

Tatiani Pires Passos

**MAPEAMENTO E GESTÃO DE RISCO DE DESLIZAMENTOS EM  
ÁREAS URBANAS NO MUNICÍPIO DE CAMBORIÚ/SC**

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil – PPGEC na Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil.  
Orientador: Prof. Dr. Rafael Augusto dos Reis Higashi

Florianópolis  
2017

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

Passos, Tatiani Pires  
Mapeamento e Gestão de Risco de Deslizamentos em  
Áreas Urbanas no município de Camboriú/SC. / Tatiani  
Pires Passos ; orientador, Rafael Augusto dos Reis  
Higashi, 2007.  
159 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós  
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2007.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Riscos Ambientais. 3.  
Deslizamentos. 4. Paisagem Urbana. 5. Ocupação  
Irregular de Áreas Urbanas. I. Higashi, Rafael  
Augusto dos Reis. II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Civil. III. Título.

Tatiani Pires Passos

## **MAPEAMENTO E GESTÃO DE RISCO DE DESLIZAMENTOS EM ÁREAS URBANAS NO MUNICÍPIO DE CAMBORIÚ/SC**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil na Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 29 de Setembro de 2017.

---

Prof. Glicério Trichês, Dr.  
Coordenador do Curso

### **Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Liseane Padilha Thives, Dr.<sup>a</sup>.  
Moderadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof.<sup>a</sup> Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Amilton Amorim, Dr.  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

---

Prof.<sup>a</sup> Regina Davison Dias, Dr.<sup>a</sup>.

Universidade Federal de Santa Catarina



Aos meus pais...  
pelo inesgotável apoio à minha formação.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por permitir que eu chegasse até aqui, pela força nos momentos difíceis, por iluminar meu caminho durante todos os dias e me confortar sempre que precisei.

Aos meus pais, Humberto e Elizabeth, pelo apoio e suporte em todas as decisões e necessidades, sempre torcendo pela minha felicidade e dispostos a me ajudar.

Ao meu orientador professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, agradeço pelo acolhimento no grupo da pós-graduação PPGEC/UFSC, sou muito grata pela segura orientação, confiança e oportunidade de aprendizado. Agradeço, também aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFSC, pela oportunidade de convívio e importantes lições recebidas.

À equipe técnica do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC e da Secretaria de Proteção e Defesa Civil do município de Camboriú/SC, o meu muito obrigado pela assessoria técnica durante a realização da fundamentação teórica desta pesquisa.

Aos colegas professores e profissionais da Faculdade Avantis no apoio em minha atual atuação profissional, à frente do Curso de Arquitetura e Urbanismo.



## RESUMO

A presente dissertação teve como objetivo principal mapear e analisar os aspectos físicos (geomorfologia, geologia e uso do solo) e sociais (percepção ao risco) de um possível processo de deslizamento de solo no Loteamento Jardim Denise, localizado no município de Camboriú/SC. A metodologia da pesquisa consistiu nos levantamentos bibliográficos referentes ao tema e a área de estudo; levantamento de dados com trabalhos de campo; preparação das bases cartográficas; análise de imagens e aplicação de técnicas de geoprocessamento com o mapeamento dos aspectos físicos e caracterização das feições dos movimentos de massa. Outro aspecto identificado foi de que a urbanização acelerada, associada à ausência histórica de políticas públicas habitacionais no município, levou a população a ocupar desordenadamente áreas urbanas de encostas, transformaram a paisagem, impulsionando uma futura ocorrência de processos do meio físico causadores de desastres naturais. Com relação aos aspectos físicos, há predomínio de declividades acentuadas, que associadas à forma de ocupação do solo, resultam em áreas de alta e moderada suscetibilidade a deslizamentos. O foco deste trabalho é conhecer, aplicar e analisar detalhadamente os critérios utilizados em três metodologias de mapeamento consolidadas, que resultaram em um Mapa de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa. Uma avaliação crítica é realizada nos resultados encontrados, avaliando os reflexos na obtenção do referido grau de probabilidade do risco na localidade estudada, contribuindo para subsidiar futuros levantamentos em áreas de risco de deslizamentos e incentivar práticas de gerenciamento dos riscos nas cidades. A Metodologia de Individualização das Encostas, de Gusmão Filho et al. (1992), caracteriza bem a suscetibilidade em uma escala de 1:10.000, a partir do retro análise dos eventos de deslizamentos, da caracterização geológica-geotécnica das unidades litológicas e dos condicionantes climáticos e topográficos, na área de estudo.

**Palavras-chave:** Risco. Deslizamento. Paisagem.



## ABSTRACT

This main objective of this dissertation is to map and analyze the physical aspects (geomorphology, geology and land use) and social (risk perception) of a possible landslide process in the Jardim Denise Allotment, located at Camboriú/SC. The methodology research consisted of the bibliographic surveys concerning to the subject and area of study; survey of data with field works; preparation of the cartographic bases; images analysis and application of geoprocessing techniques with the mapping of physical aspects and characterization of the features of the mass movements. Another aspect was that the accelerated urbanization, associated with the historical lack of public housing policies in the city, led to the population to occupy disorderly urban areas of slopes, have transformed the landscape, driving a future occurrence of physical processes that cause natural disasters. Regarding the physical aspects, there is a predominance of sharp slopes, wich associated to the soil occupation, result in areas of high and moderate susceptibility to landslides. The focus of this study is to understand, apply and analyze in detail the criteria used in three methodologies for mapping statements, wich resulted in a Risk Map of Gravitational Mass Landslides. A critical evaluation is performed on the obtained results, evaluating the reflexes in obtaining the aforementioned degree of probability of the risk in the studied locality, contributing to subsidize future surveys in landslide risk areas and encourage practices of risk management in the cities. The Methodology of Individualization of the Slopes, of Gusmão Filho et al. (1992), described as the susceptibility in a scale of 1:10.000, from retro analysis of events of landslides, the geological characterization of lithology unit and climatic constraints and topography, in the area of study.

**Keywords:** Risk. Landslide. Landscape.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação dos riscos ambientais .....	27
Figura 2 – Parâmetros que envolvem uma análise de risco .....	28
Figura 3 – Principais tipos de deslizamentos .....	31
Figura 4 – Ciclo hidrológico .....	35
Figura 5 – Corte transversal através de três bacias hidrográficas adjacentes .....	36
Figura 6 – Erosão hídrica pluvial .....	37
Figura 7 – Localização do município de Camboriú/SC .....	38
Figura 8 – Mapa 08 – Limites urbanos de Camboriú/SC .....	39
Figura 9 – Mapa 04 – Fisiografia de Camboriú/SC .....	40
Figura 10 – Vista aérea do município de Camboriú/SC .....	40
Figura 11 – Mapa de Declividade do município de Camboriú/SC .....	41
Figura 12 – Mapa de Hipsometria do município de Camboriú/SC .....	42
Figura 13 – Relevo sombreado do município de Camboriú/SC .....	43
Figura 14 – Relevo do município de Camboriú/SC .....	44
Figura 15 – Geologia do município de Camboriú/SC .....	45
Figura 16 – Mapa 05 – Restrições legais .....	46
Figura 17 – Levantamento Geotécnico para área de expansão urbana no município de Camboriú/SC .....	51
Figura 18 – Modelo Digital do Terreno da área de expansão urbana no município de Camboriú/SC .....	53
Figura 19 – Mapa de Declividade da área de expansão urbana no município de Camboriú/SC .....	54
Figura 20 – Mapa de Suscetibilidade a deslizamentos rasos: cenário – espessura do solo de 10m, para a Área de Expansão Urbana do	

município	de	Camboriú/SC	
.....			56
Figura 21 – Ruptura de encosta no bairro Areias, em Camboriú/SC			
.....			
			58
Figura 22: Croqui referente ao processo de ruptura de encosta no bairro Areias, em Camboriú/SC			
.....			
			58
Figuras 23 e 24 – Fluxo de água superficial no bairro Areias, em Camboriú/SC			
.....			
			59
Figura 25 – Presença de solo argiloso no bairro Areias, em Camboriú/SC			
.....			
			60
Figura 26 – Instabilidade de encosta no bairro Monte Alegre, em Camboriú/SC			
.....			
			60
Figura 27 – Ruptura de encosta no bairro Monte Alegre, Camboriú/SC			
.....			
			61
Figura 28 – Composição da paisagem urbana no loteamento Jardim Denise			
.....			
			62
Figuras 29 e 30 – Matacões distribuídos na área do loteamento Jardim Denise			
.....			
			63
Figura 31 – Rede de drenagem de águas pluviais inexistente, Jardim Denise			
.....			
			64
Figura 32 – Corte do terreno originando taludes, loteamento Jardim Denise			
.....			
			64
Figura 33 – Ocupação atual do loteamento Jardim Denise			
.....			
			69
Figura 34 – Mapa da Evolução Temporal da Área de Estudo			
.....			
			69
Figuras 35 e 36 – Moradias em área de risco de deslizamentos, Jardim Denise			
.....			
			70

Figura 37 – Formas de atuação em relação a áreas de risco de deslizamentos .....	72
Figura 38 – Tipos de mapas de risco .....	73
Figura 39 – Diagrama das etapas da pesquisa .....	95
Figuras 40 e 41 – Visitas de reconhecimento ao loteamento Jardim Denise .....	97
Figura 42 – Aerolevanteamento no loteamento Jardim Denise, maio 2017 .....	99
Figura 43 – Detalhe da ocupação do lote no loteamento Jardim Denise .....	100
Figura 44 – Múltiplas residências em um único lote, no loteamento Jardim Denise, maio 2017 .....	100
Figuras 45 e 46 – Moradias analisadas no Ponto de Estudo 01 – P01 ..	105
Figura 47 – Talude em Corte analisados no Ponto de Estudo 01 .....	106
Figura 48 – Moradias próximas aos taludes sem calha de escoamento pluvial .....	107
Figura 49 – Sinais de movimentação nas edificações analisadas no Jardim Denise .....	108
Figura 50 – Moradias analisadas no Jardim Denise, em Camboriú/SC	121
Figura 51 – Presença de esgoto ao céu aberto no loteamento Jardim Denise, em Camboriú/SC .....	126

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Agentes e causas dos deslizamentos e processos correlatos .....	
33	
Quadro 2 – Fatores de suscetibilidade e vulnerabilidade a deslizamentos .....	
34	
Quadro 3 – Fatores condicionantes antrópicos e naturais para erosão hídrica .....	
38	
Quadro 4 – Roteiro metodológico para análise e mapeamento de riscos .....	
75	
Quadro 5 – Dados gerais sobre a moradia ou grupo de moradias (1º PASSO) .....	
76	
Quadro 6 – Caracterização do local (2º PASSO) .....	
76	
Quadro 7 – Roteiro de cadastro da ação das águas (3º PASSO) .....	
78	
Quadro 8 – Roteiro de cadastro dos tipos de vegetações no local ou proximidades (4º PASSO) .....	
78	
Quadro 9 – Roteiro de cadastro dos sinais de movimentação (5º PASSO) .....	
79	
Quadro 10 – Tipos de processo de instabilização esperados (6º PASSO) .....	
80	
Quadro 11 – Critérios para a determinação do nível de risco.....	
81	
Quadro 12 – Determinação do nível de risco (7º PASSO) .....	
81	
Quadro 13 – Necessidade de remoção (8º PASSO) .....	
82	
Quadro 14 – Ficha para avaliação do potencial de risco .....	
89	
Quadro 15 – Categorias e fatores de risco .....	
91	

Quadro 16 – Detalhamento dos fatores por grau de risco de deslizamentos

.....  
92

Quadro 17 – Roteiro de cadastro da ação das águas no Jardim Denise

.....  
107

Quadro 18 – Avaliação do potencial e fatores por grau de risco\_ponto de estudo – Loteamento Jardim Denise.....

117

Quadro 19 – Obtenção do grau de risco final\_Loteamento Jardim Denise..... 118

Quadro 20 – Atividades de gerenciamento de riscos e respostas a desastres

.....  
128

Quadro 21 – Principais características de dispositivos institucionais que devem contemplar a questão dos deslizamentos .....

130



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipos e características dos processos de deslizamentos .....	30
Tabela 2 – Declividade do município de Camboriú .....	42
Tabela 3 – Hipsometria do município de Camboriú .....	42
Tabela 4 – Classes de relevo baseado no Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos .....	48
Tabela 5 – Identificação de espessura de horizonte .....	48
Tabela 6 – Unidades Geotécnicas e suas respectivas áreas .....	52
Tabela 7 – Resumo dos parâmetros de resistência dos solos .....	53
Tabela 8 – Fator de Segurança e declividades limites .....	55
Tabela 9 – Área (%) das classes do SHALSTAB .....	55
Tabela 10 – Situação Socioeconômico, em 2007, no Loteamento Jardim Denise .....	65
Tabela 11 – Situação Habitacional, em 2007, no Loteamento Jardim Denise .....	66
Tabela 12 – Situação Patrimonial, em 2007, no Loteamento Jardim Denise .....	67
Tabela 13 – Situação Ambiental, em 2007, no Loteamento Jardim Denise .....	68
Tabela 14 – Pesos e graus de vulnerabilidade determinados .....	84
Tabela 15 – Peso dos fatores de vulnerabilidade da variável selecionada .....	84

Tabela 16 – Variáveis e graus de vulnerabilidade do Fator Socioeconômico para suscetibilidade a deslizamentos .....	85
Tabela 17 – Variáveis e graus do Fator Físico-Ambiental para suscetibilidade a deslizamentos .....	85
Tabela 18 – Variáveis e graus de vulnerabilidade Fator Saúde para suscetibilidade a deslizamentos .....	86
Tabela 19 – Variáveis e graus de vulnerabilidade Fator Educação para suscetibilidade a deslizamentos .....	87
Tabela 20 – Variáveis e graus de vulnerabilidade Fator Percepção de Risco para suscetibilidade a deslizamentos .....	87
Tabela 21 – Variáveis e graus de vulnerabilidade Fator Infraestrutura Urbana e Ocupação do Solo para suscetibilidade a deslizamentos .....	88
Tabela 22 – Grau de risco de deslizamentos .....	91
Tabela 23 – Obtenção dos graus de risco finais de deslizamentos .....	93
Tabela 24 – Fator Socioeconômico e graus de vulnerabilidade para o ponto estudo – loteamento Jardim Denise .....	110
Tabela 25 – Fator Físico-Ambiental e graus de vulnerabilidade para o ponto estudo – loteamento Jardim Denise .....	110
Tabela 26 – Fator Saúde e graus de vulnerabilidade para o ponto estudo – loteamento Jardim Denise .....	111
Tabela 27 – Fator Educação e graus de vulnerabilidade para o ponto estudo – loteamento Jardim Denise .....	111
Tabela 28 – Fator Percepção de Risco e graus de vulnerabilidade para o ponto estudo – loteamento Jardim Denise .....	112
Tabela 29 – Fator Infraestrutura Urbana e graus de vulnerabilidade para o ponto estudo – loteamento Jardim Denise .....	112

Tabela 30 – Peso dos fatores de vulnerabilidade aplicados no loteamento Jardim Denise, em Camboriú/SC .....	113
Tabela 31 – Unidade de relevo identificada no ponto de estudo .....	115
Tabela 32 – Unidade de relevo X Grau de suscetibilidade de deslizamento .....	115
Tabela 33 – Intervalo pluviométrico X Grau de suscetibilidade de deslizamento .....	115
Tabela 34 – Unidades geológicas X Grau de suscetibilidade de deslizamento .....	116
Tabela 35 – Unidades pedológicas X Grau de suscetibilidade de deslizamento .....	116

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AMFRI – Associação dos Municípios da Foz do Rio Itajaí  
APP's – Áreas de Preservação Permanente  
CEPED – Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres  
CIRAM – Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina  
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
CUIDA – Comissão Urbana de Contenção da Ocupação Irregular e Degradação Ambiental de Balneário Camboriú  
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina  
GERCO/SC – Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo  
IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano  
ISDR – International Strategy for Disaster Reduction  
LAMGEO/UFSC – Laboratório de Mapeamento Geotécnico da Universidade Federal de Santa Catarina  
ONU – Organização das Nações Unidas  
PMC – Prefeitura Municipal de Camboriú  
PMRR – Plano Municipal de Redução de Risco  
PDDTC – Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Camboriú  
RADAMBRASIL – Projeto Radar da Amazônia  
RPA – Aeronave Remotamente Pilotada  
SCTME – Secretaria da Ciência e Tecnologia, Minas e Energia  
SHALSTAB – Shallow Landslide Stability Analysis  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
UNDRO – United Nations Disaster Relief Organization



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	23
1.1 OBJETIVOS .....	25
1.1.1 <b>Objetivo geral</b> .....	25
1.1.2 <b>Objetivos específicos</b> .....	25
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	27
2.1 RISCOS AMBIENTAIS .....	27
2.2 MOVIMENTOS DE MASSA GRAVITACIONAIS .....	29
2.2.1 <b>Fatores para deflagração dos movimentos de massa gravitacionais</b> .....	32
2.2.1.1 Fenômenos hidrológicos e desastres naturais .....	35
2.2.1.2 Condicionantes geológicos e geomorfológicos da bacia hidrográfica .....	36
2.2.1.3 Condicionantes da erosão hídrica .....	37
2.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	38
2.3.1 <b>Análise geomorfológica do município de Camboriú/SC</b> .....	38
2.3.2 <b>Loteamento Jardim Denise, bairro Rio Pequeno, Camboriú/SC</b> .....	62
2.4 METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO DE RISCO A DESLIZAMENTOS .....	71
2.4.1 <b>Método de Avaliação e Mapeamento de Áreas de Risco – Ministério das Cidades/IPT</b> .....	72
2.4.1.1 Roteiro metodológico para análise e mapeamento de área de risco .....	75

<b>2.4.2 Método de Avaliação de Vulnerabilidade para Mapeamento de Áreas Suscetíveis a Deslizamentos – CEPED/UFSC</b>	<b>83</b>
2.4.2.1 Roteiro metodológico CEPED/UFSC: definição dos fatores, variáveis e determinação dos pesos para o grau de vulnerabilidade	84
2.4.2.2 Mapa temático de vulnerabilidade socioeconômica e de infraestrutura urbana e ocupação do solo	88
<b>2.4.3 Metodologia da Individualização das Encostas – Gusmão Filho et al. (1992) para elaboração de mapa de risco de deslizamentos</b>	<b>89</b>
<b>3. MÉTODO E ETAPAS DA PESQUISA</b>	
	<b>95</b>
3.1 DEFINIÇÃO DO PONTO DE ESTUDO 01	96
3.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS BIBLIOGRÁFICOS E CARTOGRÁFICOS DO PONTO DE ESTUDO	96
3.3 MAPAS TEMÁTICOS E DADOS PREEXISTENTES	101
<b>4. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS GERADOS PELAS METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO DE RISCO APLICADAS – RESULTADO 01</b>	
	<b>105</b>
4.1 ROTEIRO METODOLÓGICO DE MAPEAMENTO DE RISCO MINISTÉRIO DAS CIDADES/IPT (2007)	105
4.2 ROTEIRO METODOLÓGICO DE MAPEAMENTO DE RISCO – CEPED/UFSC (2014)	109
4.3 ROTEIRO DA METODOLOGIA DA INDIVIDUALIZAÇÃO DAS ENCOSTAS – GUSMÃO FILHO et al. (1992)	114
<b>5. A GESTÃO DO RISCO DE DESLIZAMENTOS EM CAMBORIÚ/SC: INTERPRETANDO A PAISAGEM E O</b>	

<b>LUGAR</b>	.....
<b>121</b>	
5.1 FORMAÇÃO DA PAISAGEM DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO SOCIAL: OCUPAÇÃO FRENTE A POTENCIALIZAÇÃO DO RISCO DE DESLIZAMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA	..... 124
5.2 A RESPONSABILIDADE PELAS AÇÕES PARA REDUÇÃO DE DESLIZAMENTOS: COMUNIDADE E ÓRGÃOS OFICIAIS	..... 127
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	.....
<b>133</b>	
<b>REFERÊNCIAS</b>	..... 137
<b>ANEXOS</b>	..... 145
<b>APÊNDICES</b>	.....
<b>147</b>	

# 1 INTRODUÇÃO

O Brasil, possui perspectivas de expansão em sua ocupação territorial, sendo indispensável uma política de planejamento do meio físico, que recorra ao uso de mapas geotécnicos que possibilitem o auxílio e a interpretação de dados necessários como subsídio ao planejamento regional urbano, uso e ocupação de solo e, implantação de políticas públicas de conscientização da população.

Nos municípios com indicativos de crescimento populacional é primordial o planejamento do território devido às variáveis geográficas e ambientais serem distintas em cada municipalidade.

A urbanização acelerada intensificada nas últimas décadas tem produzido aglomerados populacionais, nos quais razões socioeconômicas e fortes especulações imobiliárias agravam os efeitos negativos da ocupação desordenada. A característica principal deste tipo de ocupação se dá através de construções em locais com severas restrições ao uso urbano como: áreas de mananciais e encostas (MOTTER et al., 2001).

O Planejamento Urbano assume a cidade como um ato contínuo de pensar e agir, sendo um processo decisivo para transformação da cidade com objetivos pré-estabelecidos. O processo é complementado com características multidisciplinares de outras disciplinas, como a geografia, a sociologia e a economia ao longo do tempo. (KOHLSDORF, 1985).

A gestão dos terrenos deve contemplar a avaliação do impacto da ação antrópica nas modificações causadas ao ambiente, para então determinar uma faixa de ocupação aceitável, indicando quais as medidas e recomendações a serem adotadas para minimizar as alterações e os impactos ambientais.

No Brasil, os processos de instabilização de encostas estão entre os principais fenômenos relacionados a desastres naturais em áreas urbanas precárias. Os deslizamentos nas encostas estão associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados. As características geológicas e geomorfológicas guardam relação com pretéritos movimentos de massa gravitacionais, sendo processos naturais induzidos pela ação antrópica (FERNANDES; AMARAL, 1996).

De acordo com Carvalho e Galvão (2006), os levantamentos de riscos realizados em áreas urbanas de vários municípios brasileiros indicam que, em sua maioria, a falta de infraestrutura urbana é uma das principais causas dos fenômenos de deslizamentos no Brasil. Desta forma, uma política eficiente de prevenção de risco de deslizamentos em

encostas deve ter os assentamentos precários como áreas prioritárias de atuação nos municípios.

As ocupações urbanas precárias em encostas devem também fazer parte das políticas municipais de habitação, saneamento e planejamento urbano.

A remoção da vegetação, a execução de cortes e aterros instáveis para a construção de moradias e vias de acesso, a deposição de lixo nas encostas, a ausência de sistemas de drenagem pluvial, elevada densidade populacional e a fragilidade das moradias favorecem o aumento tanto da frequência das ocorrências como a magnitude dos acidentes.

A identificação e análise de riscos consistem na primeira etapa para se estabelecer um programa de gerenciamento de riscos (*United Nations Disaster Relief Organization – UNDRP*, 1991). Sem o conhecimento da dimensão do problema, não há como planejar e agir adequadamente para resolvê-lo. O diagnóstico de risco deve: informar quais são os indicadores ou evidências dos processos ambientais que, potencialmente, podem causar danos à população, às edificações ou à infraestrutura; estabelecer alguma hierarquização das situações identificadas e; estimar o número de edificações e de pessoas potencialmente afetadas (NOGUEIRA, 2006).

O mapeamento de risco (identificação, análise de riscos e delimitação das áreas de sua ocorrência) é executado por meio de trabalhos de campo, nos quais, são avaliadas as possibilidades (probabilidades) de ocorrência dos processos destrutivos (perigo); a vulnerabilidade do elemento e as consequências sociais e/ou econômicas, caso ocorra um determinado processo destrutivo.

Segundo Cerri (2006), os mapeamentos de risco, no Brasil e em muitos países, são predominantemente realizados por avaliações qualitativas, ou seja, os riscos são identificados com base na opinião técnica da equipe que executa o mapeamento com o apoio de informações dos moradores da área mapeada.

A investigação, nesta pesquisa, aponta a necessidade de entender as formas e os processos em metodologias de mapeamento e gestão de risco para a área urbanizada no município catarinense de Camboriú. A área de estudo selecionada para este fim está localizada no bairro Rio Pequeno, denominado loteamento Jardim Denise, onde será aplicado o Método de Avaliação e Mapeamento e Áreas de Risco do Ministério das Cidades desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT e; o Método de Avaliação de Vulnerabilidade para Mapeamento de Áreas Suscetíveis a Deslizamentos desenvolvido

pelo Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC .

Para aperfeiçoar as abordagens, no mapeamento do risco de movimentos de massa gravitacionais, incorporou-se a este estudo a Metodologia de Individualização das Encostas, desenvolvida por Gusmão Filho et al. (1992), através da análise dos indicadores e a hierarquização dos setores de perigo.

O diagnóstico do perigo de deslizamentos em encostas urbanas precárias no município de Camboriú/SC se faz necessário, uma vez que os deslizamentos planares envolvendo cortes e aterros em encostas naturais causam o maior número de vítimas no Brasil.

A pesquisa justifica-se devido à necessidade crescente de se mapear o risco/perigo de deslizamentos em encostas urbanas nos municípios brasileiros, cujos resultados são decisivos para eficácia de políticas de intervenções voltadas à consolidação da ocupação e de gerenciamento de riscos.

Dessa forma, após a análise dos resultados obtidos através da aplicação das metodologias de mapeamento de risco, a presente pesquisa busca identificar a metodologia de melhor aplicabilidade para a região de estudo, auxiliando na prevenção e gerenciamento dos riscos de deslizamento na cidade de Camboriú/SC.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Identificar as áreas suscetíveis a deslizamentos presentes em setores urbanos no município Camboriú/SC, através da aplicação e confrontamento de metodologias de análise de risco consolidadas, buscando a gestão e prevenção dos riscos.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- a) Identificar às áreas de ocupações irregulares com riscos de deslizamentos gravitacionais de massa, no município catarinense de Camboriú, criando um banco de dados para identificação e análise dos indicadores;
- b) Comparar e aplicar na área mapeada a proposta de incorporação da Metodologia de Individualização das Encostas, desenvolvida por Gusmão Filho et al. (1992), através da análise dos indicadores e a hierarquização dos

setores de perigo; com outras metodologias de análise de risco de deslizamentos;

- c) Eleger o Mapa de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa para o loteamento Jardim Denise, no município de Camboriú, que indique o melhor resultado, a partir dos dados extraídos das metodologias de análise aplicados, no ponto de estudo.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 RISCOS AMBIENTAIS

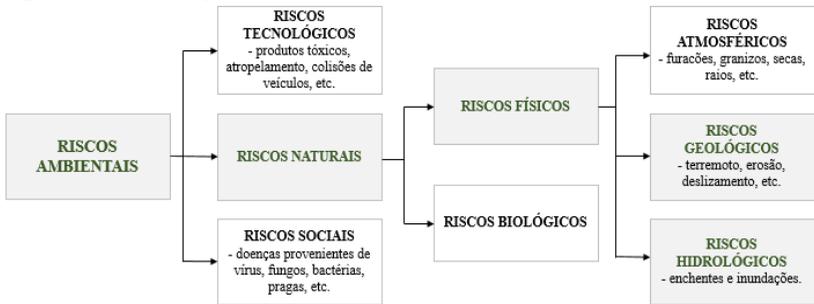
O Risco Ambiental é definido como a probabilidade de eventos perigosos causarem consequências indesejáveis para uma área habitada, transformando um fenômeno natural em desastre (OGURA; MACEDO, 2002).

Neste sentido, Veyret (2007) define que risco é um objeto social, uma vez que este somente se configura na presença de um indivíduo, grupo ou população que o perceba ou possa sofrer seus efeitos, ou seja, o risco seria a tradução de um perigo para aquele que habita uma determinada área suscetível à ocorrência de eventos.

Sendo assim, quando se trata de risco, deve ser considerada a suscetibilidade à ocorrência de fenômenos e a vulnerabilidade (fragilidade social – densidade demográfica, infraestrutura, percepção do risco, situação econômica, etc.) do sistema que está sob análise (KOBAYAMA et al., 2006).

Para esta pesquisa, será adotada a classificação para riscos de Cerri e Amaral (1998), que consideram os riscos ambientais como a classe de maior risco com suas subclasses (Figura 1).

Figura 1: Classificação dos riscos ambientais.



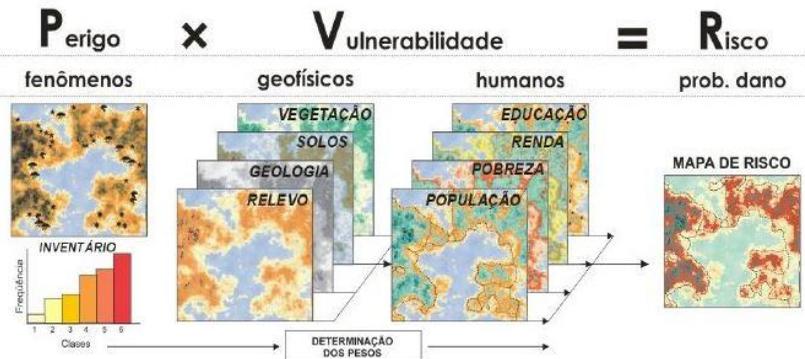
Fonte: Adaptado de Cerri e Amaral (1998).

Na Figura 1 foram destacados em vermelho os principais riscos que abrangem atualmente o município de Camboriú, os quais serão aprofundados no presente estudo, em função da suscetibilidade e do dano econômico e social nas áreas passíveis de serem afetadas.

A publicação organizada pela Internacional Strategy for Disaster Reduction – ISDR, “*Living with Risk: a global review of disaster*

*reduction initiatives*” (Organização das Nações Unidas – ONU, 2004), tratando sobre as iniciativas globais de redução de desastres, define que dois elementos são essenciais na formulação do **Risco**: o **Perigo** (hazard) de se ter um evento, fenômeno ou atividade humana potencialmente danosa e a **Vulnerabilidade**, ou seja, o grau de suscetibilidade do elemento exposto ao perigo. O risco pode ser exposto pela seguinte notação:

Figura 2: Parâmetros que envolvem uma análise de risco.



Fonte: Adaptado de Smith (2000).

Em relação a vulnerabilidade, considerada como elemento chave da equação de risco, o ISDR tem acompanhado com interesse a associação da capacidade positiva da população em enfrentar os desastres naturais com o impacto dos perigos. A vulnerabilidade é um reflexo das condições físicas, sociais, econômicas e ambientais, as quais aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto do perigo (ONU, 2004).

Para o ISDR, a avaliação do risco envolve o uso sistêmico de informações para determinar a probabilidade de que certos eventos ocorram e a magnitude de suas possíveis consequências. Como procedimento geral, inclui os seguintes passos:

- Identificação da natureza, localização, intensidade e probabilidade de uma ameaça ou perigo;
- Determinação do grau de vulnerabilidade e exposição aos perigos;
- Identificação das capacidades e recursos para tratar ou gerenciar os perigos;

d) Determinar o nível de risco aceitável.

A composição de risco e vulnerabilidade é expressa na fragilidade do ambiente e deve ser considerada numa análise de risco nas áreas de encosta em relação aos deslizamentos. O risco resulta da interação de vários agentes predisponentes, destacando-se as características do meio físico (geologia, morfologia, hidrologia e clima) que expressam suscetibilidade e alteração antrópicas (densidade ocupacional, infraestrutura urbana e tipologia das edificações, que por sua vez, expressam a vulnerabilidade quando analisadas (ALHEIROS, 2011).

No Brasil, o desenvolvimento de estudos para a avaliação de riscos geológicos ganhou maior destaque a partir da década de 90, em trabalhos produzidos na área da Geologia Aplicada, como se constata nos anais das principais reuniões científicas relacionadas com Geotecnia: Simpósio Latino-Americano sobre Risco Geológico Urbano (1990, 1992); Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas (a partir de 1992).

Carvalho e Galvão (2006) reconhecem que os principais fenômenos relacionados a desastres naturais no Brasil são os deslizamentos e as inundações, associados a eventos de chuvas intensas e prolongadas. As inundações são os processos que causam maiores perdas econômicas e impactos na saúde pública, porém são os deslizamentos que envolvem o maior número de vítimas fatais.

O item a seguir, apresenta uma revisão bibliográfica sobre os processos de movimentos gravitacionais de massa com ênfase nos deslizamentos, abordando a classificação dos diferentes tipos, os agentes e as causas e os condicionantes desses processos.

## 2.2 MOVIMENTOS DE MASSA GRAVITACIONAIS

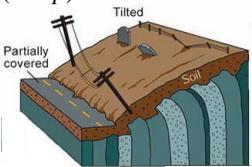
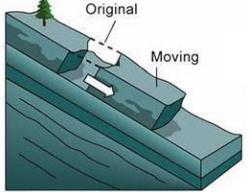
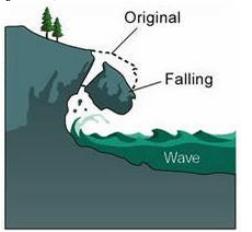
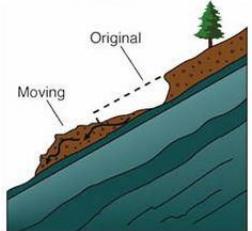
A ocorrência de acidentes ocasionados por movimentos gravitacionais de massa, envolvendo os deslizamentos em encostas urbanas têm se tornado frequente nas regiões brasileiras.

Esta pesquisa está voltada para riscos geológicos associados aos movimentos de massa gravitacionais, ou deslizamentos, no seu sentido amplo, assim como foi definido por Cruden (1990). Segundo este autor, o deslizamento é um movimento de rocha, terra ou detritos encosta abaixo.

O estudo dos processos a desastres naturais associados ao movimento de massa gravitacional e de transporte, bem como seus agentes atuantes na evolução do relevo se fazem necessários.

No presente trabalho, os principais processos utilizados na identificação e análise dos deslizamentos foram definidos com base no trabalho de Augusto Filho (1992) e estão indicados na Tabela 1.

Tabela 1: Tipos e características dos processos de deslizamentos.

PROCESSOS	DINÂMICA/GEOMETRIA/MATERIAL
<p><b>Rastejos</b> (<i>creep</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vários planos de deslocamento (internos);</li> <li>• Velocidades muito baixas a baixas (cm/ano) e decrescentes com a profundidade;</li> <li>• Movimentos constantes, sazonais e intermitentes;</li> <li>• Solo, depósito, rocha alterada/fraturada;</li> <li>• Geometria indefinida.</li> </ul>
<p><b>Escorregamentos</b> (<i>slides</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poucos planos de deslocamento (externos);</li> <li>• Velocidades média (m/h) a alta (m/s);</li> <li>• Pequenos a grandes volumes de material;</li> <li>• Geometria e materiais variáveis:</li> </ul> <p><i>Deslizamento Planar</i> – solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza;</p> <p><i>Deslizamento Circular</i> – solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas;</p> <p><i>Deslizamento em Cunha</i> – solos e rochas com dois planos de fraqueza.</p>
<p><b>Quedas</b> (<i>falls</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sem planos de deslocamento;</li> <li>• Momentos tipo queda livre ou em plano inclinado;</li> <li>• Velocidades muito altas (vários m/s);</li> <li>• Material rochoso;</li> <li>• Pequenos e médios volumes;</li> <li>• Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc;</li> <li>• Rolamento de matacão;</li> <li>• Tombamento.</li> </ul>
<p><b>Corridas</b> (<i>flows</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muitas superfícies de deslocamento;</li> <li>• Movimento semelhante ao de um líquido viscoso;</li> <li>• Desenvolvimento ao longo das drenagens;</li> <li>• Velocidades médias a altas;</li> <li>• Movimentação de solo, rocha, detritos e água;</li> <li>• Grandes volumes de material;</li> <li>• Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Augusto Filho (1992).

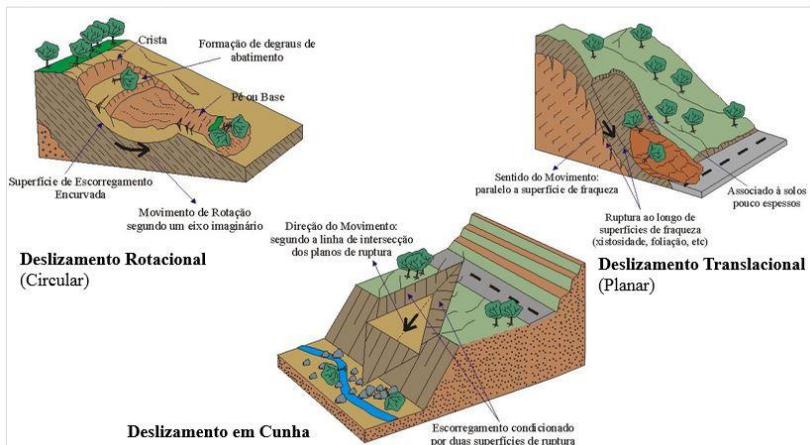
A medida que a força gravitacional supera o atrito interno das partículas, a massa de solo movimentada encosta abaixo. Esses movimentos gravitacionais de massa relacionam-se com a infiltração de água e a saturação do solo das encostas, o que provoca diminuição ou perda total do atrito entre as partículas. Por esse motivo, no Brasil, os deslizamentos são nitidamente sazonais e guardam efetiva relação com os períodos de chuvas intensas e concentradas (CASTRO, 2003).

Os movimentos de massa gravitacionais mais frequentes na região sul do Brasil, são os deslizamentos, que equivale o *landslide* da língua inglesa. De acordo com a definição de Guidicini e Nieble (1984), deslizamentos são movimentos rápidos, de extensão geralmente curta, de massas de terreno relativamente bem definidas quanto ao seu volume, do qual o centro de gravidade se transfere para fora do talude.

Os deslizamentos são classificados com base na forma do plano de ruptura e no tipo de material mobilizado. Quanto à forma do plano de ruptura os deslizamentos dividem-se em rotacionais e translacionais. O material movimentado pode ser constituído por solo, rocha, ou por uma mistura de solo e rocha ou até mesmo por lixo doméstico (FERNANDES et al., 2001).

Para os autores Infanti Jr. e Fornasari Filho (1998), os deslizamentos podem ser subdivididos em três tipos: deslizamentos rotacionais ou circulares, deslizamentos translacionais ou planares e, deslizamentos em cunha, como demonstra a Figura 3.

Figura 3: Principais tipos de deslizamentos.



Fonte: Adaptado de Infanti Jr. e Fornasari Filho (1998).

Deslizamentos rotacionais ocorrem geralmente em taludes mais íngremes em extensão relativamente limitada, tem como peculiaridade movimentos giratórios que formam uma ruptura em curva. Inicia-se com a erosão causada pela chuva “pé” das montanhas, morros, etc. e cortes feitos nas encostas por meio da ação humana (GUIDICINI; NIEBLE, 1984).

Os deslizamentos translacionais ou planares são os mais frequentes entre todos os movimentos de massa gravitacionais. Formam superfícies de ruptura planar associadas às anisotropias acentuadas presentes nos solos e/ou rochas que, em geral, representam interrupções mecânicas e/ou hidrológicas provenientes de procedimentos geológicos, geomorfológicos ou pedológicos. Caracterizados por serem deslizamentos rasos, com o plano de ruptura, em sua maioria, de 0,5 a 5,0m de profundidade e com maiores extensões de comprimento (FERNANDES et al., 2001).

Nos deslizamentos translacionais de solo os movimentos ocorrem ao longo de uma superfície plana conservada a uma determinada feição fundamental do substrato. Em geral, o deslocamento é de curta duração, de elevada velocidade e com grande efeito destrutivo. Os deslizamentos translacionais associados com maior quantidade de água, podem passar a rastejo após a acumulação do material movimentado no pé da vertente (GUIDICINI; NIEBLE, 1984).

Segundo Tominaga et al. (2009), os deslizamentos em cunha são a união de duas estruturas de rompimento planar, formando assim o deslocamento de um prisma onde as duas linhas se encontram. São mais comuns em encostas que foram cortadas ou sofrerem algum tipo de escavação e/ou perfuração.

A identificação da tipologia é de fundamental importância para o entendimento das causas dos fenômenos ocorridos (CEPED/UFSC, 2009). Assim, ao conhecer as causas, procura-se alcançar, por meio do entendimento dos processos envolvidos, respostas às questões: por que ocorrem os deslizamentos, quando, onde e quais são seus mecanismos, permitindo a predição da suscetibilidade (VARNES, 1978).

Para elucidar sobre os processos de deslizamentos, o item a seguir, apresenta uma revisão bibliográfica sobre os fatores que causam a deflagração dos movimentos de massa gravitacionais.

### **2.2.1 Fatores para deflagração dos movimentos de massa gravitacionais**

Os fatores condicionantes para a deflagração dos movimentos de massa gravitacionais correspondem aos elementos do meio físico e meio biótico os quais contribuem para o desencadeamento do processo, os quais Guidicini e Nieble (1984) denominaram de agentes predisponentes.

Os agentes predisponentes são um conjunto de condições intrínsecas do meio físico natural, podendo ser diferenciados em complexo geológico-geomorfológico e complexo hidrológico-climático na área onde se desenvolve o movimento de massa gravitacional.

Guidicini e Nieble (1984) definiram os condicionantes dos processos de movimento de massa com causas e agentes. Dentre os agentes, os referidos autores distinguiram entre agentes predisponentes e efetivos preparatórios e efetivos imediatos; subdividindo as causas em internas, externas e intermediárias. Quanto às causas, estas podem ser classificadas conforme sua posição com relação ao talude, apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Agentes e causas dos deslizamentos e processos correlatos.

<b>AGENTES / CAUSAS DOS DESLIZAMENTOS</b>	
<b>AGENTES</b> Predisponentes	Complexo geológico, climático-hidrológico, morfológico, gravidade, calor solar, tipo de vegetação original.
<b>AGENTES</b> Efetivos	Preparatórios Pluviosidade, erosão pelo vento, mananciais, dissolução química, oscilação do nível do lençol freático, ação de animais e humana. Imediatos de Chuvas intensas, fusão de gelo e neve, terremotos, erosão, ondas, ventos, ação humana.
<b>CAUSAS</b> Internas	Efeitos das oscilações térmicas; Redução dos parâmetros de resistência por intemperismo.
<b>CAUSAS</b> Intermediárias	Elevação do nível piezométrico em “massas” homogêneas; Elevação da coluna de água em descontinuidades; Rebaixamento rápido do lençol freático;

	Erosão subterrânea retrogressiva ( <i>piping</i> ); Diminuição do efeito de coesão aparente.
<b>CAUSAS</b> Externas	Mudanças na geometria dos sistemas; Efeitos de vibrações; Mudanças na inclinação das camadas.

Fonte: Modificado de Guidicini e Niebel (1984), *apud* Augusto Filho (1992).

Apesar de se encontrarem diferenças na consideração dos fatores que contribuem para os movimentos gravitacionais de massa entre autores, a maior parte concorda que os principais condicionantes destes processos são os relacionados com a geologia, geomorfologia, aspectos climáticos e hidrológicos, vegetação e ação antrópica relativa às formas de uso e ocupação do solo, por exemplo: Guidicini e Nieble, 1984; Fernandes e Amaral, 1996; Augusto Filho, 2001; Tominaga et al., 2009.

O Quadro 2 identifica os fatores preponderantes de suscetibilidade e vulnerabilidade a deslizamentos, segundo orientação de Margareth Alheiros, 1998.

Quadro 2: Fatores de suscetibilidade e vulnerabilidade a deslizamentos.

<b>Fatores de Suscetibilidade</b>	<b>Geológicos</b>	- Litologia; - Textura; - Pré-adensamento.	Densidade Populacional	
	<b>Morfológicos</b>	- Altura da encosta; - Forma da encosta; - Extensão da encosta; - Declividade da encosta; - Sinuosidade da encosta.		Equipamentos Públicos
	<b>Climáticos</b>	- Chuva acumulada; - Chuva concentrada; - Umidade; - Temperatura.	Rede Infraestrutura	- Viária; - Água; - Esgoto; - Energia; - Drenagem.
	<b>Hidrológicos</b>	- Densidade da rede de drenagem; - Concentração das linhas d'água; - Altura do nível freático.		Tipologia das Edificações
	<b>Antrópicos</b>	- Densidade populacional; - Frequência de cortes e aterros; - Lançamento de águas servidas; - Fossas nas encostas; - Lançamento de lixos nas		

Fonte: Adaptado de Alheiros (1998).

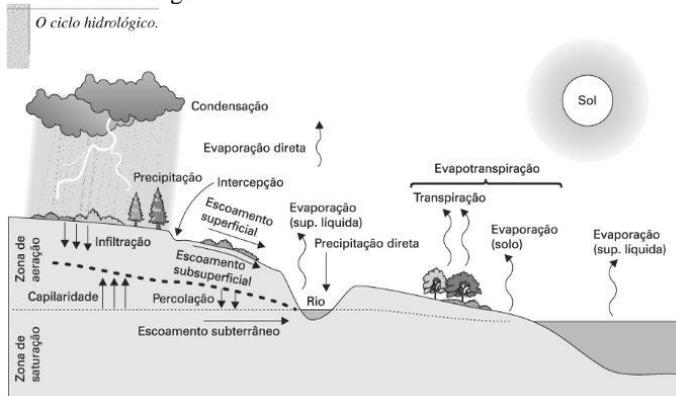
A sequência da pesquisa esclarece os conceitos relacionados aos fenômenos hidrológicos, condicionantes geológicos e geomorfológicos da bacia hidrográfica, bem como, os fatores que resultam na erosão hídrica nos processos de desastres naturais.

### 2.2.1.1 Fenômenos hidrológicos e desastres naturais

A água é o principal deflagrador de deslizamentos nas encostas. Conjugados com as precárias moradias construídas com material e tecnologia construtiva inadequada em áreas geralmente de risco, associado ao processo de degradação e o limitado acesso à infraestrutura básica, resulta um quadro de fragilidade, vulnerabilidade e risco ambiental.

Os fenômenos de natureza hidrometeorológica fazem parte da dinâmica natural e ocorrem quase sempre deflagrados por chuvas rápidas e fortes ou por chuvas intensas de longa duração. Tais fenômenos são intensificados pelas alterações ambientais e intervenções urbanas produzidas pelo homem, através da impermeabilização do solo, retificação dos cursos d'água e redução no escoamento dos canais devido a obras ou por assoreamento (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

Figura 4: Ciclo hidrológico.



Fonte: Adaptado de Braga (2005).

A determinação da quantidade de água que irá infiltrar ou escoar pela superfície dependerá de diversos fatores, entre eles o volume e intensidade da chuva, características das encostas e propriedades dos solos.

Encostas de maior declividade aumentam o volume e a velocidade da enxurrada, pois não há tempo suficiente para que o solo absorva a quantidade de água. Assim, parte da água da chuva escorre pela superfície e ocasiona o aumento da sua velocidade em função da gravidade (GUERRA; CUNHA, 2007).

#### 2.2.1.2 Condicionantes geológicos e geomorfológicos da bacia hidrográfica

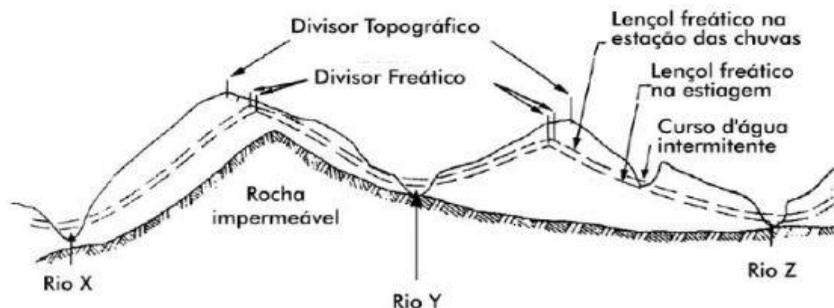
No desencadeamento de movimentos de massa gravitacionais, sob o aspecto geológico considera-se a composição físico-química das diferentes litologias, suas propriedades mecânicas, estruturais, geológicas e o grau de intemperismo. (TOMINAGA, 2009)

As fraturas e falhas representam importantes descontinuidades, tanto em termos mecânicos quanto hidráulicos. São identificados dois tipos de descontinuidades, as de origem tectônicas, geradas durante a fase de deformação de caráter rúptil e as atectônicas, formadas por alívio de tensão (FERNANDES; AMARAL, 1996).

Quanto aos aspectos geomorfológicos, considera-se parâmetros topográficos, tais como: declividade, forma da vertente (em planta e perfil), orientação das vertentes, consistência do solo, amplitude da vertente, elevação e depósito das vertentes (tálus/colúvio) (AUGUSTO FILHO, 1992).

A bacia hidrográfica ou de drenagem, é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. O limite de uma bacia de drenagem é conhecido como divisor de águas, como mostra a Figura 5 (GUERRA; CUNHA, 2007).

Figura 5: Corte transversal através de três bacias hidrográficas adjacentes.



Fonte: Adaptado de Villela (1975), *apud* Cruz (2006).

As obras nas áreas de assentamentos precários urbanos provocam a obstrução da drenagem natural do terreno, levando a saturação do solo e a redução de sua resistência, fato este acentuado pelo lançamento de detritos e lixo no local, e pela incidência das chuvas de verão, muito recorrente nos meses de dezembro e janeiro.

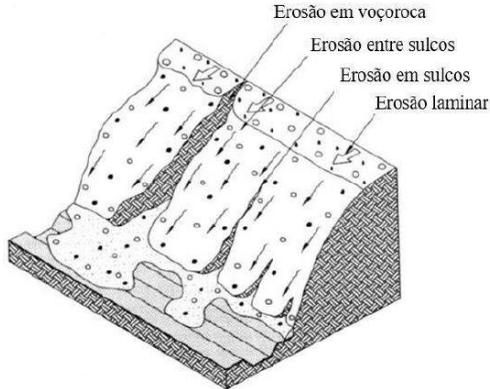
### 2.2.1.3 Condicionantes da erosão hídrica

Na erosão hídrica, o processo erosivo tem início juntamente com a energia cinética e potencial, oriundas do impacto das gotas de chuva no solo (*splash*) e pela força cisalhante do escoamento superficial pelo fluxo concentrado (GUERRA et al., 2010).

Na ação do *splash*, ou salpicamento, as partículas do solo desagregadas ficam propensas ao transporte, além de acarretar o selamento do solo, diminuir a sua porosidade e aumentar o escoamento superficial das águas. Na medida em que os agregados do solo se rompem, o solo pode se compactar e dificultar a infiltração da água. Com a saturação hídrica do solo, poças podem se formar na superfície, aumentando o escoamento superficial (*runoff*) e acarretando na perda de solo (MARQUES, 2011).

Dependendo da intensidade e concentração do escoamento ao longo de uma vertente, o processo pode progredir para uma erosão laminar (em lençol), ou linear (sulcos, ravinas e voçorocas), conforme a Figura 6.

Figura 6: Erosão hídrica pluvial.



Fonte: Adaptado de Coutinho (2006).

Os diversos fatores naturais do meio ambiente, como clima, tipo de solo, relevo e vegetação, pode ser fator condicionante a uma séria de aspectos destrutivos, culminando em uma intensa degradação ambiental, além de desencadear processos erosivos.

A erosão hídrica depende de diversos fatores condicionantes, divididos em fatores antrópicos e naturais, como mostra o Quadro 3, a seguir.

Quadro 3: Fatores condicionantes antrópicos e naturais para erosão hídrica.

FATORES ANTRÓPICOS	FATORES NATURAIS
- Desmatamento; - Formas de uso da ocupação do solo (obras civis e urbanização); Intervenções inadequadas (aterros, má compactação, deficiente sistema de drenagem e traçado inadequado do sistema viário).	- Fatores Naturais: decorrem de chuvas concentradas associadas a outros elementos: cobertura vegetal, influência do relevo e morfologia da encosta.

Fonte: Adaptado de Ministério das Cidades (2007).

Geralmente o processo de deslizamento não pode ser unicamente coligado a um fator condicionante, sua deflagração é determinada pela associação de diversos fatores e efeitos.

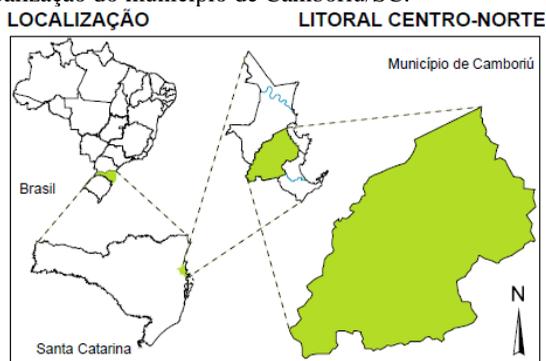
O item a seguir, identifica a área de estudo do loteamento Jardim Denise, no bairro Rio Pequeno, do município de Camboriú/SC, bem como, a análise geomorfológica da região, reconhecendo sua declividade, hipsometria, relevo e geologia.

### 2.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 2.3.1 Análise geomorfológica do município de Camboriú/SC

O município de Camboriú possui 211,6 km<sup>2</sup> e uma população estimada de 76.592 habitantes, segundo censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE do ano de 2016. Encontra-se a uma latitude sul de 27°01'31" e a uma longitude 48°39'16" oeste, estando a uma altitude de oito metros acima do nível do mar.

Figura 7: Localização do município de Camboriú/SC.



Fonte: Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Camboriú (2016).

Situado entre montanhas que são continuidade da Serra do Mar, onde existem muitas exposições de granito e mármore, o município de Camboriú é formado por morros, planícies e vales, com uma infinidade de nascentes, diversos riachos calmos e de águas claras.

Localiza-se na parte norte do estado de Santa Catarina, na microrregião geográfica de Itajaí, que compõe a Associação dos Municípios da Foz do Rio Itajaí – AMFRI. Esta associação engloba atualmente onze municípios: Balneário Camboriú, Camboriú, Bombinhas, Itajaí, Itapema, Ilhota, Luiz Alves, Navegantes, Penha, Piçarras e Porto Belo (Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Camboriú – PDDTC, 2012).

Camboriú limita-se ao norte com Balneário Camboriú e Itajaí, ao sul com Itapema, Canelinha e Tijucas, a leste com Balneário Camboriú e Itapema e a oeste com Brusque e Itajaí - Lei nº.11.340/2000, como demonstra a Figura 8, representando o Mapa 08 – Limites Urbanos de Camboriú/SC (PDDTC, 2012).

Este município está inserido na região metropolitana de Itajaí, uma das regiões de maior desenvolvimento em Santa Catarina. Situado a 15 km de Itajaí e a 3 km do centro de Balneário Camboriú, possui uma relação no diz respeito à utilização da água do Rio Camboriú, à mão de

obra e ao turismo, assim como também às áreas ociosas do município de Camboriú, valorizadas pela crescente especulação imobiliária de Balneário Camboriú (PDDTC, 2012).

O significado do nome Camboriú é de origem tupi-guarani e vem do termo original CAMBORIGUASSU. Segundo documentos datados desde 1501, conforme aponta Rebelo (1997), “Cambori” é o nome do peixe robalo, e o sufixo “u” significa criadouro desta espécie.

Camboriú se insere ao norte do estado de Santa Catarina, na microrregião geográfica de Itajaí, onde predominam litologias com características e idades variáveis, como as Encostas Erosional-Colúvias, pertencentes às formações geológicas Suíte Intrusiva Valsungana do Complexo Metamórfico Brusque e; o Fundo de Vales Aluviais-Colúvias pertencentes à formação geológica Sedimentos Continentais em Depósitos Aluvionares Atuais e Marinheiros inconsolidados, caracterizados por uma zona de transcorrência intensa, com falhas de alto grau (PDDTC, 2012).

Estas características estruturais, aliadas à heterogeneidade litológica dada pela clorita, micaxistos, filitos, mármore e quartzitos, denotam alta fragilidade potencial a esta unidade. A elevada quantidade de descontinuidades litológicas permite o desenvolvimento de uma rede de drenagem efetiva. As descontinuidades litológicas são compensadas pela estrutura mineralógica, com o predomínio de resistatos (minerais mais resistentes ao intemperismo). Como resultado, ocorrem encostas com declives mais suaves, denominadas Encostas Erosional-Colúvias, denotando em geral, áreas de fragilidade geotécnica baixa a média (Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina, 2016), demonstradas na Figura 9, através do Mapa 04 – Fisiografia de Camboriú/SC (PDDTC, 2012).

Os processos erosivos (perdas) e colúvial (acúmulo) que se apresentam na área, é o que determinaram a feição atual desta paisagem. As diferentes declividades, a variação de áreas erosionais e colúvial associadas aos comprimentos de rampa variáveis determinaram a forma e o comportamento desta subpaisagem (PDDTC, 2012).

Tanto nas áreas erosionais como nas áreas colúvial, os solos relevantes são representados por Podzólicos Vermelho-Amarelos e Cambissolos. Nas áreas erosionais, face à remoção constante de material por força de erosão, apresentam-se solos mais rasos ocorrendo pedregosidade superficial, abundante em alguns locais, principalmente em áreas desmatadas, uma vez que esta prática propicia perdas consideráveis de solo por erosão (PDDTC, 2012).

Figura 10: Vista aérea do município de Camboriú/SC.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2016).

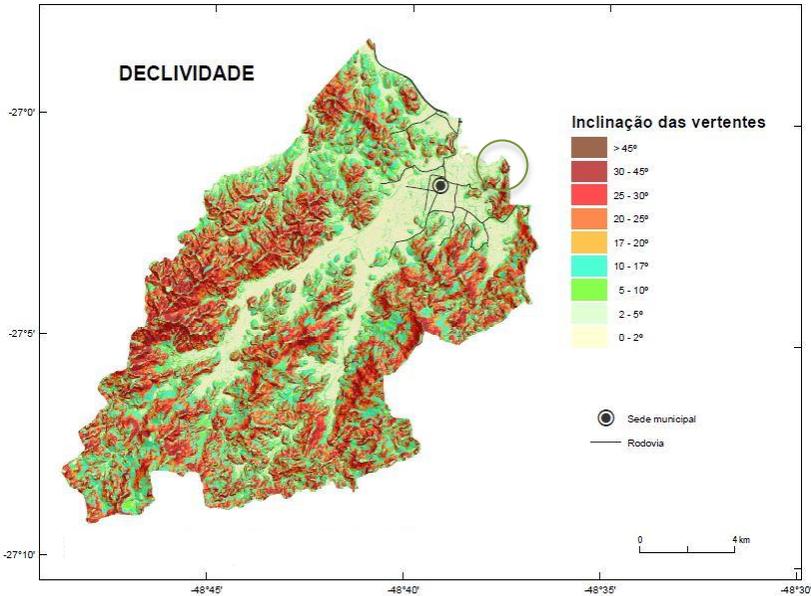
Na classificação de Köppen, o clima do município de Camboriú pode ser classificado como subtropical mesotérmico, com verões quentes e sem estação seca, com uma temperatura média de 19,5°C, sendo considerados os meses mais quentes janeiro e fevereiro, e os mais frios, junho e julho (SANTOS, 1997).

A precipitação total anual da região é de 1.600,4 mm, com a seguinte distribuição: 33% no verão, 25% no outono, 18% no inverno e 24% na primavera. Os meses mais chuvosos são janeiro, fevereiro e março, sendo fevereiro o mês de maior precipitação média mensal, com valor de 197,8 mm. A média anual da umidade relativa é de 86,5%, os maiores valores ocorrem à noite quando se aproxima de 100%, conforme relata o Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina – CIRAM (1999).

O município de Camboriú encontra-se em uma região onde o relevo tem grande influência na conformação do espaço e em seus usos. Confrontada por extremas altitudes, de 8 a 720 metros, são evidentes as diferenças existentes (CIRAM, 1999).

A Figura 11 e Tabela 2 representam o mapa de declividade do município com a indicação do Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise, pode-se diferenciar com maior clareza as áreas com restrições geotécnicas e legais para ocupação urbana do município e, assim, definir o potencial territorial da área para exploração antrópica.

Figura 11: Mapa de Declividade do município de Camboriú/SC.



Fonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (2012).

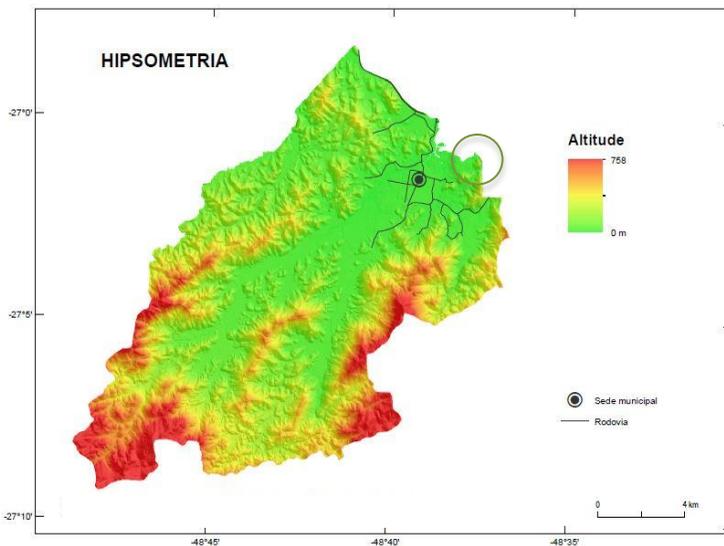
Tabela 2: Declividade do município de Camboriú.

INCLINAÇÃO (%)	ÁREA (%)
0% a 30%	29%
30% a 45%	7%
45% a 100%	50%
Acima de 100%	14%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fonte: Secretaria de Planejamento, Indústria, Comércio e Turismo; Prefeitura Municipal de Camboriú – PMC (2006).

A singularidade existente na geomorfologia do município de Camboriú através de planícies e em outros momentos vastas elevações, reflete a importância da análise altimétrica deste território através de sua hipsometria nesta pesquisa. A partir destes dados, através do Mapa de Hipsometria (Figura 12) e da Tabela 3, obteve-se informações essenciais para análise ambiental do local de estudo.

Figura 12: Mapa de Hipsometria do município de Camboriú/SC.



Fonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (2012).

Tabela 3: Hipsometria do município de Camboriú.

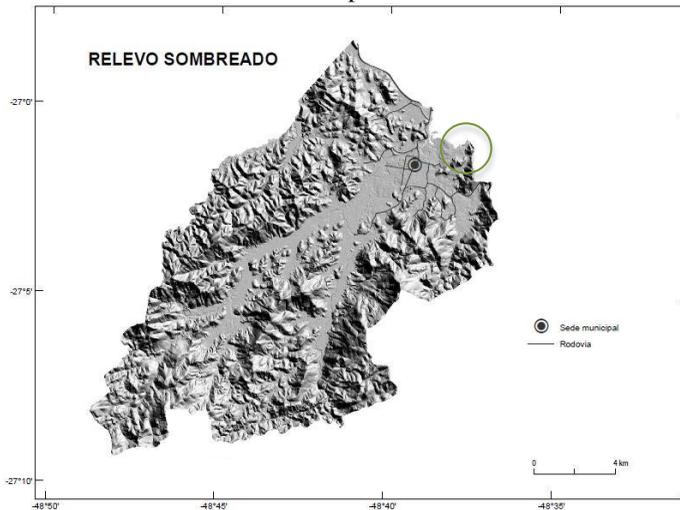
<b>ALTITUDE (metros)</b>	<b>ÁREA (%)</b>
0 a 100	40,18%
100 a 200	19,33%
200 a 300	15,47%
300 a 400	10,57%
<b>ALTITUDE (metros)</b>	<b>ÁREA (%)</b>
400 a 500	7,89%
500 a 600	5,45%
600 a 700	1,11%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fonte: Secretaria de Planejamento, Indústria, Comércio e Turismo; Prefeitura Municipal de Camboriú - PMC (2006).

Considerando o Código Florestal vigente, a limitação quanto aos morros tão presentes na paisagem camboriuense, denominadas Áreas de Preservação Permanente – APP's, devem utilizar-se de seu topo, ou seja, 1/3 superior dos morros, montanhas, montes e serras. Na Figura 12, constata-se que 50% do território municipal está localizado em áreas onde são vedadas a ocupação e construção. A Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente determina que 172 km<sup>2</sup> (83%) do território são constituídos de mata nativa ou em estado de regeneração, localizadas predominantemente sobre estes morros.

Através do mapa do relevo sombreado, Figura 13, pode-se diferenciar as áreas com restrições geotécnicas e legais para ocupação urbana do município. Percebe-se que a grande maioria do território municipal possui declividade acima de 45° ou 100% de inclinação, sendo que nessas áreas não se permite qualquer forma de parcelamento do solo, edificações e construções, e derrubada de florestas (PDDTC, 2012).

Figura 13: Relevo sombreado do município de Camboriú/SC.

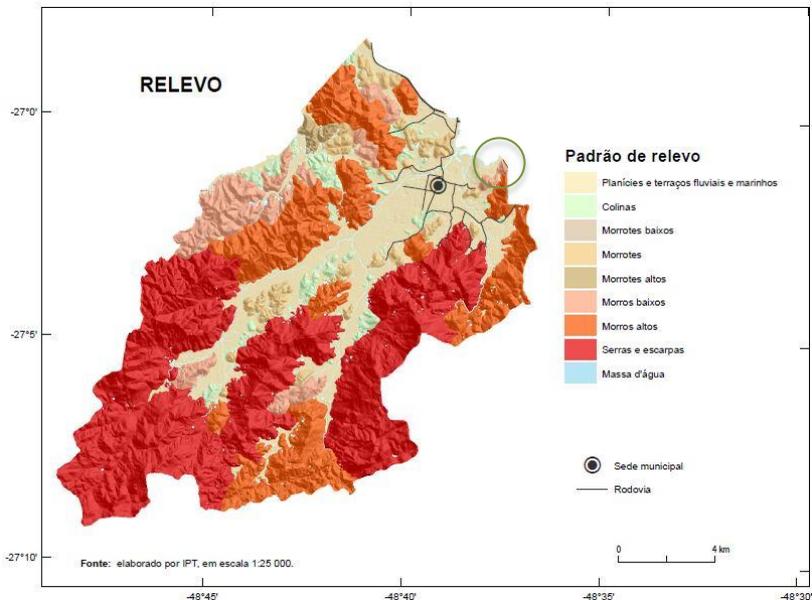


Fonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (2012).

O relevo é constituído de superfícies planas e onduladas originárias do complexo de formas do modelado litorâneo e de superfícies onduladas e montanhosas, serras cristalinas de embasamento cristalino, formando o escudo cristalino. Composto por Planícies Colúvio-Aluvionar, que correspondem às áreas planas situadas junto aos rios, periodicamente inundadas (SANTOS, 1997).

Na Figura 14, o relevo variando de plano ao fortemente ondulado, é representado pelas planícies fluviais e por elevações como o Morro dos Macacos, Morro do Areal, Morro do Encano, Pico de Pedra e Morro do Cantagalo, elevações que fazem parte das Serras do Leste Catarinense, onde existem jazidas de granito e mármore (SANTOS, 1997).

Figura 14: Relevo do município de Camboriú/SC.

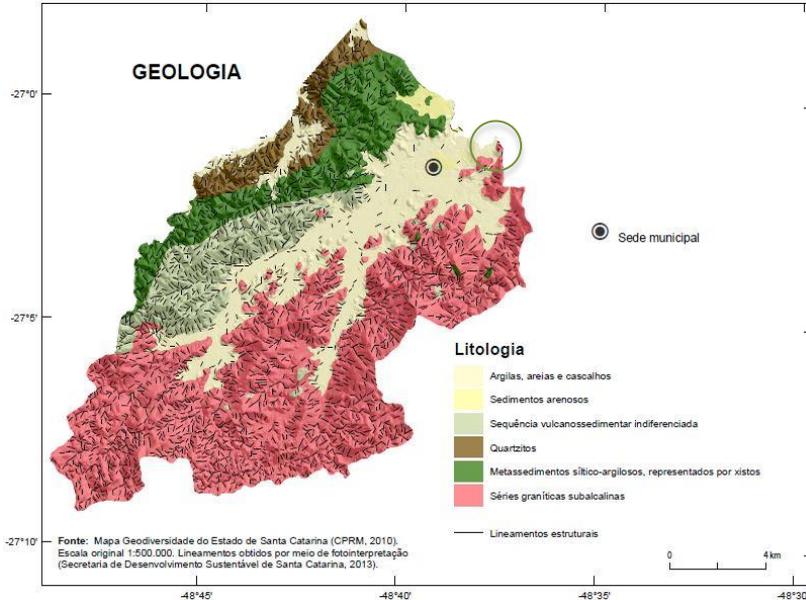


Fonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (2012).

Sauer (2003), em seu discurso sobre paisagem, aponta que “não podemos formar uma ideia de paisagem a não ser em termos de suas relações vinculadas ao espaço” e neste sentido os estudos geomorfológicos são a base para compreensão dos processos interatuantes no espaço geográfico.

A geomorfologia do município de Camboriú abriga morros com vertentes convexas geralmente florestadas. Alguns morros já sofreram ocupação antrópica gerando áreas de risco. Nos casos analisados, com ocorrência de risco a ocupação em geral está localizada no terço inferior a partir do sopé e, às vezes atingindo até a meia encosta. As declividades encontradas nestas encostas variam até 35%, nelas são realizados cortes para ocupação que compõem taludes subverticais fragilizando-as. Estas condições somadas ao solo areno-argiloso predominante e a retirada da vegetação formam o cenário de condições naturais para a ocorrência de deslizamentos de solo (CPRM, 2012).

Figura 15: Geologia do município de Camboriú/SC.



Fonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (2012).

O Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial do município de Camboriú - PDDTC, identifica problemas ambientais, dentre eles a poluição, o desmatamento, reflorestamento com espécies exóticas e a erosão. As agressões ao meio ambiente são de ordem política, econômica e cultural.

O tecido urbano de Camboriú, começou a se formar com o início da colonização da região, a partir do século XIX. Com características portuguesas, o município cresceu a partir da praça cívica, onde se localiza a igreja e o paço municipal, e pelo crescimento linear ao longo dos eixos paralelos aos cursos d'água, antigos caminhos que hoje estruturam o sistema viário.

O início da ocupação de solo no município foi aleatória e baseou-se na exploração desordenada da terra próximo ao Rio Camboriú, sendo extraído tudo que tivesse algum tipo de aproveitamento econômico. Em uma fase subsequente, a ocupação do território começou a se interiorizar e se difundir em pequenos núcleos que começaram a formar localidades mais afastadas do rio devido suas margens já estarem ocupadas, tendo como consequência comunidades isoladas, ainda hoje fora da área central de Camboriú.

O município de Camboriú começou a sofrer um crescimento desordenado devido aos grandes problemas oriundos das ondas migratórias e ao alto crescimento populacional da região. Pode ser verificado na Figura 16, no Mapa 05 – Restrições Legais de Camboriú/SC, que a ocupação em terras históricas do município e os avanços recentes da urbanização levaram à consolidação de núcleos densamente povoados e ocupações dispersas em locais que legalmente constituem-se em APP's.

A tendência de ocupação irregular de encostas tem um impacto negativo na qualidade do ambiente e de vida, não somente em termos paisagísticos como também no aumento da poluição da rede de drenagem de água, erosão, desmatamento e deslizamentos. A degradação ambiental juntamente a outras ações como abertura de novas estradas e incêndios florestais, o desmatamento e o movimento de terra sem orientação técnica adequada reflete o descaso por parte da população na preservação ambiental.

A negligência em relação à organização e à fiscalização por parte do setor público, principalmente em função da falta de infraestrutura urbana, vem agravando os problemas e criando situações críticas ao meio ambiente e à população.

A gestão dos terrenos deve contemplar a avaliação do impacto da ação antrópica nas modificações causadas ao ambiente, para então determinar uma faixa de ocupação aceitável, indicando quais as medidas e recomendações a serem adotadas para minimizar as alterações e os impactos ambientais.

Para a delimitação dessas áreas é essencial o levantamento das condicionantes do meio físico, como o solo, o relevo e a rocha, além da análise dos processos que atuam no meio a ser investigado, como a erosão, o assoreamento, as áreas de inundação e a instabilidade de encostas, assim como os impactos associados.

Neste contexto, o mapeamento geotécnico pode ser definido como uma metodologia, em que sob a forma de um mapa são representadas as principais características geomecânicas do solo, podendo ser utilizado na previsão do comportamento de polígonos de solos chamados de *unidades geotécnicas*, o que possibilita a sua aplicação em projetos ambientais e de engenharia (HIGASHI et al., 2015).

O relatório realizado pelo Laboratório de Mapeamento Geotécnico da Universidade Federal de Santa Catarina – LAMGEO/UFSC, desenvolvido por Higashi et al. (2015), apresenta o mapeamento geotécnico detalhado para a área de expansão urbana do

município de Camboriú, tendo como base a metodologia de Davison Dias (1995).

A metodologia de mapeamento geotécnico para áreas extensas sugerida por Davison Dias (1995) baseia-se na formulação de um mapa temático geotécnico, onde os mapas litológicos, oriundo de um mapa geológico, e pedológico são utilizados para a formulação de unidades geotécnicas (polígonos) com estimativas de comportamento geomecânico semelhante.

Uma vez que os solos, de uma maneira geral, ocorrem com unidades ou seções delimitáveis por meio de características morfológicas dos horizontes pedológicos, e características físicas e químicas, a constatação da uniformidade das características geomecânicas podem ser estimadas com base em ensaios geotécnicos em campo ou em laboratório.

Por meio da geomorfologia, norteada pela pedologia, o mapa possibilita a modelagem de sequências topográficas típicas para cada região de estudo, baseada em curvas de nível e geologia local. Levando-se em consideração que existem variações dos tipos de solos de acordo com a declividade, indiretamente esta metodologia utiliza-se das feições de relevo (*landforms*) de Zuquette (1987) para caracterizar o solo.

A metodologia de Davison Dias (1995), pode ser expressa resumidamente em passos da seguinte forma, por Higashi et al. (2015):

- a) Análise de Levantamentos Pedológicos existentes (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, IBGE, Projeto Radar da Amazônia – RADAMBRASIL ou outros).
- b) Análise de Levantamentos Geológicos (CPRM ou outros);
- c) Análise de Mapas Topográficos (Exército) ou de prefeituras que podem estar em escalas 1:25.000 ou até maiores.
- d) Estudo de fotografias aéreas e imagens de satélite. Verificações de jazidas para estudos posteriores de campo.
- e) Execução de um mapa de declividade. Adoção dos limites estabelecidos pela EMBRAPA (1999): 0 a 3%, 3 a 8%, 8 a 20%, 20 a 45, 45 a 75%, e maior que 75% (Tabela 4).

Tabela 4: Classes de Relevo baseado no Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos.

CLASSES DE RELEVO	DECLIVIDADE (%)
Plano	0 a 3%
Suave ondulado	3 a 8%
Ondulado	8 a 20%

Forte ondulado	20 a 45%
Montanhoso	45 a 75%
Escarpado	Acima de 75%

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (1999).

- f) Uso do mapa geomorfológico (individualização do relevo - plano, suavemente ondulado, ondulado e fortemente ondulado). Para este estudo foi utilizado o MDT e mapa de declividades para orientar as formas de relevo.
- g) Geração de estimativa das unidades geotécnicas com base na sobreposição de cartas geológicas, pedológicas e topográficas. Para cada unidade geotécnica a geologia influencia características do horizonte de alteração da rocha (horizonte saprolítico) e a pedologia influencia características dos horizontes superficiais dos seus perfis típicos. Segundo a metodologia, os horizontes são classificados de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5: Identificação de espessura de horizonte.

ESPESSURA DE HORIZONTE (m)	CLASSIFICAÇÃO
0 – 0,30	Sem horizonte (se)
0,30 – 2,00	Pouco Espesso (pe)
2,00 – 5,00	Medianamente Espesso (mde)
5,00 – 10,00	Espesso (e)
> 10,00	Muito Espesso (me)

Fonte: Adaptado de Davison Dias (2001).

- h) A Topografia auxilia na definição dos limites entre as unidades ("XYZxyz"), onde as letras "XYZ" correspondem à classificação pedológica do horizonte superficial (horizontes A e B) e as letras "xyz" correspondem à geologia, caracterizando os horizontes C, RA e R. Para a interpretação da geologia, deve ser considerada a rocha dominante (litologia), e, no caso de ocorrer mais de uma litologia dominante, estas devem ser separadas por vírgulas. Ressalta-se que, apesar da metodologia utilizar-se da classificação pedológica antiga, diferente da classificação apresentada pela EMBRAPA (1999), é suficiente e eficaz o uso das classes de solos apresentada pelo método em questão, uma vez que, para a geotecnia, não foram constatados avanços na discretização dos solos com a mudança de classificação.

- i) Inicialmente dividem-se grandes unidades formadas por solos hidromórficos e não hidromórficos (em alguns casos, dividem-se os solos residuais dos sedimentares). Quando se dispõe de mapas geológicos dos locais a serem definidos pela cartografia, subdividem-se as grandes unidades de acordo com a geologia. Tendo como base os levantamentos pedológicos, juntamente com os geológicos, que praticamente existem para todo o Brasil publicado pelo RADAMBRASIL, já é possível estimar alguns tipos de perfis.
- j) Nos solos hidromórficos devem ser separadas as unidades situadas próximas aos rios ou lagoas daquelas que ocorrem entre elevações. Nas depressões, devem ser verificados os locais que ocorrem em cotas mais altas, formando micro relevos nas zonas aparentemente planas. Nas zonas mais elevadas dos micros relevos podem-se apresentar perfis plínticos.
- k) Nas unidades situadas em relevo ondulado, separar os locais onde o relevo é fortemente ondulado do ondulado e suavemente ondulado e ondulado. As variações do relevo e a geologia servem com indicadoras das unidades geotécnicas.
- l) Indicar no mapa inicial a presença de falhas e fissuras (apresentado pelo mapa geológico), e outros aspectos importantes da estrutura definidas nos mapas geológicos. Estimar as características do horizonte C a partir da geologia (mineralogia) e experiência de campo.
- m) Criar um banco de dados geotécnico da área mapeada, sobretudo de sondagens SPT. Este procedimento permite que sejam traçados perfis de solos típicos da região e criados sequências topográficas de ocorrência de solos.
- n) Para a realização da classificação das unidades geotécnicas, devem ser definidos inicialmente o grau de desenvolvimento do horizonte B e não são utilizadas as informações referentes ao horizonte A.  
Retirada de amostras e identificação de perfis em campo. Inicialmente, procuram-se escavações recentes nas unidades delimitadas, é retirada da crosta superficial que recobre solos expostos a ciclos de molhagem e secagem e, então, executada a coleta da amostra de solo. As escavações profundas permitem a análise de todos os horizontes de solos.

Caso não existam cortes ou escavações, deve ser utilizado um trado manual ou mecanizado para o reconhecimento do perfil ou acompanhar sondagens SPT que são usadas próximas à zona urbana (no uso e ocupação do solo normal, para o projeto de fundações de edificações, são executadas sondagens SPT para a identificação das características geotécnicas dos solos).

Tendo em vista a dificuldade de retirada de amostras em solos tropicais e subtropicais, o método sugere o seguinte procedimento:

- Em solos mais evoluídos realizar a retirada de amostras, até 2.5m de profundidade, através de trincheiras exploratórias para retirada de bloco indeformado.

- Em maiores profundidades procurar escavações recentes. Quando possível retirar blocos indeformados. Em solos tradicionais tipo argila mole retirar com o "*Shelby*" (não foi o caso desta pesquisa, uma vez que apenas os solos de elevação foram avaliados).

- Quando for difícil a retirada de bloco, e no caso de serem realizados ensaios de resistência no cisalhamento direto e de compressibilidade no ensaio de compressão confinada, moldar diretamente os anéis no local e nas profundidades desejadas.

- No caso anterior deve-se limpar a camada externa da escavação, ultrapassando a camada ressequida. Moldar os anéis deixando excesso de material nos dois lados. Parafinar e guardar dentro de sacos plásticos etiquetados. Colocar dentro de caixa com serralha para não haver perturbação durante o transporte.

- Torna-se interessante em um estudo inicial realizar a determinação da variação de propriedades mecânicas em perfis típicos das unidades de mapeamento.

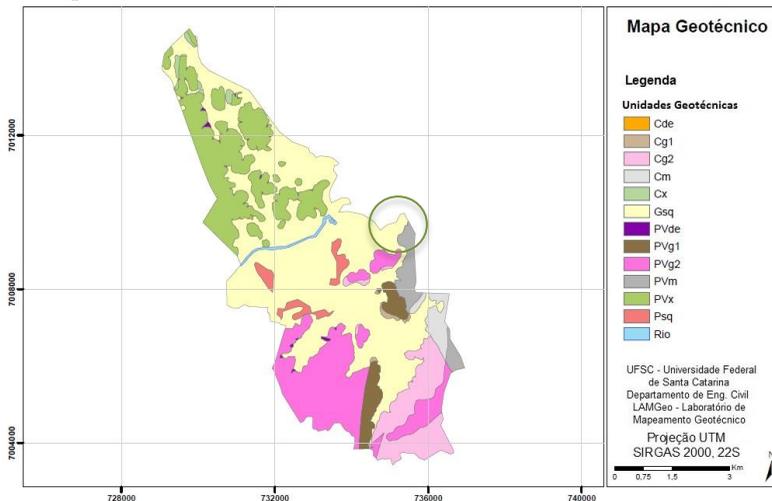
- Em todas as profundidades onde é retirada amostra indeformada deve-se retirar amostra deformada para ensaios de caracterização e cápsulas completamente cheias e vedadas com amostras para a determinação do teor de umidade.

- Retirar um a dois anéis de 1 em 1m em mais de um perfil da unidade para determinar a variação dos índices físicos com a profundidade.

- Todas as amostras devem ser guardadas para o transporte em caixas de isopor para não sofrer mudanças de umidade.
  - Em locais formados por perfis menos evoluídos, procura-se moldar os anéis no material menos resistente e mais compressível, principalmente o situado na zona de fratura ou nas direções das xistosidades ou estratificações.
- o) Execução de ensaios geotécnicos. Para o mapeamento do município de Camboriú, apenas os ensaios de caracterização e de resistência ao cisalhamento foram executados.

Em suma, a metodologia utiliza-se principalmente do cruzamento dos mapas geológico e pedológico e indicações de comportamento do solo para que se obtenha um terceiro mapa de estimativa de comportamento dos solos, o Mapeamento Geotécnico para a área de expansão urbana no município de Camboriú/SC, com o Ponto de Estudo 01 – Jardim Denise, em destaque, Figura 17.

Figura 17: Levantamento Geotécnico para área de expansão urbana no município de Camboriú/SC.



Fonte: Adaptado de Higashi et al. (2015).

A geotecnia da área em estudo é formada por solos residuais originados das elevações de granito da formação Serra Macacos e Valsungana, migmatito e xisto. Em sua região de planície é composta por solos sedimentares de origens aluviais, fluvio-aluviais, colúvio-aluviais.

A Tabela 6 apresenta as unidades geotécnicas geradas para a área de estudo da expansão urbana do município de Camboriú, gerado no mapa referente ao Levantamento Geotécnico (Figura 17) e suas respectivas áreas de ocorrência.

Tabela 6: Unidades Geotécnicas e suas respectivas áreas.

UNIDADE GEOTÉCNICA	DENOMINAÇÃO	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Cde	Cambissolo de substrato depósito de encosta	0,03
Cg1	Cambissolo de substrato granito Serra Macacos	0,29
Cg2	Cambissolo de substrato granito Valsungana	8,19
Cm	Cambissolo de substrato migmatito	1,88
Cx	Cambissolo de substrato xisto	0,53
PVde	Podzólico Vermelho-Amarelo de substrato depósito de encosta	0,30
PVg1	Podzólico Vermelho-Amarelo de substrato granito Serra Macacos	3,10
PVg2	Podzólico Vermelho-Amarelo de substrato granito Valsungana	15,78
PVm	Podzólico Vermelho-Amarelo de substrato migmatito	2,84
PVx	Podzólico Vermelho-Amarelo de substrato xisto	16,87
Psq	Podzol de substrato sedimentos quaternários	1,83
Gsq	Glei de substrato sedimentos quaternários	48,35

Fonte: Adaptado de Higashi et al. (2015)

As unidades geotécnicas geradas ocorrem de acordo com a movimentação do relevo, segundo uma ordenação lógica, denominada de *toposequência* (termo utilizado por Santos, 1997). A partir da classificação da espessura de horizonte, identifica-se no mapa do levantamento geotécnico, na área do Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise, as unidades geotécnicas Podzólico Vermelho-Amarelo de substrato migmatito – PVm e Glei de substrato sedimentos quaternários – Gsq.

Para a determinação dos parâmetros de resistência ao cisalhamento dos solos na área de estudo em Camboriú, foram executados 07 ensaios de cisalhamento direto. A Tabela 7 apresenta apenas os resultados considerados para a avaliação da estabilidade dos solos (HIGASHI et al., 2015).

Tabela 7: Resumo dos parâmetros de resistência dos solos.

UNIDADE	PARÂMETROS GEOTÉCNICOS
---------	------------------------

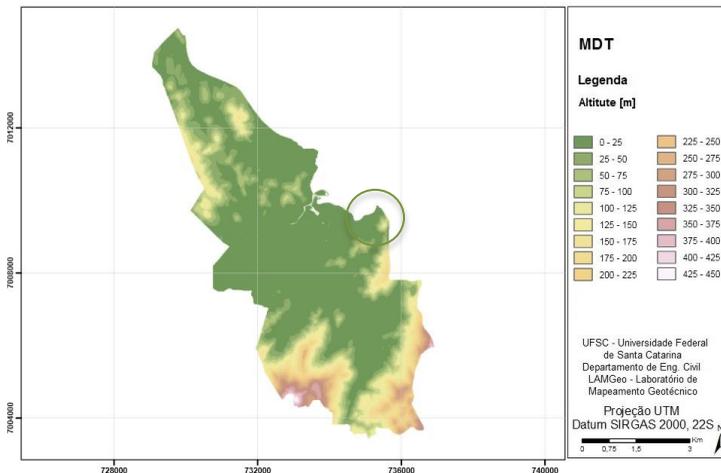
GEOTÉCNICA	c (kPa)	$\varphi$ (°)	$\gamma_{nat}$ (kN/m <sup>3</sup> )*	Umidade Natural (%)*
Cg1/PVg1	11,1	27,5	16,6	26,20
Cg2/PVg2	9,1	25,6	18,4	-
Cm/PVm	8,6	31,8	17,3	15,15
Cx/PVx	6,0	37,7	18,1	27,36
Cde/PVde	5,0	33,6	18,7	17,00

NOTA: \*Média dos valores alcançados nos ensaios; c – Coesão;  $\varphi$  - Ângulo de atrito;  $\gamma_{nat}$  - Peso específico aparente natural.

Fonte: Adaptado de Higashi et al. (2015)

Os solos das unidades geotécnicas que apresentaram o valor de coesão mais baixo foi a Cde/PVde e Cx/PVx. Isso pode estar relacionado com o menor teor de argila. Um maior teor de argila implica em um ângulo de atrito mais elevado, com valores acima de 30°, como foi o caso das unidades Cm/PVm, Cde/PVde e Cx/PVx. A variação dos valores encontrados na área de estudo está relacionada à distribuição granulométrica e à composição dos solos, ou seja, quanto maior a porcentagem de areia maior o ângulo de atrito (HIGASHI et al., 2015).

Figura 18: Modelo Digital do Terreno da área de expansão urbana do município de Camboriú/SC.

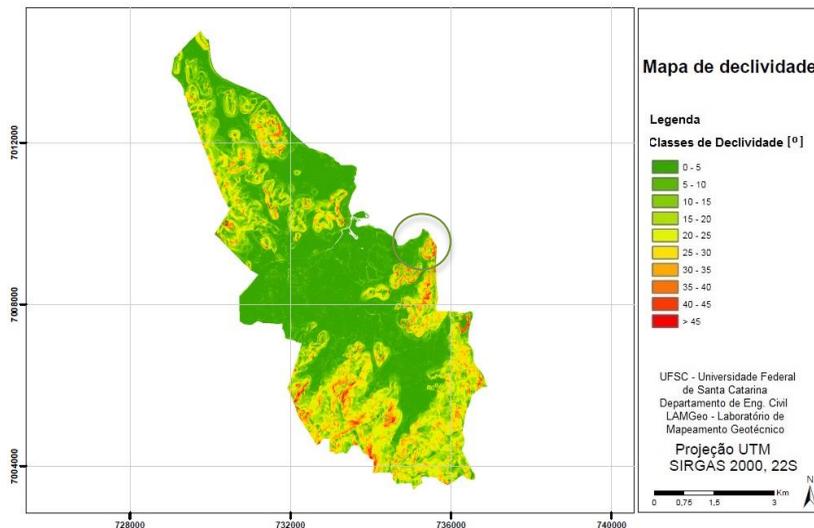


Fonte: Adaptado de Higashi et al. (2015).

O peso específico natural dos solos, que representa a média dos valores referentes a cada estágio do ensaio de cisalhamento direto, não apresentou variação significativa, de 1,66 a 1,87kN/m<sup>3</sup>.

Os valores de teor de umidade do solo apresentaram média de 21,4%. O menor valor foi obtido no solo da unidade geotécnica Cm/PVm, enquanto o maior valor ocorreu na unidade Cx/PVx, relacionado ao elevado teor de areia no solo, que retém menos água em seus vazios.

Figura 19: Mapa de Declividade da área de expansão urbana do município de Camboriú/SC.



Fonte: Adaptado de Higashi et al. (2015).

A análise da suscetibilidade a movimento de massa no município de Camboriú foi complementada pelo modelo *Shallow Landslide Stability Analysis* – SHALSTAB de Dietrich e Montgomery (1998) que avalia deslizamentos rasos. Para tal, foram executados ensaios de cisalhamento direto para a obtenção dos parâmetros de resistência e elaborados mapas de elevação (MDT) e declividades (Figuras 18 e 19).

As declividades das elevações que correspondem aos solos classificados como Cambissolos derivados dos granitos, migmatitos e xistos apresentam valores que variam de 20 a 40° em geral. Em algumas áreas dessas unidades, ocorrem declividades que ultrapassam os 45° e alcança nos locais mais íngremes da unidade PVx ângulo próximo a 74°. Na planície, quase a totalidade apresenta declividade variando de 0 a 5°, correspondendo as unidades geotécnicas de solos sedimentares Psq e Gsq.

Com os dados geotécnicos obtidos por meio do ensaio de Cisalhamento Direto e utilizando um *software* de estabilidade de encostas, calculou-se o Fator de Segurança com o objetivo de definir o ângulo de declividade limite para a ocorrência de movimentos de massa.

A Tabela 8 apresenta os resultados da declividade para intervalos de Fator de Segurança menor que 1,15 para as unidades geotécnicas da área de expansão do município de Camboriú.

Tabela 8: Fator de Segurança e declividades limites.

UNIDADE GEOTÉCNICA	COORDENADAS	FS < 1,15
Cg1/PVg1	735229 / 7007307	> 23
Cg2/PVg2	735546 / 7006314	> 21
Cm/PVm	735285 / 7009380	> 26
Cx/PVx	731349 / 7009517	> 29
Cde/PVde	732219 / 7006242	> 26

Fonte: Adaptado de HIGASHI et al. (2015).

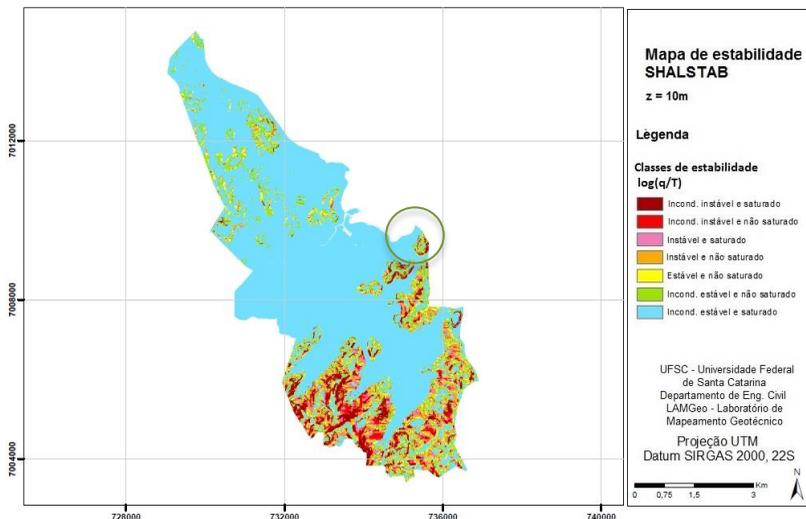
O menor valor de declividade limite para tornar a encosta instável ocorreu na unidade Cg2/PVg2, ou seja, a partir do ângulo de 21° há a possibilidade de ocorrer movimentos de massa. O maior valor de declividade para a encosta ser considerada instável ocorreu na unidade Cx/PVx, até 29°.

O modelo SHALSTAB é baseado na lei de Mohr-Coulomb, onde, durante a ruptura, as tensões atuantes são iguais a resultante das forças estabilizadoras (coesão e ângulo de atrito). Ao analisar a área, o modelo exibe 7 classificações. São elas:

Classes de Estabilidade	
(A) incondicionalmente instável e saturado;	 A Instável
(B) incondicionalmente instável e não saturado;	 B
(C) instável e saturado;	 C
(D) instável e não saturado;	 D
(E) estável e não saturado;	 E
(F) incondicionalmente estável e não saturado; e	 F
(G) incondicionalmente estável e saturado.	 G Estável

A Figura 20, a seguir, apresenta o resultado obtido com a iteração dos parâmetros de resistência e modelo hidrológico.

Figura 20: Mapa de Suscetibilidade a deslizamentos rasos: cenário – espessura do solo de 10m, para a área de expansão urbana do município de Camboriú/SC.



Fonte: Adaptado de Higashi et al. (2015).

Com base na Figura 20, foi construída a Tabela 9, que apresenta a área (%) das classes geradas pelo SHALSTAB na área em estudo.

Tabela 9: Área (%) das classes do SHALSTAB.

UNIDADE GEOTÉCNICA	Classes SHALSTAB						
	A	B	C	D	E	F	G
Camboriú	4,41	2,73	2,96	4,33	5,01	9,98	70,57

Fonte: Adaptado de HIGASHI et al. (2015).

Levando-se em consideração o cenário de avaliação da estabilidade dos solos da área analisada (Figura 20 e Tabela 9), as áreas classificadas como incondicionalmente instáveis ocupam 7,14%, enquanto que predominam as áreas classificadas como incondicionalmente estáveis, totalizando 80,56% da área de expansão município (HIGASHI et al., 2015).

A partir do levantamento realizado pela equipe do LAMGEO/UFSC, verifica-se que no Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise, a unidade geológica na área plana do polígono é o Gleí de substrato sedimentos quaternários – Gsq, considerada de restrição Baixa e que possui as seguintes características gerais:

- a) Apresenta elevada deformação, sobretudo por adensamento. Cuidados devem ser tomados pelo uso e ocupação por fundações de edificações e aterros de vias.
- b) Apresenta baixa resistência ao cisalhamento e seu comportamento é não drenado (UU). Cuidados devem ser tomados com aterros de vias.
- c) Apresenta baixa permeabilidade.
- d) Possui o lençol freático próximo à superfície, o que dificulta o seu uso e ocupação por sistemas individuais de tratamento de efluentes domésticos.

Na área em aclave do Jardim Denise, observamos a unidade geológica Podzólico Vermelho-Amarelo de substrato migmatito – PVm, considerada de restrição Moderada Média, que possui as seguintes características gerais:

- a) Unidade de moderada a elevada erodibilidade. Ressalta-se a importância da erodibilidade neste tipo de unidade, pois a alteração na geometria do talude, decorrente da erosão de sua face, pode ocasionar sua ruptura.
- b) Possui algumas encostas instáveis, parte com elevada declividade, atingindo os 45°. Nas encostas suscetíveis, caso haja a necessidade de uso e ocupação, os taludes de corte devem ser avaliados pontualmente (caso a caso) de forma global e local e analisada a melhor intervenção (estrutura de contenção) para promover a estabilização do talude.
- c) Elementos de fundações superficiais podem ser empregados para cargas leves.

O mapeamento geológico-geomorfológico são pré-requisitos básicos para a caracterização das áreas de risco ou de sensibilidade ambiental. Em encostas com risco de deslizamentos, além dos tipos de espessuras de cobertura pedogenética, são de fundamental importância o mapeamento e a caracterização dos tipos de rochas e das estruturas geológicas (TOMAZZOLI et al., 2011).

O estudo realizado pelo Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, em 2011, descreve ocorrências relacionadas à instabilidade de encostas que ocorreram no município de Camboriú/SC. Os bairros visitados pela equipe de pesquisadores do CEPED/UFSC

foram o Areias (Rua São Luiz e Uruguaiana), com elevação de 47 metros e o Monte Alegre (Rua Monte Branco), com 23 metros de altura.

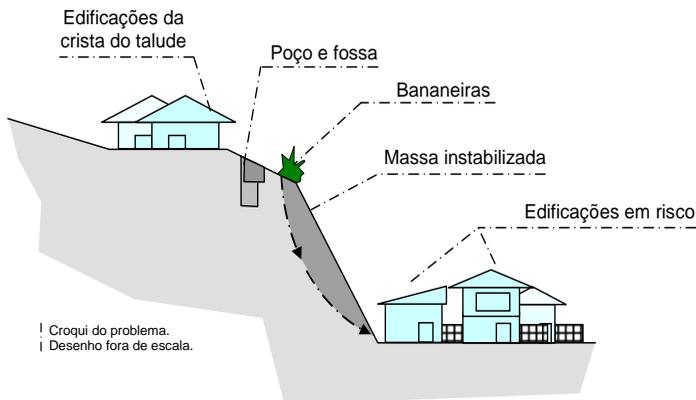
As Figuras 21 e 22, demonstram uma instabilidade de encosta que resultou na movimentação de um grande volume de solo no local. O talude rompeu, devido a diversos fatores, tais como variação da pressão neutra, declividades de corte elevadas e grande contribuição de água à montante (CEPED/UFSC, 2011).

Figura 21: Ruptura de encosta no bairro Areias, em Camboriú/SC.



Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC (2011).

Figura 22: Croqui referente ao processo de ruptura de encosta no bairro Areias, em Camboriú/SC.



Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC (2011).

Os técnicos do CEPED/UFSC (2011), constataram que a rua São Luiz, localizada na crista do talude, não possui um sistema de drenagem superficial, contribuindo para a instabilização da encosta, uma vez que a declividade encaminha o fluxo de água superficial na direção do talude, como comprovam as Figuras 23 e 24.

Figuras 23 e 24: Fluxo de água superficial no bairro Areias, em Camboriú/SC.





Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC (2011).

O talude apresenta uma matriz de solo argiloso, Figura 25, onde a presença de erosão é visível na face da encosta desprotegida, o que pode provocar novas instabilizações tanto na crista quanto no pé na encosta analisada.

Figura 25: Presença de solo argiloso no bairro Areias, em Camboriú/SC.

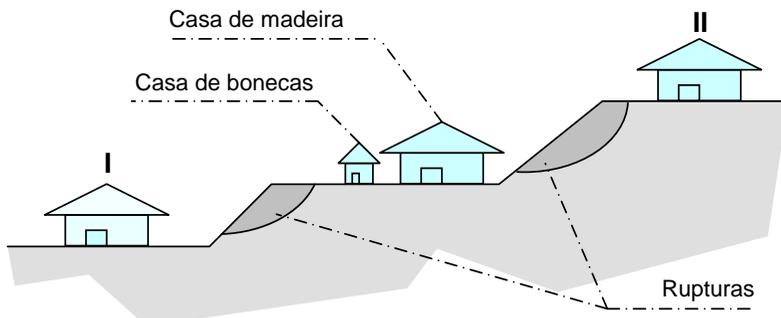


Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC (2011).

Na sequência da pesquisa, no bairro Monte Alegre, foram observadas duas instabilidades de encosta que resultaram na movimentação de um pequeno volume de solo. Estas instabilidades

localizam-se em cotas diferentes e estão próximas a duas edificações, como é possível observar no croqui da Figura 26.

Figura 26: Croqui da instabilidade de encosta no bairro Monte Alegre, em Camboriú/SC.



Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC (2011).

Os taludes romperam, devido a diversos fatores, tais como variação da pressão neutra, grande contribuição de água à montante e declividades de corte elevadas, este último com a maior influência na instabilização deste maciço.

Tendo em vista as encostas remanescentes, observou-se que os taludes encontravam-se com as declividades elevadas, ou seja, as encostas possuíam um ângulo inadequado para o seu uso na inserção de edificações.

A Figura 27, confirma a ocorrência de um rompimento de taludes devido a variação da pressão neutra, grande contribuição de água à montante e declividades de corte elevadas (CEPED/UFSC, 2011).

Figura 27: Ruptura de encosta no bairro Monte Alegre, Camboriú/SC.



Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC (2011).

Outro fator preocupante e que deve ser observado é a erosão. A face do talude encontra-se desprotegida, e o arraste hidráulico de solo proveniente da elevada declividade pode provocar novas instabilizações. Estas razões fazem com que a situação seja considerada instável.

O Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise, localizado no bairro Rio Pequeno, município de Camboriú/SC será apresentado no item a seguir, e será base para a aplicação, análise e comparação das metodologias de mapeamento de risco a deslizamentos propostas nesta pesquisa, demonstradas detalhadamente na sequência deste trabalho.

### **2.3.2 Loteamento Jardim Denise, bairro Rio Pequeno, Camboriú/SC (Ponto de Estudo 01 – P01)**

O Ponto de Estudo 01 – P01, identifica o Loteamento Jardim Denise, sendo composto por um morro com aproximadamente 50 metros de altura e inclinação de 35°, ocupado por moradias de até um terço da encosta, localizado na divisa dos municípios de Balneário Camboriú e Camboriú. O Mapa de Localização da Área de Estudo, foi elaborado para demonstrar seus limites urbanos e delimitar o polígono a ser mapeado e analisado posteriormente.

Na localidade do Jardim Denise, observamos a presença de vegetação arbórea no topo do morro sobre solo areno-argiloso

proveniente da decomposição principalmente de rochas graníticas, identificadas na Figura 28.

Figura 28: Composição da paisagem urbana no Loteamento Jardim Denise.



Fonte: Autora (2017).

A área do Loteamento Jardim Denise está inserida na bacia do rio Camboriú (119,9 km<sup>2</sup>), considerando a divisão estabelecida pelo CIRAM (1999), tem como sub-bacia Nova Esperança/Morro do Boi (12,73 km<sup>2</sup>).

O Loteamento Jardim Denise possui o relatório de “Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa”, formulados pela CPRM (2012), apresentado no Anexo A.

Segundo levantamento documental realizado nas sedes municipais de ambos os municípios, estes encontram-se em uma disputa territorial a partir do processo de ocupações irregulares em terras pertencentes ao município de Camboriú, verificados na rua projetada “A” paralela a declividade do morro.

O município de Balneário Camboriú possui um processo solicitando a regularização da área do Loteamento Jardim Denise tramitando na Assembleia Legislativa Estadual, desde 1981, pois o município fornece energia elétrica e recolhe Imposto Predial e Territorial Urbano – IPTU em algumas residências no Loteamento em questão.

Observam-se blocos e matacões distribuídos por toda a área com potencial instabilidade. As construções variam de padrão com muitas casas bastante vulneráveis e, às vezes, apoiadas diretamente sobre blocos.

Figuras 29 e 30: Matacões distribuídos na área do Loteamento Jardim Denise.



Fonte: Autora (2017).

Na localidade, não há rede de drenagem de águas pluviais ou sistema de coleta de esgotos, o despejo desse material diretamente no solo e ainda o plantio de bananeiras na encosta contribuem para o encharcamento do solo e instabilização.

Figura 31: Rede de drenagem de águas pluviais inexistente, Jardim Denise.



Fonte: Autora (2017).

Observa-se o descarte de lixo a céu aberto em alguns pontos do Loteamento, o local não possui coleta de lixo por nenhum dos dois municípios. Para construção das moradias realizou-se o corte do terreno originando taludes subverticais com moradias muito próximas tanto da borda e/ou base do talude, identificados na Figura 32.

Figura 32: Corte do terreno originando taludes, Loteamento Jardim Denise.



Fonte: Autora (2017).

Foi realizado pela Comissão Urbana de Contenção da Ocupação Irregular e Degradação Ambiental de Balneário Camboriú – CUIDA, em março de 2007, um recadastramento oficial das 48 edificações e 240 habitantes que residiam no Foco da Ocupação Irregular localizada no final da Rua Projetada “A”, no Loteamento Jardim Denise.

Segundo o relatório da CUIDA (2007), as principais reivindicações da comunidade seriam: regularização dos imóveis; mais segurança pública com repressão ao crime; ampliação da rede de fornecimento de energia elétrica; instalação de rede de saneamento básico; ampliação da rede de abastecimento de água e; pavimentação das ruas de acesso. A qualidade dos serviços de saúde e educação prestados pela Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú, foi considerada adequada pelos moradores do Jardim Denise. Além disso, baseado no relatório, apontou-se que:

Tabela 10: Situação Socioeconômico, em 2007, no Loteamento Jardim Denise.

<b>TOTAL DA POPULAÇÃO CADASTRADA</b>		
<b>SEXO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
Masculino	116	48,33
Feminino	124	51,67
<b>FAIXA ETÁRIA DA POPULAÇÃO CADASTRADA</b>		
<b>IDADE</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
De 0 a 18 anos	114	47,5
Acima de 18 anos	126	52,6
<b>NATURALIDADE DOS RESPONSÁVEIS PELA MORADIA</b>		
<b>ESTADOS</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
Rio Grande do Sul	01	2,08
Santa Catarina	27	56,25
Paraná	10	20,83
São Paulo	05	10,42
Outros	05	10,42
<b>ESTADO CIVIL DOS RESPONSÁVEIS PELA MORADIA</b>		
<b>ESTADO CIVIL</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
Casado	17	35,42
Solteiro	09	18,75
Viúvo	02	4,17
Divorciado	06	12,50
União Estável	14	29,16
<b>ESCOLARIDADE DOS RESPONSÁVEIS PELA MORADIA</b>		
<b>ESCOLARIDADE</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
Superior	00	-
Médio	05	10,42
Fundamental	34	70,83
<b>ESCOLARIDADE DOS RESPONSÁVEIS PELA MORADIA</b>		
<b>ESCOLARIDADE</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
Alfabetizado	09	18,75
Analfabetizado	00	-
<b>TRABALHO (maiores de 18 anos)</b>		
<b>TIPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>

Formal	67	53,17
Informal	22	17,46
Aposentado	06	4,76
Desempregado	31	24,60
Não Informado	00	-

**RENDA FAMILIAR (maiores de 18 anos)**

VALOR	QUANTIDADE	%
Até 1 salário mínimo	20	15,87
Até 2 salários mínimos	49	38,89
Até 3 salários mínimos	15	11,90
Acima 3 salários mínimos	03	2,38
Não Possui	27	21,43
Não Informado	12	9,53

Fonte: Relatório da Comissão Urbana de Contenção da Ocupação Irregular e Degradação Ambiental de Balneário Camboriú – CUIDA (2007)

Tabela 11: Situação Habitacional, em 2007, no Loteamento Jardim Denise.

**CONSERVAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES**

AVALIAÇÃO	QUANTIDADE	%
Ótimo	03	6,25
Bom	13	27,08
Ruim	27	56,25
Péssimo	05	10,42

**HIGIENE AO REDOR DAS EDIFICAÇÕES**

AVALIAÇÃO	QUANTIDADE	%
Ótimo	01	2,08
Bom	12	25,00
Ruim	29	60,42
Péssimo	06	12,50

**CARACTERÍSTICA DAS EDIFICAÇÕES**

TIPO	QUANTIDADE	%
Alvenaria	14	29,17
Madeira	14	29,17
Mista	20	41,66

**UTILIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES**

TIPO	QUANTIDADE	%
Residencial	48	100
Comercial/Misto	00	-

**TAMANHO DAS EDIFICAÇÕES**

ÁREA m <sup>2</sup>	QUANTIDADE	%
De 25m <sup>2</sup> até 50m <sup>2</sup>	35	72,92
De 51m <sup>2</sup> até 75m <sup>2</sup>	09	18,75
De 76m <sup>2</sup> até 100m <sup>2</sup>	03	6,25

Acima de 100m <sup>2</sup>	01	2,08
<b>FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA</b>		
<b>TIPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
Relógio	42	87,50
Rabicho	06	12,50
Não Possui	00	-
<b>ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>		
<b>ORIGEM</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
Rede de Abastecimento	48	100
Poço/Cisterna	00	-
Fonte/Nascente	00	-
Carro Pipa	00	-
<b>ARMAZENAMENTO DE ÁGUA</b>		
<b>CAIXA D'ÁGUA</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
Possui	37	77,08
Não Possui	11	22,92
<b>ESGOTO DOMÉSTICO</b>		
<b>DESTINO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
Rede de Esgoto	00	-
Fossa Séptica	15	31,25
Fossa Negra	08	16,66
Céu Aberto	25	52,09
<b>LIXO DOMÉSTICO</b>		
<b>DESTINO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
Coleta Regular	48	100
Enterrado	00	-
Queimado	00	-
Céu Aberto	00	-

Fonte: Relatório da Comissão Urbana de Contenção da Ocupação Irregular e Degradação Ambiental de Balneário Camboriú – CUIDA (2007)

Tabela 12: Situação Patrimonial, em 2007, no Loteamento Jardim Denise.

<b>RESIDÊNCIA NO MUNICÍPIO</b>		
<b>TEMPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
De 0 a 5 Anos	06	12,50
De 6 a 10 Anos	12	25,00
De 11 a 15 Anos	12	25,00
Acima de 16 Anos	14	29,17
Não Informado	04	8,33
<b>RESIDÊNCIA NO LOCAL</b>		
<b>TEMPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
De 0 a 5 Anos	24	50,00
De 6 a 10 Anos	15	31,25
De 11 a 15 Anos	08	16,67

Acima de 16 Anos	00	-
Não Informado	01	2,08
<b>OCUPAÇÃO DA EDIFICAÇÃO</b>		
<b>TIPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
Própria	48	100
Alugada	00	-
Não Informado	00	-
<b>OCUPAÇÃO EM PROPRIEDADE</b>		
<b>TIPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
Pública	00	-
Particular	48	100
Não Informado	00	-

Fonte: Relatório da Comissão Urbana de Contenção da Ocupação Irregular e Degradação Ambiental de Balneário Camboriú – CUIDA (2007)

Tabela 13: Situação Ambiental, em 2007, no Loteamento Jardim Denise.

<b>ÁREA DE PRESERVAÇÃO</b>		
<b>TIPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
Encosta	48	100
Margem de Rio	00	-
Restinga	00	-
Mangue	00	-
<b>ÁREA DE RISCO</b>		
<b>TEMPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
Erosão	04	8,33
Inundação	00	-
Deslizamento de Terra	44	91,67
Soterramento	00	-

Fonte: Relatório da Comissão Urbana de Contenção da Ocupação Irregular e Degradação Ambiental de Balneário Camboriú – CUIDA (2007)

O Loteamento Jardim Denise está situado em área com vegetação nativa (Floresta Ombrófila Densa – Mata Atlântica), considerada de Área de Preservação Permanente, sendo que tal área, encontra-se visivelmente alterada e degradada, demonstrado pela Figura 33.

Estima-se que a área total invadida aproxima-se de 4.245 m<sup>2</sup>. A maior parte da Ocupação Irregular, encontra-se em terras pertencentes ao município de Camboriú.

Figura 33: Ocupação atual do Loteamento Jardim Denise.



Fonte: Autora (2017).

Atualmente existem 70 lotes ocupados no Loteamento Jardim Denise, muitos possuindo mais de uma moradia edificada, sendo assim, segundo o levantamento realizado *in loco* constatou-se 141 moradias com pelo menos 407 pessoas residentes.

Podemos analisar este crescimento na ocupação da área através evolução das imagens históricas do Jardim Denise, apresentadas na Figura 34 – Mapa da Evolução Temporal da Área de Estudo.

Observa-se através das imagens que a evolução urbana ocorreu de forma crescente, constante e linear ao longo dos anos, através da ampliação na extensão da hoje chamada “Servidão Dona Denise”. Com o último levantamento realizado, informalmente, no início do ano pela Associação do Moradores, a população e quantidade de moradias praticamente duplicou quando comparado desde sua formação.

Os esgotos provenientes de grande parte das edificações são lançados no meio ambiente sem qualquer tipo de tratamento. Apesar de existir coleta pública de lixo no local, alguns moradores ainda continuam jogando lixo (doméstico e/ou catado) nas proximidades de suas casas ou na mata. A água consumida no local é tratada e provém de abastecimento público, no entanto, devido à forma incorreta de armazenamento da mesma nos reservatórios intermediários torna-se contaminada.

Os moradores do Loteamento Jardim Denise não identificam o risco eminente de um processo de deslizamento de solo no local, talvez pelo fato de que nunca houve ocorrência registrada, muito embora,

diversas moradias ao longo da Servidão Dona Denise estejam comprometidas pela forma que a encosta natural foi cortada, constatado pelas Figuras 35 e 36.

Figuras 35 e 36: Moradias em área de risco de deslizamentos, Jardim Denise.



Fonte: Autora (2017).

O Ponto de Estudo 01 – P01 – Loteamento Jardim Denise, localizado no município de Camboriú/SC e apresentado neste item, servirá como base para a aplicação, análise e comparação das metodologias de mapeamento de risco a deslizamentos propostas nesta pesquisa, demonstradas detalhadamente na sequência deste trabalho.

## 2.4 METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO DE RISCO A DESLIZAMENTOS

Segundo Cerri (2006), o risco deve ser por meio da equação:  $R = P \times C$ , onde: **R** = **RISCO**; **P** = **PROBABILIDADE** e **C** = **CONSEQUÊNCIAS** sociais e/ou econômicas a serem registradas, caso ocorra um processo destrutivo de deslizamento.

A partir deste conceito, as atividades voltadas à identificação dos riscos e de delimitação de áreas de sua ocorrência – denominadas mapeamento de risco – são executadas por meio de trabalhos de campo durante os quais é avaliada tanto a probabilidade (possibilidade) de ocorrências de processos destrutivos - por exemplo, um deslizamento, quanto às consequências sociais e/ou econômicas resultantes.

De acordo com Coutinho e Bandeira (2012), o mapa de risco é um instrumento cartográfico que apresenta a distribuição, o tipo e o grau dos riscos geológicos/geotécnicos visando a definição de medidas de prevenção de acidentes. A sua representação pode ser realizada de duas formas:

- a) Zoneamento de risco: são delimitados setores nos quais, em geral, encontram-se instaladas várias moradias, sendo identificados os processos destrutivos atuantes, as características da área como um todo e o grau de risco do setor. A codificação dos graus de risco pode utilizar números (1, 2, 3...), termos linguísticos (baixo, médio, alto...), cores ou hachuras;
- b) Cadastramento de risco: o risco é avaliado de forma pontual, moradia por moradia, conforme suas informações específicas.

Para Fell et al. (2008), o zoneamento ou setorização das áreas são classificados de acordo com o grau de suscetibilidade, perigo ou risco de deslizamentos, atual e potencial. Observa-se que os métodos de classificação de risco de deslizamento podem ser diferenciados em: qualitativos (análise relativa) através da simples comparação entre situações de riscos identificadas e; quantitativos (análise probabilística) através da ocorrência do acidente geológico/geotécnico, em determinado intervalo de tempo.

Segundo Oliveira (2009), diversos países desenvolvem o mapeamento de risco de deslizamentos, muitos com metodologias

semelhantes, mas com enfoques diferenciados, que muitas vezes resultam em respostas diferentes e não uniformes.

No Brasil, como em muitos outros países, os mapeamentos de riscos são predominantemente realizados por meio de avaliações qualitativas, ou seja, os riscos são identificados com base na opinião técnica da equipe que realiza o mapeamento com o apoio de informação dos moradores da área mapeada (CERRI, 2006).

Para aprofundar o entendimento das Metodologias de Mapeamento de Risco a Deslizamentos Gravitacionais de Massa, o item a seguir, apresenta uma revisão sobre alguns métodos aplicados atualmente.

#### 2.4.1 Método de Avaliação e Mapeamento de Áreas de Risco – Ministério das Cidades/IPT

A metodologia de mapeamento de áreas de risco proposta pelo Ministério das Cidades foi desenvolvida a partir do trabalho de pesquisa do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT. Neste contexto, houve a implantação da política de apoio ao planejamento territorial urbano e à política fundiária nos municípios, através de ações diretas, com transferência de recursos do Orçamento Geral da União – OGU, para ações de mobilização e capacitação.

Figura 37: Formas de atuação em relação a áreas de risco de deslizamentos.



Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007).

As ações de prevenção e preparação propostas para o gerenciamento de áreas de risco, tem como foco as medidas estruturais

geridas pela United Nations Disaster Relief Organization – UNDR0 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

A vulnerabilidade de uma área urbana ao Risco depende de uma série de fatores, naturais ou não, que devem ser levados em conta numa investigação. Ogura e Macedo (2002), definem que os elementos essenciais à análise de áreas de Risco são:

- a) Probabilidade ou possibilidade de ocorrência de deslizamentos: estimulada a partir das características do terreno;
- b) Vulnerabilidade dos assentamentos urbanos: análise do padrão construtivo das edificações e sua capacidade de sofrer danos;
- c) Tipologia do processo esperado e seu potencial de dano: estimativa da dimensão dos efeitos danosos.

Os mapas registram as informações obtidas de um aspecto ambiental específico, podendo ser utilizados para o planejamento territorial, urbano e ambiental.

Para a elaboração do mapeamento de áreas de risco, primeiramente são definidos, na metodologia do Ministério das Cidades/IPT, os tipos de mapas, apresentados a seguir, Figura 38.

Figura 38: Tipos de mapas de risco.

<b>MAPA DE INVENTÁRIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuição espacial dos eventos;</li> <li>• Conteúdo: tipo, tamanho, forma e estado de atividade;</li> <li>• Informações de campo, fotos, imagens.</li> </ul>
<b>MAPA DE SUSCETIBILIDADE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baseado no mapa de inventário;</li> <li>• Mapas de fatores que influenciam a ocorrência de eventos;</li> <li>• Correlação entre fatores e eventos;</li> <li>• Classificação de unidades de paisagem em graus de suscetibilidade.</li> </ul>
<b>MAPA DE RISCO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conteúdo: probabilidade temporal e espacial, tipologia e comportamento do fenômeno;</li> <li>• Vulnerabilidade dos elementos sob risco;</li> <li>• Custo dos danos;</li> <li>• Aplicabilidade temporal limitada.</li> </ul>

Fonte: Adaptado MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007).

De acordo com Coutinho e Bandeira (2012), a Cartografia Geotécnica é um dos instrumentos para o direcionamento da ação humana sobre o meio ambiente. Sendo a representação gráfica da descrição, potencialidade e limitações do meio físico, em face aos diversos tipos de intervenção e obras urbanísticas.

A escala de apresentação da Cartografia Geotécnica depende do seu objetivo. Para a gestão de problemas causados pela ocupação de encostas urbanas, onde deve ser conhecido os aspectos ambientais (físico-biótico-antrópico), as escalas de trabalho mais adotadas ficam entre 1:10.000 e 1:25.000. O relatório da Organização das Nações Unidas – ONU (2004), sugere, de acordo com o trabalho a ser desenvolvido, as seguintes escalas devam ser usadas:

- a) Escala Nacional (1:250.000 a 1:1.000.000) – macrozoneamento de riscos, visando o planejamento do uso do solo a longo prazo;
- b) Escala Regional (1:250.000 a 1:62.500) – macrozoneamento visando o planejamento regional;
- c) Escala de Detalhe (1:24.000 a 1:12.000) – microzoneamento voltado para o planejamento urbano e análise de vulnerabilidade;
- d) Escala de Projeto (1:12.000 a 1:2.000) – microzoneamento para a regulamentação de construções e planejamento detalhado de uma área.

O Mapa de Risco Geotécnico é um instrumento cartográfico que apresenta a distribuição, o tipo e o grau de riscos geotécnicos de deslizamentos, visando a definição de medidas de prevenção de acidentes. A sua representação pode ser de dois tipos: por *cadastramento de risco*, que consta da apresentação dos pontos notáveis sujeitos ao risco, com indicação de seu grau; e por *zoneamento de risco*, onde são delimitadas zonas homogêneas em relação ao grau de risco geotécnico, estabelecendo as classes de risco (BANDEIRA, 2003).

A metodologia qualitativa do Ministério das Cidades/IPT propõe utilizar escala de hierarquização com classificação distribuída em quatro níveis de probabilidade de ocorrência de processos de deslizamentos. Na etapa de identificação e análise de risco é realizado um diagnóstico dos riscos atuantes nas áreas e atribuídos os diferentes níveis de risco, objetivando apresentar as prioridades de intervenção: **R1** (risco baixo), **R2** (risco médio), **R3** (risco alto) e **R4** (risco muito alto).

Na etapa, denominada Setorização, inicia-se o trabalho com as fichas de campo (*check list*), identificando os processos destrutivos atuantes onde se inicia a pré-setorização, utilizando-se a percepção e parâmetros básicos, a saber: declividade / inclinação do talude, tipologia

dos processos, posição da ocupação em relação à encosta, qualidade da ocupação (vulnerabilidade) e infraestrutura urbana implantada.

A sistemática aplicada consiste na avaliação qualitativa, a partir da observação dos indicadores de instabilidade obtidos através do preenchimento de fichas cadastrais que permitem ao avaliador determinar a potencialidade de ocorrência de acidentes.

#### 2.4.1.1 Roteiro metodológico IPT para análise e mapeamento de área de risco

O roteiro metodológico sugere a utilização de oito passos sequenciais para orientar na avaliação do risco da encosta, a seguir.

Quadro 4: Roteiro metodológico para análise e mapeamento de riscos.

<b>1º PASSO</b>
Dados Gerais sobre a Moradia ou Grupo de Moradias
<b>2º PASSO</b>
Caracterização do Local: descrição do terreno onde está a moradia.
<b>3º PASSO</b>
Ação das Águas: cadastramento das águas servidas e da chuva.
<b>4º PASSO</b>
Vegetação no Talude ou Proximidades: definir se o tipo vegetação constante no local favorece ou prejudica a ocorrência de deslizamentos.
<b>5º PASSO</b>
Sinais de Movimentação: observação dos sinais aparentes de movimentação.
<b>6º PASSO</b>
Tipos de Processos de Instabilização Esperados ou Ocorridos: enquadrar os tipos de deslizamentos descritos no Quadro 1.
<b>7º PASSO</b>
Determinação do Nível de Risco: avaliação do nível de risco analisado, enquadrando nos critérios definidos no Quadro 15.
<b>8º PASSO</b>
Necessidade de Remoção: são definidas quantas moradias estão em risco de desabamento e as informações que devem ser repassadas à Defesa Civil para a retirada das pessoas em risco.

Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007).

Através da identificação das situações de risco, a metodologia propõe um roteiro de cadastro emergencial de risco de deslizamento que permite a análise sobre o nível de risco da situação em análise.

**1º PASSO:** Dados Gerais sobre as Moradias ou Grupo de Moradias.

Na etapa inicial do cadastramento deverão ser anotadas informações gerais sobre as moradias existentes no local. O Quadro 5

apresenta as informações que deverão ser observadas, levando em consideração o tipo de construção e o acesso à área, visando a caracterização da moradia, fator que irá influenciar na classificação dos níveis de risco a que ela está submetida.

Levantar o tipo de moradia é necessária para se avaliar às diferentes resistências estruturais que cada tipo (madeira ou alvenaria) tem com relação ao impacto dos materiais produzidos pelos deslizamentos.

Presume-se que as casas em alvenaria demonstrem maior resistência que as de madeira. Esse fato pode influenciar a classificação dos níveis de risco a que a moradia está submetida.

Quadro 5: Dados gerais sobre a moradia ou grupo de moradias (1º PASSO).

1º PASSO: DADOS GERAIS SOBRE A MORADIA			
Distrito:	Setor:	Quadra:	Lote:
Localização:			
Nome do Morador:			
Endereço:			
Tipos de Moradias: ( ) Alvenaria ( ) Madeira ( ) Mista			

Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007).

## 2º PASSO: Caracterização do Local.

A análise necessária nesta fase inclui a observação do local em torno das moradias, dos tipos de taludes (natural ou de corte), tipo de material (solo, aterro, rocha), presença de materiais (blocos de rocha e matacões, bananeiras, lixo e entulho), inclinação da encosta ou corte, distância da moradia ao topo ou base dos taludes. No Quadro 6, pode ser observado a forma sugerida pela metodologia para observação das características do local.

Quadro 6: Caracterização do local (2º PASSO).

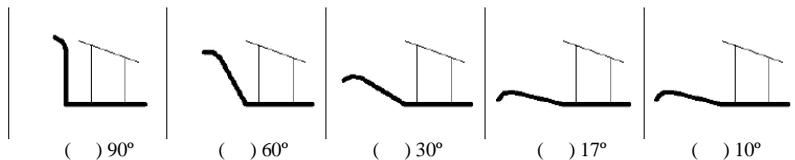
2º PASSO: CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL - TALUDES				
Encosta Natural ( ) Não tem		( ) Tem		Altura _____ m
Inclinação (marque com "X" o desenho que apresenta condições mais parecida).				
( ) 90°	( ) 60°	( ) 30°	( ) 17°	( ) 10°

## 2º PASSO: CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL - TALUDES

Talude de Corte ( ) Não tem

Altura \_\_\_\_\_ m

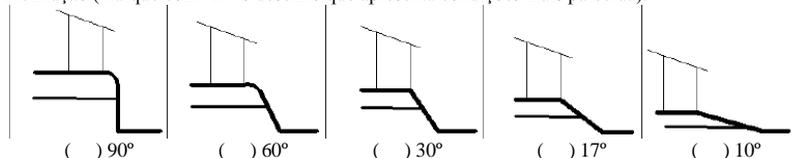
Inclinação (marque com "X" o desenho que apresenta condições mais parecida).



Aterro Lançado ( ) Não tem

Altura \_\_\_\_\_ m

Inclinação (marque com "X" o desenho que apresenta condições mais parecida).

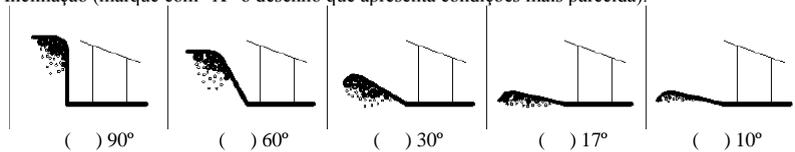


Distribuição das Moradias: \_\_\_\_\_ m da Base da Encosta/Talude OU \_\_\_\_\_ m do Topo da Encosta/Talude

Presença de Parede Rochosa ( ) Não tem

Altura \_\_\_\_\_ m

Inclinação (marque com "X" o desenho que apresenta condições mais parecida).



Presença de Blocos de Rocha e Matações ( ) Não tem

Presença de Lixo/Entulho ( ) Não tem

Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007).

Para auxiliar na determinação da estabilidade de uma área foram desenhadas as várias situações considerando com inclinações tipo os ângulos de 10°, 17°, 30°, 60° e 90°.

### 3º PASSO: Ação das Águas.

A ação das águas é uma das principais causas dos deslizamentos de terra em encostas. Sendo de origem pluviométrica ou de redes de infraestrutura, é necessário que se faça uma análise criteriosa das surgências de águas no local a ser analisado. A origem e destino dessas

águas são fatores que devem ser levantados durante os cadastramentos. O Quadro 7 mostra um roteiro para cadastro das águas existentes no local.

Quadro 7: Roteiro de cadastro da ação das águas (3º PASSO).

<b>3º PASSO: AÇÃO DAS ÁGUAS</b>	
Situação das Águas Servidas e Pluviais ( ) Não tem	
Concentração de Água de Chuva em Superfície (enxurrada): ( ) Sim ( ) Não Como:	
Lançamento de Água Servida em Superfície: ( ) Sim ( ) Não Como:	
Sistema de Drenagem Superficial: ( ) Inexistente ( ) Precário ( ) Satisfatório	
Para onde vai o Esgoto: ( ) Fossa ( ) Canalizado ( ) Lançamento em Superfície	
De onde vem a Água para Uso na Moradia: ( ) Águas de Camboriú ( ) Poço ( ) Nascente	
Existe Vazamento na Tubulação: Água e/ou Esgoto ( ) Sim ( ) Não	
Minas de Água no Talude (Barranco): ( ) No Pé do Talude ( ) No Meio do Talude ( ) No Topo do Talude	

Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007)

#### 4º PASSO: Vegetação no Talude ou Proximidades.

A vegetação remanescente no município de Camboriú está, principalmente, representada por estágios secundários e até primários em alguns sítios da Floresta Ombrófila Densa que constitui a Floresta Atlântica, com suas subformações diferenciadas em função das altitudes e condições edáficas e morfoclimáticas (PDDTC, 2012).

A presença de vegetação nas encostas deve ser objeto de análise, visto que interfere de forma efetiva na estabilidade dos taludes, favorecendo a ocorrência de deslizamentos. Outra característica da vegetação que pode ser prejudicial é a resistência em relação ao vento, pois existe a possibilidade de galhos se quebrarem e atingirem as moradias. No Quadro 8 estão cadastrados os tipos de vegetação existentes nos pontos de estudo.

Quadro 8: Roteiro de cadastro dos tipos de vegetação no local ou proximidades (4º PASSO).

<b>4º PASSO: TIPO DE VEGETAÇÃO NO LOCAL OU PROXIMIDADES</b>	
Situação da Vegetação ( ) Não tem	
( ) Presença de Árvores	
( ) Área Desmatada	
( ) Vegetação Rasteira (Arbusto, Capim)	
( ) Área de Cultivo (Banana)	

Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007).

### 5º PASSO: Sinais de Movimentação (Feições de Instabilidade).

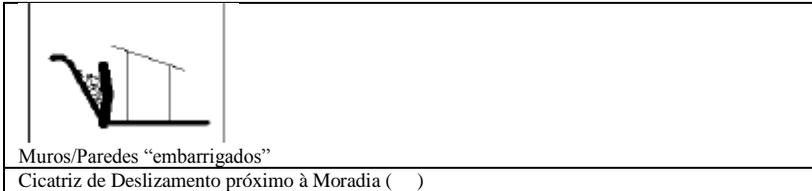
Considerado um dos parâmetros mais importantes na identificação do risco, os sinais de movimentação devem ser catalogados. As feições de instabilidade serão mais úteis quanto mais lento forem os processos. Assim, deslizamentos planares de solo que, segundo Augusto Filho (1992), apresentam velocidades de metros por segundo a metros por hora, são processos passíveis de serem monitorados por meio de seus sinais.

As feições de instabilidades principais se referem às juntas e fraturas de alívio, fendas de tração, trincas, e os degraus de abatimento. As trincas podem ocorrer tanto no terreno como nas moradias, estas deverão ser avaliadas por um profissional especializado em patologia de construções (AUGUSTO FILHO, 1992).

Outra feição importante é a inclinação de estruturas rígidas como árvores, postes e muros e o “embarrigamento” de muros e paredes. A inclinação pode ser fruto de um longo rastejo, denotando que a área tem movimentação antiga. É interessante avaliar quanto a inclinação do tronco das árvores não estiverem retos demonstra que o movimento é posterior ao crescimento da árvore. Todavia quando o tronco da árvore for torto e inclinado, o crescimento é simultâneo com o movimento do solo.

#### Quadro 9: Roteiro de cadastro dos sinais de movimentação (5º PASSO).

<b>5º PASSO: SINAIS DE MOVIMENTAÇÃO</b>	
Tipos de Solos <input type="checkbox"/> Não tem	
<input type="checkbox"/> Terreno natural <input type="checkbox"/> Aterro <input type="checkbox"/> Rejeitos <input type="checkbox"/> Argiloso <input type="checkbox"/> Arenoso	
Sinais de Movimentação <input type="checkbox"/> Não tem	
Trinca: <input type="checkbox"/> No Terreno <input type="checkbox"/> Na Moradia	
	
Inclinação: <input type="checkbox"/> Árvores <input type="checkbox"/> Postes <input type="checkbox"/> Muros	
Degraus de Abatimento:	



Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007).

A presença de cicatriz de deslizamento próxima à moradia leva a supor que taludes em situação semelhante poderão sofrer instabilizações. Essa situação deve ser observada na geometria do deslizamento (inclinação, espessura, altura, distância percorrida pelo material a partir da base, etc.). Essas referências podem auxiliar no reconhecimento de outros locais em circunstâncias semelhantes. O Quadro 6 anteriormente apresentado ilustra o 5º Passo do roteiro de mapeamento, com desenhos representando trincas e degraus de abatimento.

**6º PASSO:** Tipos de Processos de Instabilização Esperados ou Ocorridos.

Os pontos de estudo nos bairros Areias e Monte Alegre, são compostos por morros com vertentes convexas formando vales fechados, com altura de até 60 metros e vegetação de porte arbóreo preservada no topo. As edificações estão localizadas muito próximas aos taludes de corte e possuem de baixo a médio padrão construtivo.

O Quadro 10 apresenta as orientações fornecidas pelo roteiro de mapeamento, que se refere aos tipos de processos, para auxiliar no julgamento do avaliador da área de risco quanto aos processos visíveis de instabilidade apresentados no local, já destacados no Quadro 9 desta pesquisa.

Quadro 10: Tipos de processos de instabilização esperados (6º PASSO).

<b>6º PASSO:</b>	
<b>TIPOS DE PROCESSOS DE INSTABILIZAÇÃO ESPERADOS OU OCORRIDOS</b>	
Tipos de Processo de Instabilização ( ) Não tem	
Deslizamentos: ( ) No Talude Natural ( ) No Talude de Corte ( ) No Aterro	
Inundação: ( ) Sim ( ) Não	
Solapamento: ( ) No Talude Natural ( ) No Talude de Corte ( ) No Aterro	
Presença de: ( ) Bocas de Minas ( ) Planos Inclinados ( ) Depósitos de Rejeitos	
Queda de Blocos: ( ) Sim ( ) Não	
Rolamento de Blocos: ( ) Sim ( ) Não	

Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007).

**7º PASSO:** Determinação do Nível de Risco.

A relação apresentada pela metodologia, contendo a descrição dos níveis de probabilidade de risco: **R1** – baixo ou sem risco, **R2** – médio, **R3** – alto e **R4** – muito alto, permite que o avaliador possa hierarquizar utilizando-se o critério de comparação entre a situação encontrada no local e as informações descritas.

Quadro 11: Critérios para a determinação do nível de risco.

<b>RISCO</b>	<b>DESCRIÇÃO DO NÍVEL DE RISCO</b>
<b>R1 Baixo</b>	Os condicionantes geológicos-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervalo no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos. Não há indícios de processos de instabilização de encostas. É condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, são muitos reduzidas as possibilidades de ocorrência de eventos destrutivos no período de 1 ano.
<b>R2 Médio</b>	Os condicionantes geológicos-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos. Mantidas as condições existentes, são médias as possibilidades de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
<b>R3 Alto</b>	Os condicionantes geológicos-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos. Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
<b>R4 Muito Alto</b>	As evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, necessitando de intervenção imediata devido ao seu elevado estágio de desenvolvimento. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas no período de 1 ano.

Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007).

A etapa apresentada é considerada a mais importante do roteiro sugerido pela metodologia, quando o avaliador irá atribuir o nível de risco ao setor que está sendo analisado, tendo por base as informações do Quadro 12.

Quadro 12: Determinação do nível de risco (7º PASSO).

<b>7º PASSO: DETERMINAÇÃO DO GRAU DE RISCO</b>	
Obs.: Este item deverá ser preenchido somente pelo responsável do cadastro.	
<input type="checkbox"/>	<b>R4</b> – Risco Muito Alto / Providência IMEDIATA
<input type="checkbox"/>	<b>R3</b> – Risco Alto / Manter Local em Observação
<input type="checkbox"/>	<b>R2</b> – Risco Médio / Manter Local em Observação
<input type="checkbox"/>	<b>R1</b> – Risco Baixo ou Inexistente (pode incluir situações sem risco)

Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007).

### 8º PASSO: Necessidade de Remoção.

Nesta etapa, o avaliador informa à Defesa Civil do município sobre a necessidade de remoção de moradias em áreas de risco. Para esclarecer a postura a ser adotada, no Quadro 13 são apresentadas as instruções necessárias ao preenchimento do roteiro.

No 8º Passo, o avaliador poderá realizar desenhos da planta da situação da moradia ou moradias, devendo registrar tudo o que for possível, principalmente fatores importantes para classificação de riscos. No desenho do perfil da encosta, as alturas e inclinações de taludes, distâncias da moradia à base ou ao topo de taludes, devem ser anotadas.

Quadro 13: Necessidade de remoção (8º PASSO).

<b>8º PASSO: NECESSIDADE DE REMOÇÃO</b>
Número de Moradias em Risco: _____
Estimativa do Número de Pessoas para Remoção: _____
Desenho 1: Planta
Desenho 2: Perfil
Equipe Técnica de Campo (Nome/Instituição)
Assinatura
Data:

Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007).

Após esta etapa, a partir da caracterização dos graus de risco nas regiões analisadas, deverão ser elaboradas as ações para gerenciamento

efetivo do risco, através da definição de medidas estruturais e não estruturais que serão adotadas para correção e/ou eliminação das causas de instabilidade que provocam os deslizamentos.

As medidas de prevenção e mitigação de redução de risco podem ser adotadas tanto pelos moradores da região quanto pelos órgãos responsáveis por ações de Defesa Civil no município, segundo Kobayama et al. (2006). As principais causas de deslizamentos e processos erosivos associam-se à incorreta intervenção humana, segundo estudos do IPT, destacam os seguintes fatores:

- a) Lançamento e concentração de águas pluviais;
- b) Lançamento de águas servidas;
- c) Vazamentos na rede de abastecimento de água;
- d) Fossa sanitária;
- e) Declividade e altura excessiva de cortes;
- f) Execução inadequada de aterros;
- g) Deposição de lixo;
- h) Remoção indiscriminada da cobertura vegetal.

Por fim, a metodologia proposta pelo Ministério das Cidades/IPT traz informações de como operar o Plano Preventivo da Defesa Civil – PPDC, sendo uma medida não estrutural de gerenciamento de risco. O PPDC deve ser estruturado em quatro níveis: observação, atenção, alerta e alerta máximo, indicando a situação que o município se encontra durante a vigência do plano.

Como resultado da aplicação do Método de Avaliação e Mapeamento de Áreas de Risco – Ministério das Cidades/IPT, deverá ser produzido um Mapa de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa para o Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise, no município de Camboriú.

O método, descrito em detalhe no próximo item, foi desenvolvido pela equipe de técnicos do CEPED/UFSC para atender a demanda dos municípios catarinense. Inicialmente, são avaliados e classificados os fatores e variáveis a vulnerabilidade de desastres em setores de risco.

#### **2.4.2 Método de Avaliação de Vulnerabilidade para Mapeamento de Áreas Suscetíveis a Deslizamentos – CEPED/UFSC**

A metodologia de avaliação de vulnerabilidade para mapeamento de áreas suscetíveis a deslizamentos desenvolvida pelo CEPED/UFSC,

foi desenvolvida para avaliar e classificar a vulnerabilidade a desastres em setores de risco previamente identificados.

O presente método visa ampliar a caracterização destes setores com foco em seis fatores principais: Fator Socioeconômico; Fator Físico-ambiental; Fator Saúde; Fator Educação; Fator Percepção de Risco e; Fator Infraestrutura Urbana e Ocupação do Solo.

#### 2.4.2.1 Roteiro metodológico CEPED/UFSC: definição de fatores, variáveis e determinação dos pesos para o grau de vulnerabilidade

A seleção dos fatores e variáveis de vulnerabilidade podem decorrer de dados disponíveis como por exemplo, em base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e de algumas informações coletadas em campo (CEPED/UFSC, 2014).

Para determinação dos valores dos pesos, utilizou-se a lógica de Fibonacci, composta por uma sequência de números inteiros, começando normalmente por 0 a 1, na qual cada termo subsequente corresponde a soma dos dois anteriores. Na matemática, a sequência é definida pela equação, sendo o primeiro termo:  $F_1=1; F_n=F_{n-1}+F_{n-2}$ . O número inicial é 0,123581321 e os subsequentes 0,247162643; 0,370743964; 0,617906607; 0,988650571 até se obter cinco classes distintas (CEPED/UFSC, 2014).

A partir de estudo realizado por Dutra (2011), a metodologia define os pesos e graus de vulnerabilidade determinados e, os pesos dos fatores de vulnerabilidade da variável selecionada, demonstrados nas Tabelas 14 e 15.

Tabela 14: Pesos e graus de vulnerabilidade determinados.

GRAU DE VULNERABILIDADE DETERMINADOS	PESO
Muito Alta Vulnerabilidade	0,988650571
Alta Vulnerabilidade	0,617906607
Moderada Vulnerabilidade	0,370743964
Baixa Vulnerabilidade	0,247162643
Muito Baixa Vulnerabilidade	0,123581321

Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC (2014).

Tabela 15: Peso dos fatores de vulnerabilidade da variável selecionada.

GRAU DE VULNERABILIDADE DA VARIÁVEL	PESO
Fator Socioeconômico	0,247162643
Fator Físico-ambiental	0,988650571
Fator Saúde	0,370743964

Fator Educação	0,123581321
Fator Percepção de Risco	0,370743964
Fator Infraestrutura Urbana e Ocupação	0,617906607

Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC (2014).

O Fator Socioeconômico corresponde ao gênero, idade e renda das pessoas residentes das áreas de risco investigadas. Os dados destas variáveis são coletados em campo para os mapas confeccionados por setor de risco, como demonstra a Tabela 16.

Tabela 16: Variáveis e graus de vulnerabilidade do Fator Socioeconômico para suscetibilidade a deslizamentos.

VARIÁVEL FATOR SOCIOECONÔMICO		GRAU VULNERABILIDADE
Quantidade de	Homens e residentes em domicílios particulares permanentes	Baixa
	Mulheres em domicílios particulares permanentes	Moderada
Quantidade de	Pessoas com menos de 1 a 6 anos de idade	Muito Alta
	Pessoas com 7 a 12 anos de idade	Moderada
	Pessoas com 13 a 18 anos de idade	Baixa
	Pessoas com 19 a 64 anos de idade	Muito Baixa
	Pessoas com 65 anos ou mais de idade	Alta
Quantidade de	Pessoas sem trabalho ou desempregado	Muito Alta
Renda Domiciliar (soma da renda de todos os moradores)	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal per capita de mais de 1 a 2 salários mínimos	Muito Alta
	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal per capita de mais de 2 a 3 salários mínimos	Moderada
	Domicílios particulares sem rendimento nominal mensal domiciliar per capita	Muito Alta

Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC (2014).

As variáveis referentes ao Fator Físico-Ambiental abrangem aspectos relativos ao padrão construtivo da casa, presença de materiais no solo, evidências de movimentação e outras patologias estruturais, apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17: Variáveis e graus do Fator Físico-Ambiental para suscetibilidade a deslizamentos.

VARIÁVEL FATOR FÍSICO-AMBIENTAL		GRAU VULNERABILIDADE
Logradouro	Existe lixo acumulado nos	Muito Alta

	logradouros Existe esgoto ao céu aberto Não existe bueiro/boca-de-lobo	Alta Muito Alta
Tipo do Solo do Imóvel	Terreno sob aterro sanitário Presença de bananeira	Muito Alta Alta
Presença de Material no Solo	Entulho Matações Bloco de Rocha	Alta Alta Muito Alta
<b>VARIÁVEL FATOR FÍSICO-AMBIENTAL</b>		<b>GRAU VULNERABILIDADE</b>
Edificação	Paredão de Rocha Área plana Talude Topo de Morro	Alta Moderada Muito Alta Moderada
Inclinação do Solo em que se encontra a edificação e/ou corte do talude	Declividade – mais de 45° Declividade de 22,5 a 45°	Muito Alta Alta
Próximo a Edificação (100m distância)	Inclinação de Muros Inclinação de Árvores Inclinação de Postes Embarreamento de Muros de Contenção Embarreamento de Muros de Edificação Trincas na Edificação Cicatrices de Deslizamento	Muito Alta Muito Alta Alta Muito Alta  Alta  Muito Alta Muito Alta
Próximo a Edificação (100m distância)	Degraus de Abatimentos Feições Erosivas – Linear Feições Erosivas – Ravina Feições Erosivas – Sulco Feições Erosivas – Voçoroca	Muito Alta Alta Muito Alta Alta Muito Alta
Próximo a Edificação (100m distância)	Minas d'Água no Talude ou Aterro – no Meio Minas d'Água no Talude ou Aterro – no Sopé Minas d'Água no Talude ou Aterro – no Topo Tipo de Talude – Corte Tipo de Talude – Extração Mineral	Alta  Moderada  Muito Alta Muito Alta Moderada
Material da Cobertura do Solo ao Redor da Edificação (10m distância)	Drenagem Superficial – Precário Drenagem Superficial - Inexistente	Alta Muito Alta
Edificação possui Calha, Dutos e Caixa Pluvial	Lançamento de Água da Chuva em Superfície – a Céu Aberto	Muito Alta
Distância da Edificação, em metros, ao Agente Desencadeador do Possível Evento	2 a 5m; 5 a 10m; 10 a 25m; 25 a 50m; 50 a 100m; mais de 100m	Muito Alta (inverso da distância X peso)
Moradia Afetada por Deslizamento		Muito Alta

Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC (2014).

O Fator Saúde corresponde à existência de pessoas com doenças crônicas e com deficiência na área de risco, conforme Tabela 18.

Tabela 18: Variáveis e graus de vulnerabilidade do Fator Saúde para suscetibilidade a deslizamentos.

VARIÁVEL FATOR SAÚDE		GRAU VULNERABILIDADE
Pessoa com Doença ou Agravado de Saúde na Moradia	Doentes Crônicos	Muito Alta
VARIÁVEL FATOR SAÚDE		GRAU VULNERABILIDADE
Pessoa com Deficiência Visual na Moradia	Dificuldade Permanente de Enxergar	Muito Alta
Pessoa com Deficiência Auditiva na Moradia	Dificuldade Permanente de Ouvir	Muito Alta
Pessoa com Deficiência na Moradia	Dificuldade Permanente de Caminhar ou Subir Degraus	Muito Alta
Pessoa com Deficiência Mental na Moradia	Dificuldade Mental/Intelectual Permanente	Muito Alta

Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC (2014).

O Fator Educação se refere à alfabetização e nível de escolaridade das pessoas residentes nas áreas de riscos investigadas, na Tabela 19.

Tabela 19: Variáveis e graus de vulnerabilidade do Fator Educação para suscetibilidade a deslizamentos.

VARIÁVEL FATOR EDUCAÇÃO		GRAU VULNERABILIDADE
Quantidade de Pessoas (Alfabetização)	Não Alfabetizados (não sabe escrever um bilhete ou assinar o nome)	Muito Alta
Quantidade de Pessoas com Escolaridade	Nível de Instrução: Sem Instrução ou Fundamental Incompleto	Muito Alta
Quantidade de Pessoas com Escolaridade	Nível de Instrução: Fundamental Completo e Médio Incompleto	Alta

Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC (2014).

As variáveis do Fator Percepção de Risco identificam se os moradores conhecem os riscos a que estão expostos, se acreditam que estão preparados para enfrentá-los, se conhecem a Defesa Civil e se já vivenciaram situações de emergência e seus impactos, como apresentado na Tabela 20. Estas variáveis foram utilizadas somente para a elaboração dos mapas por setor de risco.

Tabela 20: Variáveis e graus de vulnerabilidade do Fator Percepção de Risco para suscetibilidade a deslizamentos.

VARIÁVEL FATOR PERCEPÇÃO DE RISCO		GRAU VULNERABILIDADE
Comunidade já foi afetada	Sim	Baixa

por alguma emergência ou desastres?		
Considera que sua casa está localizada em uma área suscetível a ameaças?	Não e Não sei	Alta
Você ou algum morador já enfrentou situações de emergência ou desastre?	Não	Muito Alta
<b>VARIÁVEL FATOR PERCEPÇÃO DE RISCO</b>		<b>GRAU VULNERABILIDADE</b>
Você ou algum morador já foi removido de casa?	Sim	Baixa
Você ou algum morador participa de organizações locais?	Não	Muito Alta
Você ou algum morador já sofreu perdas ou bens por causa de um desastre?	Sim	Baixa
Você ou algum morador se considera preparado para enfrentar situações de emergência ou desastre?	Não e Não sei	Alta
Você conhece a Defesa Civil?	Não e Não sei	Alta

Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC (2014).

O Fator Infraestrutura Urbana e Ocupação de Solo se refere às condições de urbanização do setor de risco, próximo (no logradouro) às moradias investigadas, conforme a Tabela 21. As variáveis foram utilizadas para a elaboração dos mapas de âmbito municipal e por setor de risco.

Tabela 21: Variáveis e graus de vulnerabilidade do Fator Infraestrutura Urbana e Ocupação do Solo para suscetibilidade a deslizamentos.

<b>VARIÁVEL FATOR INFRAESTRUTURA URBANA</b>		<b>GRAU VULNERABILIDADE</b>
No Logradouro, Quadra Face ou Face confrontante do Imóvel	Não existe Bueiro/Boca-de-Lobo Não existe Pavimentação Não existe Calçada Não existe Meio-Fio/Guia	Muito Alta Alta Moderada Alta
Acesso a Moradia	Caminho Escadaria Ponte	Moderada Alta Muito Alta
Tipo de Esgotamento Sanitário	Sem Esgotamento Sanitário Via Rede Geral de Esgoto ou Pluvial	Muito Alta
Tipos de Abastecimento de Água	Sem Abastecimento de Água da Rede Geral	Muito Alta
Destinos do Lixo	Sem Lixo Coletado	Muito Alta
Existência de Energia Elétrica	Sem Energia Elétrica	Muito Alta

Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC (2014).

#### 2.4.2.2 Mapa temático de vulnerabilidade socioeconômica e de infraestrutura urbana e ocupação do solo

Os mapas indicam as diferenças socioeconômicas e de infraestrutura urbana e ocupação do solo devem ser levantados os setores censitários que apresentam calçadas, pavimentação, rede elétrica, rede de abastecimento de água, entre outros aspectos entre os setores censitários de Camboriú/SC.

Como resultado da aplicação do Método de Avaliação de Vulnerabilidade para Mapeamento de Áreas Suscetíveis a Deslizamentos – CEPED/UFSC, igualmente será produzido um Mapa de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa para o Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise, no município de Camboriú.

Na sequência da pesquisa, o item a seguir apresenta a Metodologia de Individualização das Encostas desenvolvida por Gusmão Filho et al. (1992) para a elaboração de Mapa de Risco de Deslizamentos, no qual complementa as metodologias estudadas.

#### **2.4.3 Metodologia da Individualização das Encostas – GUSMÃO FILHO et al. (1992) para elaboração de Mapa de Risco de Deslizamentos.**

Para aperfeiçoar as abordagens de mapeamento de risco considera-se pertinente estudar e incorporar a técnica quantitativa da metodologia desenvolvida Gusmão Filho et al. (1992), sendo um método índice, por utilizar um índice numérico associado a cada fator; e de análise relativa, em que se compara as situações de riscos sem cálculo probabilísticos tendo, porém resultados de caráter qualitativo, onde todos os fatores foram considerados dentro de uma escala de cinco termos (Risco Muito Baixo, Risco Baixo, Risco Mediano, Risco Alto e Risco Muito Alto).

Esta metodologia é aplicada em setores individualizados de encostas e analisada diretamente no campo com auxílio de aerofotogrametria e mapas altimétricos, para o levantamento e seus parâmetros físicos e ambientais que são lançados em uma Ficha para Avaliação do Potencial de Risco, previamente formulada com as peculiaridades da área estuda, demonstrada no Quadro 14.

Quadro 14: Ficha para avaliação do potencial de risco.

---

FICHA PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RISCO

Nº: \_\_\_\_\_ Localização: \_\_\_\_\_ Avaliador: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

### FATORES TOPOGRÁFICOS

<b>ALTURA DA ENCOSTA (m):</b> (a) <5 (b) 5-10 (c) 10-20 (d) 20-30 (e) >30	<b>PERFIL DA ENCOSTA:</b> (a) Côncavo (b) Retilíneo (c) Convexo (d) Côncavo-Convexo	<b>MORFOLOGIA DO PERFIL (em planta)</b> (a) Côncava (b) Retilínea (c) Convexa (d) Côncava-Convexa
--	---	---

### FATORES TOPOGRÁFICOS

<b>EXTENSÃO DA ENCOSTA (m):</b> (a) <100 (b) 100-250 (c) 250-300 (d) 350-500 (e) >500	<b>DECLIVIDADE (%):</b> (a) <20 (b) 20-30 (c) 30-40 (d) 40-50 (e) >50	<b>OBSERVAÇÃO:</b>
--	--	--------------------

### FATORES GEOLÓGICOS

<b>LITOLOGIA:</b> (a) Solo Residual (b) Saprolito (c) Formação Cabo (d) Formação Beberibe (e) Formação. Gramame (f) Formação. Barreiras (fluvial) (g) Formação Barreiras (leque aluvial)	<b>TEXTURA:</b> (a) Arenosa-Argilosa (b) Argilo-Arenosa (c) Arenosa / Argilosa (e) Arenosa (f) Argilosa	<b>ESTRUTURAS:</b> (a) Maciça (b) Mergulho oposto (c) Subvertical (d) Subtropical (e) Mergulho Concordante
<b>EVIDÊNCIAS DE DESLIZAMENTO:</b> (a) Ravinamento Superficial (b) Ravinamento Profundo (c) Cicatrizes (d) Erosão no Pé da Encosta (e) Voçoroca (f) Fendas (g) Ausente	<b>OBSERVAÇÃO:</b>	

### FATORES AMBIENTAIS

<b>COBERTURA VEGETAL (%):</b> (a) 100 (b) 100-70 (c) 70-30 (d) 30-0 (e) Ausente	<b>DRENAGEM:</b> (a) Extensiva (b) Parcial (c) Insuficiente (d) Tópica (e) Inexistente	<b>TIPOS DE CORTES:</b> (a) Próximo à Crista da Encosta (b) Próximo ao Pé da Encosta (c) Próximos a Encosta (d) Desordenados (e) Em Patamares
<b>DENSIDADE HABITACIONAL (hab/ha):</b> (a) <100 (b) 100-200 (c) 200-300 (d) 300-500 (e) >500	<b>TRATAMENTO EXISTENTE:</b> (a) Extensivo (b) Parcial (c) Insuficiente (d) Tópico (e) Inexistente	

Fonte: Adaptado de Gusmão Filho et al. (1992).

Os fatores topográfico e geológico têm como atributos os elementos da suscetibilidade; e o fator ambiental envolve os atributos

relacionados à suscetibilidade e à vulnerabilidade da área. O fator meteorológico, nesta metodologia, é considerado uniforme para toda a área de estudo, considerando-se os mesmos índices pluviométricos para toda região. Na avaliação dos riscos de cada fator isoladamente, eles são considerados sob condições de chuvas intensas.

A partir dos dados coletados através da Ficha para Avaliação do Potencial de Risco é feita a tabulação dos dados topográficos, geológicos e ambientais obtidos para cada uma das encostas estudadas, levando em conta os principais grupos de atributos que afetam a estabilidade das encostas, os quais são lançados em um banco de dados de um programa formando um Sistema de Avaliação Potencial de Risco – SAPR (ALHEIROS, 1998).

Ao final, cada setor da encosta recebe o seu Grau de Risco e o Mapa de Risco de Deslizamentos é obtido quando essas unidades são cartografadas em seus conjuntos.

Para auxiliar no Mapeamento de Deslizamentos Gravitacionais de Massa, os fatores foram selecionados em função de sua importância na determinação do Grau de Risco, sendo agrupados em três categorias: relevo, geologia e ambiente.

Quadro 15: Categorias e fatores de risco.

<b>CATEGORIAS</b>	<b>ATRIBUTOS OU FATORES DE RISCO</b>
Relevo	Declividade Altura da Encosta Extensão da Encosta Perfil da Encosta Morfologia do Perfil (em planta)
Geologia	Litologias Estruturas Texturas Evidências de Deslizamento
Ambiente	Cobertura Vegetal Drenagem Densidade Populacional Tipos de Cortes Tratamento Existente

Fonte: Adaptado de Gusmão Filho et al. (1992).

Para cada um desses Fatores de Risco, foi estabelecida uma pontuação para o Grau de Risco, dentro de uma escala ascendente com valores de 1 (muito baixo) a 5 (muito alto), conforme a Tabela 22.

Tabela 22: Grau de risco de deslizamentos.

<b>TERMO LINGÜÍSTICO</b>	<b>SIGLA</b>	<b>GRAU DE RISCO</b>
Muito Baixo	<b>MB</b>	1

Baixo	<b>BA</b>	2
Mediano	<b>ME</b>	3
Alto	<b>AL</b>	4
Muito Alto	<b>MA</b>	5

Fonte: Adaptado de Gusmão Filho et al. (1992).

Os Critérios adotados para a pontuação dos elementos considerados para cada um dos fatores, tiveram como base a realidade contextual do meio físico, demonstrado no Quadro 16.

Quadro 16: Detalhamento dos fatores por grau de risco.

<b>GRAUS DE RISCO</b>	<b>MUITO BAIXO</b> 1	<b>BAIXO</b> 2	<b>MEDIANO</b> 3	<b>ALTO</b> 4	<b>MUITO ALTO</b> 5
<b>RELEVO</b>					
Altura (m)	< 5	5 - 10	10 - 20	20 - 30	> 5
Extensão (m)	< 100	100 - 250	250 - 350	350 - 500	> 500
Declividade (%)	< 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	> 50
Perfil	Côncavo	Retilíneo	Cônc.-Conv.	Convexo	Convexo
Morfologia	Convexa	Retilínea	Sinuosa	Côncava	Côncava
<b>GEOLOGIA</b>					
Litologia	Calcário	Conglomerado	Solo Residual	Sedimento	Sedimento
Estrutura	Maciça	Merg. Oposto	Subhorizontal	Subvertical	Merg. Conc.
Textura	Arenosa	Arenosa/ Argilosa	Argilo-Arenosa	Argilosa	Arenosa- Argilosa
Evidências	Ausentes	Ravinamento	Cicatrices -	Cicatrices +	Fenda/Barriga
<b>AMBIENTE</b>					
Vegetação (%)	100	100 - 70	70 - 30	30 - 0	Ausente
Drenagem	Extensiva	Parcial	Insuficiente	Tópica	Inexistente
Cortes	Isolados	Dispersos -	Dispersos +	Desordenados -	Desordenados +
Dens. Pop. (hab./ha.)	< 100	100 - 200	200 - 300	300 - 500	> 500

Fonte: Adaptado de Gusmão Filho et al. (1992).x

Os treze fatores considerados para análise de risco apresentados no Quadro 13, devem mostrar em simulações com a atribuição de pesos, onde o desvio padrão deverá ser de no máximo 5% no valor do risco final, não interferindo na classificação das encostas.

No intuito de ressaltar a deflagração dos acidentes de deslizamentos no município de Camboriú/SC, foi feita a média ponderada entre essas categorias na composição final do risco, sendo atribuído peso 1 para a Topografia; peso 2 para a Geologia e, peso 3 para o Ambiente.

O cálculo do grau de risco de cada setor da encosta é obtido através do uso da Equação (01), que utiliza a média ponderada, onde cada um dos pesos é determinado com seus respectivos fatores.

(01)

$$GRF_{ENC} = \left[ \frac{(P1*GRT)+(P2*GRG)+(P3*GRA)}{(P1+P2+P3)} \right]$$

Sendo:

**GRF<sub>ENC</sub>** = Grau de risco de cada setor da encosta

**GRT** = Grau de risco topográfico (média aritmética dos atributos topográficos)

**GRG** = Grau de risco geológico (média aritmética dos atributos geográficos)

**GRA** = Grau de risco ambiental (média aritmética dos atributos ambientais)

**P1, P2, P3** são, respectivamente, os pesos do fator topográfico, geológico e ambiental

O tratamento das encostas é considerado um fator importante no equacionamento do risco, pois funciona com um redutor no perigo de deslizamentos. O tratamento realizado nas encostas de Camboriú, no geral, é por meio de intervenções topográficas (muros de arrimo, retaludamento); seguido por ambientais (drenagem, impermeabilização, pavimentação) e; de modo tópico, observadas através de intervenções sobre a geologia (drenos subterrâneos).

Afirma Alheiros (1998) que para a inclusão deste redutor no perigo de deslizamentos representado pelo tratamento, a redução foi calculada proporcionalmente à “nota” do tratamento. Por exemplo, na ausência de tratamento (nota 5), o redutor é zero e o grau de risco ambiental é calculado com base na vegetação, drenagem, cortes e densidade populacional. No caso de tratamento incompleto, com notas entre 1 e 5, a redução nas notas de vegetação, drenagem e cortes é proporcional à nota do tratamento, de acordo com a seguinte Equação:

(02)

$$Rt = Ri - \left[ \left\{ \frac{(Ri-1)}{4} \right\} x (5 - T) \right]$$

Sendo:

**Rt** = Risco incluindo o tratamento

**Ri** = Risco sem tratamento

**T** = Nota do tratamento

Com aplicação desse modelo para o município de Recife, por exemplo, os valores extremos encontrados variaram de 1,66 (Muito Baixo) e 3,55 (Muito Alto). A normalização desses valores permitiu a obtenção dos intervalos numéricos mostrados na Tabela 23.

Tabela 23: Obtenção dos graus de risco finais de deslizamentos.

CLASSIFICAÇÃO	GRAU DE RISCO ARBITRADO	RISCO OBTIDO
---------------	-------------------------	--------------

Muito Baixo	1	< 1,74
Baixo	2	1,74 – 2,24
Mediano	3	2,24 – 2,74
Alto	4	2,74 – 3,24
Muito Alto	5	> 3,24

Fonte: Adaptado de Alheiros (1998).

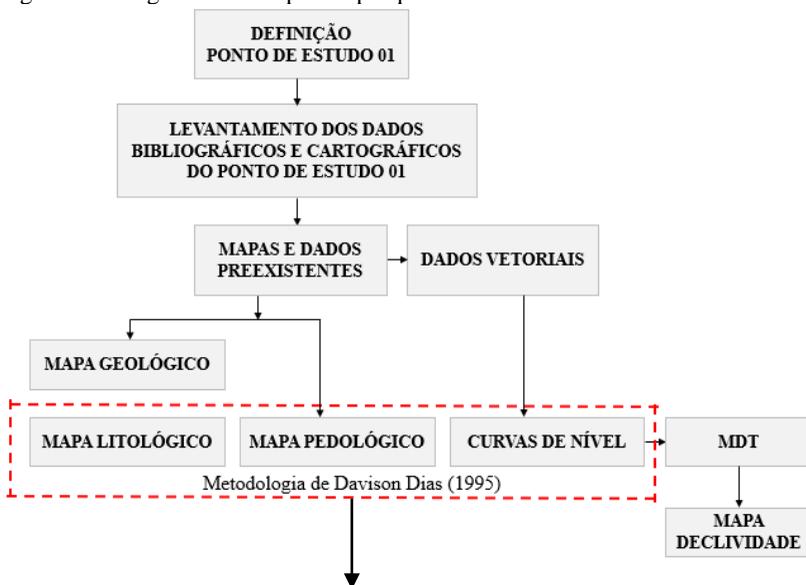
A Metodologia de Individualização das Encostas, apresenta melhores resultados onde os problemas são mais localizados, tendo mostrado boa consistência para áreas urbanizadas.

Como resultado da aplicação da Metodologia da Individualização das Encostas – Gusmão Filho et al. (1992), será gerado o Mapa de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa para os Pontos de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise, no município de Camboriú. O intuito deste trabalho é o de comparar as metodologias de análise de risco consolidadas e destacadas nesta pesquisa, bem como, escolher a que melhor se aplica nas localidades estudadas.

### 3. MÉTODO E ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi dividida em atividades, conforme indicado no diagrama, representado pela Figura 39.

Figura 39: Diagrama das etapas da pesquisa.





Fonte: Autora (2016).

### 3.1 DEFINIÇÃO DO PONTO DE ESTUDO 01

A determinação do Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise (SC\_CA\_SR\_08\_CPRM, no Anexo A) foi definido a partir da “Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco de Enchentes e Movimentos de Massa, no município de Camboriú/SC”, elaborado pelo Departamento de Gestão Territorial – DEGET da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, em Setembro de 2012.

### 3.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS BIBLIOGRÁFICOS E CARTOGRÁFICOS DO PONTO DE ESTUDO 01

A primeira etapa do trabalho de pesquisa constitui no levantamento de referencial teórico acerca dos riscos, desastres e ao movimento gravitacional de massa. Em seguida, realizou-se as leituras e fichamentos bibliográficos a fim de subsidiar o conhecimento para trabalhar com a temática desta pesquisa.

Os materiais utilizados para compreensão do meio físico, uso da terra e morfologia urbana referem-se às fotos aéreas feitas desde o ano de 2006 até 2009, com escala de 1:25.000 que foram cedidas pela Secretaria de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Camboriú/SC. Imagens do ano de 2011, 2014 e 2017 do programa *Google Earth Pro* disponível na rede mundial de computadores.

Os dados de temperatura e índices pluviométricos, do período de 2014 a 2016 foram fornecidos pelo Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina – CIRAM.

Para a descrição geológica utilizou-se de amostras de rochas coletadas em campo pelo Laboratório de Mapeamento Geotécnico – LAMGEO/UFSC, informações contidas no memorial descritivo do Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina, elaborado em convênio com o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM e Secretaria da Ciência e Tecnologia, Minas e Energia – SCTME, em escala 1:500.000 publicada em 1987 e, o relatório técnico do Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina – GERCO/SC para mapeamento na escala 1:100.000. A descrição geomorfológica e pedológica, bem como, o uso da terra, foi baseada nos memoriais descritivos (diagnóstico sócio ambiental) da 3ª Edição do GERCO/SC.

Após o planejamento das atividades, o objetivo da pesquisa, bem como, a exposição do Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise, foram apresentados aos técnicos da Secretaria de Proteção e Defesa Civil do município de Camboriú/SC.

Com o intuito de reconhecer as características físicas do Loteamento Jardim Denise, foram realizadas 15 visitas técnicas que permitiram um melhor planejamento dos estudos de detalhe e dimensionamento da logística de campo. Nesta fase foram identificados os padrões de ocupação do setor, as unidades geológicas, as feições geomorfológicas e os possíveis processos destrutivos atuantes, Figuras 40 e 41.

Figuras 40 e 41: Visitas de reconhecimento ao Loteamento Jardim Denise.





Fonte: Autora (2017).

Durante as visitas técnicas, por se tratar de uma localidade de difícil acesso e facilitar o entendimento da ocupação da área como um todo, foi realizado o aerolevanteamento com uma Aeronave Remotamente Pilotada – RPA, o sobrevoo durou 25 minutos, a uma altura de 200 metros, capturando 346 imagens, cobrindo uma área de 0,616 km<sup>2</sup>.

Utilizando o *software Agisoft Photoscan*, foram processadas as imagens levantadas obedecendo a seguinte ordem:

1. Nuvem esparsa de pontos, configurada na acurácia muito alta, com resultado de 316.012 pontos com processo de 34 minutos.
2. Nuvem densa de pontos, com acurácia definida em média e tempo de processo de 12 horas de 24 minutos resultando em uma nuvem de 32.306.096 pontos.
3. Malha, configurado na qualidade média, que gerou 6.461.213 faces, em um processo de 54 minutos.
4. Ortofotomosaico a partir da malha, onde o processo de 1 hora e 8 minutos resultou em uma ortofoto da área de estudo com resolução espacial de 4,26cm/pix, com erro de projeção de 1,26pix.

O uso de imagens aéreas de baixa altitude e ortofotos de alta resolução espacial para monitoramento de Áreas de Preservação Permanente – APP's, são essenciais para a análise da paisagem. O nível de detalhamento auxilia o entendimento global da área de estudo,

demonstradas pela sequência de imagens (Figuras 42, 43 e 44). Por se tratar de um processo aerofotogramétrico, utiliza sensores óticos embarcados, e através das imagens georreferenciadas captadas por estes sensores, são utilizados softwares de fotogrametria específicos para processamento das imagens coletadas.

Segundo Laranja et al. (2012), a utilização da fotogrametria aérea tem sido ampliada devido ao crescente desenvolvimento tecnológico, outrora considerados inviáveis, hoje se tornam possíveis. Para esses autores, a fotogrametria possibilita extrair os elementos geográficos específicos para as mais diversas aplicações.

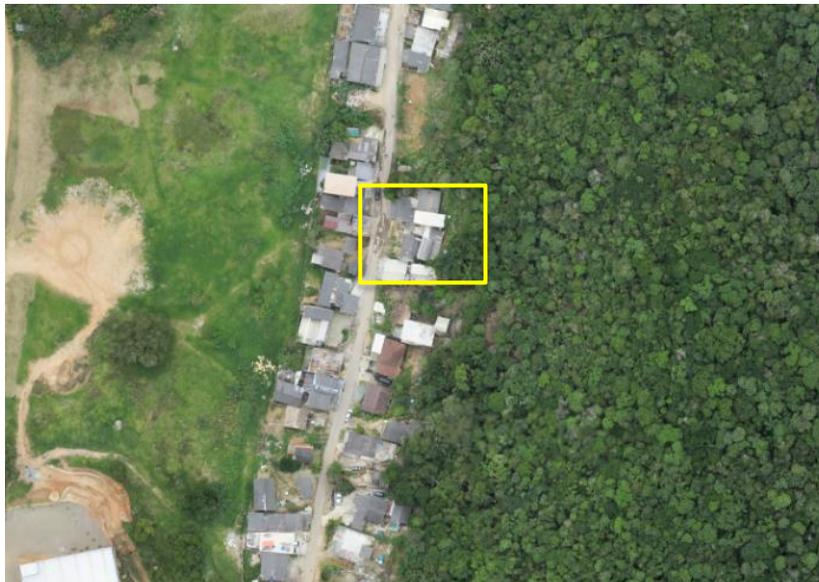
Outro fator que qualifica o uso dessa ferramenta no combate ao dano ambiental é o fato de ser um instrumento tecnológico eficaz e eficiente no levantamento ostensivo preventivo. Estando o RPA equipado com um computador de bordo, uma câmera de alta resolução espacial e um GPS que receba sinais de mais de um satélite, é possível realizar sobrevoos precisos.

Figura 42: Aerolevantamento no Loteamento Jardim Denise, maio 2017.



Fonte: Autora (2017).

Figura 43: Detalhe da ocupação do lote no Loteamento Jardim Denise.



Fonte: Autora (2017).

Figura 44: Múltiplas residências em um único lote, no Loteamento Jardim Denise, maio 2017.



Fonte: Autora (2017).

As ortofotos geradas podem ser utilizadas na maioria dos softwares de geoprocessamento, e a partir dela é possível medir e quantificar as áreas recuperadas, em recuperação e não recuperadas no futuro, auxiliando na fiscalização ambiental. A frequência de obtenção destes produtos pode ser alta, seja mensal, semanal ou diária, permitindo um acompanhamento e verificação das mudanças no local com precisão e impedindo a ocorrência de novas ocupações irregulares.

### 3.3 MAPAS TEMÁTICOS E DADOS PREEXISTENTES

Para fazer os mapas temáticos do Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise foram desenvolvidos os mapas temáticos do município de Camboriú/SC, a partir da base de dados cartográficos provida pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS/SC, a partir da base de aerofoto digital e o Modelo Digital de Terreno, com resoluções de um metro.

Como não se teve acesso a base de dados cartográficos do município, utilizamos as informações do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro – PGEC, realizado pelo IBGE no ano de 2003, do novo levantamento Geológico, Geomorfológico e Pedológico na região, resultando nos mapeamentos da Folha Camboriú em escala 1:100.000. Esta foi a base cartográfica utilizada, ajustada sob as curvas de nível, juntamente com o mapeamento e texto explicativo da CPRM (2012), imagens de satélite, aerolevanteamento e trabalhos de campo, gerando os seguintes mapas:

- a) Mapa de Declividade de Camboriú – Apêndice A;
- b) Mapa Hipsométrico de Camboriú - Apêndice B;
- c) Mapa do Relevo de Camboriú - Apêndice C;
- d) Mapa do Relevo Sombreado de Camboriú - Apêndice D;
- e) Mapa das Unidades Geológicas de Camboriú - Apêndice E;
- f) Mapa de Pedologia de Camboriú - Apêndice F;
- g) Mapa das Unidades Geotécnicas de Camboriú - Apêndice G.

O reconhecimento da área de estudo – Ponto de Estudo 01\_Loteamento Jardim Denise, foi identificado a partir dos mapas temáticos gerados anteriormente do município de Camboriú (Mapa de Localização da Área de Estudo – Apêndice H e em Detalhe – Apêndice I). Através do *software ArcGIS 10.5*, foram gerados a partir do Modelo Digital de Terreno o arquivo vetorial de curvas de nível da área de estudo – Jardim Denise (Curvas de Nível da Área de Estudo – Apêndice

J), através da ferramenta *Contour*, com equidistâncias de 5 metros, e também o arquivo matricial de declividade com a ferramenta *Slope*, representado no Mapa de Declividade da Área de Estudo – Apêndice K, em porcentagem em classes de amostragem, conforme recomendado pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA (1999).

Também a partir do Modelo Digital de Terreno, foi elaborado o Mapa Hipsométrico da Área de Estudo – Apêndice L, subdividindo a área em 14 classes de altitude.

Também compõem a base cartográfica deste estudo o levantamento do Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, que contém o arquivo vetorial com classificação dos tipos de relevo do estado de Santa Catarina na escala de 1:500.000, parte componente do Programa Geologia do Brasil – Levantamento da Geodiversidade, que se trata de um arquivo vetorial rico em informações e dados geológicos, para todo o estado de Santa Catarina. O Levantamento da Geodiversidade do CPRM, também serviu como base cartográfica de dados para a confecção do Mapa das Unidades Geológicas da Área de Estudo – Apêndice M.

Para compor o Mapa de Pedologia da Área de Estudo – Apêndice N, utilizou-se uma base vetorial na escala de 1:100.000 disponibilizado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI/CIRAM, gerando o Mapa do Relevo da Área de Estudo - P01 - Apêndice O.

A partir do cruzamento dos arquivos vetoriais de Geologia e Pedologia, obteve-se o arquivo para a geotécnica da área, através da ferramenta *Union*, com trabalho na tabela de atributos do arquivo vetorial criado, com a sigla da classificação geotécnica das manchas, foi feita uma busca na literatura, para confirmação do resultado obtido. Conjuntamente com o levantamento cedido pelo LAMGEO/UFSC, gerou-se o Mapa das Unidades Geotécnicas da Área de Estudo – Apêndice P.

Buscando classificar o uso do solo da região utilizou-se à ortofoto gerada em campo pelo Aeronave Remotamente Pilotado, servindo como base para uma classificação manual, que buscou vetorizar a região em 7 classes diferentes; edificação, entulho/resíduos, vegetação alta, vegetação média e baixa, vegetação rasteira, vias/garagem/brita, solo exposto.

A partir deste arquivo vetorial, através da ferramenta *Polygon to Raster*, transformado em matriz, tornou este levantamento em uma área gradeada, de 2x2 metros. Com a ferramenta *Reclassify*, alterou-se os valores dos fatores de risco desta matriz a fim de resultar em

porcentagens, de acordo com as seções dos lotes da Área de Estudo, de cada área gradeada gerada, servindo como base para obtenção do valor final dos Mapas de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa no Ponto de Estudo 01 – Jardim Denise para as metodologias Ministério das Cidades/IPT (2007) – Apêndice Q, CEPED/UFSC (2014) – Apêndice R e Gusmão Filho et al. (1992) – Apêndice S.

Os algoritmos que geraram as matrizes dos Mapas de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa no Ponto de Estudo 01 – Jardim Denise, foram realizados a partir da ferramenta *Raster Calculator*, onde cada pixel das matrizes chave são colocados dentro da equação de interesse.

Para a aplicação das Metodologias de Mapeamento de Risco no Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise foi essencial o levantamento das condicionantes do meio físico, como o solo, o relevo e a rocha, além da análise dos processos que atuam no meio a ser investigado, como a erosão, instabilidade de encostas, assim como os impactos associados.

No Jardim Denise, foram coletadas as informações de vulnerabilidade físico-ambientais, socioeconômicas e culturais. A avaliação da suscetibilidade foi realizada em forma de amostragem, sempre entrevistando os responsáveis pela residência ou, na sua ausência residentes maiores de 18 anos.

O próximo item desta pesquisa, descreve os resultados gerados a partir da análise dos Mapas de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa gerados e da foto interpretação, que representa um poderoso instrumento para o estudo dos deslizamentos, permitindo uma visão tridimensional do terreno e a identificação das inter-relações entre a topografia, drenagem, cobertura superficial, feições geológicas e atividades humanas, todas funcionando como importantes agentes/condicionantes da dinâmica dos deslizamentos (Augusto Filho, 1992).

A partir das Metodologias de Mapeamento de Risco aplicadas foi classificada a que melhor se adaptou às condições ambientais, físicas e socioeconômicas para o Ponto de Estudo 01.



#### **4. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS GERADOS PELAS METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO DE RISCO APLICADAS – RESULTADO 01**

Na sequência da pesquisa foram aplicadas três metodologias consolidadas de análise de risco de deslizamento gravitacional de massa, o primeiro será o Método de Avaliação e Mapeamento de Áreas de Risco – Ministério das Cidades/IPT que sugere a utilização de oito passos sequenciais que orientaram na avaliação a campo.

##### **4.1 ROTEIRO METODOLÓGICO DE MAPEAMENTO DE RISCO MINISTÉRIO DAS CIDADES/IPT (2007)**

**1º PASSO:** Dados Gerais sobre as Moradias ou Grupo de Moradias.

No polígono urbano referente ao Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise, identificamos construções em alvenaria e madeira. Pressupõe-se que casas em alvenaria apresentem maior resistência que as de madeira. Esse fator influencia a classificação dos níveis de risco no qual a moradia está submetida ao impacto dos materiais produzidos pelos deslizamentos. A localidade não possui calçamento apropriado e não há drenagem pluvial na extensão da “Servidão Dona Denise”, conforme demonstram as Figuras 45 e 46.

Figuras 45 e 46: Moradias analisadas no Ponto de Estudo 01- P01.



Fonte: Autora (2017).

## 2º PASSO: Caracterização do Local.

Nas Figuras 47 e 48, identifica-se na localidade, taludes em corte, presença de bananeiras, lixo e entulho. As inclinações dos taludes em corte variam no Setor de Risco, geralmente em torno de  $70^\circ$  e a distância da moradia ao topo e base do talude é mínima, cerca de 50cm, oferecendo risco aos moradores.

Figuras 47: Talude em Corte analisados no Ponto de Estudo 01.



Fonte: Autora (2017).

### 3º PASSO: Ação das Águas.

O Quadro 17 mostra que no Loteamento existe uma concentração de água na superfície em toda extensão da Servidão Dona Denise. Pela forma que os taludes foram cortados foi sendo alterado a declividade natural do terreno, prejudicando o escoamento das águas de chuva, o acúmulo de água na superfície é inevitável, Figuras 45 e 46. O sistema de drenagem superficial é precário, em alguns lotes o esgoto é encaminhado para fossa, as residências analisadas são abastecidas pela “Empresa Municipal de Água e Saneamento de Balneário Camboriú - EMASA”.

Quadro 17: Roteiro de cadastro da ação das águas no Jardim Denise.

#### 3º PASSO: AÇÃO DAS AGUAS

Situação das Águas Servidas e Pluviais ( ) Não tem
Concentração de Água de Chuva em Superfície (enxurrada): ( X ) Sim ( ) Não
Como: Presença de água na base e topo dos taludes em corte, na extensão da principal via de acesso ao Loteamento “Servidão Dona Denise” não há escoamento adequado.
Lançamento de Água Servida em Superfície: ( X ) Sim ( ) Não
Como: Identificado edificações próximas ao topo dos taludes sem calha de escoamento pluvial, lançamento direto no solo.
Sistema de Drenagem Superficial: ( X ) Inexistente ( ) Precário ( ) Satisfatório
Para onde vai o Esgoto: ( X ) Fossa ( ) Canalizado ( X ) Lançamento em Superfície
De onde vem a Água para Uso na Moradia: ( X ) EMASA ( ) Poço ( ) Nascente
Existe Vazamento na Tubulação: Água e/ou Esgoto ( X ) Sim ( ) Não

Minas de Água no Talude (Barranco):

(  ) No Pé do Talude    (  ) No Meio do Talude    (  ) No Topo do Talude

Fonte: Autora (2017).

Figura 48: Moradias próximas aos taludes sem calha de escoamento pluvial.



Fonte: Autora (2017).

#### **4º PASSO:** Vegetação no Talude ou Proximidades.

Observa-se a presença de árvores de pequeno porte, área desmatada e vegetação rasteira; destaca-se a presença de bananeira no Ponto de Estudo 01.

#### **5º PASSO:** Sinais de Movimentação (Feições de Instabilidade).

O 5º Passo do roteiro de mapeamento do Ministério das Cidades/IPT esclarece o tipo de solo encontrado, identificado como argiloso. Observamos pequenas trincas nas moradias, inclinação de algumas árvores e leve cicatriz de escorregamento próximo a algumas moradias, Figura 49. Estes pequenos sinais de movimentação do solo, confirmados pela presença de pequenas fissuras presentes na base da estrutura em alvenaria de moradias, a presença de umidade e rachaduras em sua extensão, confirmam existência de instabilidade na localidade mapeada.

Figura 49: Sinais de movimentação nas edificações analisadas no Jardim Denise.



Fonte: Autora (2017).

#### **6º PASSO:** Determinação do Nível de Risco e Necessidade de Remoção.

Através da comparação dos condicionantes observados no local em cada um dos lotes da área de estudo e a análise do Mapa de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa no Ponto de Estudo 01 - Jardim Denise (Metodologia Ministério das Cidades/IPT) - Apêndice Q, foi determinado que o grau de risco no Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise é considerado **R4 – Muito Alto** principalmente nos lotes que apresentam evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias), constatado por evidências de sinais de movimentação.

Os condicionantes geológicos-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamento, apresentado no Quadro 11. Mantidas as condições existentes, é muito provável a possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.

A partir da análise, recomenda-se a imediata remoção dos moradores nos lotes destacados no Mapa de Risco, desta forma a Secretaria de Proteção e Defesa Civil deve registrar todas as informações possíveis para a classificação de riscos e complementar com o desenho do perfil da encosta, as alturas e inclinações de taludes, distância das moradias à base e ao topo de taludes.

A Metodologia do Ministério das Cidades/IPT, é baseada nas percepções e avaliações visuais, de certa forma subjetivas, dos técnicos responsáveis pelos levantamentos no setor de risco. Os sinais de risco do movimento gravitacional de massa só são notados quando o processo de deslizamento está evoluído a um elevado grau de risco, não sendo uma metodologia a ser aplicada para a prevenção de eventos destrutivos, por exemplo.

O segundo a ser justaposto foi o Método de Avaliação de Vulnerabilidade para Mapeamento de Áreas Suscetíveis a Deslizamento – CEPED/UFSC, que em sua primeira etapa define os fatores e variáveis de vulnerabilidade. As variáveis analisadas foram o Fator Socioeconômico; Fator Físico-ambiental; Fator Saúde; Fator Educação; Fator Percepção de Risco e Fator Infraestrutura Urbana e Ocupação. Para cada fator são destacadas variáveis que recebem um peso e grau de vulnerabilidade determinada pela lógica de Fibonacci, apresentados na Tabela 13.

#### 4.2 ROTEIRO METODOLÓGICO DE MAPEAMENTO DE RISCO – CEPED/UFSC (2014)

O Fator Socioeconômico corresponde ao gênero, idade e renda das pessoas residentes das áreas de risco investigadas. Os dados destas variáveis foram coletados em campo no Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise e estão demonstrados no Tabela 24.

Tabela 24: Fator Socioeconômico e graus de vulnerabilidade para o Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise.

VARIÁVEL FATOR SOCIECONÔMICO		VULNERABILIADE
Quantidade	Homens e residentes em domicílios particulares (62%)	<b>Baixa</b> (0,123581321)
	Mulheres em domicílios particulares permanentes (38%)	<b>Moderada</b> (0,370743964)
Quantidade	Pessoas com 1 a 6 anos (2%)	<b>Moderada</b> (0,370743964)
	Pessoas com 7 a 12 anos (6%)	<b>Baixa</b> (0,123581321)
	Pessoas com 13 a 18 anos (18%)	<b>Muito Baixa</b> (0,123581321)
	Pessoas com 19 a 64 anos (72%)	<b>Alta</b> (0,617906607)
	Pessoas com 65 anos ou mais de idade (2%)	
Quantidade	Pessoas sem trabalho ou desemprego (10%)	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
Renda	Domicílios particulares com renda mensal de 1 a 2 salários	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
Domiciliar	mínimos (5%)	<b>Moderada</b> (0,370743964)
	Domicílios particulares com renda mensal de 2 a 3 salários	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
	mínimos (38%)	
	Domicílios particulares sem renda mensal nominal (57%)	

Fonte: Autora (2017).

Em relação ao Fator Socioeconômico, no Ponto de Estudo 01, a média do somatório das variáveis apresentadas totaliza 0,67969, sendo atribuído para o Grau do Fator Socioeconômico de Alta Vulnerabilidade.

As variáveis referentes ao Fator Físico-Ambiental abrangem aspectos relativos ao padrão construtivo da casa, presença de materiais no solo e evidências de movimentação, demonstradas na Tabela 25.

Tabela 25: Fator Físico-Ambiental e graus de vulnerabilidade para o Ponto Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise.

<b>VARIÁVEL FATOR SOCIECONÔMICO</b>		<b>VULNERABILIDADE</b>
Logradouro	Existe lixo acumulado nos logradouros	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
	Não existe bueiro/boca-de-lobo	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
	Existe esgoto a céu aberto	<b>Alta</b> (0,617906607)
Tipo do Solo	Presença de Bananeira	<b>Alta</b> (0,617906607)
Presença de Material no Solo	Entulho	<b>Alta</b> (0,617906607)
	Matações	<b>Alta</b> (0,617906607)
	Bloco de Rocha	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
Edificação	Talude	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
	Topo de morro	<b>Moderada</b> (0,370743964)
Inclinação corte do talude	Declividade – mais de 45°	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
Próximo a edificação	Inclinação de Árvores	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
	Inclinação de Postes	<b>Alta</b> (0,617906607)
	Embarçamento de Muros da Edificação	<b>Alta</b> (0,617906607)
	Trincas na Edificação	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
	Cicatrizes de Deslizamentos	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
	Minas d' Água no Talude ou Aterro – no Topo	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
Cobertura do Solo ao Redor da Edificação	Tipo de Talude – Corte	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
	Drenagem Superficial – Inexistente	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
<b>VARIÁVEL FATOR SOCIECONÔMICO</b>		<b>VULNERABILIDADE</b>
Edificação não possui Calhas	Lançamento de Água da Chuva em Superfície – a céu aberto	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
	Distância da Edificação ao Agente Desencadeador do Evento	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)

Fonte: Autora (2017).

Para o Fator Físico-Ambiental, no Ponto de Estudo 01, a média do somatório das variáveis apresentadas totaliza 0,84653, sendo atribuído para o Grau do Fator Físico-Ambiental de Alta Vulnerabilidade.

O Fator Saúde corresponde à existência de pessoas com doenças crônicas e com deficiência, conforme Tabela 26.

Tabela 26: Fator Saúde e graus de vulnerabilidade para o Ponto Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise.

<b>VARIÁVEL FATOR SAÚDE</b>		<b>VULNERABILIDADE</b>
Pessoa com Doença ou Agravamento de Saúde na Moradia	Doentes Crônicos	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
Pessoa com Deficiência Visual na Moradia	Dificuldade Permanente de Enxergar	<b>Alta</b> (0,617906607)
Pessoa com Deficiência Auditiva na Moradia	Dificuldade Permanente de Ouvir	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
Pessoa com Deficiência na Moradia	Dificuldade Permanente de Caminhar ou Subir Degraus	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)

Fonte: Autora (2017).

Para o Fator Saúde, no Ponto de Estudo 01, a média do somatório das variáveis apresentadas totaliza 0,89596, sendo atribuído para o Grau do Fator Saúde de Alta Vulnerabilidade.

O Fator Educação corresponde ao nível de escolaridade das pessoas residentes na área de risco, conforme Tabela 27.

Tabela 27: Fator Educação e graus de vulnerabilidade para o Ponto Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise.

<b>VARIÁVEL FATOR EDUCAÇÃO</b>		<b>VULNERABILIDADE</b>
Quantidade de Pessoas com Escolaridade	Nível de Instrução: Sem Instrução ou Fundamental Incompleto	<b>Moderada</b> (0,370743964)
Quantidade de Pessoas com Escolaridade	Nível de Instrução: Fundamental Completo e Médio Incompleto	<b>Alta</b> (0,617906607)

Fonte: Aatoria (2017).

No Fator Educação, Ponto de Estudo 01, a média do somatório das variáveis apresentadas totaliza 0,49432, sendo atribuído para o Grau do Fator Educação de Alta Vulnerabilidade.

As variáveis do Fator Percepção de Risco identificam se os moradores conhecem os riscos a que estão expostos, se acreditam que estão preparados para enfrentá-los, se conhecem a Defesa Civil e se já vivenciaram situações de emergência e seus impactos, como apresentado na Tabela 28.

Tabela 28: Fator Percepção de Risco e graus de vulnerabilidade para o Ponto Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise.

<b>VARIÁVEL FATOR PERCEPÇÃO DE RISCO</b>		<b>VULNERABILIDADE</b>
Comunidade já foi afetada por alguma emergência ou desastres?	Sim	<b>Baixa</b> (0,123581321)
Considera que sua casa está localizada em uma área suscetível a ameaças?	Não sei	<b>Alta</b> (0,617906607)
Você já sofreu perdas ou bens por causa de um desastre?	Sim	<b>Alta</b> (0,617906607)
Você se considera preparado para enfrentar situações de emergência ou desastre?	Não sei	<b>Alta</b> (0,617906607)
Você conhece a Defesa Civil?	Não	<b>Alta</b> (0,617906607)

Fonte: Autora (2017).

Para o Fator Percepção de Risco, no Ponto de Estudo 01, a média do somatório das variáveis apresentadas totaliza 0,51904, sendo atribuído para o Grau do Fator Percepção de Risco de Moderada Vulnerabilidade.

O Fator Infraestrutura Urbana e Ocupação de Solo se refere às condições de urbanização do setor de risco, próximo (no logradouro) às moradias investigadas, conforme a Tabela 29.

Tabela 29: Fator Infraestrutura Urbana e graus de vulnerabilidade para o Ponto Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise.

VARIÁVEL FATOR INFRAESTRUTURA URBANA E OCUPAÇÃO DE SOLO		VULNERABILIDADE
No Logradouro, Quadra Face ou Face confrontante do Imóvel	Não existe Bueiro/Boca-de-Lobo	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
	Não existe Pavimentação	<b>Alta</b> (0,617906607)
	Não existe Calçada	<b>Moderada</b> (0,370743964)
	Não existe Meio-Fio/Guia	<b>Alta</b> (0,617906607)
Acesso a Moradia	Caminho	<b>Moderada</b> (0,370743964)
Tipo de Esgotamento Sanitário	Sem Esgotamento Sanitário via Rede Geral de Esgoto ou Pluvial	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)
Destinos do Lixo	Sem Lixo Coletado	<b>Muito Alta</b> (0,988650571)

Fonte: Autora (2017).

Sobre o Fator Infraestrutura Urbana e Ocupação de Solo, no Ponto de Estudo 01, a média do somatório das variáveis apresentadas totaliza 0,70618, sendo atribuído para o Grau do Fator Percepção de Risco de Alta Vulnerabilidade.

Tabela 30: Peso dos fatores de vulnerabilidade aplicados no Loteamento Jardim Denise, em Camboriú/SC.

VULNERABILIDADE	MÉDIA_P01	PESO
Fator Socioeconômico	0,67969	0,247162643
Fator Físico-ambiental	0,84653	0,988650571
Fator Saúde	0,89596	0,370743964
Fator Educação	0,49432	0,123581321
Fator Percepção de Risco	0,51904	0,370743964
Fator Infraestrutura Urbana e Ocupação	0,70618	0,617906607

Fonte: Autora (2017).

A partir da comparação dos condicionantes observados no local, na aplicação do Método de Avaliação de Vulnerabilidade para Mapeamento das Áreas Suscetíveis a Deslizamento desenvolvida pelo CEPED/UFSC, no Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise, conjuntamente com a análise do Mapa de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa no Ponto de Estudo 01 - Jardim Denise

(Metodologia CEPED/UFSC) - Apêndice R, constatou-se que a localidade apresenta alguns pontos bem definidos de **Muito Alta Vulnerabilidade**, para a ocorrência de um futuro evento de deslizamento gravitacional de massa, tendo em vista, a vulnerabilidade elevada identificada na média dos fatores Físico-ambiental e de Infraestrutura Urbana e Ocupação analisados.

Com a aplicação do Método CEPED/UFSC fica claro que os riscos de desastres são produtos da combinação de uma ameaça sobre um ambiente vulnerável. A análise dessas ameaças não constitui, por si só, condições suficientes para compreender as complexidades que envolvem cada fator de risco. Estabelecendo critérios, construindo indicadores de vulnerabilidade e atribuindo peso aos fatores de risco de desastre, torna o método do CEPED/UFSC de maior confiabilidade para determinar o risco de desastre na área de estudo.

A construção de indicadores regionais, permitem que a avaliação do risco e a gestão dos riscos no município direcionem as ações nas áreas prioritárias indicadas no Mapa de Risco.

Finalizando as metodologias aplicadas empregou-se a Metodologia da Individualização das Encostas – Gusmão Filho et al. (1992) para Elaboração de Mapa de Risco de Deslizamentos, sendo um método índice, por utilizar um índice numérico associado a cada fator; e de análise relativa, em que se compara as situações de riscos sem cálculo probabilísticos tendo, porém resultados de caráter qualitativo. Esta metodologia é aplicada em setores individualizados de encostas.

#### 4.3 ROTEIRO DA METODOLOGIA DA INDIVIDUALIZAÇÃO DAS ENCOSTAS – GUSMÃO FILHO et al.(1992)

A metodologia compreende na produção de um conjunto de cartas temáticas e sua superposição posterior para a obtenção de um produto que expresse a interação dos atributos selecionados para cada tema.

Para elaboração do Mapa de Risco de Deslizamentos, foram selecionados os temas relevo, geologia, solos e clima, usualmente considerados pela relação com os processos de deslizamento.

Desse modo, a área foi trabalhada sobre uma base 1:100.000, onde foi traçado o limite morros / planície costeira, identificando a área do Loteamento Jardim Denise. Sobre esta base foram lançadas as informações obtidas através de diferentes meios, como as cartas planialtimétricas na escala 1:50.000, o mapa morfológico 1:50.000, o

mapa hipsométrico 1:100.000, mapas geológicos em escalas 1:25.000, 1:50.000 e 1:100.000, mapas de solos nas escalas 1:100.000 e 1:600.000, ortofotocartas 1:10.000 e imagem de satélite LANDSAT 1:100.000.

Cada um desses fatores foi considerado segundo intervalos representativos e os mesmos correlacionados às intensidades de suscetibilidade, segundo uma escala de três termos: baixa, mediana e alta.

A partir da análise qualitativa dos fatores selecionados e hierarquizados com relação ao seu papel na deflagração de acidentes, os mesmos foram cartografados individualmente e esses mapas temáticos (overlays) de Relevo, Geologia e Solos, foram superpostos para a obtenção do Mapa de Risco de Deslizamento.

O deslizamento se manifesta através do relevo através de alguns elementos topográficos e morfológicos como declividade, altura, amplitude e forma das encostas.

Na obtenção de Unidades de Relevo, foram inicialmente trabalhadas as informações da base planialtimétrica para a identificação das formas básicas de relevo (encostas, topos e planícies aluviais e costeiras), na escala 1:50.000. Os elementos gerados foram finalmente reduzidos para a escala de apresentação final, 1:100.000.

A superposição das formas básicas de relevo, com os compartimentos hipsométricos, permitiu a individualização da seguinte unidade (IPT, 1990): **morros baixos**, no Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise.

As características dessa unidade, demonstradas na Tabela 31, foram determinadas por amostragem em pequenas áreas representativas das mesmas, tomadas em cartas 1:25.000, nas quais foi feita a medição das declividades segundo os intervalos <30%, 30 - 45% e > 45%.

Tabela 31: Unidade de relevo identificada no Ponto de Estudo 01.

UNIDADES / CARACTERÍSTICAS	Morros Baixos
Cotas Dominantes (m)	100
Amplitudes (m)	100
Declividade das Encostas (%)	30 - 45
Feições Morfológicas	forma irregular

Fonte: Adaptado de IPT (1990).

O Tabela 32 apresenta o grau de suscetibilidade associados a unidade de relevo, de acordo com a classificação prévia das mesmas, baseada no comportamento observado em campo e em fotos aérea. O

resultado se verifica no Mapa de Relevo da Área de Estudo, no Apêndice O.

Tabela 32: Unidade de relevo X Grau de suscetibilidade de deslizamento, no Ponto de Estudo 01.

<b>UNIDADE DE RELEVO</b>	<b>GRAU DE SUSCETIBILIDADE DESLIZAMENTO</b>
Morros Baixos	Mediano

Fonte: Adaptado de IPT (1990).

Sendo o Clima considerado fundamental para o desencadeamento de processos de deslizamentos, a partir da média da pluviosidade anual, expressa pelos volumes de chuva acumulada e intensidades de chuva, a Tabela 33, representada o intervalo pluviométrico em função dos graus de suscetibilidade.

Quadro 33: Intervalo pluviométrico X Grau de suscetibilidade de deslizamento, no Ponto de Estudo 01.

<b>INTERVALOS PLUVIOMÉTRICOS (mm/ano)</b>	<b>GRAU DE SUSCETIBILIDADE DESLIZAMENTO</b>
> 1.500	Alto

Fonte: Adaptado de IPT (1990).

O Mapa das Unidades Geológicas da Área de Estudo - Apêndice M, resultou de um mapeamento clássico, tendo como suporte as informações já disponíveis sobre a área, nas escalas 1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000 e contém informações de natureza litológica e estrutural.

Concluído o Mapa Geológico, este teve também as suas unidades representadas em função dos graus de suscetibilidade, tomando por base o comportamento dessas litologias frente aos processos de deslizamentos, no contexto do Pontos de Estudo 01.

Tabela 34: Unidades geológicas X Grau de suscetibilidade de deslizamento.

<b>UNIDADES GEOLÓGICAS</b>	<b>GRAU DE SUSCETIBILIDADE DESLIZAMENTO</b>
Granitos / Migmatitos / Quartzitos	Baixo

Fonte: Adaptado de IPT (1990).

Embora nem sempre adotado como tema principal, os solos foram aqui considerados, tendo em vista o seu significado na estabilização de encostas. A unidade adotada ficou a nível de classes de solos ou associações de classes, tendo sido observados os tipos Argissolo Vermelho distrófico e Gleissolo distrófico.

A potencialidade dessas unidades na ocorrência de deslizamentos (Tabela 34) foi avaliada com base nas observações de seu comportamento no campo, resultando no mapa expresso em graus de suscetibilidade, procedimento adotado para todas as categorias temáticas.

Tabela 35: Unidades pedológicas X Grau de suscetibilidade de deslizamento

UNIDADES PEDOLÓGICAS	GRAU DE SUSCETIBILIDADE DESLIZAMENTO
Argissolo Vermelho distrófico	Alto
Gleissolo distrófico	Médio

Fonte: Adaptado de IPT (1990).

A partir da unidade geotécnica identificada no levantamento geotécnico do LAMGEO/UFSC, ser o Podzólico Vermelho-Amarelo de substrato migmatito – **PVm**, ser identificado por um solo Argissolo Vermelho-Amarelo (do latim *argilla*), têm como característica marcante um aumento de argila do horizonte A para o subsuperficial B que é do tipo textural (Bt), geralmente acompanhado de boa diferenciação também de cores e outras características (IBGE, 2007).

A unidade geotécnica Glei de substrato sedimentos quaternários – **Gsq**, também é identificada no levantamento geotécnico, sendo o Gleissolo (do russo gley), é um solo característico de áreas alagadas ou sujeitas a alagamentos (margens de rios). Apresentam cores acizentadas, azuladas ou esverdeadas, dentro de 50cm da superfície. Podem ser de alta ou baixa fertilidade natural e têm nas condições de má drenagem a sua maior limitação de uso (IBGE, 2007).

Esta metodologia foi aplicada em setores individualizados de encostas e analisada diretamente no campo com auxílio de aerofotogrametria e mapas altimétricos, para o levantamento e seus parâmetros físicos e ambientais foram lançados em uma planilha de Avaliação do potencial e grau de risco, previamente formulada com as peculiaridades da área estudada, demonstrada no Quadro 18.

Quadro 18: Avaliação do potencial e fatores por grau de risco\_Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise.

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL E GRAU DE RISCO		
Localização: <b>P01 – Loteamento Jardim Denise</b>	Avaliador: Tatiani Passos	Data:
01/03/2017		
FATORES TOPOGRÁFICOS		
	CLASSIFICAÇÃO	GRAU DE RISCO
<b>ALTURA DA ENCOSTA</b>	10-20m	<b>Mediano (ME) - 3</b>
<b>PERFIL DA ENCOSTA</b>	Côncavo-Convexo	<b>Alto (AL) - 4</b>

<b>MORFOLOGIA DO PERFIL</b> (em planta)	Côncava	<b>Alto</b> (AL) - 4
<b>EXTENSÃO DA ENCOSTA</b>	250-300m	<b>Mediano</b> (ME) - 3
<b>DECLIVIDADE</b>	>50%	<b>Muito Alto</b> (MA) - 5

#### FATORES GEOLÓGICOS

<b>LITOLOGIA</b>	Sedimentos	<b>Alto</b> (AL) - 4
<b>TEXTURA</b>	Argilosa	<b>Alto</b> (AL) - 4
<b>ESTRUTURA</b>	Subvertical	<b>Alto</b> (AL) - 4
<b>EVIDÊNCIAS DE DESLIZAMENTOS</b>	Fendas Erosão no Pé da Encosta	<b>Muito Alto</b> (MA) - 5

#### FATORES AMBIENTAIS

<b>COBERTURA VEGETAL</b> (%)	70-30%	<b>Mediano</b> (ME) - 3
<b>DRENAGEM</b>	Inexistente	<b>Muito Alto</b> (MA) - 5
<b>TIPOS DE CORTES</b>	Próximo à Crista da Encosta	<b>Muito Alto</b> (MA) - 5
<b>DENSIDADE HABITACIONAL</b> (hab/ha)	300-500 hab/ha	<b>Alto</b> (AL) - 4
<b>TRATAMENTO EXISTENTE</b>	Insuficiente	<b>Mediano</b> (ME) - 3

Fonte: Autora (2017).

Os quatorze fatores considerados para análise de risco apresentados no Quadro 18, mostraram em simulações com a atribuição de pesos, onde o desvio padrão será de no máximo 5% no valor do risco final, não interferindo na classificação das encostas. No intuito de ressaltar a deflagração dos acidentes de deslizamentos no município de Camboriú/SC, foi feita a média ponderada entre essas categorias na composição final do risco, sendo atribuído peso 1 para a Topografia; peso 2 para a Geologia e, peso 3 para o Ambiente.

O Grau de Risco da Encosta –  $GRF_{ENC}$ , utiliza a média ponderada, onde cada um dos pesos é determinado com seus respectivos fatores é igual a 4,05.

O tratamento realizado nas encostas de Camboriú, no geral, é por meio de intervenções topográficas (muros de arrimo, retaludamento); seguido por ambientais (drenagem, impermeabilização, pavimentação) e; de modo tópico, observadas através de intervenções sobre a geologia (drenos subterrâneos).

Afirma Alheiros (1998) que, para a inclusão deste redutor no perigo de deslizamentos representado pelo tratamento, a redução deve ser calculada proporcionalmente à “nota” do tratamento. Como o Loteamento Jardim Denise não possui tratamento, foi atribuída a nota 5, o redutor é zero e o grau de risco ambiental é calculado com base na vegetação, drenagem, cortes e densidade populacional. O Risco incluindo o tratamento –  $R_t$ , resultou no valor de 3,29.

Com aplicação desse modelo para o município de Camboriú, os valores extremos encontrados foram 1,66 (Muito Baixo) e 3,65 (Muito Alto). A normalização desses valores permitiu a obtenção dos intervalos numéricos mostrados no Quadro 19.

Quadro 19: Obtenção do grau de risco final\_Loteamento Jardim Denise.

CLASSIFICAÇÃO	GRAU DE RISCO ARBITRADO	RISCO OBTIDO
Muito Baixo	1	< 1,66
Baixo	2	1,66 – 2,34
Mediano	3	2,34 – 2,84
Alto	4	2,84 – 3,29
Muito Alto	5	> 3,29

Fonte: Adaptado de GUSMÃO FILHO et al. (1992).

Como resultado da aplicação da Metodologia da Individualização das Encostas – GUSMÃO FILHO et al. (1992), foi gerado o Mapa de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa no Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise (Apêndice S),

A partir da comparação dos condicionantes observados no local, na aplicação da Metodologia de Individualização das Encostas, desenvolvida por Gusmão Filho et al., no Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise, constatou-se que em alguns pontos da localidade é definido um Grau de Risco Final **Muito Alto**, para a ocorrência de um futuro evento de deslizamento gravitacional de massa, tendo em vista, as Categorias de Riscos Topográficos, Geológicos e Ambientais da região.

A Metodologia de Individualização das Encostas, de Gusmão Filho et al. (1992), caracteriza bem a suscetibilidade em uma escala de 1:10.000, a partir da retro análise dos eventos de deslizamento, da caracterização geológica-geotécnica das unidades litológicas e dos condicionantes climáticos e topográficos, o zoneamento da suscetibilidade mostrou-se consistente na área de estudo. Desse modo, o zoneamento final do risco consiste na caracterização do meio físico, tendo dois subconjuntos de suscetibilidade: o risco atual e o risco potencial, respectivamente associado à área urbana.

O comportamento social frente ao risco de deslizamento enquanto aspecto vivido da paisagem e do lugar será o último tópico a ser estudado, bem como, a Gestão de Risco de Deslizamentos através de sugestões de ações para redução de desastres na comunidade e órgãos oficiais.



## **5. A GESTÃO DO RISCO DE DESLIZAMENTOS EM CAMBORIÚ/SC: INTERPRETANDO A PAISAGEM E O LUGAR**

Em geral, as áreas de risco de deslizamento no país possuem características semelhantes às existentes estudadas no Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise, município de Camboriú /SC, com uma estrutura social marcada pela segregação, que é fruto do próprio processo de urbanização brasileiro.

Figura 50: Moradias analisadas no Loteamento Jardim Denise, em Camboriú/SC.



Fonte: Autora (2017)

Farah (2003), lembra que a ocupação de encostas não é um processo recente, tem sido comum na Europa da Idade Média quando se buscava sítios que propiciassem segurança do ponto de vista militar. No período colonial, o Brasil também apresentava inúmeras ocupações urbanas em encostas, com base nessa orientação medieval.

A ocupação desses terrenos públicos ou privados, geralmente inadequados para a valorização fundiária e imobiliária, por grupos socialmente excluídos, ocorre de forma espontânea, representando uma estratégia de sobrevivência e de resistência ao sistema social que exclui uma grande parcela da população brasileira, como ressalta Corrêa (1997).

Estudos sobre áreas de exclusão e segregação social em cidades brasileiras apontam características semelhantes: ocupação inicial em áreas periféricas ou de difícil acesso e menor valor comercial; presença de restrições ambientais, geralmente morros; proximidade ao emprego; e baixa interferência do Estado em seu processo de ocupação.

Áreas de exclusão social em morros são geralmente assentamentos expostos ao risco de deslizamento, como analisa Farah (2003). Com uma paisagem urbana marcada pela carência de infraestrutura, as áreas de exclusão são fortemente vinculadas às encostas e ao risco de deslizamento.

O risco é considerado uma construção social, oriundo das maneiras peculiares que o desenvolvimento se instrumentaliza; se expressa social e territorialmente sendo resultado das interações mútuas entre as ameaças e as vulnerabilidades. Consequentemente a gestão do risco deve ser considerada como derivada da gestão do desenvolvimento sendo uma arma potente para alcançar-se a sustentabilidade (CARDONA, 2005).

No que se refere a desastres, a *gestão compensatória* ou *corretiva* seria a destinada à prevenção e mitigação dos riscos já existentes. Do ponto de vista de sua aplicação numa comunidade, exige que haja participação dela mesma, o que é muito mais complexo que uma gestão de projeto para uma empresa, por exemplo. Por outro lado, a *gestão prospectiva* é aquela que procura evitar, ou minimizar, riscos que ainda possam ser gerados em uma comunidade (GUIMARÃES et al, 2008).

Em 2005, na cidade de Kobe no Japão, ocorreu a IV Reunião Mundial sobre Desastres com a presença de 168 representantes mundiais, gerando diversos documentos, dentre eles o “Marco de Ação de Hyogo”, refletindo a estratégia atual de incorporação dos desastres às discussões recentes do desenvolvimento sustentável nos países, com o objetivo de reduzir as perdas. O documento (UN/ISDR, 2005), traz sete recomendações visando a incorporação desse tema às políticas mundiais, são elas:

- 1) Garantir que a redução do risco de desastres seja uma prioridade nacional e local, acompanhada de uma sólida base institucional para sua implementação;
- 2) Identificar, levantar, avaliar os riscos dos desastres, e melhorar os sistemas de alertas antecipados;
- 3) Utilizar o conhecimento, a inovação e a educação para criar uma cultura de segurança e resiliência; em todos os níveis;
- 4) Reduzir os fatores fundamentais de riscos, incluindo a avaliação de riscos dos desastres nos planos de urbanismo e gestão dos assentamentos humanos expostos aos desastres, em particular nas zonas densamente povoadas. Devem-se tratar prioritariamente os problemas das habitações de interesse social e aquelas colocadas em zonas de alto risco, também no marco da redução da pobreza urbana e os problemas de melhoria de rendas;
- 5) Incluir a consideração do risco de desastre nos procedimentos de planejamento dos projetos de infraestrutura importantes, como por exemplo: critério de

projetos, aprovação, execução desses mesmos projetos e as condições baseadas nas repercussões econômicas e ambientais;

- 6) Estabelecer, melhorar e fomentar o estabelecimento de diretrizes e o uso do instrumento de vigilância para redução dos riscos de desastres no contexto da política e planejamento de uso da terra;
- 7) Fortalecer a preparação nos casos de desastres para uma resposta eficaz em todos os níveis.

Com relação aos tópicos mencionados, apesar de toda ação do Ministério das Cidades no sentido de atacar as vulnerabilidades nas cidades brasileiras para os fatores como os deslizamentos de solo, são necessárias a inclusão de outros tópicos incluindo o desenvolvimento. Deve haver deslocamento do foco de risco para o desenvolvimento sustentado, avaliando e administrando os riscos.

A gestão de riscos é um processo que se inicia quando a sociedade adquire a percepção de que as manifestações aparentes ou efetivas de um processo adverso existente em um dado local num determinado momento, podem provocar consequências danosas superiores ao admissível por esta comunidade (CERRI; AMARAL, 1998).

O Risco, deve ter sua gestão conformada como um item transversal da gestão do ambiente urbano, nas ações integradas de planejamento, das obras públicas, do provimento habitacional e da manutenção e melhoria dos assentamentos já existentes, dos serviços urbanos, da atenção social, da fiscalização e controle da ocupação e uso do solo, da saúde coletiva e, obviamente, também do atendimento de acidentes e emergências.

Lavell (2003) considera que as atividades necessárias para a construção de políticas de gestão de risco incluem:

- a) Construção de cenários de risco para áreas, setores e populações delimitadas, considerando um determinado processo perigoso (hazard) e os fatores de vulnerabilidade (...);
- b) Decisão sobre os níveis de risco aceitáveis e inaceitáveis, levando em conta o contexto em que o risco se manifesta;
- c) Identificação de estratégias, instrumentos e atividades de redução e controle de risco potencial e a discussão e negociação de soluções exequíveis; e

- d) Implementação das medidas e estratégias de redução de riscos.

A melhor forma de evitar danos e prejuízos decorrentes de deslizamentos consiste em obstar o aparecimento de áreas e situações de risco. Para tanto, uma ação essencial consiste em planejar o uso e a ocupação do território de forma compatível com as características e limitações naturais do terreno, levando-se em conta, também, a possibilidade de adoções de medidas tecnológicas complementares em apoio às intervenções planejadas.

A avaliação de risco é de fundamental importância para o planejamento e desenvolvimento das estratégias de redução de desastres. Os procedimentos utilizados na avaliação de risco diferem conforme a natureza do fenômeno abordado.

Como visto anteriormente, o crescimento da ocupação desordenada em áreas de encostas tem levado a um progressivo aumento no número de acidentes associados a deslizamentos, muitas vezes com dimensões catastróficas. Evitar que estes processos ocorram, segundo Kobiyama et al. (2006), foge da capacidade humana. No entanto, se forem adotadas medidas preventivas adequadas, seus danos podem ser evitados ou minimizados.

Usualmente, as medidas preventivas são agrupadas em dois tipos: estruturais e não estruturais. As medidas **estruturais** envolvem obras de engenharia, em geral de alto custo, tais como obras de contenção de taludes, implantação de sistemas de drenagem, reurbanização de áreas. Quanto às medidas **não estruturais**, estas se referem às ações de políticas públicas voltadas ao planejamento do uso do solo e ao gerenciamento, como o zoneamento ambiental, planos preventivos de defesa civil e educação ambiental (KOBİYAMA et al., 2006).

### 5.1. FORMAÇÃO DA PAISAGEM DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO SOCIAL: OCUPAÇÃO FRENTE A POTENCIALIZAÇÃO DO RISCO DE DESLIZAMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

A leitura da paisagem e do lugar ajuda a compreender de que forma a comunidade estudada recebe o risco de deslizamento em seu cotidiano. Considerando que a percepção é um processo mental vinculado às ações e as condutas perante o meio ambiente, busca-se entender o comportamento frente ao risco na localidade do Jardim Denise, no município de Camboriú/SC, através da aplicação de uma breve entrevista aos moradores da localidade, conforme Apêndice T.

Em relação ao conhecimento, pode-se afirmar que todos os entrevistados da localidade sabem o que é um deslizamento de encosta, afirmando que tal risco é um perigo devido à destruição e mortes que pode causar, considerando-o imprevisível.

Apesar da grande maioria dos entrevistados serem residentes em áreas de suscetibilidade instalada e potencial a deslizamentos, afirmam que o deslizamento não pode acontecer, pois moram no “plano” – não identificando o corte do talude que fizeram ao edificar sua casa. A subestimação do risco, é uma alternativa para negar a convivência com o risco ou excluir a incerteza.

Os moradores da localidade do bairro Rio Pequeno, de modo geral, tendem a dar maior ênfase aos fatores naturais como os causadores dos desastres, destacando-se também os aspectos sociais que os potencializam. A retirada da vegetação, seguida de chuvas, cortes nas encostas dos morros e casas mal construídas foram os fatores identificados no trabalho de Feller e Butzke (1999) como causadores de deslizamentos.

A ausência de vegetação aumenta o grau de risco, o escoamento pluvial impróprio, a insuficiente coleta de resíduos sólidos e a educação dos moradores foram apontadas na localidade do presente estudo.

Apesar do conhecimento do risco de deslizamento pelos residentes, pouco se tem feito para reduzi-lo, priorizando-se medidas de cunho individual e estrutural como a construção de um muro de arrimo. Medidas de caráter coletivo como o controle das construções, a preservação ou replantio da vegetação, bem como a canalização das águas são soluções citadas pelos moradores, porém, geralmente não colocadas em prática.

No Ponto de Estudo 01 – Loteamento Jardim Denise, conforme a análise do local apresentada, pode-se perceber que alguns moradores retiraram a vegetação, como sinônimo de “limpeza”, ou para implantar novas edificações. É comum encontrar o uso de espécies que acentuam a suscetibilidade de encostas, como bananeiras e árvores de porte, identifica-se a vegetação de porte arbóreo preservada no topo do morro. Em parte das edificações, a água da chuva é coletada através de calhas, porém, muitas delas não estão ligadas à rede de drenagem, geralmente subdimensionada ou inexistente.

Segundo relatos dos moradores locais, não houve ocorrências graves no local, apenas uma queda de muro, porém observa-se que as edificações estão próximas aos taludes de corte, e por vezes, próximas as estradas de acesso.

O material das encostas é composto por um solo arenoso-argiloso e notam-se sinais de erosão, como sulcos e ravinamentos. As vias de acesso não possuem calçamento e a canalização de esgoto e águas servidas é deficiente, sendo que em alguns locais nota-se que o esgoto corre ao céu aberto.

Figura 51: Presença de esgoto ao céu aberto no Loteamento Jardim Denise, em Camboriú/SC.



Fonte: Autora (2017).

Observa-se que a Prefeitura Municipal de Camboriú está iniciando um processo inicial de urbanização em alguns pontos do Jardim Denise, como ilustra a Figura 51. Entretanto, não se identifica o calçamento e a pavimentação no local, apenas a preparação da via. Neste local do bairro há residências de melhor padrão construtivo em alvenaria.

Frente à ocorrência de um deslizamento nas localidades estudadas, alguns entrevistados não sabiam qual a melhor atitude a ser tomada, demonstrando falta de conhecimento em relação às ações e um baixo grau de organização local em relação aos desastres. Para a maior parte dos entrevistados, as ações se resumem na saída da casa durante o evento, contato com a Defesa Civil e limpeza posterior do terreno.

O estudo da percepção do risco realizado por Nicholas Pilgrim (1999) após um deslizamento em Kinnaur, Himalaia, em 1989, demonstrou a importância da autonomia da localidade em relação às ações tomadas após o desastre, amenizando as perdas. Para o autor, o conhecimento e ações sociais devem ser tratados como fontes legítimas

de informação em relação às necessidades locais. Já as ações do governo devem ser de tentativas para erradicar a pobreza e melhorar os padrões de vida, sendo esse o primeiro passo para a redução de risco. O reconhecimento do saber popular sobre riscos deve ser parte do processo de mudança social.

Para entender o comportamento humano frente a permanência em uma área de risco, deve-se considerar o significado do lugar. Para o pesquisador Burton et al. (1978), na maioria das comunidades em todo o mundo, o significado do lugar de nascimento é extremamente forte. Há um compromisso com o lugar, feito em termos de investimento de capital, através da criação de um senso de afinidade ou identidade com ele. Normalmente é mais provável reduzir o risco mudando o uso do solo, ou forma de adaptação, do que mudando de lugar.

As pessoas permanecem morando em área de risco não só por fatores econômicos, como analisa Pilgrim (1999), mas também emocionais, como a possibilidade de acesso à própria casa e proximidade com parentes e amigos.

Como determinados desastres são incertos, como é o caso dos deslizamentos, eles não fazem parte do cotidiano, resultando muitas vezes em um processo de reocupação das áreas de risco, pois a ameaça é compreendida como distante, prevalecendo os outros valores, como a obtenção da casa própria e as relações sociais, que dão identidade ao lugar, conforme ocorre na área estudada.

## 5.2 A RESPONSABILIDADE PELAS AÇÕES PARA REDUÇÃO DE DESLIZAMENTOS: COMUNIDADE E ÓRGÃOS OFICIAIS

A população do Setor 01 – Bairro Areias em Camboriú/SC, vê o governo como o agente da ação para melhorias do meio ambiente urbano.

Para Cerri (2006), as normas jurídicas brasileiras estabelecem claramente a responsabilidade do Poder Público na implantação de ações que objetivem reduzir ou eliminar as consequências dos eventos, pois há periodicidade e previsibilidade dos processos geológicos.

No Brasil o órgão responsável pela prevenção dos desastres naturais ou sociais e pelo atendimento às vítimas é o Departamento de Defesa Civil. Aprovada a Resolução nº. 2 de 12/12/1994, institui a Política Nacional de Defesa Civil, com o objetivo geral de redução dos desastres através dos seguintes aspectos:

- a) **Prevenção:** a qual inclui a avaliação e redução de riscos de desastres;
- b) **Preparação para emergências e desastres:** visando otimizar ações preventivas de respostas aos desastres e de reconstrução;
- c) **Respostas aos desastres:** que se constitui no socorro, assistência às populações vitimadas e reabilitação do cenário do desastre;
- d) **Reconstrução após os desastres:** visando restabelecer em sua plenitude os serviços públicos, economia da área, moral social e o bem-estar da população.

Com base nesses quatro aspectos são estabelecidos programas e subprogramas com seus respectivos projetos que fazem parte da Política Nacional de Defesa Civil.

Cardona (1996) define oito etapas que compõem o gerenciamento de desastres, do ponto de vista institucional, salientando a existência de uma sequência cíclica onde essas etapas se inter-relacionam de forma simbiótica e devem ser tratadas de forma coerente e específica. As etapas são: Prevenção, Mitigação, Preparação, Alerta, Resposta, Reabilitação, Reconstrução e Desenvolvimento.

Essas etapas correspondem ao esforço de prevenir a ocorrência do desastre, mitigar as perdas, preparar-se para as consequências, alertar, responder as emergências e recuperar-se dos efeitos dos desastres. Estão presentes em três momentos do desastre: antes, durante e depois, conforme o Quadro 20.

Quadro 20: Atividades de gerenciamento de riscos e respostas a desastres.

<b>ANTES DO DESASTRE</b>	<b>DURANTE O DESASTRE</b>	<b>DEPOIS DO DESASTRE</b>
<p><b>Prevenção:</b> objetiva evitar que ocorra o evento.</p> <p><b>Mitigação:</b> pretende minimizar o impacto do mesmo, reconhecendo que muitas vezes não é possível evitar sua ocorrência.</p> <p><b>Preparação:</b> estrutura a resposta.</p> <p><b>Alerta:</b> corresponde à notificação formal de um perigo iminente.</p>	<p>Atividades de <b>resposta</b> ao desastre: são aquelas que se desenvolvem no período de emergência ou imediatamente após de ocorrido o evento. Podem envolver ações de evacuação, busca e resgate, de assistência e alívio à população afetada e ações que se realizam durante o período em que a comunidade se encontra desorganizada e os serviços básicos de infraestrutura não funcionam.</p>	<p><b>Reabilitação:</b> período de transição que se inicia ao final da emergência e no qual se restabelecem os serviços vitais indispensáveis e os sistemas de abastecimento da comunidade afetada.</p> <p><b>Reconstrução:</b> caracteriza-se pelos esforços para reparar a infraestrutura danificada e restaurar o sistema de produção, revitalizar a economia, buscando superar o desastre.</p>

Fonte: Adaptado de CARDONA (1996).

O desenvolvimento da chamada Carta de Risco (cadastramento e/ou zoneamento de risco), acompanhada do Relatório Técnico, deve contar com um Mapa de Risco que indique todas as situações de risco naturais identificadas. Uma das funções da carta é permitir a visita aos locais em risco por técnicos para a definição de projetos para solução localizada.

A formulação e a proposição de medidas de prevenção de acidentes devem ser efetuadas logo em seguida à elaboração das cartas de risco (indicação dos locais ameaçados, quantificação e estabelecimento de prioridades).

O Plano Municipal de Redução de Risco – PMRR pertencente ao Programa de urbanização, regularização e integração de assentamentos precários – Ação de Apoio a Programas Municipais de Redução e Erradicação de Riscos do Ministério das Cidades – Governo Federal (Carvalho e Galvão, 2006) que envolve:

- a) Treinamento das equipes municipais para elaboração do diagnóstico, prevenção e gerenciamento de risco;
- b) Apoio financeiro para elaboração, pelo município, do plano de redução de risco, instrumento de planejamento que contempla o diagnóstico de risco, as medidas de segurança necessárias, a estimativa de recursos necessários, o estabelecimento de prioridades e a compatibilização com os programas de urbanização de favelas e regularização fundiária;
- c) Apoio financeiro para elaboração de projetos de contenção de encostas em áreas de risco consideradas prioritárias nos Planos Municipais de Redução de Riscos.

O Plano Municipal de Redução de Riscos, criado pelo governo federal, é um instrumento importante para a elaboração de políticas de gerenciamento de risco, as quais devem estar articuladas aos programas habitacionais de interesse social, urbanização e regularização de assentamentos precários e com o Sistema Nacional de Defesa Civil. Entretanto, existe a necessidade de uma abrangência maior deste Plano nos municípios que apresentam ocupações em áreas de riscos no Brasil.

A adoção de instrumentos e mecanismos institucionais legais tem como objetivo definir, planejar e gerenciar o uso do território em compatibilidade do meio e preservando a qualidade de vida e segurança da população.

Devemos observar que a preocupação com o gerenciamento institucional da questão dos deslizamentos pode ser contemplada tanto em instrumento a mecanismos mais gerais como, por exemplo, os planos diretores, quanto em instrumentos específicos, definidos para tratar especificamente do assunto.

No Quadro 21, apresenta uma breve descrição dos principais dispositivos institucionais que incorporam a questão dos deslizamentos. Da mesma foram que observado para a utilização dos instrumentos técnicos, a adoção dos instrumentos e mecanismos institucionais para a gestão de áreas suscetíveis a deslizamentos envolve diversos atores, tais como setores de governos nacionais, estaduais e municipais, defesa civil, universidades e institutos de pesquisa, ONGs e empresas privadas, além, é claro, da comunidade.

Quadro 21: Principais características de dispositivos institucionais que devem contemplar a questão dos deslizamentos.

CATEGORIAS	CLASSIFICAÇÃO
<b>Legislação</b>	Existe legislação em todos os níveis, principalmente as relacionadas ao meio ambiente, à regulamentação do uso e ocupação do solo, às normas de construção (principalmente municipais), à Defesa Civil e aos Planos Diretores. A legislação só será eficaz se incluir as normas técnicas que tornem efetiva a sua implantação. O instrumento que regulamenta o uso e ocupação do solo deve conter o zoneamento da área do município; a obrigação do exame e do controle da execução dos projetos pela Prefeitura e do licenciamento de parcelamentos (loteamentos).
<b>Planejamento Urbano</b>	Deve resultar de um processo participativo do Poder Público com representantes de setores da sociedade, englobando também sua área rural e considerando sua interação com municípios vizinhos. Existem vários instrumentos para o planejamento urbano. O Plano Diretor é um instrumento que organiza o crescimento e o funcionamento da cidade, indicando o que pode ser feito em cada área, orientando as prioridades de investimentos e os instrumentos urbanísticos que devem ser implementados. Uma das bases para os Planos Diretores são os mapas geotécnicos para planejamento e para análise de risco.
<b>Política Habitacional</b>	A maioria dos casos de desastres causados por deslizamentos estão ligados à população de baixa renda ocupando áreas não apropriadas, geralmente por falta de melhores opções e moradia. As políticas habitacionais devem conter programas para populações de baixa renda, com acompanhamento técnico, projetos e materiais adequados aos espaços que serão ocupados. Esses programas devem estar relacionados aos projetos de requalificação de espaços urbanos, urbanização de favelas ou de assentamento urbanos precários e mapeamentos detalhados de

	risco.
<b>CATEGORIAS</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>
<b>Sistema de Alerta e Contingência (Defesa Civil)</b>	O fato dos deslizamentos serem passíveis de previsão permite preparar Planos de Alerta (ou Preventivos) de Contingência. Esses Planos estão baseados no monitoramento das chuvas, nas previsões de meteorologia e nos trabalhos de campo para verificação das condições das vertentes. Para a montagem desses Planos devemos fazer levantamentos das áreas de risco de deslizamentos, capacitação das equipes locais para realizar visitas às áreas durante todo o período das chuvas, difusão do plano para a população por meio de palestras, folhetos, cartilhas, realização de simulados (ensaios) de evacuação de áreas, entre outros.

Fonte: Modificado de Macedo (2004).

A redução dos riscos pode ser alcançada através de medidas estruturais através de obras de engenharia, cuja finalidade é aumentar a segurança nas áreas de riscos e; não não-estruturais relacionadas a urbanização, mudança cultural e comportamental, implantação de normas técnicas e de regulamentos de segurança (zoneamento, mapas de risco, seguro contra eventos adversos, medidas sócio educativas), permitindo o relacionamento mais adequado entre o homem e o meio ambiente.

O gerenciamento do risco deve ser uma ação prioritária e permanente nas cidades. Conforme relatado, as áreas urbanas crescem cada vez mais e, muitas vezes, a forma de ocupação ou uso é inadequada ao tipo de terreno (geologia e geomorfologia). Isso aumenta a vulnerabilidade e, conseqüentemente, o grau de risco na ocorrência de deslizamentos.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gerenciamento de áreas urbanas com risco de deslizamentos, tem como base questões relativas aos tipos de processos a serem mapeados, onde deve-se verificar, quais são presentes e como eles ocorrem, identificando os seus condicionantes naturais e/ou antrópicos. Definidos os processos, o mapeamento sinalizará onde estes ocorrem e, por meio de estudos de correlação e monitoramento, serão definidos os momentos de maior probabilidade de deflagração do processo. Sabendo o tipo de processo, como, onde e quando ele poderá ocorrer, serão definidas as medidas a serem tomadas, sejam de caráter estrutural ou não e quem será o responsável por elas.

O Mapa de Risco de Deslizamentos é um importante instrumento de política pública de gerenciamento para o governo, que permite hierarquizar os problemas, avaliar os custos de investimentos e dar suporte às negociações com a comunidade.

O Plano Diretor e a Lei de Uso e Ocupação do Solo podem definir o destino das áreas de risco através das diretrizes para uma urbanização controlada, garantindo segurança e bem-estar social, impedindo o aumento da vulnerabilidade da área. O mapa pode ser utilizado com os seguintes propósitos: instrumento de planejamento urbano; definição de áreas prioritárias para intervenções em base técnica, e não política; definição do sistema de controle nos pontos críticos; definição do tipo de tratamento da área em função do processo atuante; instrumento de negociação com as comunidades e órgãos de financiamento e orçamento de intervenções estruturais.

O risco geológico em áreas urbanas não está vinculado apenas das características inerentes dos materiais envolvidos nos procedimentos geodinâmicos, da estrutura das encostas ou da variação pluviométrica da estação chuvosa na região. Está diretamente relacionado à forma da ocupação na área invadida de encostas, sendo imprescindível conscientizar a população envolvida a não alterar a geometria das encostas sem critérios técnicos.

No município de Camboriú/SC, na localidade do Loteamento Jardim Denise, a tipologia de risco geológico encontrada tem relação, principalmente, com processos relacionados a movimentos gravitacionais de massa que podem mobilizar, além de solo, cobertura vegetal, depósitos artificiais (lixo, aterros, entulhos), caracterizando os

processos não só como geológicos, mas também geotécnicos; relacionados ao processo de ocupação desordenado.

A proximidade de moradias à base ou crista de encostas; a deposição inadequada de lixo e o lançamento de águas servidas; a execução de cortes indevidos no terreno ou o plantio de espécies inadequadas como, por exemplo, bananeiras, e até mesmo plantas da família *Bambusoideae* (bambu), são exemplos de ações resultante da intervenção humana que podem desencadear ou potencializar eventos relacionados a deslizamentos.

Na localidade do Jardim Denise, no decorrer de sua história, foi grande receptor de pessoas originadas de movimentos migratórios, o que levou ao crescimento desordenado, fazendo com que a ocupação dos moradores, em sua maioria, fosse ilegal e imprópria, tornando-as perigosas.

De acordo com o levantamento efetuado, esse crescimento exponencial municipal mostra que a urbanização se fixou nas encostas íngremes, condicionando em um aumento da degradação socioambiental, contribuindo para a insustentabilidade urbana.

Na região estudada a comunidade vive em condições precárias, com risco de perderem seus bens materiais e suas vidas diante da possibilidade de deslizamentos.

O objetivo de elaborar um levantamento da área de risco de deslizamento foi atingido com o desenvolvimento deste estudo, através da aplicação das metodologias de análise de risco e o confronto dos resultados obtidos na geração dos Mapas de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa no P01 – Jardim Denise, demonstradas nos Apêndices Q, R e S.

A metodologia que melhor se adequou à área de estudo foi a Metodologia de Individualização das Encostas (Apêndice S), desenvolvida por Gusmão Filho et al. (1991), por caracterizar de forma objetiva o meio físico, a partir das categorias de riscos topográficos, geológicos e ambientais da região, resultando um Mapa de Risco que exprime uma maior exatidão das áreas de grau de risco final Muito Alto.

Ao mesmo tempo que a ação antrópica aumentou o risco, o gerenciamento do problema pode minimizar acidentes e reduzir as perdas, com a preservação de vidas, evitando o prosseguimento de processos geodinâmicos através de ações estruturais de infraestrutura e de educação ambiental.

O objetivo de elaborar o mapeamento das áreas de risco de deslizamentos no Loteamento Jardim Denise foi atingido com o desenvolvimento deste estudo. Diante dos dados obtidos recomenda-se a

elaboração de um Plano Municipal de Redução de Risco para o município de Camboriú/SC, o que seria de extrema importância como ferramenta para o planejamento do município, propondo medidas de melhorias para reduzir ou eliminar riscos de deslizamentos em áreas urbanas.

Padrões de assentamento, urbanização e alterações nas condições socioeconômicas têm influenciado tendências observadas em exposição e vulnerabilidade a desastres. A redução da pobreza e melhoria das condições de saneamento e infraestrutura são aspectos que interferem na redução dos impactos relativos a desastres e na resiliência das comunidades. Muitas das preocupações com desastres em todo o mundo poderiam concentrar esforços em campanhas de conscientização da necessidade da ocupação adequada, discutindo a questão da OCUPAÇÃO GLOBAL e da REDUÇÃO DA POBREZA, e, assim, reduzir a vulnerabilidade das cidades.



## REFERÊNCIAS

ALHEIROS, Margareth Mascarenhas. **Gestão de Riscos Geológicos no Brasil**. In: Revista Brasileira de Geologia de Engenharia Ambiental. vol. 1. ABGE, São Paulo, 2011, p. 109-122.

ALHEIROS, Margareth Mascarenhas. **Risco de Escorregamentos na Região Metropolitana de Recife**. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Federal da Bahia - UFBA. Salvador, 1998.

AUGUSTO FILHO, Oswaldo. **A Carta de Risco de Escorregamento Quantificada em Ambiente SIG como Subsídio para Planos de Segurança em Áreas Urbanas: um ensaio em Caraguatatuba (SP)**. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Universidade Estadual Paulista – UNESP. Rio Claro, 2001.

AUGUSTO FILHO, Oswaldo. **Caracterização Geológico-geotécnica voltada à Estabilização de Encostas: uma proposta metodológica**. In: Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas. vol. 1. Anais. Rio de Janeiro: ABMS/ABGE, 1992, p. 721-733.

BANDEIRA, Ana Patrícia Nunes. **Mapa de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no município de Camaragibe-PE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife-PE, 2003.

BRAGA, Benedito. (Org.) **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CARDONA, Omar Darío; LAVELL, Allan Michael; MANSILLA, Elizabeth; MORENO, Álvaro Martín. **Avances en las estrategias de desarrollo institucional y sostenibilidad financiera en la gestión del riesgo de desastres en la América Latina y el Caribe**. Washington: Banco Interamericano de Desenvolvimento – Diálogo Regional de Política, 2005.

CARDONA, Omar Darío. **El manejo de riesgos y los preparativos para desastres: compromiso institucional para mejorar la calidad de vida**. In: MASKREY, A. (Ed.) Desastres: modelo para armar. Colección de piezas de um rompecabezas social, 1996, Cap. 9. Disponível em: <<http://www.lared.org.pe/Publicaciones>> Acesso em: 10 junho 2017.

CARVALHO, Celso Santos; GALVÃO, Thiago. (Org.) **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas**; Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra. de. **Manual de Desastres**: desastres naturais. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003.

CEPED – CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. **Metodologia de Avaliação de Vulnerabilidade para Mapeamento de Áreas Suscetíveis a Deslizamentos e Inundações**: Proposta Piloto em Santa Catarina. Florianópolis: CEPED UFSC, 2014.

CEPED – CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. **Relatório Parcial de Vistoria Geológica-Geomorfológica – Camboriú**. Florianópolis: CEPED UFSC, 2011.

CERRI, Leandro Eugênio da Silva. **Mapeamento de Riscos nos Municípios**. In: CARVALHO, Celso Santos. & GALVÃO, Thiago. (Orgs.) **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais**. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006.

CERRI, Leandro Eugênio da Silva; AMARAL, Cláudio Palmeiro do. **Riscos Geológicos**. In: OLIVEIRA, Antônio Manoel dos Santos; BRITO, Sérgio Nertan Alves de. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

CIRAM/SC – Centro Integrado de Informações de Recursos Ambientais. **Inventário das Terras da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú**. Florianópolis, 1999.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS. Ministério de Minas e Energia. **Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa – Camboriú/SC**. Brasília, 2012.

CORRÊA, Roberto Lobato. **Trajetórias Geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

COUTINHO, Roberto Quental. **Apostila de Estabilidade de Taludes**. Desenvolvimento de Material Didático ou Instrucional. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife, 2006.

COUTINHO, Roberto Quental; BANDEIRA, Ana Paula Nunes. **Processos de Instabilização de Encostas e Avaliação do Grau de Risco: Estudo de Caso nas Cidades de Recife e Camaragibe**. In: Desastres Naturais: Suscetibilidade e Riscos, Mitigação e Prevenção, Gestão e Ações Emergenciais. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2012. p. 41-61.

CRUDEN, David. **Suggested Nomenclature For Landslides**. In: Bulletin of The International Association of Engineering Geology, nº 41, 1990, p. 13-16.

CRUZ, Jussara Cabral. **Apostila sobre Recursos Hídricos**. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, 2006.

CUIDA – Comissão Urbana de Contenção da Ocupação Irregular e Degradação Ambiental de Balneário Camboriú. **Foco de Ocupação Irregular – Rua Projetada “A” – Lot. Jardim Denise**. Secretaria Municipal de Planejamento Urbano. Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú, 2007.

DAVISON DIAS, Regina. **Proposta de Metodologia de Definição de Carta Geotécnica Básica em Regiões Tropicais e Subtropicais**. In: REVISTA DO INSTITUTO GEOLÓGICO. São Paulo, 1995. p.51-55.

DAVISON DIAS, Regina. **Proposta de uma Metodologia de Estudos Geotécnicos para Implantação de Rodovias, Estradas Rurais e Vicinais em Solos Brasileiros**. In: Reunião Anual de Pavimentação. Anais. Florianópolis, 2001.

DIETRICH, Willian; MONTGOMERY, David. **SHALSTAB: a digital terrain model for mapping shallow landslide potential**. NCASI (National Council of the Paper Industry for Air and Stream Improvement). University of Washington. Technical Report. Seattle, 1998.

DUTRA, Rita de Cássia. **Indicadores de Vulnerabilidade no Contexto da Habitação Precária em Área Sujeita a Deslizamento**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério de Agricultura e Abastecimento. Serviço de Produção de Informação - SPI. Brasília, 1999.

FARAH, Flávio. **Ocupação de Encostas**. São Paulo: IPT, 2003.

FELL, Robin; COROMINAS, Jordi; BONNARD, Christophe; CASCINI, Leandro; LEROI, Eric. and SAVAGE, Willian. **Guidelines for landslide**

**susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning.** Engineering Geology, nº 102, 2008. p. 85-98.

FELLER, Nívia; BUTZKE, Ivani Cristina. **Ocupação de áreas de risco em Blumenau:** perfil sócio-econômico da população, percepção do risco ambiental deslizamento e respostas a esta problemática. Relatório (Pesquisa de Iniciação Científica). Universidade Regional de Blumenau – FURB. Blumenau, 1999.

FERNANDES, Nelson Ferreira; AMARAL, Cynthia Pires. **Movimentos de Massa:** Uma abordagem Geológico-Geomorfológica. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

FERNANDES, Nelson Ferreira; GUIMARÃES, Renato; GOMES, Roberto; VIEIRA, Bianca; MONTGOMERY, David; GREENBERG, Harvey. **Condicionantes Geomorfológicas dos Deslizamentos nas Encostas:** Avaliação de Metodologias e Aplicação de Modelo de Áreas de Previsão de Áreas Susceptíveis. In: Revista Brasileira de Geomorfologia, UGB, ano 2, nº. 1, 2001, p. 51-71.

GUERRA, Antônio José Teixeira; SILVA, Antônio Soares; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações.** 4ª ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand, 2010.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia:** uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

GUIDICINI, Guido; NIEBLE, Carlos. **Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavações.** São Paulo: Edgard Blücher, 1984.

GUIMARÃES, Roberto Bastos; GUERREIRO, Juarez Antunes Silva; PEIXOTO, José Augusto Saraiva. **Considerações sobre os riscos ambientais e urbanos no tocante aos desastres e emergências.** Revista VeraCidade. Ano 3, nº 3, 2008.

GUSMÃO FILHO, Jaime de Azevedo; DE MELO, L. V.; ALHEIROS, Margareth Marcarenhas. **Estudo das Encostas de Jaboatão dos Guararapes, PE.** In: Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas – 1ª COBRAE. Rio de Janeiro. vol. 1, 1992, p.191-209.

HIGASHI, Rafael Augusto dos Reis; ESPÍNDOLA, Murilo da Silva; SBROGLIA, Regiane Mara; MAFRA, Vicente; MULLER, Vitor Santini. **Mapeamento Geotécnico da Área de Expansão Urbana do Município de**

**Camboriú.** LAMGEO – Laboratório de Mapeamento Geotécnico. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2015.

INFANTI JR, Nelson; FORNASARI FILHO, Nilton. **Processos da Dinâmica Superficial.** In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Org.) Geologia de Engenharia. São Paulo: ABGE, 1998, p. 131-152.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico de Pedologia.** Manuais Técnicos em Geociências. / CAVARARO, Roberto (Org.), nº 4. Rio de Janeiro, 2007.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. Ministério das Cidades. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rio.** Brasília, 2007.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. Ministério das Cidades. **Carta de aptidão física ao assentamento urbano.** Guia de Utilização 1:50.000. São Paulo, 1990.

KOBIYAMA, Masato. (Org.) **Prevenção de desastres naturais:** conceitos básicos. Curitiba: Organic Trading, 2006.

KOHLSDORF, Maria Elaine. **Breve histórico do espaço urbano como campo disciplinar.** São Paulo: Projeto, 1985.

LARANJA, Roberta Muniz; CORREA, Nathasha Catiúscia da Silva; BRITO, Jorge Luis Nunes e Silva. **Mapeamento Fotogramétrico Digital: Um Estudo Comparativo da Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha nos Ambientes E-Foto e LPS.** In: IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2012.

LAVELL, Allan. **La gestión local del riesgo: nociones y precisiones em torno al concepto y la práctica.** Guatemala: CEPREDENAC/PNUD, 2003.

Disponível em:

<<http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/spa/doc15783/doc15783.htm> >

Acesso em: 15 junho 2017.

MACEDO, Eduardo. **Deslizamientos. Prevención.** São Paulo: Programa Iberoamericano de Ciência y Tecnología para el Desarrollo – Cyted; Red Habitat em Riesgo, 2004.

MARQUES, Janezete Aparecida Purgato. **Estudo de Metodologia de Avaliação de Risco a Escorregamento de Terra em Área Urbana: o Caso do Município de Juiz de Fora – MG.** Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído). Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF. Juiz de Fora, 2011.

MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios.** / OGURA, Agostinho Todashi, CARVALHO, Celso Santos, MACEDO, Eduardo Soares de. (Orgs.). Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007, 176 p.

MOTTER, Irineu; SIRTOLI, Ângelo Evaristo; SIRTOLI, Ana Rosa dos Anjos; SANTOS, Maurina Felipe dos. **Planejamento da Expansão Urbana a Partir de Dados Geográficos e Ambientais.** In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA. Brasília, 2001.

NOGUEIRA, Fernando Rocha. **Gestão de Riscos nos Municípios.** In: CARVALHO, Celso Santos. & GALVÃO, Thiago. (Orgs.) **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais.** Brasília: Ministério das Cidades, Cities Alliance, 2006, p. 26-45.

OGURA, Agostinho Tadashi; MACEDO, Eduardo Soares de. **Procesos y riesgos geológicos.** In: II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. 2002. Disponível em: <<http://www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/9procesos.pdf>> Acesso em: 9 junho 2016.

OLIVEIRA, Marcelo Tuler de. **Estudo de Movimentos de Massa Gravitacionais no município de Belo Horizonte – MG.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa, 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Living with Risk.** A global review of disaster reduction initiatives. Inter-Agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction (ISDR). Genebra, Suíça: 2004. 152 p. Disponível em: <[www.unisdr.org](http://www.unisdr.org)>. Acesso em: 3 março 2016.

PILGRIM, Nicholas Kumoi. **Landslides, Risk and Decision-making in Kinnaur District:** Bridging the Gap between Science and Public Opinion. *Disasters*, 23(1), 1999, p. 45-65.

PDDTC – Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Camboriú. **1ª Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial do Município de Camboriú – Lei 10/2007.** Prefeitura Municipal de Camboriú. Secretaria de Planejamento Urbano. 2012.

REBELO, José Ângelo. **Sem história não dá:** E assim se fez Camboriú. 1ª ed. Balneário Camboriú: Editora do Autor, 1997. 328 p.

SANTOS, Glaci Inez Trevisan. **Integração de informações pedológicas, geológicas e geotécnicas aplicadas ao uso do solo urbano em obras de**

**engenharia.** Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 1997.

SAUER, Carl. **Geografia Cultural.** 1998. In: CORRÊA, Roberto Lobato et al. (Org.) Introdução a Geografia Cultural. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

SMITH, Kevin. **Environmental hazard:** assessing risk and reducing disaster. Florence: Routledge Publisher, 2000.

TOMAZZOLI, Edison Ramos; PELLERIN, Joel Robert Geoges Marcel; MOCHIUTTI, Nair Fernanda. **Análise dos Deslizamentos de 2008 no entorno do morro do Baú:** caracterização geológica-geomorfológica do Ribeirão do Arraial, Gaspar, SC. In: 10 SEPEX. Florianópolis: 2011.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela do. (Orgs.) **Desastres Naturais:** Conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

UNDRO – United Nations Disaster Relief Office. **UNDRO's approach to disaster mitigation.** UNDRO News. Jan.-Febr. Geneva: Office of the United Nations Disasters Relief Coordinator, 1991.

UN/ISDR. **Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015.** International Strategies for Disaster Reduction, 2005. Disponível em:

<<http://www.unisdr.org/eng/hfa/docs/Hyogo-framework-for-action-spanish.pdf>> Acesso em 10 janeiro 2017.

VARNES, David. **Slope movement types and processes.** In. CHUSTER & KRIZEK (Eds.) Landslides: analysis and control. Transportation Research Board Special Report, nº 176. Washington: Academy of Sciences, 1978, p. 11-33.

VEYRET, Yvette. **Os riscos:** o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Tradução: Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007, p. 11-38.

ZUQUETTE, L. V.: **Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e Proposta Metodológica para as Condições Brasileiras.** Tese (Doutorado em Engenharia). Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 1987, 657p.



## **ANEXOS**

**Anexo A** – Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa (CPRM, 2012)



## APÊNDICES

- Apêndice A** – Mapa de Declividade de Camboriú
- Apêndice B** – Mapa Hipsométrico de Camboriú
- Apêndice C** – Mapa do Relevo de Camboriú
- Apêndice D** – Mapa de Relevo Sombreado de Camboriú
- Apêndice E** – Mapa das Unidades Geológicas de Camboriú
- Apêndice F** – Mapa de Pedologia de Camboriú
- Apêndice G** – Mapa das Unidades Geotécnicas de Camboriú
- Apêndice H** – Mapa de Localização da Área de Estudo - P01
- Apêndice I** – Mapa de Localização da Área de Estudo - P01\_Detalhe
- Apêndice J** – Curvas de Nível da Área de Estudo - P01
- Apêndice K** – Mapa de Declividade da Área de Estudo - P01
- Apêndice L** – Mapa Hipsométrico da Área de Estudo - P01
- Apêndice M** – Mapa das Unidades Geológicas da Área de Estudo - P01
- Apêndice N** – Mapa de Pedologia da Área de Estudo - P01
- Apêndice O** – Mapa do Relevo da Área de Estudo - P01
- Apêndice P** – Mapa das Unidades Geotécnicas da Área de Estudo - P01
- Apêndice Q** – Mapa de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa no P01 - Jardim Denise (Metodologia Minist.Cidades-IPT)
- Apêndice R** – Mapa de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa no P01 - Jardim Denise (Metodologia CEPED-UFSC)
- Apêndice S** – Mapa de Risco de Deslizamentos Gravitacionais de Massa no P01 - Jardim Denise (Metodologia Gusmão Filho et al.)
- Apêndice T** – Entrevista aos moradores do Jardim Denise, Camboriú/SC