.



Figura 50: Horizonte de Cambissolo sobre área de desmonte de rocha. Bairro Prado, local de construção do posto de saúde.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Novembro de 2014.

Figura 51: Argissolo de colúvio sobre rocha alterada. Corte para instalação de casa em área urbanizada. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Novembro de 2013

Figura 52: Aterro na parte superior do perfil sobre argissolo de colúvio (tom mais cinza indicado pela linha amarela). Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Novembro de 2013.

Foram observados corte para instalação de casa em área urbanizada (Figura 51) no bairro Prado. O afloramento de Argissolo colúvial sobre rocha alterada, com contato lítico com as rochas de origem, onde se observam veios de quartzo pegmatito. Apresenta estrutura em blocos e gretas de contração em função do deslocamento — processo de fendilhamento no horizonte B, típicos de argissolo.

Descontinuidade litológica marcada pelo contato lítico (solo colúvial).

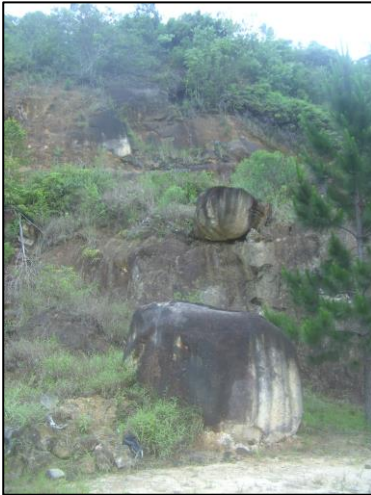
Trata-se de um Argissolo decapitado, em que os horizontes intermediários e superficiais A e B foram removidos, apresenta vestígios de um horizonte B2 de um Argissolo, mostrando no perfil contato lítico-colúvio-rocha. Os horizontes superficiais pedogenéticos foram transportados pela ação da erosão. No mesmo perfil sobre o solo colúvial, ocorre aterro — camada de origem antrópica (Figura 52).

Figura 53: Corte expondo Argissolo. Uma das condições representativas da forma de ocupação das encostas é a realização de corte para o assentamento das edificações. Bairro Saudade.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

Figura 54: O corte expõe rocha alterada e matacões e blocos. Os horizontes superficiais não são observados, provavelmente pela ação da erosão e pelo evento de deslizamento ocorrido após a intervenção, transportando o material superficial para a base da encosta. Bairro Saudade.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Novembro de 2013.

Outra condição observada é a retirada dos horizontes superficiais com o corte na encosta para a instalação de edificações. A Figura 53 exemplifica com o horizonte B de Argissolo exposto. Nesse corte, o horizonte C não está exposto.

O local está situado na base da encosta de relevo montanhoso, limite superior de área urbana consolidada. Vegetação de capoeirinha recobre a encosta próxima da área ocupada, no restante da encosta ocorre vegetação em diferentes estágios de regeneração.

No bairro Saudade, a encosta em relevo de colina foi alterada na base com o uso de maquinário (Figura 54). A vegetação de capoeirinha recobre a encosta. No topo da colina encontra-se ocupação urbana consolidada.

O local, com vegetação de capoeirinha no entorno, está situado acima da área de ocupação urbana do ponto anterior. O perfil é típico de cambissolo residual (Figuras 55 e 56). O horizonte C foi observado a aproximadamente 1,70 metros da superfície do perfil. O cambissolo tem ocorrência restrita na área urbana. Foi encontrado em situação de topo de colina, na borda da área de uma mineração de saibro, que está desativada.

Figura 55: Perfil de cambissolo residual desenvolvido a partir da rocha subjacente. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Novembro de 2013.

Figura 56: Detalhe da transição do horizonte B para o horizonte C. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Novembro de 2013.

Figura 57: Na foto em segundo plano o corte em Argissolo. O galpão indica a altura do corte para instalação das edificações. Bairro São Miguel.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Janeiro de 2014.

Figura 58: Argissolo residual. Estrutura da rocha matriz na base do corte. Altitude aproximada do perfil de três metros. Bairro São Miguel.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Novembro de 2013.

O Argissolo com horizonte B mais espesso é encontrado na encosta paralela à BR 101 em relevo de morro ou de colina (Figura 57). O corte para a instalação de edificações e da rodovia expõe os perfis de solo. No bairro São Miguel, em relevo de colina, é encontrado Argissolo com espesso horizonte B. No topo do corte, encontra-se vegetação de capoeirinha e gramíneas.

No Bairro Prado, na base da encosta em relevo montanhoso, verificou-se corte expondo Argissolo com espesso horizonte B e horizonte A incipiente, sob aterro (figura 58). Observa-se o início do processo de deslocamento na parte superior do horizonte B, típico de argissolo. Vegetação de capoeirinha recobre a encosta acima do corte.

No bairro Prado, no Loteamento Jardim Anápolis e áreas adjacentes, a altitude máxima do limite de ocupação está próxima a 110 m, sendo que, nesta altitude, estão localizadas ruas que se expandiram a partir do Jardim Anápolis. Trata-se de uma área que passa por adensamento da ocupação. O relevo da encosta apresenta uma complexidade de formas. Na parte mais alta da encosta, a vertente é convexa e retilínea, com orientação quase paralela ao rio Biguaçu, com cabeceiras de drenagens em anfiteatro na alta encosta (Mapas 09 e 10).

Na sequência em direção a base da encosta, no entanto, as vertentes assumem orientação perpendicular ao topo, com divisores de água e vales que se prolongam até a planície e drenam para o rio Biguaçu. De forma geral, os divisores de água são convexos, com topos, encostas retilíneas em menor proporção e, localizadamente, côncavas. As declividades mais elevadas alcançam 50° no prolongamento dos pequenos vales, pontualmente nas vertentes e na base da encosta. Dois cursos de água principais atravessam a área ocupada, mas em grande parte de seu percurso já estão canalizados.

No loteamento Jardim Tiburcio e áreas do entorno, até alcançar a BR 101, a ocupação chega aos 60 metros de altitude, estendendo-se até 80 metros de altitude no morro do Tiburcio. O relevo é de colinas, morros e montanhas, com cursos de água ocupando, preferencialmente, os vales de maior expressão longitudinal (Mapas 09 e 10).

O loteamento abrange duas vertentes, uma convexa-côncava e outra retilínea-côncava. Nesta, estão concentradas as maiores declividades, passando por um processo de ampliação da ocupação, a partir das ruas do loteamento. Os maiores lotes, determinados como chácaras, estão localizados em uma área de antiga pedreira, que alterou o perfil da vertente, atingindo no topo declividades de 50°. É uma área que apresenta um adensamento populacional, considerando as restrições de ocupação.

As encostas do Morro do Tiburcio, estendendo-se para o loteamento Jardim Anápolis e para a BR 101, configuram-se áreas contíguas de alta declividade, entre 20° e 50°, sobressaindo no mapa as manchas mais escuras referentes à declividade entre 30° e 50° (Mapas 09 e 10).

Nos bairros Prado e Saudade, a água superficial é frequentemente encontrada na forma de nascentes e córregos, ao longo das encostas. Devido à disponibilidade da água superficial, os moradores a utilizam para consumo. Na alta encosta, nascentes originam pequenos cursos de água, que percorrem, seguindo os vales, desde os setores mais altos até a base da encosta. Geralmente, na nascente, em área recoberta por

vegetação, é feita a captação, para consumo, com mangueiras que se concentram ao longo do curso d'água e, ao alcançar as áreas ocupadas, distribuem-se pelo terreno de encosta até alcançar as edificações.

A surgência de água nas encostas é encontrada com frequência. A captação para consumo é feita nos arredores das residências, por meio de uma estrutura chamada localmente de poço. Porém, com estrutura semelhante à de proteção de nascente. Em períodos mais chuvosos ou de chuva concentrada, o fluxo da água aumenta consideravelmente (Figura 59), originando surgências temporárias em diferentes locais da encosta, indicando o nível freático localizar-se próximo à superfície. Nestas condições, o fluxo de água corrente nas canaletas e na rede pluvial é frequentemente observado nas encostas. Ocorre também que os moradores drenam o excesso de água dos próprios lotes com encanamentos ligados à rede de drenagem ou diretamente nas canaletas.

Verificou-se a presença de infraestrutura da rede de drenagem de água pluvial instalada nas ruas pavimentadas. Porém, as áreas de expansão irregular da ocupação são desprovidas dos sistemas de drenagem.

Figura 59: O escoamento superficial difuso na pavimentação e no lajeado (em destaque) que faz o acesso à casa na parte superior. Bairro Saudade.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

No bairro Saudade a ocupação urbana abrange as maiores altitudes, em torno de 70 m, em relevo de forma retilínea-côncava e em declividade entre 20° e 30°, chegando a 50° em pontos de maior declive (Mapa 15 e Mapa 16). Há alterações nos cursos de água resultante da instalação das edificações e aterros.

No mesmo bairro, um corte na encosta apresenta declividade em torno de 50°. No entorno, existem residências localizadas na base do corte e no topo da colina. Não foi verificada água na superfície do corte.

Nesse local, ocorreu deslizamento com matacões e blocos de rochas no solo movimentado (Figuras 60 e 61). De início, as informações relatam que houve escavação com máquinas na base da encosta, o que, conseqüentemente, teria gerado a perda de estabilidade do talude e, posteriormente, a mobilização do solo e rocha.

Figura 60: Rolamento de blocos e matacões, e deslizamento de solo. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Prefeitura de Biguaçu, 2011b.

Figura 61: Escavação na base da encosta expondo a camada de regolito e matacões. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

A rede de sistema de esgoto para o escoamento das águas servidas é inexistente nos bairros Prado, Saudade e São Miguel. As alternativas utilizadas são a fossa séptica ou rudimentar ou, em menor número, os encanamentos que retiram os resíduos dos lotes, sendo que os possíveis locais de despejo final dos fluidos são a rede de drenagem pluvial ou diretamente no solo ou nos cursos da água. Esta última situação, geralmente, é atribuída a edificações em assentamentos precários, sendo que tais moradias apresentam a tendência a se instalarem nas partes mais altas e com maior declividade da encosta.

Outra consequência da utilização das fossas sépticas e do direcionamento da água por meio dos encanamentos para o solo está relacionada com a pouca espessura dos horizontes do argissolo residual, frequentemente observada nos cortes das encostas, ao solo coluvial associados a pouca profundidade do maciço rochoso e aos afloramentos de rocha na forma de lajeado, blocos e matacões. O escoamento concentrado de água provoca a saturação do solo, a perda da coesão das partículas e a perda da estabilidade do material superficial provocando o desmoronamento de pequenos cortes de solo, muros e a movimentação do pavimento e do calçamento das ruas.

Outra dificuldade relacionada a pouca profundidade do solo se refere à instalação da estrutura urbana no subsolo, como o sistema de distribuição de água e da coleta de água pluvial nas encostas. Implica também na fixação e sustentação dos alicerces e pilares das edificações. A rocha são próxima ou na superfície, a pouca profundidade do solo, a declividade do terreno e a água em superfície restringem ou exigem critérios para a implantação das estruturas para a instalação das edificações e pavimentação (Figuras 62, 63 e 64). Essas situações caracterizam especificidades e vulnerabilidades para a ocupação das encostas quanto à estrutura das residências, associadas aos sistemas de serviço público e relacionadas ao sítio urbano de ocupação.

Nas áreas ocupadas em maiores altitudes, onde a declividade e o acesso precário impedem o trânsito de caminhões próprios para o recolhimento do lixo, os resíduos são coletados por um veículo menor. Porém, é de responsabilidade dos moradores que residem nas determinadas áreas levarem os resíduos até os pontos de coleta. No entanto, foram observados, pontualmente, resíduos e entulhos nos pequenos cursos de água, entre a vegetação e ao longo de algumas ruas.

As ruas principais e as ruas secundárias são pavimentadas. Exceção são as ruas e acessos que avançam para as partes mais altas da encosta ou que avançam para as áreas de vegetação e Áreas de Proteção Ambiental ou Permanente. O material utilizado no pavimento é o asfalto

ou as lajotas. O concreto é utilizado à medida que o terreno aumenta em declividade e em altitude. Há uma diferenciação quanto ao padrão e à estrutura das edificações que, de certa forma, acompanham o perfil vertical da encosta.

Nos bairros Prado e Saudade, a ocupação das encostas não se caracteriza apenas como ocupação de baixo poder aquisitivo e carência social, mas também existe um número considerável de edificações com um bom padrão de construção, caracterizando, na mesma quadra ou rua, um padrão misto de construção. Geralmente, as edificações que apresentam um melhor padrão de construção, em alvenaria, com drenagem no lote, estão localizadas no setor da baixa encosta. A ausência da informação por setor censitário do IBGE, sobre o rendimento mensal das famílias ou da pessoa responsável pelo domicílio, restringe uma análise mais precisa da situação social da população.

Figura 62: Exemplo de padrão construtivo precário - casa com estrutura apoiada sobre a laje de rocha, água escoando por baixo da casa. Quanto menor o poder aquisitivo, mais precárias as condições das edificações. Bairro Saudade.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Fevereiro de 2014.

Figura 63: Exemplo de padrão construtivo, alicerce sobre pilares. Observar a estrutura que sustenta a casa e a declividade do terreno. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

Figura 64: Exemplo de padrão construtivo e estruturas das ruas na baixa encosta. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

De forma geral, nas áreas de maior declividade e nas altitudes maiores o padrão e a tipologia das moradias tendem a ser mais vulneráveis, juntamente com a infraestrutura urbana. Na média e alta encosta nos bairros Prado e São Miguel podem ser observadas edificações com estruturas precárias (figuras 65, 66 e 67).

Figuras 65: Ocupação irregular na encosta, em situação de vulnerabilidade. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

Figuras 66: Padrão de construção vulnerável. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Fevereiro de 2014.

Figuras 67: Padrão de construção vulnerável. Bairro São Miguel.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Fevereiro de 2014.

Quanto às intervenções no perfil da encosta, a condição corte e aterro para a instalação das edificações é observada. Geralmente, o corte na encosta não tem altitude elevada e a declividade do talude de corte forma um ângulo de noventa graus, são revestidos com rochas, blocos de concreto ou alvenaria. Encontram-se também cortes sem proteção e cortes em que o muro de proteção apresenta sinais de desmoronamento.

Figuras 68: Edificação no fundo de lote. Corte na encosta instabiliza o terreno e compromete os alicerces da casa do lote acima. Bairro Prado. Abril de 2013.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

Figura 69: Edificação no fundo de lote. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

Associados aos cortes está à disposição das edificações na encosta.

Quanto à distribuição espacial, um fato importante a ser observado refere-se à ocupação nos fundos dos lotes, em que o acesso à edificação não é feito diretamente pela rua principal (Figuras 68 e 69). Pode indicar o parcelamento de um lote, o avanço da ocupação para as áreas sem a disponibilidade de infraestrutura viária, ou a ocupação de diferentes membros da família no mesmo lote. Essas edificações podem apresentar certa precariedade de materiais, estruturas mais frágeis e cortes nos terrenos.

Figura 70: Muro sobre matacões na base da encosta. Rua 13 de Maio. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

Figura 71: Matacão em situação instável. Prolongamento da Rua São Miguel, Loteamento Tiburcio. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

Os cortes, em muitos casos, não retiram totalmente o material da superfície da encosta e mantêm os blocos de rochas maiores (Figura 70). Observou-se, por exemplo, casas com as estruturas em pilares em que a superfície do lote praticamente não é alterado. Outra constatação é a construção das fundações das casas, muros, e pavimentos das ruas sobre os blocos e matacões, muitas vezes em quantidade na superfície do lote e, podem contribuir para a instabilidade da edificação.

Esse fato indica, de certa forma, que há critérios no projeto e na construção e/ou há a percepção dos moradores da topografia, das condições do terreno e na concepção das edificações. Por outro lado, indica que há uma grande quantidade e o tamanho dos matacões que podem impossibilitar ou dificultar a movimentação do material superficial para preparar o terreno, seja para a construção das residências ou para o traçado das ruas (Figura 71).

Em 2009, vistoria realizada por solicitação da Defesa civil Municipal contemplou a Rua São Miguel (Anexo 1), no loteamento Tiburcio, Bairro Prado. Foram identificadas, como condições de vulnerabilidade, as condições de instalação das residências quanto aos pilares que sustentam as casas, danificados ou posicionados sobre blocos soltos, o padrão de construção das edificações, a exposição ao perigo de blocos e matações soltos na superfície do terreno. Por fim, o documento recomenda a necessidade de realização de um mapeamento de risco que inclua a situação de vulnerabilidade da população local (MARIMON, PIMENTA, 2009).

Ainda no bairro Prado, a partir da Rua Maria Bernadet de Carvalho (Anexo 1), uma rua sem pavimentação faz o acesso ao morro do Tiburcio. Ao longo da rua, a ocupação é caracterizada por edificações precárias, apresentando fragilidade nos alicerces de madeira, matações na superfície, inclusive embaixo do piso das casas, e corte na encosta (Figura 72).

Figura 72: Casa em situação de vulnerabilidade. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

O ano de 2011 foi marcado por intensa pluviosidade. Para a área urbana de Biguaçu foram registrados três eventos associando inundações e deslizamentos nos meses de janeiro (COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL, 2011a; PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2011b), março (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2011c) e agosto. (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2011d).

No bairro Prado, o deslizamento de maior dimensão ocorreu em período chuvoso, no Morro do Tiburcio, no mês de agosto de 2011, atingindo quatro casas localizadas na baixa encosta (Figuras 73, 74, 75 e 76). A provável causa apontada é a intervenção no terreno realizada pelos moradores que residem na meia encosta, com a construção de uma represa para armazenar água. A precariedade do reservatório, juntamente com a chuva concentrada teria causado o rompimento da represa, a liberação do corpo d'água e a movimentação da cobertura superficial.

As causas do deslizamento e o registro fotográfico apontam que o movimento de massa pode ser identificado como corrida de terra pelo aspecto do material mobilizado e a cicatriz na encosta, formando um material viscoso de água e solo, misturado a outros materiais superficiais carregados durante o deslocamento na encosta. Porém, é relatado a contribuição do rompimento do reservatório d'água associado a causa da mobilização do material.

O processo de antropização caracteriza a encosta. O uso da terra é de vegetação em estágio de regeneração na parte superior da encosta (Figura 73). Na base da encosta, predomina a vegetação rasteira e ocupação urbana dispersa (Figura 74). Foi relatado por um morador (Trabalho de campo em 17/01/2013) que um deslizamento já havia ocorrido anteriormente, em 2010, mas num período sem chuvas.

Essa informação coincide com o registro constante no Mapeamento das áreas de Riscos elaborado pela Defesa Civil do município (COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL, junho de 2010). A área foi contemplada na solicitação de Parecer Técnico da Defesa Civil protocolizado sob número 3040/2010 em 03/05/2010. A vistoria no local verificou um deslizamento ocorrido no início do mês de abril de 2010.

Figura 73: Vista da base da encosta para a área atingida pelo deslizamento.
Foto: Superintendência de Comunicação Social da Prefeitura de Biguaçu.



Fonte: Foto - Prefeitura de Biguaçu. Agosto de 2011.

Figura 74: Vista para a base do morro impactada pela massa deslizada a partir da área frontal da residência na encosta. Foto: Superintendência de Comunicação Social da Prefeitura de Biguaçu.



Fonte: Foto - Prefeitura de Biguaçu. Agosto de 2011.

Figura 75: Foto casa atingida pela massa de detrito.



Fonte: Foto - A. P. Vicente, agosto de 2011.

Figura 76: Casa atingida e material remobilizado na base da encosta. Bairro Prado.



Fonte: Foto: A. P. Vicente, setembro de 2011.

Na recuperação do local houve a retirada do material deslizado e entulhos e o acesso restaurado com aterro. O registro fotográfico do ano de 2012 mostra a vegetação na encosta mais densa em relação ao ano anterior (Figura 77), encobrendo a cicatriz do deslizamento. Permanece a ocupação urbana na base da encosta (Figura 78).

Figura 77: Local onde a massa de detrito percorreu a encosta. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2012.

Figura 78: Ocupação na base da encosta após o deslizamento. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2012.

No ano de 2013, um deslizamento foi registrado em talude de corte, voltado para a BR 101, com alteração na encosta do tipo corte e aterro (Figura 79). O deslizamento em solo de aterro removeu uma edificação anexa à casa e uma árvore de médio porte. Observou-se, no local (trabalho de campo em janeiro de 2014), o escoamento de água superficial no entorno da residência.

Figura 79: Vista da encosta onde houve o deslizamento. A seta identifica a mancha de solo no centro da imagem, local do deslizamento. Entre a vegetação, espécies características de solo úmido. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Janeiro de 2014.

As sub-bacias hidrográficas que drenam para o mar apresentam condições semelhantes às encontradas nas sub-bacias hidrográficas do rio Biguaçu quanto às elevadas declividades, ao relevo de morros, montanhas, o afloramento de rochas em forma de lajeado, matacões e blocos, as sub-bacias hidrográficas formadas por vales de maiores amplitudes e por pequenas sub-bacias hidrográficas.

A sub-bacia hidrográfica maior diferencia-se pelo vale em forma de “U”, enquanto nas maiores sub-bacias do rio Biguaçu, na área de estudo, os vales assumem a forma de “V”, mais fechados. Outra distinção entre as duas áreas ocorre na formação do solo. As encostas paralelas à BR 101 apresentam perfil de solo mais profundo, Argissolo residual, resultantes da alteração das rochas metamórficas do Complexo Águas Mornas. O solo nas encostas das sub-bacias do rio Biguaçu são, em geral, solo residual, com horizonte B pouco desenvolvido.

A ocupação nas encostas paralelas à BR 101, no limite entre os bairros Prado e Saudade, é formada por núcleos residenciais próximos, que concentram uma pequena quantidade de residências. No prolongamento do morro, a base da encosta foi alterada com os taludes de corte da BR 101. Observou-se a característica unifamiliar para dois núcleos, sendo que em um deles, localizado na base da encosta, encontra-se um edifício multifamiliar.

No outro núcleo, as edificações estão localizadas em área de topo de morro. Nesse local, a casa localizada mais próxima do caminho de acesso teve a sua estrutura comprometida com rachaduras (Figura 80). A casa foi vistoriada e interditada. Como causa da instabilidade, o relatório de vistoria aponta a instalação do piso da casa, sendo parte sobre aterro e depósito de colúvio e parte sobre rocha. Consequentemente, a parte da casa instalada em aterro sobre colúvio está se movimentando para baixo na encosta, tracionando a parte da casa que está fundada sobre o lajeado de rocha, que, aparentemente, tem continuidade a montante, resultando nas rachaduras observadas nas paredes da casa (MARIMON, PIMENTA, 2009).

Figura 80: Casa de alvenaria com estrutura comprometida com rachaduras – no detalhe, na lateral e próximo à porta. À direita, na parte inferior da imagem, lajeado que ocupa o entorno da casa. Nos fundos a residência atualmente utilizada após a primeira ser interditada. Bairro São Miguel.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

Nas encostas das vertentes das sub-bacias independentes do Atlântico, a instalação da BR 101 e, posteriormente, a duplicação da pista recortou a base do maciço rochoso que se limita com o mar. A base da encosta caracteriza-se por uma sequência de taludes de corte e estruturas de contenção em toda a sua extensão (Figuras 81, 82, 83 e 84). Os projetos de contenção de taludes (AUTOPISTA LITORAL SUL, 2009, 2011 e 2014) apontam que as obras de contenção foram efetuadas conforme ocorriam os deslizamentos. Portanto, não foram obras preventivas, mas de recuperação dos taludes.

Figura 81: Cicatriz de deslizamento com a superfície de ruptura exposta. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Janeiro de 2014.

Figura 82: Parte superior de uma estrutura de contenção. Bairro São Miguel.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

Figura 83: Deslizamento em talude de corte da BR 101 ocorrido no mês de janeiro de 2011. Bairro Prado.



Fonte: Foto - Prefeitura de Biguaçu. Abril de 2012.

Figura 84: Estrutura de contenção sobre o maciço rochoso exposto. Bairro São Miguel.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Abril de 2013.

No ano de 2009, foi realizada vistoria nos bairros Prado e São Miguel, por solicitação da Defesa Civil Municipal de Biguaçu. É relatada a ocorrência de movimentos translacionais rasos em solo sobre rocha, atingindo propriedade a montante no morro do Caseca, margem da BR 101, km 192. O evento ocorreu devido aos índices elevados de chuva em 2008, sendo remobilizados pelas chuvas de 2009. Os deslizamentos são descritos como de pequeno porte individual (10 a 15 metros de altura por 15 a 20 metros de largura) (MARIMON, PIMENTA, 2009).

A geologia do local pertence ao Complexo Águas Mornas com metamorfismo de alto grau, com predomínio de granitoides deformados de estruturas heterogêneas, principalmente gnáissicas. O maciço com estrutura de fraturamento em camadas foliadas concordantes com a declividade da encosta. Os solos são, geralmente, profundos de até cinco metros, com horizontes B onde dominam os minerais de argila expansivas, do tipo esmectitas (MARIMON, PIMENTA, 2009).

O relatório de vistoria contextualiza a ocupação da encosta, no local identificado como Morro do Caseca (também conhecido como Morro dos Marçal), BR 101, Km 192. O documento destaca a relação entre os deslizamentos e o uso do solo: a construção de estradas para o acesso local, a erosão pluvial, o posteamento elétrico e a instalação e ampliação da pista da rodovia BR 101 (Figuras 85, 86, 87 e 88) (MARIMON, PIMENTA, 2009).

Nas encostas adjacentes a BR 101, no Bairro São Miguel, o núcleo de ocupação mais adensado é o núcleo que apresenta condições de ocupação mais precária, na estrutura das casas, nos resíduos depositado no solo (situação observada pontualmente), nas condições de acesso às residências, na declividade da encosta, aos blocos e matações em superfície, associada à baixa renda das famílias. A condição de vulnerabilidade ficou mais destacada neste núcleo de ocupação (Figuras 89 e 90).

Figuras 85 e 86 (na seqüência): Na fotografia da esquerda cicatriz de deslizamentos mais antigos com obras de contenção. Na figura da direita, deslizamento recente de solo sobre rocha, localizado ao norte do acesso da fotografia anterior. Bairro São Miguel.



Fonte: MARIMON, PIMENTA, 2009.

Figuras 87 e 88 (na seqüência): Na fotografia da esquerda evidencia-se a relação dos deslizamentos com o uso do solo, notar as edificações à direita e à esquerda da foto. Na figura da direita, vista frontal do deslizamento com a escada para a coleta e escoamento da água superficial, no entanto, permanece ação erosiva no solo exposto. Bairro São Miguel.



Fonte: MARIMON, PIMENTA, 2009.

Figuras 89: Formas de ocupação da encosta e de acesso às residências: casas instaladas sobre lajeado de rocha com acesso por escadaria. Bairro São Miguel.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Janeiro, 2014.

Figura 90: Formas de ocupação da encosta e de acesso às residências: o acesso preserva os matacões e possui uma pequena estrutura de contenção realizada pelos moradores. Bairro São Miguel.



Fonte: Foto - Cristina Benedet. Janeiro, 2014.

A análise do uso da terra urbana aponta, no tempo histórico, a construção da vulnerabilidade enquanto processo socioambiental da organização do espaço geográfico. Na área pesquisada, observa-se uma heterogeneidade do padrão construtivo, a alteração do perfil da encosta e dos horizontes de solo, a exposição de blocos e matacões em condição de instabilidade, o corte e aterro, em particular os taludes de corte para a instalação da BR 101, a expansão urbana de forma desordenada, principalmente em locais de declividade elevada.

Acrescentam-se, ainda, as áreas de mineração incorporadas às áreas urbanas, a instalação das edificações e ruas de acessos, as mangueiras para distribuição doméstica de água, a ausência da rede pluvial em determinados locais, a inexistência da rede de esgoto sanitário, o baixo padrão de construção das edificações, o mal dimensionamento para a construção das estruturas de contenção, a ocorrência de deslizamentos translacional e rotacional, corridas de terra (inferido), o rolamento de blocos e matacões, são fatores que caracterizam a vulnerabilidade e, potencializam os fatores de suscetibilidade.

Realizada a identificação prosseguiu-se a análise com a espacialização do risco de movimentos gravitacionais de massa por meio da cartografia.

8 DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCOS AOS MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA.

Os movimentos gravitacionais de massa, na forma de deslizamentos translacionais rasos, e rotacionais, corridas de terra (inferido), rolamentos de blocos e matacões, foram identificados na área de pesquisa.

A determinação das áreas de risco seguiu as orientações do manual para o Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios (IPT, 2007). Porém, devido ao tamanho da área e das limitações na realização da pesquisa, não se utilizou a ficha para cadastro de forma individual, mas o registro escrito e fotográfico das condições de ocupação dos lotes e intervenções na encosta.

Os condicionantes do sítio de ocupação estão relacionados às rochas graníticas e metamórficas de alto grau e com fraturamento em camadas foliadas, aos solos desenvolvidos a partir das rochas graníticas e do Complexo Águas Mornas, à declividade da encosta, à ocorrência de Argissolo em duas situações: com horizonte B pouco espesso e horizonte B profundo, contato solo rocha, solo com argilas de propriedade plástica, depósitos de colúvio, matacões; e blocos em superfície e subsuperfície, afloramento de rochas formando lajeados, as rochas fraturadas, as precipitações intensas, a saturação do solo, baixos valores de coesão, e a redução da coesão com a saturação do solo.

As principais ações antrópicas que atuam sobre o meio estão relacionadas à: ocupação da encosta sem a observação da suscetibilidade natural; realização de corte e aterro para a instalação de edificações; cortes para instalação de ruas, alterando o perfil da encosta, instabilizando blocos e matacões; retirada da vegetação; fossas para o esgotamento sanitário; canalização de água para o abastecimento; ausência da rede de esgotamento sanitário e o despejo das águas servidas no solo aumentando o fluxo concentrado, a umidade e a saturação do solo; prolongamento de ruas já instaladas em locais impróprios, causando a instabilidade dos solos e de rochas; ocupação em áreas com alta declividade; construção e duplicação da pista da rodovia BR 101, originando taludes de corte e deixando o solo exposto; ocupação do topo dos taludes de corte, áreas de extração de rocha e saibro desativadas; lixo depositado nas encostas; alteração nos cursos d'água, a ocorrência de deslizamentos associados a atividade antrópica.

A caracterização com as informações do senso do IBGE/2010 permitiram retratar a disponibilidade dos serviços públicos urbanos e as

condições sociais básicas da população quanto à propriedade da moradia, ao gênero e alfabetização da população.

De forma mais específica, a análise da ocupação de setores representativos da ocupação das encostas acrescentou informações sobre o material de construção das residências e a renda familiar, sendo dois aspectos que auxiliam na identificação da vulnerabilidade das famílias. As informações sobre o fornecimento de energia elétrica, abastecimento de água, esgotamento sanitário e de coleta de lixo refletiram as informações do IBGE. O acréscimo de informações refere-se ao material de construção das residências e à renda familiar mensal. A análise de informações por setores permitiu a análise numa escala geográfica maior, porém individualiza esses setores no universo dos bairros.

O material de construção predominante nos setores é de alvenaria, o que, dependendo da massa deslizada, diminui a vulnerabilidade diante da maior resistência dos materiais da edificação aos impactos dos deslizamentos, quando se compara a edificações de madeira.

A renda familiar mostrou um alto índice de vulnerabilidade socioeconômica. Predominou a renda familiar de um salário mínimo. O setor 4 – margem da BR 101, que apresentou 14 famílias com a renda mensal não definida. Esse índice aponta para a baixa qualificação da população e a situação de inclusão no mercado de trabalho que possibilite uma renda familiar maior. Indica, ainda, a maior dificuldade de recuperação socioeconômica em eventual situação de acidentes ou de desastres. Portanto, mais dependentes dos recursos públicos e do auxílio externo para a recuperação e volta ao estado de normalidade.

A análise das informações sobre a forma de ocupação da encosta, com as características do sítio, somadas às especificidades socioeconômicas e de infraestrutura, em conjunto com o mapeamento temático realizado, sustentou a proposta de determinação do nível de risco. A proposta foi adaptada das classes do IPT (2007) e considera os seguintes critérios:

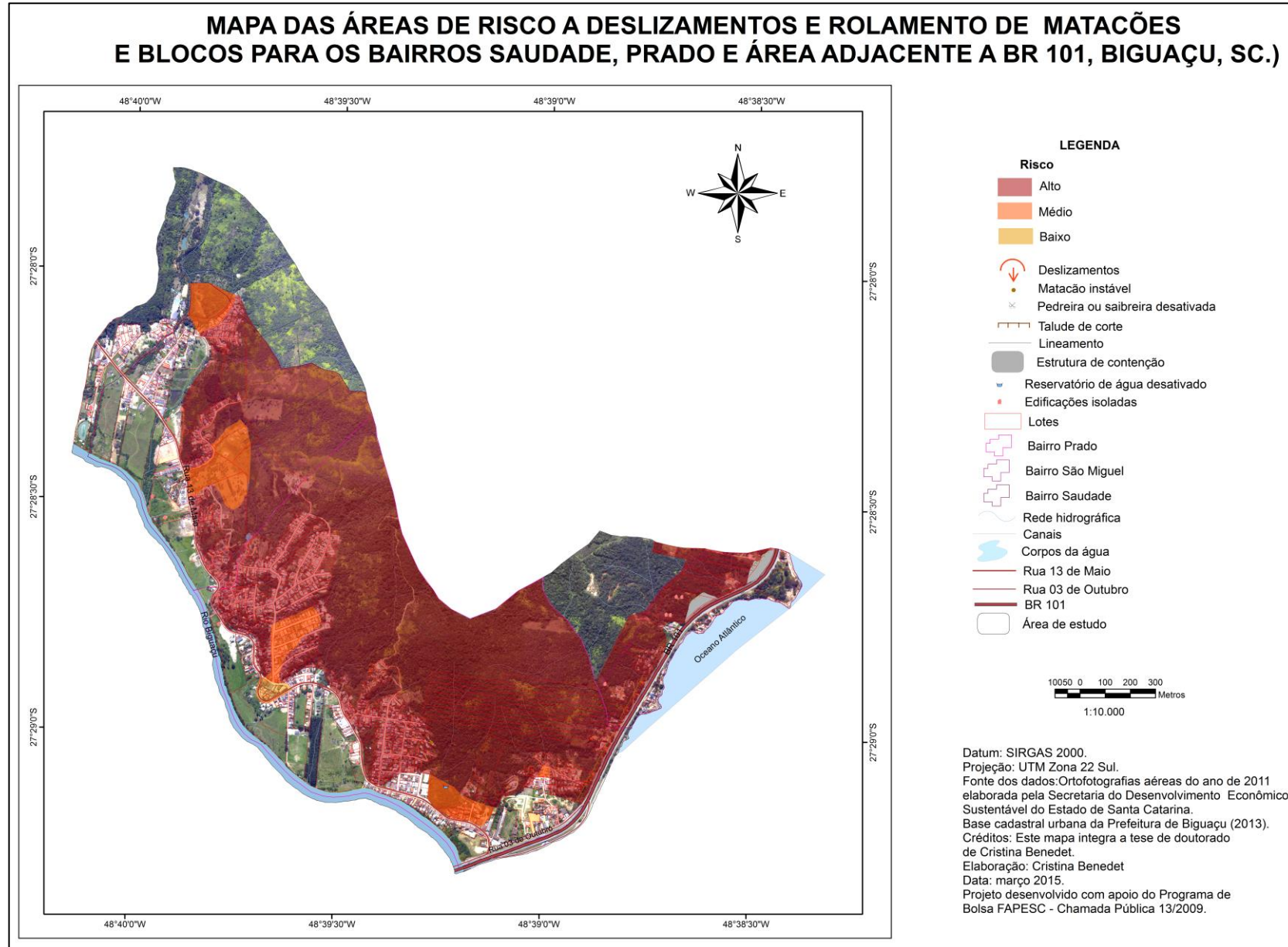
Risco alto: registro de deslizamentos ou cicatrizes de deslizamentos antigos e/ou alta declividade, associados a estruturas de contenção de taludes, taludes de corte, cabeceira de drenagem, condições de ocupação e intervenção alterando a estabilidade das encostas, principalmente corte e aterro, condições das edificações e, quando possível, indicadores socioeconômicos dos domicílios.

Risco médio: associação de alta declividade na área e/ou no entrono, taludes de corte, cabeceira de drenagem, condições de ocupação e intervenção alterando a estabilidade das encostas, principalmente corte

e aterro, e as condições das edificações e, quando possível, indicadores socioeconômicos dos domicílios.

Risco baixo: áreas de baixa declividade, as condições das edificações e, quando possível, indicadores socioeconômicos dos domicílios.

Mapa 17: Mapa das áreas de risco evidencia as áreas de alto risco.



Fonte: Elaborado por Cristina Benedet, nesta pesquisa.

O mapa sintetiza a vulnerabilidade e a ameaça e representa espacialmente as áreas de risco a movimentos de massa. O enfoque no uso e ocupação da terra urbana fortalece as ponderações de Pedrón et. al (2007) quanto ao diagnóstico da expansão urbana e o mapeamento das áreas de risco como instrumentos para o ordenamento territorial urbano. Desta forma, prevenindo e revertendo a urbanização de ambientes instáveis e a vulnerabilidade a desastres socionaturais.

A análise dos movimentos de massa, pautada na perspectiva da análise integrada dos riscos de desastres socionaturais, encontra fundamento na indissociabilidade dos aspectos da vulnerabilidade e da suscetibilidade (FUCHS 2009) enquanto resultado das atividades humanas atuando sobre a configuração do sítio de ocupação. Requer a inclusão das diferentes escalas de abrangência geográfica, dos fatores internos e externos das áreas urbanas referentes à vulnerabilidade (WILCHES-CHAUX, 1993; WILCHES-CHAUX, 1998; EIRD/IDRC, 2007), a suscetibilidade e a ameaça.

A escala urbana, na expressão do habitat, é definida por Chardon (2008a) como um eco-bio-físico-socio-sistema, o qual é formado pelo espaço urbano incluindo suas múltiplas dimensões, entre elas, a respectiva população, o ambiente físico-espacial, o contexto político-institucional e as inter-relações entre esses elementos. É nesse sistema complexo e dinâmico que os atributos da vulnerabilidade se instalam e desenvolvem-se, como um sub-sistema de um sistema maior, o sistema risco. Ainda se referindo ao sistema urbano, Chardon (2008b) especifica os conceitos de habitat e habitabilidade no contexto de habitar. Os espaços refletem as formas de habitar dos habitantes.

No espaço urbano como habitat, sublinha Chardon (2008b) insere-se a moradia, a infraestrutura, os equipamentos urbanos e serviços públicos do lugar, da vizinhança, da cidade, integrando a instituição do direito a vida, as condições permanentes de habitar em circunstâncias apropriadas de segurança, de proteção civil e de salubridade, resultando no desenvolvimento integral do indivíduo e da coletividade, conseqüentemente, fomentando a resiliência aos desastres socionaturais dos diferentes grupos sociais. Isso inclui assegurar efetivamente o direito social a moradia e a cidade a toda a população, interiorizando nas práticas de gestão urbana as questões relacionadas à renda das diferentes classes sociais e o acesso a posse da terra, alterando a dinâmica de um processo histórico desigual e excludente (CHARDON, 2008b).

A identificação das diversas formas de vulnerabilidades estrutural e não estrutural que integram o sistema urbano resultam, concordando com Alcántara Ayala (2002) e Chardon (2008a), do desenvolvimento

histórico enquanto processo dinâmico no espaço e no tempo. Associamos ainda com a concepção de Chardon (2008b) da interação dos fatores de vulnerabilidade, em conjunto formando um sistema – um sistema de fatores multidisciplinares. Portanto, procuramos caracterizar o sítio e o uso e a ocupação urbana como um movimento orgânico de evolução e transformação da organização socioespacial da cidade, da urbanização, e dos elementos físico-naturais nos bairros Prado, Saudade e encostas adjacentes a BR 101 no bairro São Miguel.

A evolução da ocupação das encostas, representada no mapeamento, somada a caracterização fisiográfica do sítio gerou condições de vulnerabilidade. Sejam aspectos relacionados à vulnerabilidade social, econômica, institucional, técnica, das edificações, de infraestrutura, dos serviços públicos básicos, entre outros. Abrange a influência da vulnerabilidade relacionada à expansão urbana e a distribuição espacial da diversidade das edificações representando distintas condições socioeconômicas da população. Essa associação possibilita internalizar o caráter antrópico dos fenômenos de ameaça (CHARDON, 2008a; CHARDON b). Segundo essas prerrogativas, a mesma autora destaca que os processos urbanos criam e amplificam o risco (CHARDON, 2000b).

Diante do exposto consentimos com a afirmação de El-Masri e Tiplle (2002) e Chardon (2008a) em que os desastres resultam de problemas do processo de desenvolvimento socioeconômico que perduram ao longo do tempo. Entre eles, a crise habitacional e a especulação imobiliária induzindo a ocupação das áreas de riscos nas encostas e áreas inundáveis (MIRANDOLA, MACEDO, SOARES, 2004). Neste ponto lembramos as observações de Abramovitz (2001) quando enfatiza que a prioridade dos governos deve direcionar-se para as ações de prevenção e mitigação aos desastres, incluindo estratégias de sustentabilidade socioambiental, e acrescentamos, a participação comunitária.

Reafirmamos as proposições de Cannon (2003) referentes às ações de prevenção aos desastres socionaturais como redutoras das vulnerabilidades e, simultaneamente, promovendo o desenvolvimento socioeconômico. Para tanto, acrescentamos a orientação de integrar as ações da gestão do risco de desastres às demais ações da administração urbana (MITCHEL, 1999). Ao contrário, as ações isoladas e desarticuladas, adverte Veyret (2007), promovem uma gestão do risco restrita ao gerenciamento da crise – a resposta ao desastre, e muitas vezes, ainda com dificuldade de articulação e efetividade. O favorável e recomendado é direcionar as ações de resposta como oportunidade e com

objetivos visando à prevenção e a mitigação dos riscos de desastres socionaturais e o ordenamento urbano.

Essa pesquisa, com o recorte temático e a delimitação espacial da área de estudo, permitiu na prática reconhecer a magnitude e a complexidade da problemática da análise do risco de desastres socionaturais, mais especificamente os processos de movimentos de massas em áreas urbanas. Reiteramos o desafio da análise do risco e suas múltiplas dimensões em áreas urbanizadas. Esta constatação reflete a complexidade ambiental da cidade.

No entanto, podemos nos prover de uma utopia, uma utopia urbana, conforme explicita Pessoa (2006): a utopia urbana requalifica o tempo e a dimensão do planejamento urbano, o qual abrange o tempo histórico superando o caráter imediatista, geralmente, presente nos projetos das administrações municipais. Portanto, é abrangente. Implica uma crítica ao atual sistema político-econômico-social, juntamente com a formulação de propostas para que a sociedade possa reverter às persistentes situações de desequilíbrio socioambiental (PESSOA, 2006). Compreende a organização social, a distribuição da riqueza, a tecnologia, as áreas habitacionais, e a forma como os assentamentos urbanos integram o espaço construído e o espaço natural. Na maioria das vezes, os elementos naturais da cidade são descaracterizados para sustentar a infra-estrutura e as edificações urbanas (PESSOA, 2006).

Portanto, a análise de risco em encostas urbanas pauta-se em diferentes escalas de abrangência, na análise multidisciplinar e interdisciplinar, também, no enfoque disciplinar sempre que necessário, na identificação e no entendimento das inter-relações que estruturam os processos socionaturais, e configuram os sistemas urbanos. Mais especificamente, os processos geradores dos riscos de movimentos de massa nas encostas urbanas.

Neste contexto, se insere a contribuição da Geografia, enquanto ciência que estuda a organização socioespacial, instituída sobre um campo de conhecimento multidisciplinar.

9 CONCLUSÃO

Quanto às hipóteses que guiaram a pesquisa, observaram-se as seguintes evidências: Para a primeira hipótese, referente à suscetibilidade do relevo e do solo aos movimentos gravitacionais de massa, observou-se, para as encostas dos bairros Prado e Saudade e áreas adjacentes à BR 101, no bairro São Miguel, que os fatores fisiográficos da geologia, do relevo e do solo apresentam significativa contribuição aos processos de movimentos de massa. A topografia das bacias hidrográficas, a declividade das vertentes, a reativação da cicatriz de deslizamentos, os perfis de solo profundos ou pouco espesso, residuais ou coluviais de baixa coesão, as rochas expostas em forma de lajeados ou de blocos e matacões são fatores de suscetibilidade aos deslizamentos.

Os registros assinalam a ocorrência dos deslizamentos relacionados a períodos de precipitação intensa, inserindo-se no contexto brasileiro em que a chuva está entre o principal agente deflagrador. Os tipos de movimentos de massa identificados foram: os deslizamentos translacional - planar e rotacional, a corrida de terra (inferido) e o rolamento de blocos e matacões.

A segunda hipótese refere-se ao risco e seus elementos, a vulnerabilidade e a ameaça, como um processo historicamente construído com a evolução do uso e ocupação das encostas urbanas. O mapeamento da evolução dos usos da terra nas encostas procurou identificar esse processo no tempo e no espaço, mostrando que o processo de ocupação, predominantemente, iniciou-se pela base da encosta, avançando para as áreas mais elevadas e com diferentes graus de declividades, incluindo inclinações acima de 30°.

As imagens das fotografias aéreas permitiram visualizar, nas vertentes das encostas, marcas dos processos de ravinamentos bem desenvolvidos, indicando a ação dos processos de movimentos de massa. Salienta-se o comprometimento da qualidade da imagem das fotografias de 1957 e 1978 e a cobertura artificial da terra por meio das estruturas urbanas atuais como obstáculo a uma análise mais precisa.

Quanto à evolução da ocupação, destacam-se, no ano de 1957, os caminhos que contornam os morros e as áreas de cultivos, caracterizando um espaço rural com edificações próximas às estradas e dispersas nos morros. Já em 1978, a pavimentação da BR 101 e a ocupação das encostas paralelas à estrada, atual Rua 13 de Maio, juntamente com o avanço para as áreas mais elevadas nos morros, caracterizam a ocupação espontânea. A instalação dos loteamentos Jardim Tiburcio e Jardim Anápolis, no bairro Prado, na década de 1970, são iniciativas da ocupação planejada

pela iniciativa privada ainda sem um regramento municipal mais detalhado.

Para o ano de 1998, observa-se a expansão da ocupação urbana no entorno dos loteamentos Jardim Tiburcio e Jardim Anápolis, o arruamento e o adensamento das edificações nas encostas, principalmente nos bairros Prado e Saudade, a formação de novos núcleos de ocupação e a duplicação da BR 101, alterando de maneira significativa a paisagem. No ano de 2010, salienta-se a expansão da ocupação urbana para as maiores altitudes, ocupando também áreas com declividades elevadas, o adensamento das edificações nos loteamentos Jardim Anápolis e Jardim Tiburcio, e a ocupação no morro do Tiburcio se intensifica. A ampliação da ocupação urbana sobre área rural caracteriza-se como ocupação espontânea.

Dessa forma, nos bairros Prado e Saudade e nas encostas contíguas à BR 101 no bairro São Miguel, a ocupação caracteriza-se como espontânea, com exceção de dois loteamentos, Jardim Tiburcio e Jardim Anápolis, instalados no final dos anos 1970, ambos no bairro Prado. No entanto, o processo para a aprovação dos empreendimentos, anterior à Lei 6769/79, sobre o parcelamento do solo urbano (Lei Lehmann) não impôs restrições ou a observação de diretrizes municipais para a instalação dos loteamentos. O modo de ocupação das encostas na forma espontânea ou planejada e o desenho urbano em relação à topografia resultaram em condições de vulnerabilidade aos movimentos gravitacionais de massa.

As informações sobre os aspectos socioeconômicos associados às observações em campo, os registros nas imagens e o mapeamento realizado assinalam diferentes contextos de vulnerabilidades. Portanto, a vulnerabilidade — enquanto a integração das dimensões: social, do meio físico construído e natural — se configura no processo de ocupação da encosta, orientado pelas condições socioeconômicas dos moradores e a frequência e abrangência das intervenções urbanas, reguladoras e de infraestrutura, como ações da gestão pública. A atuação desses dois fatores, o particular e o público, refletem na organização socioespacial na ocupação das encostas.

Nas áreas de ocupação planejada ou nas áreas de ocupação espontânea, as intervenções que podem alterar o equilíbrio do material superficial da encosta foram identificadas como os taludes de corte, o corte e o aterro, as fossas para o esgotamento sanitário, o escoamento concentrado das águas superficiais no solo, a retirada da vegetação, o acúmulo de lixo, a abertura de caminhos de acesso às moradias, a orientação das ruas desconsiderando as curvas de nível, a precariedade das habitações, também em relação à fixação das estruturas de

sustentação das edificações nas encostas. Esses aspectos respondem positivamente à terceira hipótese, referente à instalação das edificações, em geral, e da infraestrutura urbana como fatores condicionantes dos movimentos gravitacionais de massa.

A configuração de cada cidade, de cada bairro, rua ou de um lugar específico, portanto, apresenta características únicas relativas ao sítio de ocupação e à dinâmica social, econômica e cultural que se cristaliza no espaço geográfico. De forma geral, os problemas condicionantes dos movimentos de massa são comuns, em termos da configuração do sítio, da declividade das encostas, horizonte B do solo profundo, rochas expostas na superfície na forma de blocos e matacões, entre outros. Também para as condições socioeconômicas e de infraestruturas das comunidades, citando alguns: a baixa renda, as habitações precárias, o despejo das águas servidas, o acúmulo de lixo, o corte e aterro alterando o perfil das encostas.

A organização socioespacial de um lugar resulta da evolução histórica da ocupação do sítio urbano e das interações que estabelece com o entorno, a cidade, a região e espaços mais distantes. É principalmente na análise e no diagnóstico no âmbito da organização socioespacial que a relação entre os sistemas naturais e artificiais urbanos, na prevenção de desastres relacionados aos movimentos gravitacionais de massa, apresenta as especificidades para a área de estudo. As particularidades do lugar foram elucidadas com o uso das diferentes escalas de análise: a espacial, a temporal e a cartográfica.

As informações socioeconômicas e de infraestrutura urbana, provenientes do Censo Populacional do IBGE e do Cadastro da Atenção Básica, permitiram conhecer aspectos de vulnerabilidade das famílias e da infraestrutura dos serviços públicos.

Os dados do Censo Populacional do IBGE apontaram a deficiência na rede de esgotamento sanitário e de abastecimento de água. Acrescenta-se a observação no local e o reconhecimento dos órgãos públicos competentes sobre a ausência da rede pública de esgoto. Assim, restando à rede pluvial, à fossa rudimentar ou séptica e aos cursos da água para o despejo das águas servidas. Observa-se que a distinção entre a rede pública de esgoto e a rede pública de escoamento das águas superficiais na coleta de informações do Censo, em relação ao sistema coletor de esgoto, refletiria uma maior aproximação com a realidade e, portanto, um diagnóstico mais preciso.

Quanto às informações socioeconômicas do cadastro do Sistema de Informações da Atenção Básica para os setores representativos da ocupação da encosta, a renda familiar de até um salário mínimo

representou um aspecto da vulnerabilidade socioeconômica para a maioria das famílias. A ausência total do sistema de esgotamento sanitário e o atendimento parcial da rede pública de abastecimento de água foram os aspectos de vulnerabilidade relativos aos serviços públicos.

O deslizamento de maior intensidade ocorreu no bairro Prado, no ano de 2010, atingindo residências e causando danos e prejuízos aos moradores. O maior número de deslizamentos é registrado para as encostas paralelas à BR 101. No bairro Saudade, o rolamento de blocos e matacões, acompanhado da movimentação do solo é o evento mais significativo registrado.

O mapa de risco para a área urbana ocupada, resultando da associação das características físico-naturais das encostas e dos elementos de vulnerabilidade, identificou a maior parte das áreas dos bairros como de risco elevado. As áreas de risco médio e de risco baixo foram determinadas para áreas restritas.

A ausência de informações na forma de registro sistematizado, escrito e fotográfico, de caráter informativo ou documental, foi uma das dificuldades encontradas durante a realização da pesquisa. No entanto, é recomendável que os eventos de acidentes e de desastres, socionaturais, entre outros, sejam devidamente datados, registrados e arquivados, permitindo a recuperação da informação. O resgate histórico dos processos do risco e do desastre integra as ações de gestão de desastres e de proteção civil, previstas na legislação atual.

A elucidação dos eventos catastróficos exige uma abordagem integrando os sistemas antrópicos com os sistemas naturais. Diante dessa premissa foi realizada a análise para o sistema urbano nas encostas, análise fisiográficas na abrangência das sub-bacias hidrográficas, das características do sítio de ocupação, da associação do sítio de ocupação e os impactos das intervenções para a instalação das edificações e das infraestruturas, o diagnóstico socioeconômico da população, o mapeamento e, finalmente, o mapa de risco de deslizamentos e rolamentos de blocos e matacões.

A conclusão da pesquisa e os resultados apresentados não esgotam o tema. É uma problematização, um registro dos elementos e processos que compõem o risco dos movimentos gravitacionais de massa na área urbana. No entanto, esses componentes são ativos — o risco é dinâmico, essa percepção e constatação são necessárias para as ações relacionadas ao registro, à pesquisa, à prevenção e a redução dos desastres socionaturais.

Para a área de estudo, outras sugestões de pesquisas referem-se ao aprofundamento e abordagem das dimensões da vulnerabilidade, como a

percepção do risco; a caracterização e a mobilização do capital social enquanto recurso e potencialidade das relações socioculturais; bem como a contextualização do processo de remoções das famílias, as condições nas novas moradias e a percepção dos moradores do processo; a análise da legislação municipal, urbana e ambiental, e os impactos nos usos e ocupação do solo, de forma específica na prevenção dos riscos de movimento de massa, na instalação das áreas de preservação ambiental permanente e a sua função na estabilidade das encostas urbanas; a investigação detalhada dos processos hidrológicos e geotécnicos.

Acrescentamos que é indispensável desenvolver no Brasil a cultura do risco de desastre, relacionada à memória do desastre e a cultura da prevenção, envolvendo as instituições públicas, as entidades privadas, as organizações e os movimentos sociais, e a população atuando de forma integrada, como multiplicadores, e na continuidade das ações de prevenção ao risco de desastres, orientados para a construção da resiliência.

Diante do exposto insere-se a educação e as áreas do conhecimento, de forma multidisciplinar e interdisciplinar. Seja a educação formal, por exemplo, com a inserção da proteção civil inseridas nos currículos escolares, a educação não formal, e informal instruindo e capacitando os sujeitos, solidificando e mobilizando a prevenção como ações do cotidiano dos cidadãos na promoção de comunidades mais seguras. Também, é a oportunidade para a ciência e a tecnologia internalizarem a indissociabilidade entre a sociedade e o suporte físico natural que a sustenta. Em particular as tecnologias sociais direcionadas para combater a degradação ambiental e promover a sustentabilidade dos assentamentos urbanos.

Reafirma-se a vulnerabilidade como resultado do desenvolvimento histórico, nas esferas tecnológica, econômica, social, cultural, política e institucional. De maneira geral, a evolução histórica da ocupação das encostas urbanas deixou um legado, que está exigindo mudanças de paradigmas na gestão urbana e pesquisas científicas. Quais sejam, a integração e/ou a abordagem sistêmica dos fatores e propriedades dos elementos físico-naturais e antrópicos, bem como o conjunto de impactos socioeconômicos e ambientais cumulativos e sinérgicos, incluindo as dimensões espacial e a temporal.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, Sonia . **Urbanização de encostas: crises e possibilidades. O Morro da Cruz como um referencial de projeto de arquitetura da paisagem.** 1999. 610f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 1999.

ALHEIROS, Margareth M. *et al.* (Coord.) **Manual de ocupação dos morros da região metropolitana de Recife.** Recife: Fundação de Desenvolvimento Municipal - FIDEM, 2004.

ALVES JUNIOR, Ozias. **Biguaçu 251 anos de história: Notas para a sua história.** Biguaçu: Prefeitura Municipal de Biguaçu, [2000].

AUTO PISTA LITORA SUL. **Memória de Cálculo da Contenção de Estrutura de Corte no km 191+935 da Rodovia BR-101/SC.** Relatório de Projeto. 24/08/2009.

AUTO PISTA LITORA SUL. **Projeto de estabilização de talude em corte – km 191+800S.** Relatório de Projeto. 04/11/2011.

AUTO PISTA LITORA SUL. **Projeto de contenção de talude - km 191+950, antigo km 195+010-PS.** Vol.1 – Relatório de Projeto. 15/04/2014.

ABRAMOVITZ, Janet N. Evitando desastres desnaturais. In. WORLDWATCH INSTITUTE. **O Estado do mundo, 2001.** Relatório do Worldwatch Institute sobre o avanço em direção a uma sociedade sustentável. Disponível em: <http://www.worldwatch.org.br/>. Acesso em 28/09/2009.

ALCÁNTARA-AYALA, Irasema. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology**, n. 47, p. 107 – 124, 2002.

ARGÜELLO-RODRIGUEZ, Manuel. **Riesgo, vivienda y arquitectura.** Conferência no Congresso ARQUISUR, Universidade de San Juan, Argentina, outubro de 2004.

AUGUSTO FILHO, Oswaldo. Escorregamentos em encostas naturais e ocupadas: análises e controle. In.: BITAR, Omar Yazbek. **Curso de geologia aplicada ao meio Ambiente.** São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia/Instituto de Pesquisas de Tecnológicas – Divisão de Geologia, 1995. (Série Meio Ambiente)

- BECK, Fábio de Lima, et. al. **Projeto Pedagógico: ensino de graduação**. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 2000. (Boletim Técnico, n. 06)
- BELTRAME, Angela da Veiga. **Estudo das propriedades físicas do solo, visando conhecer seu funcionamento hídrico (Sorocaba do Sul) Biguaçu (SC)**. 1997. 159f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- BENEDET, Cristina. Caracterização dos Riscos de Desastres Naturais no Município de Biguaçu, SC.. In: Congresso Brasileiro sobre Desastres Naturais, 2012, Rio Claro, SP. **Anais - Congresso Brasileiro sobre Desastres Naturais**. 2012. v.1.
- BIGARELLA, João José; MOUSINHO, Maria Regina; SILVA, Jorge Xavier da. Considerações a respeito da evolução das vertentes. **Boletim Paranaense de Geografia**, n. 16 e 17, p.43-84, julho de 1965.
- BLAIKIE, Piers et al. **Vulnerabilidad: El entorno social, político, y econômico de los desastres**. La Red: 1996.
- BRASIL. **Lei N. 12.608, de 10 de abril de 2012**. Brasília, 10 de abril de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2014.
- BRASIL. **Lei n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm>. Acesso em: 02 de dezembro de 2014.
- CANNON, Terry. **Indicators for disasters risk management**. Manizales (Colombia): Inter-American Bank/ Universidad Nacional de Colombia, 2003.
- CARVALHO, Celso Santos; MACEDO, Eduardo Soares de; OGURA, Agostinho Tadashi (Orgs). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.
- CARDOZO, Francielle da Silva. **Análise das áreas suscetíveis a inundações e escorregamentos na bacia do Rio Forquilha, São José/SC**. 226 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2009.

CAPUTO, Homero pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.

CHALHOUB, Sidney. **Cidade febril: cortiços e epidemias na corte imperial**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

CARDONA, Omar Dario. Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. 2001. Univertat Politècnica de Catalunya – Escola Tècnica Superior D’Enginyers de Camins, Canals i Ports. Barcelona, setembro de 2001. 301 p.

CARDONA, Omar Dario. The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management. In.: BANKOFF, Greg; FRERKS, Georg; HILHORST, Dorothea (Ed.). **Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People**. Londres: Eartscan Publishers, 2003.

CÉRDAN, Nelly Gray de. Articulación del ordenamiento territorial y la gestión del riesgo. In.: IRG – Grupo Internacional Recursos Del Sur. **Tiempo para entregar el relevo: reducción del riesgo del desastres desde la perspectiva de la gestión ambiental, ordenamiento territorial, finanzas e inversión pública**. San Jose (C.R): Grupo Internacional Recursos Del Sur, 2007.

CASSETI, walter. **Geomorfologia**. [S. l] [2005]. Disponível em <<http://funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 20/11/2010.

CHARDON, Anne-Catherine. Amenaza, vulnerabilidad y sociedades urbanas. **Gestión y Ambiente**, v. 11, n. 2, p. 123-135, 2008a.

CHARDON, Anne-Catherine. Reasentamiento y hábitat en zonas urbanas una reflexión en Manizales. Cuadernos de vivienda y urbanismo. v. 1, n. 2, p. 226 – 247, 2008b.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM, 2014. Escala 1:500.000.

COELHO NETTO, Ana L. Hidrologia na encosta em interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE BIGUAÇU. **Mapeamento das áreas de risco**. Biguaçu, Junho de 2010.

COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL. **Relatório de Visita 039/10**. Biguaçu: Prefeitura Municipal de Biguaçu, setembro de 2010.

COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE BIGUAÇU. **Relatório de danos: chuvas ocorridas em 21 e 22 de janeiro de 2011**. Biguaçu: Prefeitura Municipal de Biguaçu, 2011a.

COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL: **Plano de Contingência do Município de Biguaçu**. Biguaçu: Prefeitura Municipal de Biguaçu, 2011b.

COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE BIGUAÇU. **Áreas de risco no perímetro urbano de Biguaçu**. Biguaçu, Janeiro de 2012.

CURSIO, Gustavo Ribas. **Antropossolos: proposta de Ordem**. Colombo (PR): EMBRAPA/MAPA, 2004.

CRISTO, Sandro Sidnei Vargas de. **Análise de susceptibilidade a riscos naturais relacionados às enchentes e deslizamentos do setor leste da bacia hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis-SC**. Florianópolis, 2002. 195 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Florianópolis, 2002.

CUNHA, Marcio Angelieri (Coord.). **Ocupação de encostas**. Publ. IPT 1831. IPT, S. Paulo, 1991. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.

DEGG, Martin. Natural disasters: recent trends and future prospects. **Journal of the Geomorphology**, v. 77, n. 3, p. 198-209, julho de 1992.

DIAS, Fernando Peres. **Análise da susceptibilidade a deslizamentos no bairro Saco Grande, Florianópolis - SC**. 2000. 103f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Florianópolis, 2000.

DUARTE et. al., **Os Consegs e a redução de riscos**. 2. ed. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2008.

EL-MASRI, Souheil; TIPLLE, Graham. Natural disaster, mitigation and sustainability: the case of developing countries. **International Planning Studies**, vl. 7, n. 2, p. 157 -175, 2002.

EIRD/IDRC - Estratégia Internacional para a Redução de Desastres e o Centro Internacional de Investigações para o Desenvolvimento. **Gestión del Risco**. Bogota (Colombia): EIRD/IDRC - Estratégia Internacional para a Redução de Desastres e o Centro Internacional de Investigações para o Desenvolvimento, 2007. (Capítulo 2)

ESTEVES, Marcelo Borges. **Aplicação de métodos geofísicos ao estudo das coberturas superficiais: caso de Sorocaba do Sul-Biguaçu/SC**. 2001. 102f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Florianópolis, 2001.

FARAH, Flávio. **Habitação e encostas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. (Coleção Habitar)

FEMA – FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. **Land Loss Reduction: a guide for state and local government planning**. [s. l.]: FEMA, 1989.

FERNANDES, Nelson F. et. al. Condicionantes Geomorfológicas dos Deslizamentos nas Encostas: Avaliação de Metodologias e Aplicação de Modelo de Previsão de Áreas Susceptíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Volume 2, n. 1, p. 51-71, 2001.

FERNANDES, Nelson F; AMARAL, Cláudio P. Movimentos de massa uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, José T.; BAPTISTA, Sandra B. (Orgs). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p.123-194.

FORTES, Edson. **A planície costeira da região de Biguaçu – SC: abordagens dos aspectos ambientais da bacia hidrográfica do Rio Biguaçu**. 1996. 195f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Florianópolis, 1996.

FUCHS, S. Susceptibility versus resilience to mountain hazards in Austria – paradigms of vulnerability revisited. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, n. 9, p. 337-352, 2009.

GIASSON, Elvio. Introdução ao estudo dos solos. In: MEURER, Egon Jose (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. 5. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2012. P. 11-27.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONÇALVES, Luiz Fernando; GUERRA, Antonio José Teixeira. Movimentos de massa na cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). GUERRA, Antonio Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Orgs). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUERRA, Antonio Teixeira. Encostas e a questão ambiental. In: GUERRA, Antonio J. Teixeira.; CUNHA, Sandra Batista da. (Orgs.). **A questão ambiental: Diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 191-218.

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

GUERRA, Antonio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUIDICINI, Guido; NIEBLE, Carlos M. **Estabilidade de Taludes naturais e de escavação**. São Paulo: Edgard Blucher, 1983.

HERRMANN, Maria Lucia de Paula; TITARELLI, Augusto Humberto Vairo. **Problemas geoambientais da faixa central do litoral catarinense**. 1998. 307f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 1998.

HERRMANN, Maria Lucia de Paula; ALVES, Daniel BORINI. Desastres naturais por mesorregiões catarinenses no período de 1980 a 2010. In.: HERRMANN, Maria Lúcia de Paula. **Atlas dos desastres naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010**. 2. ed. Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 2014. p. 199 – 206.

HERRMANN, Maria Lúcia de P. (Org.). **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: IOESC, 2005.

HIGHLAND, L.M.; BOBROWSKY, Peter. **The landslide handbook – A guide to understanding landslides**. Virginia, U.S.: Geological Survey Circular 1325, 2008.

IBGE – Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@: Biguaçu7. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 26/03/2012.

IBGE – Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. **População residente, por situação do domicílio, sexo e idade, segundo a condição no domicílio e compartilhamento da responsabilidade pelo domicílio.** 2010a.

IBGE – Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. **Área e densidade demográfica da unidade territorial.** 2010b.

IBGE – Instituto brasileiro de Geografia e Estatística – setor censitário. Florianópolis: IBGE, 2010c.

IBGE – Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. **Geomorfologia.** Florianópolis: IBGE, 2003a. (Projeto Gerenciamento Costeiro – GERCO, escala 1:100.000)

IBGE – Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. **Solos** Florianópolis: IBGE, 2003b. (Projeto Gerenciamento Costeiro – GERCO, escala 1:100.000)

IBGE – Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. **Vegetação** Florianópolis: IBGE, 2003c. (Projeto Gerenciamento Costeiro – GERCO, escala 1:100.000)

IBGE – Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. **Cobertura e uso do solo** Florianópolis: IBGE, 2003d. (Projeto Gerenciamento Costeiro – GERCO, escala 1:50.000)

IFRC – INTERNATIONAL FEDERATION OF RED CROSS AND RED CRESCENT SOCIETIES. **Risco: hazards x vulnerability.** [S. I.]: IFRC, 2000.

ISDR – Estratégia Internacional para a redução de Desastres. **Terminología sobre a reducción del riesgo de desastres.** Genebra (Suíça): Estratégia das Nações Unidas para a Redução de Desastres, 2009.

IDNDR – International Decade for Natural Disasters Reduction. **Disaster reduction in urban areas.** A contribution to the preparations for the Second United Nations Conference on Human Settlements (Habitat II), Geneva, julho de 1995.

INFANTI JR, Nelson; FORNASARI Filho, Nilton. Processos de dinâmica superficial. In: OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; BRITO, Sérgio Nertan Alves de. (Eds). **Geologia de Engenharia.** São Paulo: ABGE, 1998.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

JESUS, Ana Patrícia de. **Caracterização geológica, geomorfológica e geotécnica e de um corpo de dunas na cidade de Natal – RN**. 2002. 214 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra. Natal, 2002.

KOBYANA et. al. **Introdução a prevenção de desastres naturais**. Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina - Grupo de estudos de Desastres naturais - GEDN, 2004.

KETZMAN, Fernando F.; DINIZ, Nórís Costa. As abordagens de solos utilizadas na geologia aplicada ao meio ambiente. In: BITAR, Omar Yazbek. **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia/IPT, 1995.

LACERDA, Willy A. **Stability of natural slopes along the tropical coast of Brazil**. Rio de Janeiro: COPPE – UFRJ, 1998.

LAVELL, Allan. Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. In: FERNANDEZ, María Augusta. **Ciudades em risco: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres**. [s.l]: La Red, 1999.

LEPSCH, Igo F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LEPSCH, Igo F. **19 Lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LUIZ, Édna L. **Estudo de movimento de massa na bacia do rio Inferninho e sua influência na evolução das vertentes de Sorocaba de Dentro – Biguaçu, SC**. 1996. 130f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Florianópolis, 1996.

MARX, Murillo. **Cidade brasileira**. São Paulo: Melhoramentos/Ed. da USP, 1980.

MARICATO, Ermínia. **Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

MARIMON, Maria Paula Casagrande; PIMENTA, Luiz Henrique Fragoas. **Relatório de vistoria da área contígua a BR 101, km 192, Morro do Caseca, Município de Biguaçu.** Florianópolis: UDESC/FAED, agosto de 2009.

MASCARÓ, Juan Luís. Manual de loteamentos e urbanização. 2 ed. Porto Alegre: SAGRA/LUZZATTO, 1997.

MATTEDI, Marcos Antonio; BUTZKE, Ivani Cristina. A relação entre o social e o natural nas abordagens dos hazards e de desastres. **Ambiente & Sociedade**, Ano IV, n. 9, 2º Semestre de 2001.

MENDONÇA, Magaly. **A dinâmica têmporo-espacial do clima subtropical na região conurbada de Florianópolis/SC.** São Paulo, 2002. 343 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. São Paulo, 2002.

MONTEIRO, Maurici A.. MENDONÇA, Magali. Dinâmica atmosférica no Estado de Santa Catarina. In.: HERRMANN, Maria Lúcia de Paula. **Atlas dos desastres naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010.** 2. ed. Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 2014. p. 5 – 12.

MONTEIRO, Carlos Augusto de F. Caracterização climática do Estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Geosul**, v. 16, n. 31, p. 69 – 78, jan./jun. 2001.

MONTEIRO, Mauricí A.; MENDONÇA, Magali. Dinâmica atmosférica do Estado de Santa Catarina. In: HERRMANN, Maria Lúcia de P. (Org.). **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis: IOESC, 2005. p.5-10.

MIRANDOLA, Fabrício A.; MACEDO, Eduardo S; SOARES, Lindolfo. Zoneamento de risco geológico na área da favela Real Parque, São Paulo. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS. Florianópolis: GDN/UFSC, p. 297-311, 2004.

MACÍAS, Jesus Manuel. Análisis espacial de riesgos y El riesgo Del analysis espacial. El uso de los SIG para El atlas regional de riesgos de Colima. In.: Maskrey, Andrew (Ed). **Navegando entre Brumas: La aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgo em América Latina.** [s.l.]:La red, 1998, p. 69-77.

MANSILLA, Elisabeth. **Riesgo y ciudad**. Faculdade Autonoma do México – faculdade de arquitetura, dezembro de 2000. Disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/libros/2000/ryc/html/biblio.html>> . Acesso em: 24/04/2012.

MASKREY, Andrew. El riesgo. In.: MASKREY, Andrew (Ed). **Navegando entre Brumas: La aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgo en América Latina**. [s.l.]: La red, 1998a, p. 10-29.

MASKREY, Andrew. Estrategias para o desenho e implementação de aplicaciones SIG para el análisis de riesgos. In.: MASKREY, Andrew (Ed). **Navegando entre Brumas: La aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgo em América Latina**. [s.l.]:La red, 1998b, p. 39-68.

MASKREY, Andrew. La aplicación de los SIG al análisis de riesgos. In.: MASKREY, Andrew (Ed). **Navegando entre Brumas: La aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgo em América Latina**. [s.l.]: La red, 1998c, p. 30-38.

MINAYA PIZZARRO, Alícia. Análisis de riesgos de desastres mediante La aplicación de sistemas de información geográfica (SIG). In.: Maskrey, Andrew (Ed). **Navegando entre Brumas: La aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgo em América Latina**. [s.l.]:La red, 1998, p. 78-116.

MINAYO, Maria Cecília de (Org). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 26. Ed. Petrópolis (RJ): Vozes, 2007.

MITCHEL, James K. Megacities and natural disasters: a comparative analysis. **Geojournal**, nº 49, Netherlands, 1999, p. 137-142.

MOREIRA, Ceres V. R.; NETO, Antonio G. P. Clima e relevo. In: OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos, BRITO, Sérgio Nertan Alves de. (Eds). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.

MORENO, Othon Avallos. Ocupación de laderas: incremento del riesgo por degradación ambiental urbana em Quito, Ecuador. In: FERNADEZ, Maria Augusta (Org.). **Ciudades em riesgo: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres**. [s. l.]: La Red/USAID, 1996.

MOUSINHO, Maria Regina; BIGARELLA, João José. Movimentos de massa no transporte dos detritos se meteorização das rochas. **Boletim Paranaense de Geografia**, n. 16 e 17, p.43-84, julho de 1965.

OEA – ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS. **Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para El Desarrollo Regional Integrado**. Washington: OEA/USAID, 1993.

OGURA, Agostinho T.; SILVA, Fabiana C.; VIEIRA, Augusto J. N. L. Zoneamento de risco de escorregamento das encostas ocupadas por vilas operárias como subsídio a elaboração do plano de gerenciamento das áreas de risco da Estância Climática de Campos do Jordão - SP. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS. Florianópolis: GDN/UFSC, p. 44-58, 2004.

OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; BRITO, Sérgio Nertan Alves de. **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.

OLIVEIRA, Francisca Leiliane Sousa de; ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. Dimensões dos riscos naturais nas cidades – estudo de caso dos sítios urbanos de Fortaleza e Pacoti, Ceará, Brasil. **Revista Geonorte** (edição especial), v. 1. n. 4, p. 612-623, 2012.

OLIVEIRA, Manoel Carlos de. Construção de uma carta para determinação de orientação de vertentes. **Revista do Instituto Geológico de São Paulo**, v. 5, n. 1, p. 47-50, jan./dez. 1984.

ONU – Organizações das Nações Unidas; EIRD - Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. **La gestión Del riesgo de desastres hoy: contextos globales, herramientas locales**. Centro Internacionales de Investigaciones para El Desarrollo, 2008. Disponível em: <<http://www.eird.org/gestion-del-riesgo/index.html>>

PALMIERI, Francesco; LARACH, Jorge O. I. Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA, Antonio J. T.; CUNHA, Sandra B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Bertrand Brasil, 2000. p. 59-122.

PINTO, Carlos de Sousa. **Curso básico de mecânica dos solos em 16 aulas**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

PARKER, D; MITCHEL, J. K. Disaster vulnerability of megacities: an expansive problem requires rethining and innovative responses. **Geoujournal**, v. 3, n. 37, p. 295-391, 1995.

PEDRÓN, Fabrício de Araujo, et. al. Solos urbanos. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1647-1653, 2004.

PEDRÓN, Fabrício de Araujo, et. al. Levantamento e classificação de solos em áreas urbanas: importância, limitações e aplicações. **Revista Brasileira Agrociências**, v. 13, n. 2, p. 147-151, 2007.

PELOGGIA, Alex Ubiratan G. Deve haver um “método” para a cartografia geotécnica? Discussão metodológica acerca da cartografia geotécnica em algumas de suas modalidades mais difundidas. **Revista Brasileira de Geociências**, n. 27, v. 2, p. 199-206, 1997.

PELOGGIA, A. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo**. São Paulo: Xamã, 1998. p. 271.

PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; SALLES, Cintia Philippi; SILVEIRA, Vicente Fernando. Saneamento do meio em emergências ambientais. In. PHILIPPI JUNIOR, Arlindo (editor). **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, São Paulo: Manole, 2005. (Coleção Ambiental).

PESSOA, Denise Falcão. **Utopias e cidades: proposições**. São Paulo: Annablume; FAPESP, 2006.

PRESS et al. **Para entender a terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. (Capítulo 12 – Dispersão de massa)

PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU. **Planta do loteamento Jardim Tiburcio**. Biguaçu: Prefeitura Municipal de Biguaçu, 1977.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU. **Planta do loteamento Jardim Anápolis**. Biguaçu: Prefeitura Municipal de Biguaçu, 1979.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU. **Áreas de Risco**. Biguaçu: Prefeitura Municipal de Biguaçu, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU. **Lei Ordinária n. 3051 de 01 de junho de 2011**. Institui o nome de dezessete bairros no perímetro urbano do município de Biguaçu. Prefeitura municipal de Biguaçu, 2011a.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU. **Relatório de danos: chuvas ocorridas em 21 e 22 de janeiro de 2011**. Biguaçu: Prefeitura Municipal de Biguaçu, 2011b.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU. **Relatório de danos: chuvas ocorridas em 12 e 13 de março de 2011**. Biguaçu: Prefeitura Municipal de Biguaçu, 2011c.

- PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU. **Clipagem. Assunto: chuvas ocorridas em 09 de agosto de 2011.** Biguaçu: Prefeitura Municipal de Biguaçu, 2011d.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU. **Arquivo de imagens.** Biguaçu: Prefeitura Municipal de Biguaçu, Agosto de 2011.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU. **Arquivo de imagens.** Biguaçu: Prefeitura Municipal de Biguaçu, Abril de 2012.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU. **Mapa de Proposta de Zoneamento – Macrozona Consolidada.** Revisão do Plano Diretor Municipal, 2014a.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU. **Anexo III - Tabela I - Parâmetros de Uso e Ocupação do Solo.** Revisão do Plano Diretor Municipal, 2014b.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU. **Lei complementar nº 71 de 30 de setembro de 2014.** Altera a Lei Complementar n. 12 de 2009 e dá outras providências. Prefeitura municipal de Biguaçu 2014c.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU. **Beneficiados residencial Saúde – Área de risco.** Biguaçu: Prefeitura Municipal de Biguaçu, 2015.
- RIOS, Diego Martín. Vulnerabilidad institucional y desastres naturales, Del manejo de los desastres a La Gestión integral de riesgos de desastres? In.: SIMPÓSIO BRAILEIRO DE DESASTRES NAUTURALS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais.** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. P. 866-880.
- RAIMUNDO, Huri Alexandre. **Aspectos geotécnicos e pluviométricos associados a instabilidade de encostas em Florianópolis - SC.** Florianópolis, 1998. 325p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- REGO NETO, Cândido Bordeaux. **Mapa de Uso do Solo Recomendado (Morro da Cruz – Florianópolis – SC). 1988.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1988.
- RICE, R. J. **Fundamentos de Geomorfología.** Madrid: Paraninfo, 1983.

ROBAINA, Luís Eduardo de Souza. Espaço urbano: relação com os acidentes e desastres naturais no Brasil. **Ciência & Natura**, v. 30, n. 2, p. 93-105, 2008.

SAITO, Silvia. **Estudo analítico da suscetibilidade a escorregamentos e quedas de blocos no Maciço Central de Florianópolis-SC**. Florianópolis, 2004. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-graduação em Geografia, Florianópolis, 2004.

SAITO, Silvia Midori. **Dimensão socioambiental na gestão de risco dos assentamentos precários do Maciço do Morro da Cruz, Florianópolis - SC**. Florianópolis, 2011. 253p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2011.

SANTA CATARINA Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas de Santa Catarina**. Florianópolis: GAPLAN; Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173p.

SANTOS, Rafael David dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência de solo, 2005.

SOARES, Iaponan. **História do município de Biguaçu**. Florianópolis: AAA – SC, 1988.

SAMPIERI, Roberto H.; COLLADO, Carlos F.; LUCIO, Maria Del Pilar B. **Metodologia de pesquisa**. Porto Alegre: Penso Editora, 2013.

SANTOS, Álvaro Rodrigues dos. Escorregamentos na Serra do Mar. In: SANTOS, Álvaro Rodrigues dos. **Geologia de engenharia: conceitos, métodos e prática**. 2. ed. São Paulo: O Nome da Rosa/ABGE, 2009. p. 146-157.

SIAB – Sistema de Informação da Atenção Básica. **Cadastro do Sistema de Informação da Atenção Básica**. [S.I]: ESF – Estratégia da Saúde da Família; SUS – Sistema Único de Saúde, 2015.

SILVA, Raquel Carvalho da. **Vulnerabilidade socioambiental a desastres na bacia hidrográfica do rio Itacorubi, Florianópolis, SC**. 2010. 164p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

STRAUSS, Anselm; CORBIN, Juliet. **Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada**. 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR J. M.; AZEVEDO, A. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 15, n. 4, p. 273-286, 1985.

TRAININI, Douglas Roberto et al. **Projeto Vidal Ramos Biguaçu**. Relatório final. Porto Alegre: CPRM, 1978. Escala 1:50 000.

UITTO, Juha I. The geography of disaster, vulnerability im megacities: theoretical framework. **Applied Geography**, v. 18, n. 1, p. 7-16, 1998.

UERJ – UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Estabilidade de taludes**. Rio de Janeiro: Faculdade de Engenharia, Departamento de Estruturas e Fundações, 2008.

VARNES, J David. **Landslide hazard zonation: a review of principles and practice**. [S I]: United Nations Educational Scientific and Cultural, 1984. (Série: Natural hazards).

VEYRET, Yvette (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

VEYRET, Yvette. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

VICENTE, A. P. Arquivo de imagens. Agosto e setembro de 2011.

WICANDER, R.; MONROE, James S.; PETERS, E. Kirsten. **Fundamentos de Geologia**. São Paulo: Cengage Learnig, 2009. (Capítulo: Movimento Gravitacional de massa)

WILCHES-CHAUX, Gustavo. La vulnerabilidad global. In: maskrey, Andrew. **Los destastres no son naturales**. La Red, 1993. p. 11-44.

WILCHES-CHAUX, Gustavo. **Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecânico y soldador yo voy a correr** el riesgo: guia de La RED para a gestión local del riesgo. La Red, 1998.

WOLLE, Claudio Michael.; CARVALHO, Celso Santos. Deslizamentos em encostas na Serra do Mar - Brasil. **Solos e Rochas**, n. 12, p. 27-36, 1989.

ZUQUETTE, Lázaro; GANDOLFI, Nilson. **Cartografia geotécnica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

ZÊZERE, José Luís. **Dinâmica de vertentes e riscos geomorfológicos**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa, 2005.

