

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

Manuela Rodrigues Paz

**INTEGRAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES
GEOGRÁFICAS E DO CADASTRO TÉCNICO
MULTIFINALITÁRIO PARA ZONEAMENTO DE ÁREAS DE
RISCO COM BASE NA PEDOLOGIA.**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Civil
da Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Grau de
Mestre em Engenharia Civil.
Orientador: Prof. Dr. Carlos Loch

Florianópolis

2011

**Catálogo na fonte elaborada pela biblioteca da
Universidade Federal de Santa Catarina**

P348i Paz, Manuela Rodrigues

Integração do sistema de informações geográficas e do cadastro técnico multifinalitário para zoneamento de áreas de risco com base na pedologia [dissertação] / Manuela Rodrigues Paz ; orientador, Carlos Loch. - Florianópolis, SC, 2011.
190 p.: grafs., tabs., mapas

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

Inclui referências

1. Engenharia civil. 2. Ciência do solo. 3. Solo urbano - Uso - Medidas de segurança. 4. Plano Diretor. 5. Cadastro técnico multifinalitário. 6. Sistemas de informação geográfica. I. Loch, Carlos. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

CDU 624

Manuela Rodrigues Paz

**INTEGRAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES
GEOGRÁFICAS E DO CADASTRO TÉCNICO
MULTIFINALITÁRIO PARA ZONEAMENTO DE ÁREAS DE
RISCO COM BASE NA PEDOLOGIA.**

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.

Florianópolis, 24 de fevereiro de 2011.

Prof.^a, Dr.^a Janaíde Cavalcante Rocha
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof., Dr. Carlos Loch, Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a, Dr.^a Christel Lingnau
Universidade Federal do Paraná

Prof., Dr. Jurgen Wilhelm Philips
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof., Dr. Jucilei Cordini
Universidade Federal de Santa Catarina

*Aos meus pais Hélio e Graça,
agradeço e dedico.*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr Carlos Loch, pela segura orientação, e, sobretudo, pela confiança, liberdade e relação de amizade.

À Universidade Federal de Santa Catarina e ao Programa da Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC.

Aos Professores do PPGEC, pela oportunidade de convívio e ensinamentos transmitidos.

Aos colegas Nerilson, Jacir, Yuzi e Camila pela ótima experiência vivida durante o projeto de pesquisa de Revisão do Plano Diretor de Itapema.

À Prefeitura Municipal de Itapema, pela oportunidade e apoio na realização dos trabalhos de campo.

Às bolsistas Clarisse e Camila do Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento pelo apoio e contribuições valiosas.

Ao CNPq pela oportunidade de bolsa de estudo oferecida.

À minha família, pelo amor, carinho, compreensão e apoio ao longo de toda minha formação humana e acadêmica, minha gratidão.

RESUMO

Nos municípios brasileiros o processo de urbanização sem planejamento, frente ao elevado crescimento populacional nas áreas urbanas, tem estimulado o aumento do número de pessoas vivendo em áreas de risco. Visando evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano, bem como ordenar e controlar o uso do solo, o governo federal aprovou em 2001 a Lei Federal 10.257, intitulada Estatuto da Cidade. Nos termos do Estatuto da Cidade, o Plano Diretor está definido como o instrumento básico para orientar a política de desenvolvimento e de ordenamento da expansão urbana do município. Em Santa Catarina, o Município de Itapema vem sofrendo um intenso processo de urbanização, caracterizando-se por uma ocupação desordenada, impulsionada pela atividade acelerada da construção civil vinculada à intensificação da atividade turística. Atualmente, como consequência dessa intensa expansão urbana, a ocupação antrópica vem avançando rapidamente sobre as áreas de risco de inundação e movimentos de massa no Município. Neste contexto, o presente estudo desenvolvido concomitantemente com o projeto de pesquisa intitulado de Revisão do Plano Diretor de Itapema, identificou a suscetibilidade das áreas do Município à ocorrência de movimentos de massa e inundações com base na pedologia, realizando o mapeamento das zonas de risco, o qual foi base para a proposta de reestruturação da atual lei de zoneamento e uso do solo de Itapema. Com este trabalho foi possível demonstrar a eficiência e aplicabilidade do SIG integrado ao CTM como apoio a identificação e ao processo de tomada de decisões na gestão das áreas de risco.

Palavras-chave: Pedologia, Áreas de Risco, Plano Diretor, Cadastro Técnico Multifinalitário, Sistema de Informações Geográficas.

ABSTRACT

In the municipalities the process of urbanization without planning ahead to the high population growth in urban areas, has stimulated an increase in the number of people living in risky areas. To avoid and correct the distortions of urban growth, as well as ordering and controlling land use, the federal government in 2001 adopted the Federal Law 10.257, entitled the Statute of the City. Under the Statute of the City, the Master Plan is defined as the basic tool to guide policy development and planning of urban sprawl in the county. In Santa Catarina, Municipality of Itapema has undergone an intense process of urbanization, characterized by a disordered occupation, driven by accelerated construction activity linked to increased tourism activity. Currently, as a result of this intense urban sprawl, human occupation has been advancing rapidly on the areas at risk of flooding and mass movements in the city. In this context, this study developed concurrently with the research project entitled Review of the Master Plan of Itapema, identified the susceptibility of areas of the city to the occurrence of landslides and flooding based on soil conditions, making the mapping of risk areas, which was the basis for the proposed restructuring of the current zoning law and land use of Itapema. With this work we demonstrate the efficiency and applicability of GIS integrated with the Multipurpose Cadastre to support the identification and decision-making in the management of risk areas.

Keywords: Pedology, Risk Areas, Master Plan, Multipurpose Cadastre, Geographic Information System.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS.....	38
FIGURA 2: TIPOS DE LEITOS FLUVIAIS.....	42
FIGURA 3: FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO.	43
FIGURA 4: PROCESSOS ORIGINÁRIOS DAS ROCHAS ÍGNEAS, SEDIMENTARES E METAMÓRFICAS.....	45
FIGURA 5: ESQUEMA DE UM PERFIL DO SOLO MOSTRANDO OS PRINCIPAIS HORIZONTES.	46
FIGURA 6: TRIANGULO DE CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL DE SOLOS.....	49
FIGURA 7: INFORMAÇÕES CONECTADAS À PARCELA NO CTM.	62
FIGURA 8: CONSTRUÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS.	68
FIGURA 9: COMPONENTES DE UM SIG.	71
FIGURA 10: SOBREPOSIÇÃO DE CAMADAS DE INFORMAÇÕES (LAYERS).....	72
FIGURA 11: O MUNICÍPIO DE ITAPEMA AVISTADO DA ÁREA RURAL (FOTO A ESQUERDA), E VISTO DA BR 101(FOTO A DIREITA).	74
FIGURA 12: PARTE OESTE DA BR 101 (FOTO A ESQUERDA), E PARTE LESTE DA BR 101 (FOTO A DIREITA).	76
FIGURA 13: SERRAS DO LESTE CATARINENSE (FOTO ACIMA A ESQUERDA), TERRAÇO MARINHO (FOTO ABAIXO A ESQUERDA) E PLANÍCIE MARINHA (FOTO A DIREITA).	78
FIGURA 14: ROTEIRO METODOLÓGICO DA PESQUISA.....	85

FIGURA 15: MOSAICO (FOTOGRAFIAS DO VOO AEROFOTOGRAFAMÉTRICO DE 2001).....	90
FIGURA 16: CHAVE DE CLASSIFICAÇÃO DAS CLASSES DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA.	103
FIGURA 17: CHAVE DE CLASSIFICAÇÃO DAS CLASSES DE SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES.	104
FIGURA 18: LOCALIZAÇÃO DA SUBIDA DA ESTRADA GERAL DO AREAL (EM DESTAQUE) E IMAGENS DE UM DESMORONAMENTO A JUSANTE DA ESTRADA (FOTO A ESQUERDA), E DE UM DESLIZAMENTO A MONTANTE DA ESTRADA (FOTO A DIREITA).	108
FIGURA 19: ÁREAS DE ANTIGAS JAZIDAS DE EXPLORAÇÃO (FOTOS A ESQUERDA) E, ÁREAS DE CORTES DAS ENCOSTAS NO FUNDO DOS LOTES (FOTOS A DIREITA), EM TODOS OS CASOS OS MOVIMENTOS DE MASSA SÃO RECORRENTES. . .	109
FIGURA 20: ÁREA DE CORTE DA ENCOSTA NO FUNDO DO LOTE ONDE JÁ HOUE MOVIMENTOS DE MASSA (FOTO A ESQUERDA) E, INDÍCIOS DE RASTEJAMENTO COM ÁRVORES INCLINADAS (FOTO A DIREITA).	110
FIGURA 21: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE CAMBISSOLO HÁPLICO COM SUSCETIBILIDADE ALTA A INUNDAÇÕES. ...	111
FIGURA 22: LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE NEOSSOLO QUARTZARÊNICO HIDROMÓRFICO NOS BAIROS CENTRO, MORRETES E MEIA PRAIA.	113
FIGURA 23: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA LIMITE ENTRE A COMUNIDADE RURAL DO SERTÃO DO TROMBU DO E OS BAIROS MORRETES E JARDIM PRAIAMAR (EM DESTAQUE) E, IMAGENS DE PLANTIO DE ARROZ IRRIGADO NA ÁREA RURAL (FOTO A ESQUERDA), E DO BAIRRO JARDIM PRAIAMAR (FOTO A DIREITA).	115
FIGURA 24: MOVIMENTOS DE MASSA E INUNDAÇÕES OCORRIDOS NO MUNICÍPIO DE ITAPEMA EM NOVEMBRO DE 2008.	116

FIGURA 25: EDIFICAÇÕES PRECÁRIAS, ONDE NÃO FORAM APLICADOS OS CRITÉRIOS TÉCNICOS PARA A CONSTRUÇÃO.	117
FIGURA 26: ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES EM ZONAS COM RISCO MUITO ALTO A MOVIMENTOS DE MASSA.	119
FIGURA 27: EDIFICAÇÕES IMPLANTADAS COM CRITÉRIOS TÉCNICOS, COM DESTAQUE PARA O MURRO DE ARRIMO DE UMA CONSTRUÇÃO (FOTO ABAIXO A ESQUERDA) EM ZONAS COM RISCO DE MOVIMENTOS DE MASSA MÉDIOS A NULO.	120
FIGURA 28: ZONA DE ALTO A MOVIMENTOS DE MASSA COM OCUPAÇÕES IRREGULARES EM ANTIGA JAZIDA DE EXTRAÇÃO MINERAL.	121
FIGURA 29: SUBIDA DA ESTRADA GERAL DO AREAL (FOTO A ESQUERDA), COM DESTAQUE PARA ÁREAS ONDE HÁ RECORRENTES OS MOVIMENTOS DE MASSA A MONTANTE (FOTO ACIMA A DIREITA) E A JUSANTE (FOTO ABAIXO A DIREITA).	122
FIGURA 30: ZONAS DE RISCO NO BAIRRO ILHOTA.	122
FIGURA 31: EDIFICAÇÕES EM MARGEM DE RIO (FOTO ACIMA), TRECHO ASSOREADO (FOTO A ESQUERDA) E RETIFICADO (FOTO A DIREITA) DO RIO MATA DO CAMBORIÚ NO BAIRRO ILHOTA.	123
FIGURA 32: CANAL PARA A PASSAGEM DO RIO MATA DO CAMBORIÚ SOB A BR 101 NO BAIRRO ILHOTA.	124
FIGURA 33: ZONAS DE RISCO NA ÁREA CENTRAL DE ITAPEMA.	125
FIGURA 34: RIO FABRÍCIO EM ZONA DE RISCO MUITO ALTO.	125
FIGURA 35: RIO BELA CRUZ EM ZONA DE RISCO MUITO ALTO.	126

FIGURA 36: ÁREA DE GLEISSOLO HÁPLICO NOS BAIROS SERTÃOZINHO (FOTO ACIMA) E CASA BRANCA (FOTO ABAIXO).	127
FIGURA 37: ZONAS DE RISCO NO BAIRRO MEIA PRAIA.....	128
FIGURA 38: PONTE LIGANDO O MUNICÍPIO DE ITAPEMA AO MUNICÍPIO DE PORTO BELO.	128
FIGURA 39: ZONAS DE RISCO NOS BAIROS MORRETES E JARDIM PRAIAMAR E NA COMUNIDADE RURAL DO SERTÃO DO TROMBUDO.	129
FIGURA 40: BAIROS MORRETES E JARDIM PRAIAMAR EM ZONA DE RISCO MUITO ALTO.	130
FIGURA 41: DEFICIÊNCIAS NO SISTEMA DE DRENAGEM DO BAIRRO MORRETES, COM VALAS QUEBRADAS (FOTO ACIMA A ESQUERDA), OBSTRUÍDAS POR LIXO (FOTO ABAIXO A ESQUERDA) OU POR VEGETAÇÃO (FOTO A DIREITA).	131
FIGURA 42: PRESÍDIO (FOTO ACIMA) E ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (FOTO ABAIXO).	132
FIGURA 43: TRECHO DO RIO MATA DO CAMBORIÚ NO ANO DE 2001 (FOTO ACIMA) E NO ANO DE 2008 (FOTO ABAIXO). .	134
FIGURA 44: CONSTRUÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO IRREGULAR, COM O MATERIAL DA OBRA VULNERÁVEL A TRANSLOCAÇÃO PARA O RIO DIANTE DE PERÍODOS DE PRECIPITAÇÃO (FOTO ACIMA) E RIO ASSOREADO COM GRANDE QUANTIDADE DE AREIA E LIXO (FOTO ABAIXO). .	135
FIGURA 45: LOTEAMENTO JARDIM PRAIAMAR EM ÁREA DE GLEISSOLO HÁPLICO.	136
FIGURA 46: EVOLUÇÃO DAS EDIFICAÇÕES EM ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÕES ENTRE OS ANOS DE 2001 E 2008.	137
FIGURA 47: ASSENTAMENTOS INFORMAIS EM ÁREAS PÚBLICAS MUNICIPAIS.	138

FIGURA 48: EDIFICAÇÕES DE ALTO PADRÃO EM PARCELAS COM DECLIVIDADE MAIOR QUE 30%.	139
FIGURA 49: PARTE DO MORRO DO CABEÇO INDICANDO AS PARCELAS (EM VERMELHO) SOBRE AS ÁREAS COM MAIS DE 30% DE DECLIVIDADE (AMARELO).	140
FIGURA 50: ÁREAS LOTEADAS NA ENCOSTA DO BAIRRO ILHOTA.	142
FIGURA 51: ÁREAS LOTEADAS NA ENCOSTA DO BAIRRO ALTO SÃO BENTO.	142
FIGURA 52: MORRO DO CABEÇO ONDE HÁ PROJETOS PARA A OCUPAÇÃO QUASE TOTAL DA ÁREA, COM UM LOTEAMENTO AO SUL, PRÓXIMO AO BAIRRO CANTO DA PRAIA E DOIS CONDOMÍNIOS FECHADOS NO BAIRRO ILHOTA.	144
FIGURA 53: ESTRUTURA FUNDIÁRIA NO BAIRRO CENTRO, COM DESTAQUE PARA AS PARCELAS AINDA NÃO OCUPADAS EM ÁREA COM ALTA SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES. ...	145
FIGURA 54: ESTRUTURA FUNDIÁRIA DA ÁREA COM ALTA E MÉDIA SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES NO BAIRRO ILHOTA.	146
FIGURA 55: ESTRUTURA FUNDIÁRIA DA ÁREA COM MÉDIA SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES NO BAIRRO MEIA PRAIA.	146
FIGURA 56: ESTRUTURA FUNDIÁRIA EM ÁREA DE TERRENO ALAGADIÇO NO BAIRRO SERTÃOZINHO.	147
FIGURA 57: ESTRUTURA FUNDIÁRIA EM ÁREA DE TERRENO ALAGADIÇO NO BAIRRO CASA BRANCA.	148
FIGURA 58: ESTRUTURA FUNDIÁRIA EM ÁREA DE TERRENO ALAGADIÇO NOS BAIRROS MORRETES E JARDIM PRAIAMAR.	149
FIGURA 59: LOCALIZAÇÃO DA ZONA INDUSTRIAL E ZONA COMERCIAL/INDUSTRIAL EM ÁREA DE TERRENO	

ALAGADIÇO NA COMUNIDADE DO SERTÃO DO TROMBUDO.
.....150

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- PRINCIPAIS PROCESSOS DE MOVIMENTAÇÃO DO SOLO.....	39
TABELA 2- FORMAS DO FERRO (FE) NO SOLO.....	47
TABELA 3- ESTRUTURA DOS DADOS VETORIAL E MATRICIAL.....	69
TABELA 4- CRESCIMENTO POPULACIONAL DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA.....	75
TABELA 5- CHAVE DE INTERPRETAÇÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DO MAPA DE USO DO SOLO A PARTIR DA IMAGEM DE SATÉLITE QUICKBIRD.....	92
TABELA 6- CLASSES DE SUSCETIBILIDADE.....	96
TABELA 7- CLASSES DOS MAPAS TEMÁTICOS UTILIZADOS PARA DEFINIÇÃO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A MOVIMENTOS DE MASSA.....	97
TABELA 8- CLASSES DOS MAPAS TEMÁTICOS UTILIZADOS PARA DEFINIÇÃO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÕES.	98
TABELA 9- CLASSES DE RISCO.....	100

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: VARIAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ENTRE OS ANOS DE 1990 E 2009 NA REGIÃO DE ITAPEMA.	77
--	-----------

**GRÁFICO 2: VARIAÇÃO MENSAL DA PRECIPITAÇÃO
PLUVIOMÉTRICA ENTRE OS ANOS DE 1990 E 2009 NA REGIÃO
DE ITAPEMA.77**

LISTA DE MAPAS

MAPA 1: LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA.	31
MAPA 2: LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA NA REGIÃO TURÍSTICA COSTA VERDE E MAR.	73
MAPA 3: MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC.	81
MAPA 4: MAPA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC.	105
MAPA 5: MAPA DE SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC.	106
MAPA 6: MAPA DE ZONAS DE RISCO DE MOVIMENTOS DE MASSA OU INUNDAÇÕES DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC. ...	118
MAPA 7: MICROZONA DE USO RESTRITO (MUR) CRIADA DURANTE O PROCESSO DE REVISÃO DO PLANO DIRETOR DE ITAPEMA.	154
MAPA 8: MICROZONA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL (MPA), MICROZONA DE INTERESSE AMBIENTAL (MIA) E MICROZONA DE OCUPAÇÃO CONTROLADA (MOC) CRIADAS DURANTE O PROCESSO DE REVISÃO DO PLANO DIRETOR DE ITAPEMA.	154
MAPA 9: MICROZONAS ALAGÁVEIS 1, 2 E 3 (MAL1, MAL2 E MAL3) CRIADAS DURANTE O PROCESSO DE REVISÃO DO PLANO DIRETOR DE ITAPEMA.....	155
MAPA 10: MICROZONAS DE EXPANSÃO 1 E 2 (ME1 E ME2), MICROZONA INDUSTRIAL (MI) E MICROZONA DE EXPANSÃO INDUSTRIAL (MEI) CRIADAS DURANTE O PROCESSO DE REVISÃO DO PLANO DIRETOR DE ITAPEMA.....	157

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: MAPA DE HIPSOMETRIA DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC.	181
ANEXO 2: MAPA DE HIPSOMETRIA DA PARTE URBANIZADA DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC.	182
ANEXO 3: MAPA DE DECLIVIDADE DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC.	183
ANEXO 4: MAPA DE DECLIVIDADE DA PARTE URBANIZADA DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC.	184
ANEXO 5: MAPA DE SOLOS DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC.	185
ANEXO 6: MAPA DA ESTRUTURA FUNDIÁRIA DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC.	186
ANEXO 7: MAPA DE USO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC.	187
ANEXO 8: MAPA DE DECLIVIDADE COM SOLOS DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC.	188
ANEXO 9: MAPA DE DECLIVIDADE COM HIPSOMETRIA DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC.	189
ANEXO 10: MAPA DE USO DO SOLO COM SOLOS DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC.	190
ANEXO 11: MAPA INTERESSE AMBIENTAL LEGAL DO MUNICÍPIO DE ITAPEMA/SC.	191

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CIRAM – Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
Cfa – Clima Temperado Úmido com Verão quente
CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente
CTM – Cadastro Técnico Multifinalitário
EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FAPEU – Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária
FIG – Federação Internacional de Geômetras
GERCO/SC – Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina
GPS – Global Positioning System
HABITAT II – Segunda Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISSMGE – Sociedade Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
LabFSG – Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento
ME1 – Microzona de Expansão 1
ME2 – Microzona de Expansão 2
MEI – Microzona de Expansão Industrial
MI – Microzona Industrial
MIA – Microzona de Interesse Ambiental
MAL1 – Microzona Alagável 1
MAL2 – Microzona Alagável 2
MAL3 – Microzona Alagável 3
MOC – Microzona de Ocupação Controlada
MPA – Microzona de Preservação Ambiental
MUR – Microzona de Uso Restrito
ONU – Organização das Nações Unidas
PMI – Prefeitura Municipal de Itapema
SAD-69 – South American Datum 1969
SGB – Sistema Geodésico Brasileiro
SIG – Sistema de Informações Geográficas
SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

2. REVISÃO DA LITERATURA.....	37
2.1.1. Riscos Pedológicos.....	38
2.1.2. Riscos Hidrológicos.....	41
2.2.1.1. O Clima, os Organismos e o Tempo na Formação do Solo.....	43
2.2.1.2. A Origem do Material na Formação do Solo.....	44
2.2.1.3. O Relevo na Caracterização do Solo.....	45
2.3.1. Expansão Urbana e Ocupação das Áreas de Risco.....	51
2.3.2. Planejamento do Uso e Ocupação do Solo.....	53
2.3.3. Legislações Pertinentes ao Uso e Ocupação do Solo.....	54
2.4.1. Origem e Evolução do Cadastro.....	61
2.4.2. Estruturação e Gestão do CTM.....	63
2.5.1. O Sensoriamento Remoto para Monitoramento do Território.....	64
2.5.2. A Cartografia para Representação Espacial.....	66
2.5.3. O SIG para Análise Integrada de Dados Georreferenciados.....	68
2.5.3.1. Estrutura da Base de Dados.....	69
2.5.3.2. Estrutura e Funcionalidade de um SIG.....	71
3. ÁREA DE ESTUDO.....	73
3.4.6. Bioma Mata Atlântica.....	81
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	83
4.2.9. Zoneamento de Áreas de Risco a Movimentos de Massa e Inundações.....	100
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	101
5.1. IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A MOVIMENTOS DE MASSA E INUNDAÇÕES.....	101
5.1.1. Argissolo Vermelho-Amarelo.....	101
5.1.2. Cambissolo Háplico.....	109
5.1.3. Neossolo Quartzarênico.....	111
5.1.4. Gleissolo Háplico.....	113
5.2. ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO.....	115
5.2.1. Riscos Pedológicos.....	117
5.2.2. Riscos Hidrológicos.....	122

<u>5.3. IDENTIFICAÇÃO DE OCUPAÇÕES IRREGULARES EM ÁREAS DE INTERESSE AMBIENTAL DE ACORDO COM OS PRINCÍPIOS LEGAIS VIGENTES.....</u>	<u>132</u>
<u>5.3.1. Margens de Cursos d'água.....</u>	<u>133</u>
<u>5.3.2. Terrenos Alagadiços e Sujeitos a Inundações.....</u>	<u>135</u>
<u>5.3.3. Terrenos com Declividade Igual ou Maior que 30%.....</u>	<u>138</u>
<u>5.4. PROGNÓSTICO DE ADENSAMENTO E EXPANSÃO DAS ZONAS DE RISCO COM BASE NO CADASTRO MUNICIPAL.....</u>	<u>141</u>
<u>5.4.1. Tendência de Ocupação sobre as Encostas</u>	<u>141</u>
<u>5.4.2. Tendência de Ocupação sobre as Várzeas.....</u>	<u>144</u>
<u>5.5. REESTRUTURAÇÃO DO ATUAL ZONEAMENTO E USO DO SOLO COM BASE NO ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO.....</u>	<u>150</u>
<u>5.5.1. Microzona de Uso Restrito.....</u>	<u>153</u>
<u>5.5.2. Microzonas Alagáveis.....</u>	<u>155</u>
<u>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u>	<u>159</u>
<u>6.1. CONCLUSÕES.....</u>	<u>159</u>
<u>6.1.1. Delimitação das Áreas Suscetíveis a Movimentos de Massa e Inundações e Zoneamento de Risco tendo como base a Pedologia..</u>	<u>160</u>
<u>6.1.2. Avaliação do Uso do SIG como Ferramenta para a Identificação e Planejamento das Áreas de Risco.....</u>	<u>161</u>
<u>6.1.3. Avaliação da Necessidade do CTM como Subsídio ao Processo de Tomada de Decisões na Gestão de Áreas de Risco.....</u>	<u>163</u>
<u>6.2. RECOMENDAÇÕES.....</u>	<u>164</u>
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....</u>	<u>168</u>
<u>ANEXOS.....</u>	<u>180</u>

1. INTRODUÇÃO

A urbanização é um fenômeno presente em todas as sociedades, porém a expansão urbana adquire formas diferentes de desenvolvimento de acordo com as especificidades culturais, socioeconômicas, tecnológicas e geográficas. Na Europa e demais países desenvolvidos, a urbanização ocorreu de forma gradativa, possibilitando que as cidades se estruturassem para receber os migrantes. Já a urbanização nos países subdesenvolvidos deu-se de forma acelerada, pela procura de melhores condições de vida, como consequência da infraestrutura insuficiente para manutenção da população na área rural, resultando na falta de planejamento das cidades.

Existem hoje no mundo, 55 cidades consideradas globais¹ onde estão abrigadas sede de grupos financeiros, de empresas multinacionais, centros de pesquisas e universidades, dessas, 22 são europeias, o que mostra a importância dos centros urbanos desse continente. Contudo, ao se analisar o tamanho da população, de acordo com a Organização das Nações Unidas – ONU existe no mundo atualmente 23 megacidades, ou seja, cidades que possuem uma população absoluta superior a 10 milhões de habitantes, estando somente uma na Europa. O continente europeu não possui grandes aglomerações urbanas, grande parte da população vive em pequenas e médias cidades, muitas delas com menos de 5 mil habitantes.

Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, onde a urbanização ocorre de forma acelerada, tem-se como maior desafio a sustentabilidade ambiental, econômica e social nas cidades (NETZBAND *et. al.*, 2007). A realidade que se constata no processo de urbanização e crescimento das cidades brasileiras, resultado da ausência de planejamento do desenvolvimento urbano, precisa ser controlada através do ordenamento efetivo na forma de uso e ocupação do solo. Dentre os principais efeitos adversos do processo de urbanização no Brasil, comumente podem ser percebidos a diminuição de espaços favoráveis à ocupação territorial e a falta de ordenamento das áreas por parte das municipalidades.

Visando evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus impactos negativos no meio urbano, bem como ordenar e controlar o uso do solo, o governo federal aprovou em 2001 a Lei Federal 10.257, intitulada Estatuto da Cidade. O Estatuto da Cidade estabelece normas

¹ Locais estratégicos para a gestão da economia global, operações financeiras e produção dos mais avançados serviços, a dinâmica do mercado e decisões tomadas nessas cidades tem efeito direto sobre assuntos globais (SASSEN, 1991).

de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental, visando ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana de forma a atingir um desenvolvimento sustentável no município (BORGES *et. al.*, 2004).

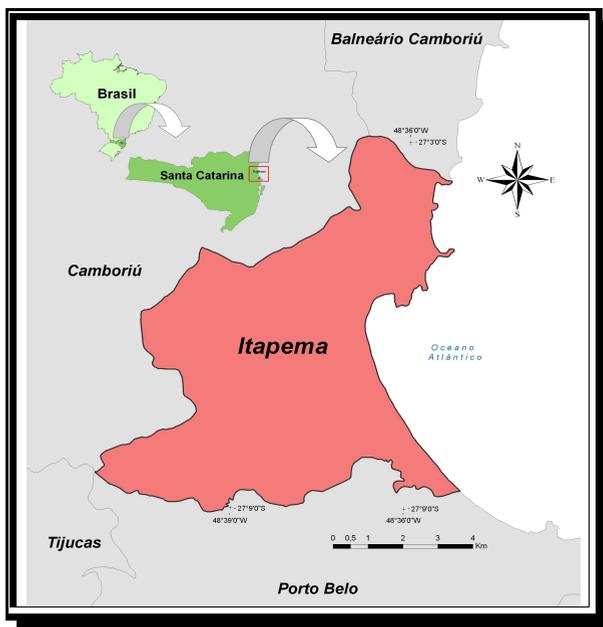
Nos termos do Estatuto da Cidade, o Plano Diretor está definido como o instrumento básico para orientar a política de desenvolvimento e de ordenamento da expansão urbana do município (BRASIL, 2005). No momento de execução do Plano Diretor, instrumentos e recursos de informação que combinam dados cadastrais com Sistema de Informações Geográficas – SIG são importantes para o planejamento urbano e gestão das cidades. O SIG permite a realização de análises complexas ao integrar informações de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Com essas informações, torna-se possível no Plano Diretor, por exemplo, orientar o desenvolvimento urbano para áreas que sejam ambientalmente menos sensíveis aos impactos da urbanização, restringindo a ocupação em áreas de riscos².

O Município de Itapema, localizado no litoral centro-norte do Estado de Santa Catarina (Mapa 1), vem sofrendo um intenso processo de urbanização nas últimas três décadas. Segundo dados do Censo 2010, o Município é o primeiro no *ranking* de crescimento populacional (77,1%) nos últimos dez anos em Santa Catarina. Este rápido crescimento trouxe transtornos para a organização espacial de Itapema, o qual pode ser caracterizado por uma ocupação desordenada, impulsionada pela atividade acelerada da construção civil vinculada à intensificação da atividade turística. Atualmente, como consequência dessa intensa expansão urbana, a ocupação antrópica vem avançando rapidamente sobre as áreas de risco de inundação³ e movimentos de massa⁴ no Município.

² Áreas passíveis de serem atingidas por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais (BRASIL, 2007). Dentre os diversos tipos de riscos existentes (conflitos bélicos, causas biológicas, causas naturais, convulsões sociais e de natureza tecnológica) a presente pesquisa abordará especificamente os riscos relacionados a inundações e movimentos de massa.

³ Transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas. Em função do padrão evolutivo, são classificadas como: enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas, alagamentos e inundações litorâneas (BRASIL, 2010b).

⁴ Todo e qualquer movimento coletivo de materiais terrosos e/ou rochosos, independentemente da diversidade de processos, causas, velocidades, formas e demais características. O mesmo que escorregamento, no seu sentido amplo (BRASIL, 2010b).



Mapa 1: Localização do Município de Itapema.

Fonte: Projeto de cooperação técnica 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

Neste contexto, o projeto de pesquisa, intitulado de Revisão do Plano Diretor de Itapema, de Cooperação Técnica entre a UFSC/FAPEU e a Prefeitura Municipal, desenvolvido por equipe multidisciplinar, com participação de engenheiros, arquitetos, advogados, turismólogos, e geógrafos através do Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento – LabFSG, abrindo a possibilidade de o mesmo ser revisto de forma a ordenar a expansão urbana e restringir a ocupação em áreas de risco, coibindo assim a continuidade da urbanização sem planejamento.

Ressalta-se que esse projeto de Revisão do Plano Diretor de Itapema buscou uma proposta de plano diretor participativo, onde os entendimentos de parte da população trouxeram opiniões que vão de encontro aos dados e informações técnicas apresentados. Como consequência dessas decisões populistas adotadas em detrimento das análises técnicas, esclarece-se aqui que a presente dissertação, não considerou os encaminhamentos provenientes desse processo

participativo onde as informações técnicas apresentadas não foram tidas como base para a tomada de decisões.

1.1. JUSTIFICATIVA

O Brasil, devido as suas condições climáticas, com intensas precipitações no verão, e suas características geomorfológicas, com grandes maciços montanhosos, está muito suscetível à ocorrência de inundações e movimentos de massa, destacando-se o último, como o tipo de acidente de origem geológica de maior ocorrência no país, principalmente no período das chuvas.

Em Santa Catarina, a faixa costeira do Estado entre o Oceano e o Planalto da Serra Geral, onde se localiza o Município de Itapema, dadas as condições climáticas, geomorfológicas e de uso da terra, constitui-se em área com alto risco de ocorrência de desastres naturais na forma de inundações ou movimentos de massa. Partindo da análise das variáveis envolvidas no processo de desastre natural ocorrido no Vale do Itajaí em 2008, o Grupo Técnico Científico de Prevenção de Catástrofes Naturais em Santa Catarina, indica que é grande a possibilidade da ocorrência de novos eventos na região costeira do Estado.

De acordo com Brasil (2007), o elevado crescimento populacional nas áreas urbanas tem estimulado o aumento do número de pessoas vivendo em áreas de risco, com destaque para as ocupações irregulares das encostas, com o conseqüente desmatamento e cortes irregulares de taludes, propiciando uma maior suscetibilidade à ocorrência dos movimentos de massa. Além disso, o processo histórico de parcelamento do solo realizado nos municípios brasileiros, desconsiderando dados técnicos referentes às condições físico-ambientais para ocupação, permitiu o loteamento de fundos de vale e áreas passíveis de inundação.

A Lei Federal Nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, proíbe, em seu Art. 3º, parágrafo único, que áreas onde as condições geológicas não aconselhem edificação e terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, sejam loteados para fins urbanos. Apesar disso, o poder público tem permitido o parcelamento, levado serviços públicos e infraestrutura a essas áreas, contribuindo, assim, para o seu adensamento e aumento dos problemas sociais.

O planejamento do uso do solo deve controlar o crescimento de parcelamentos em áreas de risco, através de fiscalização e de diretrizes técnicas que possibilitem a ocupação adequada e segura de áreas

suscetíveis a inundações ou movimentos de massa (BRASIL, 2007). Santos (2004) destaca que o sucesso do planejamento está na tomada de decisões subsidiadas em diagnósticos e prognósticos que identifiquem e definam o melhor uso possível dos recursos do meio planejado. ONU (1992), apresentando sua própria definição para planejamento sob a ótica ambiental, define-o como um processo que interpreta os recursos naturais como substrato das atividades do homem que nele se assenta e sobre ele se desenvolve, evitando exceder a capacidade de suporte do meio ambiente.

A inexistência de mapas de qualidade, seja em termos de escala ou em termos geométricos, torna a gestão do território muito complexa. Os estudos com base em mapeamentos temáticos, utilizando-se da linguagem gráfica para registrar e transmitir informações dos mais diversos aspectos físicos da paisagem possibilitam caracterizar e entender a distribuição espacial dos elementos no território e seus atributos de forma ampla, visual, sintética e rápida. Por isso, um sistema de gerenciamento de áreas de risco implica, em primeiro lugar no conhecimento do problema, por meio de informações do meio físico, destacando-se a importância do mapeamento pedológico.

Existe uma relação direta entre o tipo de solo, definido a partir de suas características físicas, químicas e biológicas, e a intensidade da fragilidade de uma área. Essas características que determinam o tipo de solo resultam das condições ambientais ao qual o mesmo foi submetido durante seu processo de formação. Por isso, a partir do mapa de pedologia é possível identificar os principais fenômenos naturais atuantes, delimitando-se as áreas naturalmente mais susceptíveis a movimentos de massa ou inundações. Assim, sobrepostos a outros fatores, é possível estabelecer medidas preventivas e/ou corretivas no uso e ocupação do solo urbano, visando adequar e ordenar de forma sustentável o desenvolvimento dos municípios.

Diante da crescente complexidade na dinâmica dos municípios, ressalta-se a importância e a necessidade da obtenção de informações confiáveis e atualizadas referentes ao uso e ocupação do solo, como subsídio para a estruturação e viabilização de políticas públicas adequadas. O Cadastro Técnico é um sistema de informação territorial que registra interesses sobre a terra, como direitos, restrições e responsabilidades, podendo ser estabelecido para arrecadação legal e/ou, como apoio ao planejamento, buscando sempre o desenvolvimento social e econômico (LOCH, 1993). Aliado ao Cadastro Técnico, as imagens adquiridas através do Sensoriamento Remoto permitem a

representação da superfície terrestre com redução do tempo de execução e com maior frequência e densidade de observações, oferecendo grandes vantagens para o mapeamento e monitoramento da paisagem.

Para análise das informações tornou-se essencial para a gestão territorial a utilização do SIG, ferramenta capaz de realizar diagnósticos complexos ao integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados georreferenciados, dinamizando a produção de documentos cartográficos. Estruturado em um SIG, o Cadastro Técnico Multifinalitário – CTM constitui-se em um sistema de registro público que estabelece o mapeamento da parcela imobiliária através de diversos mapas temáticos, mostrando a parte cartográfica, a parte jurídica que envolve a parcela e a valoração da área. A identificação das parcelas e dos atores que atuam sobre as mesmas, permite a geração de informações territoriais confiáveis como apoio ao planejamento municipal.

Justifica-se a relevância do presente estudo, que propõe identificar e zonar as áreas de risco existentes no Município de Itapema, a partir da caracterização ambiental e físico-espacial do território, de forma a subsidiar a municipalidade nos processos de tomada de decisões quanto à gestão das mesmas, coibindo assim, a continuidade da urbanização sem planejamento, a qual se constitui na função principal do processo de revisão do Plano Diretor.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Geral

Propor o zoneamento de áreas de risco a inundações e movimentos de massa tendo a pedologia como suporte, usando como ferramenta o Sistema de Informações Geográficas (SIG), integrado ao Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM).

1.2.2. Específicos

- a) Caracterizar a evolução ambiental do Município através da edição de mapas temáticos e de trabalhos de campo.

- b) Identificar a suscetibilidade das áreas do Município à ocorrência de movimentos de massa e inundações com base na pedologia e zonear as áreas de risco.
- c) Avaliar a dinâmica na ocupação das zonas de risco do Município de Itapema através da fotointerpretação das fotografias dos voos aerofotogramétricos dos anos de 1978 e 2001 e imagem de satélite de 2008.
- d) Analisar a tendência de crescimento da mancha urbana sobre as áreas suscetíveis a movimentos de massa e inundações.
- e) Verificar a existência de áreas conflitantes entre o atual zoneamento de uso do solo do Município e as zonas de risco, indicando alterações na dinâmica de ocupações dessas, durante o processo de revisão do Plano Diretor de Itapema.
- f) Demonstrar a eficiência e aplicabilidade do SIG como apoio à identificação e planejamento das áreas de risco.
- g) Mostrar a necessidade do CTM como subsídio ao processo de tomada de decisões na gestão das áreas de risco.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

A dissertação está estruturada em seis capítulos, que contemplam as questões relacionadas com o planejamento e gestão municipal para controle no uso e ocupação de áreas de risco a movimentos de massa e inundações em Itapema. O capítulo 1 refere-se a contextualização e justificativa para escolha do tema da pesquisa e os objetivos a serem alcançados com o presente trabalho. No capítulo 2 tratou-se da fundamentação teórica, definida em função da necessidade de embasamento científico para suporte dos procedimentos metodológicos e compreensão da pesquisa, discorrendo sobre: Áreas de Risco, Pedologia, Planejamento e Gestão Territorial, CTM, Sensoriamento Remoto, Cartografia, Geoprocessamento e SIG. O terceiro capítulo apresenta os aspectos históricos, econômicos e ambientais do Município de Itapema e, o quarto capítulo, descreve os materiais e métodos utilizados, abordando numa sequência lógica todos os procedimentos

para o georreferenciamento, produção de mapas temáticos, e zoneamento das áreas de risco. O Capítulo 5 mostra os resultados obtidos com a metodologia empregada, e discute-os, analisando os mapas gerados e suas implicações para o planejamento e gestão adequados das áreas suscetíveis e zonas de risco incluindo-as no projeto de revisão do plano diretor de Itapema. Por fim, o sexto capítulo trás as conclusões e recomendações, resumindo a essência da pesquisa e dos seus resultados.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. RISCOS AMBIENTAIS

De acordo a Sociedade Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica – ISSMGE, o risco é entendido como a probabilidade de um evento e intensidade de seus danos sob a vida, a saúde, a propriedade ou ao meio ambiente; podendo ser definido como a probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço, não constantes e não determinados, com consequências econômicas, sociais ou ambientais, sobre um dado grupo ou comunidade (CASTRO *et al.*, 2005, CARDONA, 1996).

Para Oliveira *et. al.* (2007), as áreas de risco são aquelas suscetíveis a desastres⁵, os quais podem ocorrer como consequência do impacto de um risco natural e/ou causado por atividades antrópicas, com danos a população.

Entende-se assim, que para a identificação e delimitação de áreas de risco, deve-se acrescer ao diagnóstico da suscetibilidade, o qual se baseia no meio físico para a determinação da potencialidade de ocorrência de processos naturais ou induzidos, a condicionante antrópica, analisando-se a probabilidade de danos econômicos, sociais ou ambientais sobre a população.

Existem inúmeras formas de classificar os riscos. Para esta pesquisa será adotada a classificação de Cerri & Amaral (1998), que consideram os riscos ambientais como a classe maior de riscos, subdividindo-os em classes e subclasses (Figura 1).

⁵ Desastre é o resultado de eventos adversos sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais (Oliveira *et. al.*, 2007).

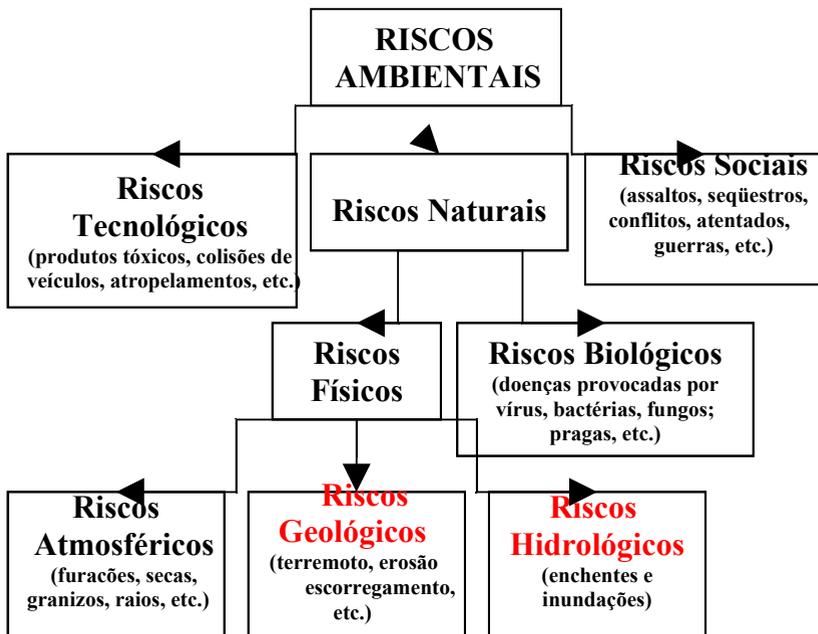


Figura 1: Classificação dos Riscos Ambientais.

Fonte: Adaptado de Cerri & Amaral (1998).

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

2.1.1. Riscos Pedológicos

A intervenção humana sobre o relevo terrestre quer seja em áreas urbanas ou rurais, resulta na transformação da superfície do terreno. Dependendo do tamanho dessa intervenção, das práticas conservacionistas utilizadas e dos riscos geomorfológicos envolvidos, os impactos ambientais associados poderão causar grandes prejuízos ao meio físico e ao homem (GUERRA, 2009). De acordo com ONU (1993), um dos fenômenos naturais que mais causam prejuízos financeiros e mortes no mundo são os movimentos de massa.

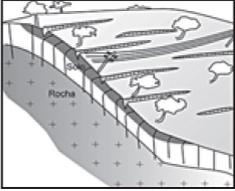
Os movimentos de massa são movimentos que envolvem uma massa de solo ou rocha que se deslocam em conjunto (MACIEL FILHO, 1994), reconhecidos como os mais importantes processos

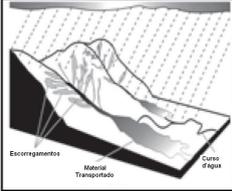
geomorfológicos modeladores da superfície terrestre (BIGARELLA, 2003).

O desencadeamento dos movimentos de massa está vinculado ao conjunto de tensões presentes nos materiais das vertentes. O estado de equilíbrio relativamente mantido entre as forças atuantes na vertente acontece quando as forças de coesão e o atrito entre as partículas de solo, propriedades inerentes dos materiais, são suficientemente resistentes à componente de cisalhamento mais a carga sobrejacente. Quando a tensão ao cisalhamento ultrapassa a resistência dos materiais ou esta última diminui, ocorrem os movimentos de massa (SUGUIO, 2003; GUIMARÃES *et. al.*, 2008).

Com relação aos processos de movimentação de massa, os mais importantes, baseando-se no tipo de movimento e na natureza do material envolvido, é o rastejamento, fluxo de lama, deslizamentos e desmoronamentos, gerados pela ação da gravidade sobre as vertentes, tendo como fator deflagrador principal a infiltração de água, sobretudo das chuvas (Tabela 1). (CHRISTOFOLETTI, 1980; SUGUIO, 2003; MACIEL FILHO, 1994).

Tabela 1- Principais processos de movimentação do solo.

Processo e Representação	Características
<p data-bbox="210 1023 456 1046">Rastejamento (CREEP)</p> 	<p data-bbox="512 914 972 1292">Corresponde ao deslocamento de partículas, promovendo movimentação lenta e contínua do solo (cm/ano), atuando sobre os horizontes superficiais, bem como nos horizontes de transição solo/rocha e até mesmo em rocha, em profundidades maiores. Corresponde a uma deformação de caráter plástico, cuja geometria não é bem determinada e que também não apresenta o desenvolvimento de uma superfície definida de ruptura. Existem sinais que evidenciam a presença do rastejamento, como árvores inclinadas, troncos recurvados, trincas em muros e paredes e deslocamento de postes e cercas.</p>

<p>Fluxos de Lama / Corrida de Massa (FLOWS)</p> 	<p>Corresponde aos movimentos rápidos (m/h) do solo, composto predominantemente por partículas finas. Está ligado a eventos pluviométricos excepcionais, quando o solo se encontra saturado, com até 30% de água. Ocorre quando a presença de uma subcamada impermeável do regolito impede a penetração da água, provocando a concentração e saturando a camada sobrejacente.</p>
<p>Deslizamentos/ Escorregamentos (SLIDES)</p> 	<p>Corresponde aos deslocamentos de massa do solo sobre um embasamento ordinariamente saturado de água. Os deslizamentos consistem no movimento rápido (m/h a m/s), de massas de solo ou rocha, geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude.</p>
	<p>Corresponde ao deslocamento extremamente rápido de um bloco de terra, envolvendo blocos e/ou lascas de rochas em movimento de queda livre. As causas básicas deste processo são a presença de descontinuidades no maciço rochoso, que propiciam isolamento de blocos unitários de rocha e a subpressão por meio do acúmulo de água.</p>

Fonte: Adaptado de Christofolletti (1980); Maciel Filho (1994); Brasil (2007).

A maior ou menor suscetibilidade de uma área e a ação desses diferentes tipos de movimentos de massa depende do clima da região, que através do calor, da umidade e dos movimentos atmosféricos, sustenta e mantém o dinamismo dos processos; da intensidade e distribuição das precipitações; da natureza do solo; da proteção que possa ter com a vegetação; e da ação humana, responsável por mudanças na distribuição da matéria e energia dentro dos sistemas (CHRISTOFOLETTI, 1980; GUIMARÃES *et. al.*, 2008; MACIEL FILHO, 1994).

Quanto a natureza do solo, Bertoni & Lombardi Neto, (1985) afirmam que diferentes tipos de solos apresentam suscetibilidade diferenciada a processos erosivos devido às propriedades do solo, denominadas de erodibilidade do solo. Sendo as propriedades do solo que mais influenciam a sua erodibilidade, aquelas que afetam a taxa de infiltração da água no solo, associada à sua resistência ao cisalhamento.

Além disso, a capacidade de transporte e a velocidade de deslocamento de material nas vertentes são diretamente proporcionais a sua inclinação e a sua extensão, além da forma das encostas e do manejo do solo que também influenciam o tipo de processo erosivo que atua sobre as mesmas. Em vertentes mais extensas, onde a energia potencial é maior e nas áreas côncavas das vertentes, ponto de convergência dos fluxos de água com camadas de solo mais espessas, há maior probabilidade aos movimentos de massa (FLORENZANO, 2008).

2.1.2. Riscos Hidrológicos

Desde os primórdios da humanidade, a possibilidade dos rios serem utilizados como fonte de água para o consumo humano e para a agricultura, via de transporte de cargas e fonte de energia e lazer, estimulou a instalação de assentamentos humanos ribeirinhos (TUCCI *et al.*, 1995).

“Os rios funcionam como canais de escoamento; este escoamento fluvial faz parte integrante do ciclo hidrológico e a alimentação desses cursos de água se processa através do escoamento pluvial e das águas subterrâneas que se juntam a ele através da infiltração” (CHRISTOFOLETTI, 1980).

As planícies de inundação, também conhecidas como várzeas, são as áreas relativamente planas e baixas que de tempos em tempos recebem os excessos de água que extravasam do seu canal de drenagem. Os solos de várzea apresentam aspectos de drenagem deficiente, baixa capacidade de armazenamento de água, baixa profundidade efetiva, densidade alta e relação micro/macroporos elevada, atributos físicos favoráveis ao cultivo do arroz irrigado.

“Tecnicamente, o canal de drenagem que confina um curso da água denomina-se leito menor e a planície de inundação representa o leito maior do rio” (BRASIL, 2007). O leito maior, segundo Christofolletti (1980), pode ser dividido em leito periódico, o qual é regularmente ocupado pelas cheias (mais de uma vez por ano), e leito excepcional, por onde correm cheias mais elevadas com intervalos irregulares (nem todos os anos) (Figura 2). Como isto ocorre de forma irregular ao longo do tempo, a população tende a ocupar o leito maior,

ficando sujeita ao impacto das enchentes⁶ ou inundações⁷ (TUCCI & BERTONI, 2003).

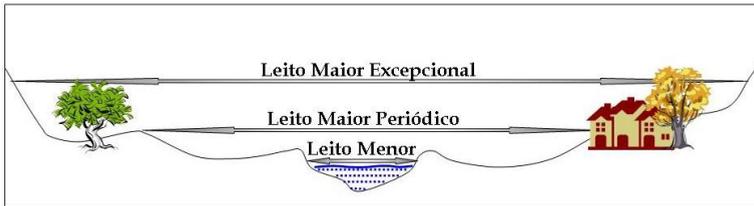


Figura 2: Tipos de leitos fluviais.

Fonte: Autora.

Para Herrmann *et al.* (2005) a inundação gradual, resultante de chuvas contínuas e prolongadas,   o tipo de desastre natural que mais ocorre em Santa Catarina, causando s rios impactos socioeconômicos. Esse tipo de inunda o ocorre em municípios que apresentam relevo com planícies fluviais extensas, onde normalmente se concentram grandes aglomera es de pessoas e diferentes ramos de atividade humana. Essas ocupa es e demais altera es na paisagem, intensificam os processos de inunda es, por meio da diminui o da infiltra o das águas no solo, fazendo com que escoem diretamente para os rios, aumentando a vazão dos mesmos.

2.2. A PEDOLOGIA COMO BASE PARA DISTIN O DAS ÁREAS DE RISCOS

A Pedologia   o ramo do conhecimento que se dedica a estudar a origem e composi o dos solos. As bases deste conhecimento foram lançadas em 1880 na União Soviética por Dokuchaiev, ao reconhecer que o solo não era um simples amontoado de materiais não consolidados, mas resultava de uma complexa intera o de inúmeros fatores genéticos, denominados de fatores de forma o do solo (IBGE, 2007).

2.2.1. Fatores de Forma o do Solo

⁶ Eleva o temporária do nível d'água em um canal de drenagem devida ao aumento da vazão ou descarga (BRASIL, 2007).

⁷ Processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inunda o, várzea ou leito maior do rio) quando a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio (BRASIL, 2007).

O solo é constituído pelas fases sólida, líquida e gasosa a partir do processo de intemperismo, onde a rocha ou o sedimento sofrem alterações, formando uma camada que se transforma em regolito pela ação conjunta dos fatores de formação do solo (Figura 3) (PRADO, 2003).

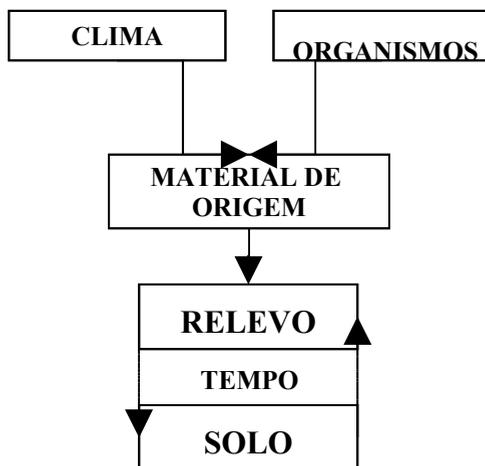


Figura 3: Fatores de Formação do Solo.

Fonte: Autora.

Nesse processo de formação, Clima e Organismos atuam sobre o Material de Origem (rocha) que, com o decorrer do Tempo, transformam esse substrato inicial em Solo (RESENDE *et. al.*, 2007), sendo a velocidade e a tipologia de sua transformação variável com a forma do Relevo na paisagem. As propriedades do solo são inter-relacionadas e dependentes dos fatores de formação; logo, a variação de qualquer um dos fatores acarreta mudança nessas (JENNY, 1941). Assim, a formação de um solo em uma área, revela as condições ambientais atuantes sobre esta, podendo servir como base para a determinação de suscetibilidade⁸ natural desta área a movimentos de massa ou inundações.

2.2.1.1. O Clima, os Organismos e o Tempo na Formação do Solo

⁸ Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência (BRASIL, 2007).

Os elementos climáticos de maior atuação sobre a formação do solo, radiação (calor) e precipitação (água), regulam o tipo e a intensidade do intemperismo, por isso, quanto mais quente e mais úmido for o clima, mais rápida e intensa será a decomposição das rochas (LEPSCH, 2002).

Quanto à precipitação, esta pode ser considerada como geradora de dois processos de formação do solo. O primeiro se dá através da reação de hidrólise, promovido pela água, onde são liberados cátions para a solução do solo, atuando no desenvolvimento do perfil do solo. O segundo é provocado pela energia cinética das chuvas, gerando processos erosivos. (PRADO, 2003; UBERTI, 2005).

Por produzirem energia, os organismos, juntamente com o clima, são tidos como agentes ativos na formação do solo. Nesse grupo, devem ser compreendidos: a microflora (algas, fungos, bactérias, etc.) e a microfauna (protozoários, nematoides, etc.), os quais decompõem os restos vegetais e animais, liberando o húmus. Além da macroflora (árvores, arbustos, etc.) que adiciona matéria orgânica no solo contribuindo na formação de agregados e, a macrofauna (minhocas, cupins, formigas, etc.) que cria galerias decorrentes da sua ação escavadora, contribuindo para a circulação de ar e água (UBERTI, 2005; PRADO, 2003; SALOMAO & ANTUNES, 1998).

Assim, entendendo o solo como um sistema dinâmico em contínuo desenvolvimento, torna-se evidente que suas características físico-químicas se relacionam com seu estado de menor ou maior evolução. “O tempo é o fator que define o quanto as ações do clima e dos organismos ocorreram sobre o material de origem” (PRADO, 2003), sendo ainda o tempo necessário, para que um solo atinja determinado estado evolutivo, variável com os demais fatores relacionados a seguir (SALOMAO & ANTUNES, 1998; LEPSCH, 2002).

2.2.1.2. A Origem do Material na Formação do Solo

A natureza da rocha matriz, sua composição mineralógica, química, e o estado original de fraturamento, os quais determinam sua resistência ao intemperismo, exercem grande influência sobre as características do solo da qual se origina (SALOMAO & ANTUNES, 1998; FLORENZANO, 2008). “Rochas porosas, permeáveis e altamente reativas tendem a ser profundamente alteradas, enquanto que em rochas impermeáveis e inerentes acontece o contrário” (SUGUIO, 2003).

A origem de uma rocha pode dar-se de três formas (Figura 4): pelo resfriamento e endurecimento de material fundido (rochas ígneas), por deposição e compactação de sedimentos e precipitados (rochas sedimentares), ou pela alteração de rochas pré-existentes, por calor, pressão e soluções (rochas metamórficas) (AMERICAN ISTITUTE, 1970; MACIEL FILHO, 1994).

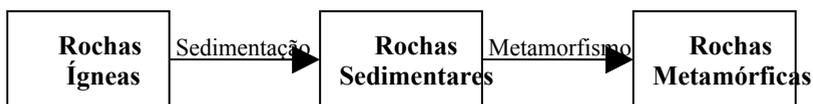


Figura 4: Processos originários das rochas ígneas, sedimentares e metamórficas.

Muitas propriedades físicas e químicas do solo são determinadas pelo conteúdo mineral, por isso, dentro de cada um dos três grandes grupos, as rochas são subdivididas principalmente com base na sua textura e composição mineralógica (AMERICAN ISTITUTE, 1970). Rochas compostas por minerais ricos em sílica como, por exemplo, o quartzo, produzem solos de textura arenosa, enquanto aquelas com significativa porcentagem de minerais ferromagnesianos e feldspatos, oferecem condições para o desenvolvimento de solos argilosos (SALOMAO & ANTUNES, 1998).

2.2.1.3. O Relevo na Caracterização do Solo

Os solos diferenciam-se na paisagem de acordo com a posição no relevo, sendo a influência deste na formação do solo, manifestada fundamentalmente pela sua interferência na dinâmica da água nos processos de erosão e sedimentação (SALOMAO & ANTUNES, 1998). Por isso, o estudo das formas de relevo que influenciam o escoamento da água em diferentes trajetórias sobre o terreno é fundamental para o entendimento e quantificação da erosão e da variabilidade das principais propriedades dos solos.

A porção do relevo modelada ao longo do tempo e do espaço por processos de denudação⁹ denomina-se encosta ou vertente, a qual pode ser compreendida como uma superfície inclinada, não horizontal, representando a conexão dinâmica entre o divisor de águas e o fundo do vale. Já a porção do relevo constituída pela sedimentação fluvial, constitui as planícies aluviais ou planícies de inundação, formada por diferentes materiais depositados em decorrência de enchentes do rio,

⁹ Termo geológico que indica a remoção da superfície de uma região por efeito erosivo.

quando toda a área é inundada (CHRISTOFOLETTI, 1980; BRASIL, 2007; ROSS, 1990).

Em áreas mais planas e altas em relação ao lençol freático, a quantidade de água que infiltra no solo é maior, devido a sua menor velocidade de escoamento, resultando em solos mais profundos e menos erodidos. No contrário, em áreas com maior declividade, o rápido escoamento da água, além de diminuir a infiltração, e por consequência, o desenvolvimento do perfil pedológico, acarreta na erosão do material já intemperizado com exposição de novas estruturas geológicas. Esse material transportado para as partes mais baixas do relevo formam as planícies aluviais, as quais se caracterizam pela drenagem deficiente devido à proximidade do nível do lençol freático.

2.2.2. Perfil do Solo

À medida que as rochas se intemperizam, a partir da ação conjunta dos fatores de formação do solo anteriormente descritos, cortes em trincheiras permitem observar a ocorrência de uma sucessão vertical de camadas denominadas horizontes, diferenciáveis entre si e geralmente paralelos a superfície do terreno. Toda essa superfície vertical, com seu conjunto de horizontes, desde a superfície até o material originário, constitui o perfil do solo (RESENDE *et. al.*, 2007; PRADO, 2003; LEPSCH, 2002).

A figura abaixo apresenta o esquema de um perfil de solo hipotético com seus principais horizontes:

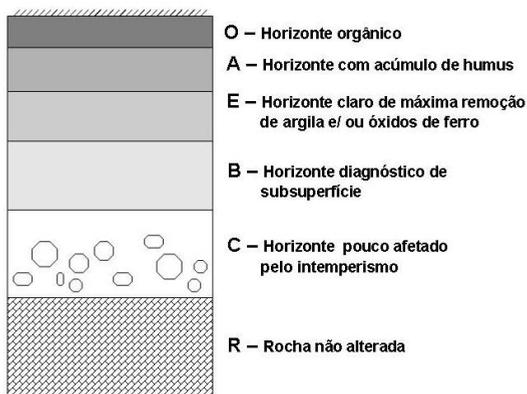


Figura 5: Esquema de um perfil do solo mostrando os principais horizontes.

Fonte: Autora.

O horizonte O na superfície dos solos, normalmente de cor escurecida pela matéria orgânica, está presente em solos com cobertura vegetal. Logo abaixo, o horizonte A, ainda apresenta-se escurecido devido à percolação de material orgânico. O horizonte E, devido à grande remoção de argila e óxidos de ferro, é encontrado com tons esbranquiçados. O horizonte B é caracterizado pelo máximo desenvolvimento da cor, devido ao acúmulo de material translocado dos horizontes A e E. Por fim, o horizonte C corresponde à rocha pouco alterada e o horizonte R, a rocha matriz (LEPSCH, 2002).

Ressalta-se que nem todos os tipos de solos possuem sequência completa de horizontes. Solos jovens comumente apresentam horizonte A-C, pois devido ao tempo relativamente curto em que estão submetidos aos processos de formação do solo, não havendo formação do horizonte B. A sequência incompleta de horizontes surge também em condições de má drenagem, nas áreas mais deprimidas da paisagem, onde o lençol freático, permanentemente próximo a superfície, impede indefinidamente um maior desenvolvimento pedogenético do perfil.

2.2.3. Propriedades dos Solos

Os diversos tipos de solos, ou mesmo os horizontes de cada solo, podem diferir entre si em diversas propriedades, sendo por meio desse conjunto de características que se constitui a base fundamental para identificar e definir os tipos de solos.

Dentre as diversas propriedades dos solos, destaca-se para o presente estudo:

- a) Cor – Os principais agentes pigmentantes, responsáveis pela cor do solo, são a matéria orgânica e os compostos de Ferro (Fe), o qual pode se apresentar no solo sob as seguintes formas (RESENDE *et. al.*, 2007):

Tabela 2- Formas do Ferro (Fe) no solo.

Fe ⁺² (reduzido) ACINZENTADO
Fe ⁺³ (oxidado hidratado) AMARELO

Fe^{+3} (oxidado desidratado) **VERMELHO**

A cor acinzentada está relacionada à ausência de Fe^{+3} , que ocorre em condições de excesso de água, portanto, se há ferro no ambiente, ele se apresentará na forma reduzida (Fe^{+2}). Já as cores amareladas e avermelhadas estão relacionadas à presença de goethita¹⁰, responsável pela cor amarela, o qual se dá sob condições climáticas mais úmidas (solo hidratado), e de hematita¹¹, responsável pela cor vermelha, presente em condições climáticas mais secas, indicando que os solos são bem drenados (RESENDE *et. al.*, 2007). Além disso, solos de coloração mais clara indicam a presença de componentes como o quartzo e o carbonato de cálcio, enquanto solos com coloração mais escura indicam presença de matéria orgânica, sempre com exceção dos solos onde há presença de hematita, quando prevalece a coloração avermelhada (RESENDE *et. al.*, 2007; PRADO, 2003).

b) Granulometria – a granulometria fornece as bases para uma descrição dos sedimentos, seu estudo detalhado pode fornecer informações sobre os principais processos físicos atuantes do solo, além de correlacionar-se a outras propriedades como a porosidade e a permeabilidade (SUGUIO, 2003). A fração mineral pode ser constituída por partículas de tamanhos variáveis, partículas de argila possuem diâmetro menor que 0,002 mm; partículas de silte possuem diâmetro entre 0,002 e 0,05 mm; partículas de areia possuem diâmetro maior que 0,05 mm. As partículas do tamanho de areia e silte, sob ação do intemperismo, transformam-se em argila, sobretudo, os minerais mais resistentes permanecem sob o tamanho de areia, ficando a fração silte como ponto de máxima instabilidade, ou seja, somente solos mais novos apresentam alto teor de silte (RESENDE *et. al.*, 2007).

c) Textura – A textura ou composição granulométrica de um solo é dependente da rocha de origem e

¹⁰ Mineral de óxido de ferro, com fórmula química $\text{FeO}(\text{OH})$.

¹¹ Mineral de óxido de ferro, com fórmula química Fe_2O_3 .

do se grau de intemperização, referindo-se à proporção relativa das partículas de argila, silte e areia que constituem o solo, representadas em termos de concentração percentual nas arestas do triângulo textural (Figura 6) (RESENDE *et. al.*, 2007; LEPSCH, 2002). Solos com textura argilosa apresentam uma maior estruturação, favorecendo a formação de uma maior quantidade de microporos em relação a solos arenosos.

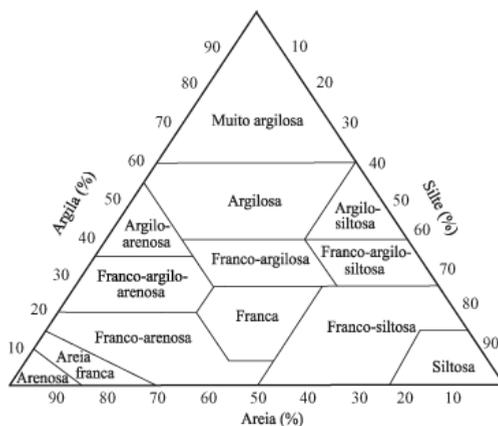


Figura 6: Triângulo de Classificação Textural de Solos.

Fonte: Lemos & Santos, 1984.

d) **Estrutura e Porosidade** – As partículas do solo (areia, silte e argila) geralmente se encontram agregadas, formando unidades maiores (granular, laminar, blocos, prismáticas ou colunar) (RESENDE *et. al.*, 2007). A aderência para a formação dos agregados é provocada por partículas orgânicas, óxidos de ferro e pela própria argila, permitindo assim, o aparecimento de poros (LEPSCH, 2002). Esses poros, ocupados por água e ar, são divididos em macroporos e microporos, respectivamente, maiores e menores do que cerca de 0,05 mm de diâmetro, (RESENDE *et. al.*, 2007). Os macroporos perdem água mais facilmente pela ação da gravidade, enquanto que os microporos, dispostos em forma de capilares, têm maior capacidade de resistir à perda de água.

e) Consistência – a consistência do solo, relacionada com a composição mineralógica do material, ocorre em função das forças de adesão e coesão, ou seja, da aderência das partículas de areia, silte e argila no interior do agregado, caracterizando o comportamento mecânico do pedomaterial sob condições variáveis de umidade (RESENDE *et. al.*, 2007; PRADO, 2003). A força de adesão refere-se à atração das moléculas de água pela superfície das partículas sólidas, enquanto que a força de coesão refere-se à atração de moléculas de água por outras moléculas de água, ou então de partículas sólidas por partículas sólidas (PRADO, 2003).

2.2.4. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

A Classificação de solos oficialmente adotada no Brasil subdivide os solos em 14 classes com seis níveis hierárquicos, sendo a base para o enquadramento de todas as classes dos solos definida a partir dos horizontes diagnósticos (LEPSCH, 2002).

Uberti (2005) diz que a cobertura pedológica do território catarinense, segundo Santa Catarina (1973), e após receber adaptações e inovações impostas por Embrapa Solos (2006), mostra a seguinte composição, em uma hierarquia descendente, das principais classes de solos, em relação ao desenvolvimento pedogenético, do maior para o menor: Latossolo - Nitossolo - Argissolo - Chernossolo - Cambissolo - Gleissolo - Neossolo - Organossolo.

A seguir será brevemente descrita a caracterização geral destas classes de solos (EMBRAPA SOLOS, 2006):

- a) *Latossolo* – Solos muito evoluídos e profundos, com intemperização intensa dos minerais, localizando-se em relevo estável e bem drenado, em ambientes com intensa umidade e calor.
- b) *Nitossolo* – Solos profundos, com estrutura muito forte, presença de cerosidade, relevo ondulado e baixa fertilidade natural.
- c) *Argissolo* – Solos com mobilização de argila da camada superficial para subsuperficial, localizando-se em relevo acidentado fortemente ondulado e profundo.

- d) *Chernossolo* – Solos com horizonte superficial rico em matéria orgânica, com alto conteúdo de cálcio e magnésio e argila de atividade alta.
- e) *Cambissolo* – Solos sem processo pedogenético definido, com características variadas de acordo com o material de origem, forma do relevo e condições climáticas, ocupando a posição jovem da paisagem.
- f) *Gleissolo* – Solos permanentemente ou periodicamente saturados por água, localizando-se em relevo plano nas posições mais deprimidas da paisagem.
- g) *Neossolo* – Solos muito jovens, com baixo desenvolvimento pedogenético, localizando-se em relevo fortemente ondulado, com forte pedregosidade e baixa fertilidade natural.
- h) *Organossolo* – Solos recentes, de origem orgânica, sem desenvolvimento pedogenético localizados em relevo absolutamente plano com péssima drenagem.

2.3. GESTÃO NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO MUNICIPAL

2.3.1. Expansão Urbana e Ocupação das Áreas de Risco

Nas últimas décadas, o Brasil passou por um acelerado processo de urbanização. Os resultados do Censo Demográfico revelam que no ano de 1940 apenas 31,3% da população brasileira residia em áreas urbanas, já no ano de 2000, essa população passou a representar 81,2% da população total do País.

A rápida urbanização vivida pela sociedade brasileira na segunda metade do século XX resultou do intenso processo de modernização de sua base produtiva. As cidades ofereciam melhores oportunidades de trabalho e de qualidade de vida, atraindo a população do campo, onde novas técnicas agrícolas e a mecanização da agricultura tornavam cada vez menores a necessidade de mão-de-obra.

Devido aos grandes fluxos migratórios de famílias que deixaram o campo com destino às cidades, a industrialização não foi capaz de incorporar ao mercado de trabalho uma expressiva parcela dessa população. As cidades cresceram despreparadas para absorver toda a mão-de-obra disponível e para atender as necessidades dos migrantes, resultando em uma série de problemas sociais e ambientais, com

deterioração das condições de vida, particularmente da população de baixa renda.

Como consequência da expansão urbana desordenada ocorrida no Brasil, onde ainda hoje é perceptível a ausência de planejamento na forma de ocupação do território, grande parte dos municípios tem o uso irregular do solo, por meio de assentamentos informais ou parcelamento de loteamentos clandestinos. Dentre outros transtornos causados por essa ocupação irregular, destacam-se: desarticulação do sistema viário, expansão horizontal excessiva da malha urbana, ausência de espaços públicos, violência urbana, ocupação de áreas de proteção ambiental, assoreamento dos rios, impermeabilização do solo e formação de áreas de risco a movimentos de massa e inundações (MARICATO, 2001; JACOBI, 1999).

Levando-se em conta que o mercado imobiliário, torna a ocupação um produto, as classes economicamente privilegiadas são beneficiadas através do acesso às áreas de melhor localização e dotadas de melhor infraestrutura. Empurrando-se, desta forma, as classes de menor poder aquisitivo para locais menos privilegiados com serviços e infraestrutura, onde comumente a topografia e condições geográficas são menos vantajosas, ou ainda, onde existem restrições ambientais para ocupação regular, como por exemplo, as encostas dos morros, os fundos de vales e outras áreas de risco.

Segundo Oliveira *et. al.* (2007), a ocupação desordenada é um dos principais agravantes para a ocorrência de desastres, pois sem alternativa de habitação, algumas populações tendem a instalar-se em áreas de baixo valor econômico, como por exemplo, em encostas declivosas sujeitas a movimentos de massa ou nas planícies aluviais sujeitas a inundações.

Com fortes chuvas os efeitos negativos associados aos desastres naturais dessas áreas são significativos. Geralmente ocorre a necessidade de remoção e realocação da população atingida, danificação de edificações e infraestruturas, perda de bens materiais, perda de veículos, interrupção e alteração do tráfego, problemas de saneamento, proliferação de doenças e até perda de vidas.

Devido a esse crescente processo de expansão dos centros urbanos, a necessidade do planejamento para ordenar a ocupação do solo tornou-se uma necessidade premente, pois através da prevenção, pode-se desenvolver medidas que minimizem os impactos causados pelos fenômenos naturais.

Para Kobiyama *et al.* (2006), existem dois tipos de medidas preventivas, as estruturais, que envolvem obras de engenharia, como barragens eduques, as quais são consideradas como caras e complexas e, as não-estruturais, que envolvem ações de planejamento e gerenciamento, como zoneamento ambiental.

Para Tucci *et al.* (2003), medidas preventivas muito simples podem ser realizadas para a redução significativa dos prejuízos decorrentes de inundações, as quais podem ser aplicadas também para redução dos prejuízos decorrentes dos movimentos de massa: mapeamento das áreas de risco, restrição ao financiamento de construção em áreas de risco por parte das instituições de crédito públicas ou privadas e, reformulação de Plano Diretor dos municípios para contemplar o redirecionamento da ocupação das áreas de risco para áreas seguras.

2.3.2. Planejamento do Uso e Ocupação do Solo

Na Convenção das Nações Unidas sobre Assentamento Humano, realizada em Istambul (1996), três temas foram enfocados: o direito a habitação para o homem, o desenvolvimento ecologicamente equilibrado dos assentamentos humanos e a sustentabilidade do ambiente construído para a promoção da qualidade de vida. Para isso, requer-se o estabelecimento de políticas públicas voltadas a habitabilidade urbana, por meio do planejamento do uso e ocupação do solo. O qual é entendido aqui como uma ferramenta administrativa que possibilita perceber a realidade, de modo a avaliar e construir um referencial futuro, estruturando o trâmite adequado e reavaliando todo o processo ao qual se destina.

A configuração atual de um município resulta de um processo histórico de intervenção do homem sobre a natureza. Nesse sentido, o planejamento deve prever as alterações racionais de uma área, de forma a promover mudanças que contribuam para o desenvolvimento sustentável do município (ABRIL, *et al.*, 2006)

Para Güell (1997) o planejamento pode ser definido como um processo que determina as metas de atuação a longo prazo, identificando formas de atuação específicas, estabelecendo um sistema contínuo de tomada de decisões com diretrizes de crescimento, o qual deve envolver municipalidade e municípios ao longo de todo o processo.

Para Santos (2004), o planejamento é um processo contínuo que envolve a coleta, organização e análise sistematizada das informações,

por meio de procedimentos e métodos, para chegar às decisões ou a escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis. Sua finalidade é atingir metas específicas no futuro, levando a melhoria de uma determinada situação e ao desenvolvimento da sociedade.

Para Ledo (2001), os principais objetivos do planejamento são promover a prosperidade da cidade, fazendo dela um lugar atrativo para o estabelecimento de empresas e para o turismo, e, simultaneamente, torná-la um lugar agradável para viver.

O planejamento da ocupação e uso do território deve ser definido a partir de um reconhecimento, através de estudos específicos, das características físicas, ambientais e antrópicas da área. Na verdade, estes estudos devem coexistir sempre, auxiliando na contínua atualização do processo de planejamento. Segundo Loch (1993), o planejamento de um território deve partir da organização espacial, considerando inicialmente as características da paisagem e então a forma como o espaço pode ou deveria ser ocupado.

Os estudos de diagnóstico dentro do planejamento devem ser conduzidos de forma a englobar todas as causas e todos os acontecimentos geradores de determinada situação. O processo de planejamento é também uma atividade multiprofissional, devendo agregar várias áreas, e multifinalitário, devendo atender diversos usuários e finalidades. Loch & Kirchner (1988) afirmam que o planejamento é essencialmente uma função do Executivo, assessorado por seus técnicos, que deve prever, de maneira mais detalhada possível, ocorrências futuras, de modo que todas as ações e tomadas de decisões possam ser feitas em tempo e lugar certo.

A legislação é um dos principais elementos que sustentam um planejamento, principalmente com relação à forma de ocupação do território municipal. O planejamento de um município implica, dentre outros fatores, na construção de suas leis urbanísticas que definam suas diretrizes de desenvolvimento. Para isso, utilizam-se as legislações federais e estaduais vigentes, a partir das quais é possível correlacionar todas as possibilidades e impossibilidades no uso e ocupação do solo.

2.3.3. Legislações Pertinentes ao Uso e Ocupação do Solo

O conhecimento das legislações que regulam o uso do território e dos recursos naturais é fundamental para o planejamento do uso do solo

em áreas de risco nos municípios, os quais devem respeitar as restrições impostas pelos princípios legais vigentes.

Portanto, em razão da necessidade de explicitar os instrumentos legais que devem ser aplicados como condicionante ao uso e ocupação do solo, optou-se por apresentar de modo objetivo alguns elementos expressos nas legislações acerca da temática proposta:

a) Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

De acordo com o Art. 225 da Constituição Federal de 1988, todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Para assegurar a efetividade desse direito, no inciso 1º é ressaltado que incumbe ao Poder Público:

(...)

III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção.

b) Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.

Com o objetivo principal de preservar e proteger os recursos naturais, especialmente florestas e águas, a Lei nº 4.771/65, que institui o Código Florestal, em seu Art. 2º, considera de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura; de 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;

(...)

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 metros de largura;

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

- e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;*
- f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues.*

Em seu Art. 3º, o Código Florestal considera também como áreas de preservação permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

- a) a atenuar a erosão das terras;*
- b) a fixar as dunas;*
- (...)*
- e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;*
- f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;*
- (...)*
- h) a assegurar condições de bem-estar público.*

c) Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979.

A Lei nº 6.766/79, a qual dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano, em seu Art 3º, Parágrafo único, define que não será permitido o parcelamento do solo:

- I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;*
- II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;*
- III - em terreno com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;*
- IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;*
- V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção*

Dentre os requisitos urbanísticos para o loteamento, o Art 4º define:

- (...)*
- III - ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias e ferrovias, será obrigatória a reserva de uma*

faixa não-edificável de 15 (quinze) metros de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica.

d) Lei nº 6.063, de 24 de maio de 1982.

A lei estadual Nº 6.063/82 que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, a qual assegura que os projetos de loteamentos têm que reservar uma faixa não edificável de 15 m ao longo das águas correntes e dormentes, em seu Art. 3º, afirma que não será permitido o parcelamento do solo:

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

(...)

III – em terreno com declividade igual ou superior a 30%;

IV – em terreno onde as condições geológicas e topográfica desaconselhem a edificação;

(...)

VI – em áreas onde as condições ambientais ultrapassem os limites máximos dos padrões de qualidade ambiental ou onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis.

e) Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.

A Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938/81, segundo seu Art. 2º, tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas.

Em seu Art 4º a Política Nacional do Meio Ambiente visará:

I - à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico.

f) Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.

Estabelecendo normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental a Lei nº 10.257/01, denominada Estatuto da Cidade, segundo seu Art. 2º, tem como diretrizes gerais:

(...)

IV – planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;

(...)

VI – ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar:

a) a utilização inadequada dos imóveis urbanos;

b) a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;

c) o parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivos ou inadequados em relação à infraestrutura urbana;

(...)

g) a poluição e a degradação ambiental.

g) Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006.

A Lei Nº 11.428/06, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, afirma em seu Art. 11 que o corte e a supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios avançado e médio de regeneração do Bioma Mata Atlântica ficam vedados quando:

I - a vegetação:

(...)

b) exercer a função de proteção de mananciais ou de prevenção e controle de erosão.

2.3.4. Plano Diretor

Haja vista ser matéria de ordem local, a Carta Magna em seu Art. 30 confere ao município competência para promover o adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso de parcelamento e da ocupação do solo urbano (FERNANDES & ALFONSIN, 2006). Ainda segundo os autores, o Estatuto da Cidade, por sua vez, elege o Plano Diretor como ferramenta-mãe que agregará todos os instrumentos urbanísticos disponíveis.

Como forma de aproximação à conceituação desse tema apresenta-se algumas tentativas de sua definição:

a) *“Lei municipal criada com a participação da população e aprovada na Câmara Municipal, que organiza o crescimento e o funcionamento da cidade como um todo” (SANTORO & CYMBALISTA, 2004);*

b) *“Instrumento básico de um processo de planejamento municipal para a implantação da política de desenvolvimento urbano, norteando a ação dos agentes públicos e privados” (ABNT, 1992).*

O Plano Diretor tem por função sistematizar e harmonizar as diferentes regras jurídicas do meio ambiente cultural, meio ambiente artificial, meio ambiente do trabalho e meio ambiente natural, adaptadas ao município, assegurando o bem estar da comunidade que nele reside (FIORILLO, 2010; SILVA, 2010).

De acordo com o Estatuto da Cidade, em seu Art. 40, “o plano diretor, aprovado por lei municipal, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana”. Ainda segundo o Art. 40 do Estatuto da Cidade, no processo de elaboração do plano diretor e na fiscalização de sua implementação, os Poderes Legislativo e Executivo municipais garantirão:

I – a promoção de audiências públicas e debates com a participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade;

II – a publicidade quanto aos documentos e informações produzidos;

III – o acesso de qualquer interessado aos documentos e informações produzidos.

Precisam obrigatoriamente fazer Planos Diretores, de acordo com o Art. 41, os municípios:

I – com mais de vinte mil habitantes;

- II – integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas;*
- III – onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no § 4o do art. 182 da Constituição Federal;*
- IV – integrantes de áreas de especial interesse turístico;*
- V – inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional.*

Com a finalidade de impedir a ocorrência de abusos por parte do Poder Público, algumas legislações anteriormente citadas trazem como condicionante para a legitimidade de ações o plano diretor:

- a) O Código Florestal em seu Art 4º define que a supressão de vegetação em área de preservação permanente situada em área urbana, dependerá de autorização do órgão ambiental competente, desde que o município possua conselho de meio ambiente com caráter deliberativo e plano diretor.
- b) A Lei de Parcelamento do Solo Urbano define respectivamente, em seu Art 2º e Art 4º, que as dimensões dos lotes atendam aos índices urbanísticos definidos pelo plano diretor e que áreas destinadas a sistemas de circulação, a implantação de equipamento urbano e comunitário, bem como a espaços livres de uso público, serão proporcionais à densidade de ocupação prevista pelo plano diretor.
- c) A Lei do Bioma Mata Atlântica, define que no perímetro urbano, a supressão da vegetação secundária em estágio médio ou avançado de regeneração, além de outros fatores, deve obedecer ao disposto no Plano Diretor do Município.

Pode-se definir o Plano Diretor, como instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, de caráter multidisciplinar e participativo, o qual demonstra como o município é atualmente e define através de diretrizes e normas, como deverá ser a intervenção no território nos próximos 10 anos. Nesse processo é necessário indicar como o solo deve ser utilizado no município, onde a infraestrutura pública deve ser expandida, melhorada ou criada, definindo as áreas onde poderá haver adensamento, assim como áreas que devem permanecer com média ou baixa densidade, e ainda aquelas áreas que não devem ser urbanizadas.

A afirmação acima vem ao encontro à declaração de Kelm (1999), de que a necessidade de dados quanto à ocupação do solo, é estabelecida pela demanda de atividades humanas e seus impactos sobre o meio ambiente. Esses fatores são constantes e crescentes num processo de urbanização e precisam ser continuamente contempladas. Para Loch (1998), o gestor municipal precisa cada vez mais de uma série de informações a respeito da terra para planejar melhor a utilização da mesma, com eficácia, a curto, médio e longo prazo.

2.4. CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO (CTM)

“O Cadastro é um sistema de informação territorial que registra interesses sobre a terra, como direitos, restrições e responsabilidades, podendo ser estabelecido para arrecadação legal e/ou, como apoio ao planejamento” (LOCH, 1993). A Declaração sobre o Cadastro realizado pela Federação Internacional de Geômetras – FIG em 1995 destaca a importância do Cadastro como um sistema de informação territorial para o desenvolvimento socioeconômico.

Para a FIG (1995) o Cadastro é definido com um sistema de informação de unidades de terra, denominada parcela, a qual possui limites demarcados e um código identificador único.

Segundo as diretrizes para a criação, instituição e atualização do CTM (BRASIL, 2010a) nos municípios brasileiros, a parcela cadastral é a menor unidade do Cadastro, definida como uma parte contígua da superfície terrestre com regime jurídico único. Ainda de acordo com as diretrizes, toda e qualquer porção da superfície territorial no município deve ser cadastrada em parcelas, de modo que cada parcela receba um código único e estável.

Bengel (2000) ressalta que o Cadastro é quem dá suporte as alterações legais que regem a ocupação do solo, uma vez que o conhecimento da realidade local permite ao avaliador e planejador ponderar, se a evolução das condições ambientais está coerente para a sustentabilidade das condições dos recursos naturais renováveis e não renováveis de um território, permitindo-se o desenvolvimento da nação.

2.4.1. Origem e Evolução do Cadastro

O Cadastro foi originariamente estruturado com fins tributários, através do registro de dados que permitiam determinar o valor do imóvel e conseqüentemente, o valor do imposto. Ainda hoje, a maioria dos

Cadastros tem esse objetivo e suas bases de dados constituem o denominado Cadastro Econômico ou Cadastro Fiscal (ÁGUILA & ERBA, 2007).

Ainda segundo os autores, a determinação do valor do imóvel realizava-se a partir de sua localização, forma e dimensão, expostos em documentos cartográficos e bases alfanuméricas, compondo o chamado Cadastro Físico ou Cadastro Geométrico. Em seguida, os administradores perceberam que o Cadastro possuía outra função de grande relevância, e passaram a organizá-lo como complemento ao Registro de Imóveis, constituindo assim, o Cadastro Jurídico.

O Cadastro Técnico que caracteriza grande parte dos Cadastros latino-americanos se refere à conjunção dos três cadastros anteriormente descritos, ou seja, estruturado em um sistema econômico, físico e jurídico.

Diversas informações podem ser conectadas à parcela, sendo o Cadastro Técnico cada vez mais utilizado pelo setor público e privado, para o planejamento e ordenamento do território. Águila & Erba (2007) ressaltam que atualmente, o Cadastro Técnico, está sendo aplicado como base para o planejamento urbano e regional, contemplando além dos aspectos econômicos, físicos e jurídicos, dados ambientais e sociais da parcela e das pessoas que nelas habitam (Figura 7).

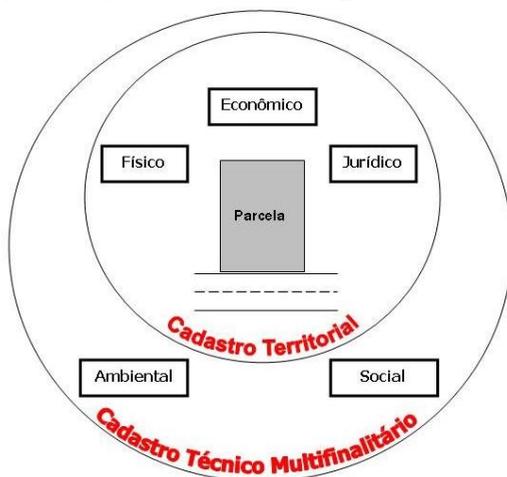


Figura 7: Informações conectadas à parcela no CTM.

Fonte: Autora.

Esta visão mais ampla e multifinalitária do Cadastro começou a ser estruturada depois da II Guerra Mundial e consolidou-se a partir da

Agenda 21, aprovada em 1992, durante a conferência das nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro, e da Resolução da Segunda Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos – HABITAT II. Esses documentos deixam clara a importância da informação territorial confiável como apoio aos processos de tomada de decisões orientadas a preservar o meio ambiente e a promover o desenvolvimento sustentável (LOCH & ERBA, 2007).

A justificativa da implantação do Cadastro Técnico de múltiplas finalidades pode ser baseada em BLACHUT (1974), que afirma ser muito difícil administrar e planejar uma área sem o conhecimento preciso de todos os fatores envolvidos com a terra e suas características naturais e antrópicas.

2.4.2. Estruturação e Gestão do CTM

A dinâmica na ocupação do território e a velocidade do mercado imobiliário resultam na rápida desatualização do Cadastro. Para que um Cadastro seja útil à administração municipal, seus dados devem ser confiáveis e sistematicamente atualizados. Segundo as diretrizes para a criação, instituição e atualização do CTM nos municípios brasileiros, a gestão do CTM é de responsabilidade do município, o qual tem o dever de mantê-lo permanentemente atualizado.

O CTM constitui-se dos arquivos de documentos de levantamento a campo, arquivos de dados alfanuméricos referentes às parcelas e da carta cadastral, a qual representa cartograficamente o levantamento sistemático e territorial do município (BRASIL, 2009). A norma brasileira da Rede de Referência Cadastral Municipal (NBR 14166) da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, define a escala 1:1000 para definição das parcelas, contudo é comum encontrar municípios que não estão estruturados como sugere a norma (ERBA, 2008).

Segundo Molina (2003), para a delimitação da propriedade imobiliária seja no cadastro rural como no cadastro urbano, é preciso que as parcelas sejam medida em escalas adequadas ao tamanho que representam. Na Espanha, no caso do cadastro rural sugere-se escalas em torno de 1:5000 ou 1:2500 e, no caso do cadastro urbano a escala para a representação de imóvel urbano deve ser 1:1000 ou 1:500.

Atualmente os arquivos e dados que compõem o CTM estão estruturados em sistemas de informações georreferenciadas, permitindo

um tratamento conjunto dos elementos gráficos que ilustram o território e os elementos semânticos que o definem dentro de cada âmbito de conhecimento (LOCH & ERBA, 2007). Contudo, no Brasil, a heterogeneidade social e econômica dos municípios, provoca enorme diferença no nível de aquisição e utilização das geotecnologias para a gestão municipal (ERBA, 2008). Alia-se a este fato, a ausência de leis no cadastro urbano, que possam direcionar e impor linhas de ação mínima para a implantação e atualização de projetos cadastrais.

Nos municípios brasileiros, de modo geral, normalmente se encontram os seguintes problemas:

- a) Falta de mão-de-obra qualificada para trabalhar nos levantamentos a campo, tratamento das informações geográficas e gestão do CTM;
- b) Falta de *hardwares* e *softwares* para a manipulação adequada da informação;
- c) Falta de harmonia e integração entre as equipes de coleta de informações cadastrais e de gestão do Cadastro;
- d) Retardamento na realização de projetos como consequência dos entraves burocráticos;
- e) Insuficiência de dados de qualidade para a gestão do território visando a construção de planos diretores;

Para Águila & Erba (2007), o sucesso na implantação do CTM implica em uma mudança de paradigma da administração e exige novas relações entre o setor público e privado, de forma a integrar todas as instituições que trabalham com informações da parcela. Para os autores, não é a instituição cadastral quem deve dispor e atualizar a totalidade dos dados, mas sua base parcelar deve ser usada como referência para relacionar todos os dados das instituições que geram e requerem essas informações de forma continuada, interconectando todas elas através de uma base cartográfica única.

2.5. GEOTECNOLOGIAS APLICADAS A GESTÃO DAS ÁREAS DE RISCO

2.5.1. O Sensoriamento Remoto para Monitoramento do Território

O sensoriamento remoto pode ser conceituado como a técnica que utiliza sensores, equipamentos para processamento de dados e equipamentos de transmissão de dados coletados a bordo de aviões ou satélites, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que

ocorrem na superfície do planeta a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética sobre um objeto e seu entorno a partir de uma distância sem contatá-los fisicamente. (SABINS, 1986; NOVO, 2008; FITZ, 2008; LO, 1986).

Com o desenvolvimento da técnica de sensoriamento remoto, a geração dessas informações pode ser analisada através das imagens geradas a partir de fotografias aéreas ou de imagens de satélite (LO, 1986). Essas imagens representam os modelos da superfície terrestre, refletindo a situação geográfica real no momento da aquisição da imagem, sendo de extrema importância para o reconhecimento e monitoramento ambiental de forma a permitir um efetivo planejamento e gestão do território.

A seguir da fase de obtenção da imagem tem-se a fase reconhecimento e identificação dos objetos imageados (LO, 1986). A classificação das imagens é normalmente feita através da classificação automática supervisionada ou não supervisionada¹², onde por meio de técnicas matemáticas computacionais, é atribuído um rótulo a cada *pixel*, em função de suas propriedades espectrais e/ou espaciais (NOVO, 2008). Essa tecnologia de reconhecimento de padrões para realizar análises consome menos tempo, contudo ela pode omitir alguns objetos facilmente (WANG *et. al.*, 2008).

Assim, a classificação das imagens feita por um analista humano que “interpreta” as cores, padrões, formas, etc., a partir de uma inspeção visual, apesar de mais demorada e generalizada, permite considerar outras informações de conhecimento do analista, não detectadas na imagem (ANGUITA *et. al.*, 2006). Em seu estudo sobre os métodos de classificação de imagem para o planejamento urbano, Wang *et. al.* (2008), afirma que para a classificação do uso atual do solo com imagens de alta resolução, são alcançados melhores resultados quando realizado através da interpretação visual.

Contudo, a qualidade da fotointerpretação vincula-se diretamente à percepção ou acuidade visual, do interprete, ou seja, da capacidade do indivíduo em separar os detalhes identificáveis na imagem, devendo-se partir de um reconhecimento geral da área para o reconhecimento a nível específico, visando identificar com maior acuidade os fenômenos e processos a serem interpretados (LOCH, 2008; LO, 1986). Sabins (1986) ressalta a importância das chaves de interpretação, a qual pode

¹² A classificação supervisionada se baseia no pressuposto de que cada classe espectral pode ser descrita a partir de amostras fornecidas pelo analista, enquanto que na classificação não-supervisionada os pixels de uma imagem são alocados sem que o usuário tenha conhecimento prévio de sua existência (NOVO, 2008).

ser definida como a associação de diferentes características (tamanho, forma, cor, brilho, etc.) que permitem que um objeto seja identificado na imagem, como um loteamento urbano pela associação de uma rede densa de rua, gramados e pequenas edificações.

O uso do sensoriamento remoto, pelos gestores municipais, como ferramenta para monitorar o uso do solo, avaliar as alterações na ocupação e tomar as medidas necessárias para garantir um adequado desenvolvimento urbano, torna-se essencial visto que esses precisam saber de que forma está ocorrendo a expansão urbana (HUANG, *et. al.*, 2008). A detecção de mudanças no uso do solo por meio de fotografias aéreas e imagens de satélite, comparando-se as alterações entre dois ou mais períodos de tempo, vem sendo aplicada como um método eficiente para a identificação de tendências de desenvolvimento em áreas urbanas e rurais (LO, 1986).

Souza *et. al.* (2005), estudando o meio físico de Mariana/SP para subsidiar o Plano Diretor Ambiental e Urbanístico do Município, concluíram que o uso de produtos de sensoriamento remoto é de suma importância como instrumento de planejamento da ocupação do espaço urbano respeitando os aspectos ambientais, permitindo identificar e delimitar as áreas potenciais para expansão urbana, a delimitação de áreas de proteção ambiental e de áreas de preservação permanente.

Sabins (1986) e Huang, *et. al.* (2008) afirmam que informações precisas e atuais sobre o uso e ocupação do solo são essenciais para o planejamento, sendo a obtenção de imagens através do sensoriamento remoto cada vez mais importante para esse mapeamento devido à possibilidade de aquisição rápida das imagens, além do menor custo e a obtenção de informações de áreas de difícil acesso em campo.

Para Wang *et. al.* (2008), a investigação da situação atual de um município (loteamentos urbanos, hidrografia, vegetação, etc.) é base para o seu planejamento a qual, atualmente, por meio da tecnologia de sensoriamento remoto pode ser feito de forma mais rápida e com menor custo, quando comparado aos levantamentos topográficos.

2.5.2. A Cartografia para Representação Espacial

A representação espacial por meio da cartografia permite, através de simbolismos, correlacionar o mundo real a imagem de um mapa. Para Martinelli (2009), a cartografia é uma poderosa ferramenta de análise espacial, objetivando representar graficamente elementos do mundo real, mantendo relações de proporcionalidade entre os objetos reais e as

suas representações nos mapas ou cartas¹³, visto que a apresentação precisa e clara desses dados é uma das chaves para a tomada de decisões acertadas por parte dos administradores públicos.

Durante o XX Congresso Internacional de Geografia, realizado em Londres em 1964 a Associação Cartográfica Internacional adotou a seguinte definição de Cartografia: “conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseado nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, com vistas à elaboração e preparação de cartas e outras formas de expressão, bem como sua utilização” (DUARTE, 2002).

Os estudos urbanos normalmente exigem a representação espacial de fenômenos que não foram contemplados na base cartográfica, documento que representa os elementos planialtimétricos do território, desenhado de acordo com convenções predeterminadas e com alta precisão métrica (ERBA & ÁGUILA, 2007; LOCH & ERBA, 2007). A Cartografia Temática é o ramo da Cartografia que se preocupa com a representação espacial desses fenômenos. Através dos mapas temáticos, as mais variadas informações são apresentadas, por isso, esse tipo de mapa deve ser suficientemente claro e autoexplicativo para que os grupos de decisão os compreendam facilmente (LOCH & ERBA, 2007).

Todos os mapas temáticos devem ser gerados a partir de uma base cartográfica existente que servirá de pano de fundo de referência adequado para acrescentar temas (ERBA & ÁGUILA, 2007; MARTINELLI, 2009), objetivando fornecer a representação de um determinado fenômeno sobre a superfície terrestre por meio de uma simbologia específica, descrevendo de forma qualitativa e/ou quantitativa a distribuição espacial de um tema específico. (FITZ, 2008; CÂMARA & MEDEIROS, 1998).

As representações através dos mapas temáticos qualitativos são empregadas para expressar a existência, a localização e a extensão das ocorrências dos fenômenos, por meio da interpretação das fotografias aéreas ou imagens de satélite do tema em questão sobre a base cartográfica (Figura 8) (ERBA & ÁGUILA, 2007; MARTINELLI, 2009). Os mapas pedológicos, geomorfológicos, de uso da terra e

¹³ Não existe uma diferença rígida entre os conceitos de mapa e carta. A palavra mapa teve origem na Idade Média, quando era empregada exclusivamente para designar as representações terrestres. Depois do século XIV, os mapas marítimos passaram a ser denominados cartas, termo que se generalizou e passou a designar não só cartas marítimas, mas também, uma série de outras modalidades de representação da superfície da Terra, causando certa confusão. No Brasil, o termo mapa é utilizado comumente para designar uma representação dos aspectos naturais e artificiais da superfície terrestre, destinado aos mais variados usos, principalmente culturais e ilustrativos.

outros, constituem exemplos de representação temática em que a linguagem cartográfica privilegia a forma e a cor dos símbolos como expressão qualitativa, ou seja, cada uma das circunstâncias ou características dos fenômenos é classificada segundo um determinado padrão.



Figura 8: Construção de mapas temáticos.

Fonte: Autora.

Fenômenos sociais, econômicos e jurídicos, os quais não podem ser visualizados em imagens, têm seus mapeamentos realizados através de mapas temáticos especialmente desenvolvidos para esse fim, denominados cartogramas (LOCH & ERBA, 2007). Assim, mapas de densidade da população, precipitação pluviométrica, produção agrícola e fluxos de mercadorias, constituem exemplos em que pontos, dimensões dos símbolos, diagramas e outros recursos gráficos são utilizados para representar as formas de expressão quantitativa, ou seja, o fenômeno é mensurado através de uma unidade de medida ou através de um percentual.

2.5.3. O SIG para Análise Integrada de Dados Georreferenciados

O termo geoprocessamento denota uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas, integrando, através da localização e do processamento de dados geográficos, várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas para coleta, tratamento, análise e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados (CÂMARA & MEDEIROS, 1998; ROCHA, 2000).

O objetivo principal do geoprocessamento é fornecer ferramentas computacionais para que diferentes analistas determinem a evolução espacial e temporal de um fenômeno geográfico e as interações entre diferentes fenômenos. Nesse contexto, os SIGs são os instrumentos computacionais do geoprocessamento, eles efetuam o tratamento dos dados geográficos, permitindo a realização de análises complexas ao integrar informações de diversas fontes e ao criar bancos de dados

georreferenciados (MCDONNEL & BURROUGH, 2009; CÂMARA & MEDEIROS, 1998).

Os bancos de dados georreferenciados são dados que estão associados a um sistema de coordenadas conhecido, servindo de base à gestão espacial e, conseqüentemente, solucionando problemas de determinada área da superfície terrestre, ou ainda, funcionam como um ambiente que permite a integração e a interação de dados referenciados espacialmente com vistas a produzir análises espaciais (MOLENAAR & OOSTEROM, 2009; FITZ, 2008).

O SIG, essencialmente uma tecnologia de auxílio à tomada de decisões, aplicado como uma ferramenta de auxílio à gestão territorial, por apresentar-se multidisciplinar, tem sido cada vez mais utilizado pelas administrações públicas municipais.

Para Güell (1997) e Piumetto & Erba (2007), o SIG é ferramenta de suporte de grande importância ao processo de tomada de decisões com elevado grau de complexidade, o qual permite a automatização dos procedimentos administrativos e utilização de instrumentos cada vez mais sofisticados no processo de gestão municipal, gerando uma visão mais completa e adequada da realidade analisada.

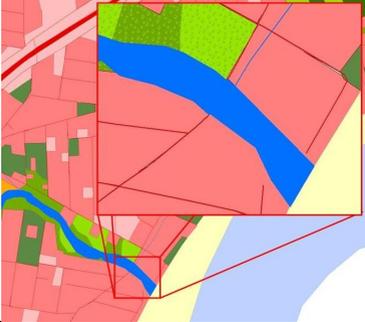
2.5.3.1. Estrutura da Base de Dados

Existem basicamente dois grandes grupos de dados utilizados no SIG, os dados espaciais (gráficos ou geográficos) que descrevem as características geográficas da superfície (forma e posição), podendo ser representados espacialmente, e os dados alfanuméricos (não espaciais ou descritivos) que descrevem os atributos destas características (ROCHA, 2000; FITZ, 2008).

Os dados espaciais podem ser representados na forma vetorial ou matricial (*raster*). Na classe vetorial, a representação de um elemento ou objeto é uma tentativa de reproduzi-lo o mais exatamente possível, sendo qualquer entidade ou elemento gráfico representado por ponto, linha ou polígono. Já a representação matricial consiste no uso de uma matriz com linhas e colunas na qual cada célula é denominada *pixel*. Ambas as estruturas apresentam um par de coordenadas para a sua representação (FITZ, 2008; CÂMARA & MEDEIROS, 1998).

Uma comparação entre os dois tipos de estruturas de dados pode ser observada na tabela abaixo:

Tabela 3- Estrutura dos dados vetorial e matricial.

VETORIAL	MATRICIAL
	
Traduzem imagens vetorizadas, compostas de pontos, linhas e polígonos.	Traduzem imagens matriciais geradas por sensoriamento remoto e processos de escanerização.
Vínculo com atributos alfanuméricos facilitado, dando-se através do ponto, linha ou polígono registrado.	Vínculo com atributos alfanuméricos é dificultado (<i>pixel a pixel</i>).
Resolução digital do mapa é limitada pela quantidade de vetores dispostos e de sua impressão, proporcionando grande detalhamento.	Resolução digital esta vinculada à quantidade de <i>pixel</i> da imagem, podendo requerer processadores de grande capacidade e velocidade.
Fronteiras das imagens são contínuas (feições regulares).	Fronteiras das imagens são descontínuas (feições serrilhado).
Suporta realimentação interativa, permitindo atualização dos dados.	Não permite atualização dos dados.
Estrutura complexa e pouco intuitiva para ser entendida.	Bastante intuitiva e fácil de interpretar.

Fonte: Adaptado de Fitz (2008).

Os dados alfanuméricos, conhecidos como atributos descritivos, são dados constituídos por caracteres (letras, números ou sinais gráficos), caracterizam um dado fenômeno geográfico, os quais podem ser armazenados em tabelas, formando um banco de dados (FITZ, 2008; CÂMARA & MEDEIROS, 1998). A função desses atributos é fornecer uma informação qualitativa ou quantitativa das características de um objeto gráfico, estando sempre associado a uma entidade gráfica que,

por sua vez, está vinculada a um sistema de coordenadas (USERY *et. al.*, 2009).

2.5.3.2. Estrutura e Funcionalidade de um SIG

Como todo sistema, o SIG possui componentes que trabalham inter-relacionados. Os componentes que fazem parte de um SIG, conforme figura abaixo, são: os usuários (profissionais envolvidos), *software* (programas e sistemas que possibilitam a análise, manipulação e visualização dos dados), *hardware* (plataforma computacional) e o banco de dados (registro e informações para alimentação do sistema) (PIUMETTO & ERBA, 2007; FITZ, 2008).

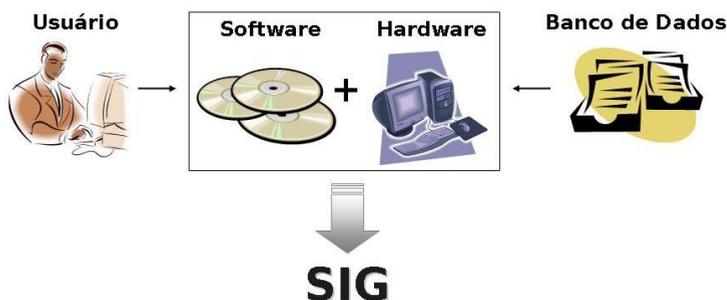


Figura 9: Componentes de um SIG.

Fonte: Autora.

Os bancos de dados são formados pelos dados espaciais, descrevendo a forma e a posição das características da superfície do terreno, e dados alfanuméricos, descrevendo os atributos e qualidades destas características (PIUMETTO & ERBA, 2007). A introdução de informações no SIG se dá pela aquisição direta em meio digital desses dados alfanuméricos e/ou espaciais, os quais devem ser passíveis de edição, permitindo a supressão ou inclusão de elementos (FITZ, 2008).

Aliada a plataforma computacional, os sistemas devem ser capazes de importar e converter os formatos de dados disponíveis; analisar os dados quanto à localização, extensão, correlação e evolução de determinado fenômeno de interesse; processar as imagens de sensoriamento remoto; realizar procedimentos estatísticos e rotinas especializadas para as análises estatísticas do dado espacial; extrair elementos selecionados do banco de dados e, correlacioná-los entre os mapas temáticos através de sobreposições e análise das camadas de

informações (Figura 10) para a produção de mapas, gráficos, relatórios e tabelas.

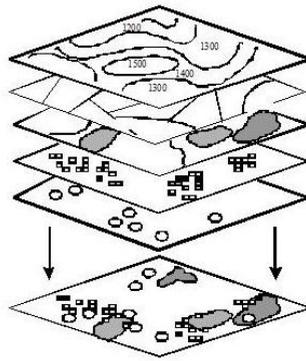


Figura 10: Sobreposição de camadas de informações (*layers*).

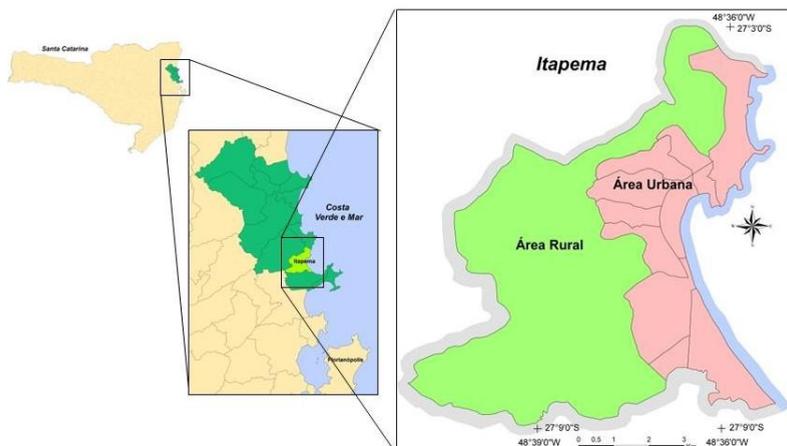
O SIG permite que a informação expressa em um mapa temático possa ser analisada em combinação com outros mapas e/ou informações de forma georreferenciada, constituindo-se em uma ferramenta de alto poder analítico, indispensável para o planejamento territorial (ANGUITA *et. al.*, 2006).

Cada camada (*layer*) que representa um tema ou uma classe de informação é um conjunto de feições homogêneas que estão espacialmente relacionadas às outras camadas através de um sistema de coordenadas comum. Esta organização caracteriza a estratificação das informações em níveis ou camadas distintas, permitindo flexibilidade e eficiência no acesso. A definição dos temas que irão compor a base de dados faz parte da modelagem do sistema e depende dos objetivos do projeto.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1. LOCALIZAÇÃO

O Município de Itapema está situado no litoral Centro-Norte do Estado de Santa Catarina de acordo com o Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro – GERCO, na microrregião Foz do Rio Itajaí-Açu; distante 55 km da capital catarinense, integrando-se a Região Turística Costa Verde e Mar (Mapa 2).



Mapa 2: Localização do Município de Itapema na Região Turística Costa Verde e Mar.

Fonte: Autora.

O Município ocupa uma superfície de 59,022 km² entre os paralelos 27°02'54" e 27°09'04" Latitude Sul e os meridianos 48°35'03" e 48°41'22" Longitude Oeste, fazendo limite ao norte com o Município de Balneário Camboriú; ao sul com o Município de Porto Belo; a oeste o Município de Camboriú; e a leste é banhado pelo Oceano Atlântico.

Atualmente, Itapema está dividida territorialmente em 11 bairros, que constituem a área urbana, com 20,04 km², o que representa 33,95 %, da área total do Município. Enquanto a área rural possui 38,98 km², representando 66,05% da área total de Itapema, onde estão localizadas três comunidades rurais denominadas de Areal, São Paulo e Sertão do Trombudo.

3.2. ASPECTOS HISTÓRICOS

Itapema, bem como quase todos os municípios do litoral de Santa Catarina, foi colonizada por imigrantes europeus, principalmente portugueses, que deram início ao desenvolvimento da região na metade do século XVIII.

Têm-se registros que em 1852, residiam na área do atual Município de Itapema, na época denominado de Vila de Itapema (pertencendo ao Município de Porto Belo), cerca de 980 descendentes de portugueses e açorianos.

Parte dos colonizadores da atual área do Município localizou-se inicialmente no entorno da capela do atual bairro Canto da Praia, exercendo basicamente a atividade pesqueira. Outra parte, essencialmente agrícola, fixou-se nas margens dos Rios Mata do Camboriú, Areal, Perequê, além das encostas dos morros.

A partir do fim do século XIX, com a chegada dos imigrantes de origem alemã e italiana a Santa Catarina, o litoral centro-norte do Estado começou a abrigar residências secundárias (de veraneio) das famílias que residiam nas áreas coloniais do Vale do Itajaí, dando início ao processo turístico que se instaurou em Itapema. Este processo de ocupação da orla foi se multiplicando no decorrer dos anos, exibindo contrastes entre as casas dos moradores locais, na maioria pescadores e, as casas de veraneio ou segunda residência. Em 1962, a partir do desmembramento com Porto Belo, foi criado o Município de Itapema (Figura 11).



Figura 11: O Município de Itapema avistado da área rural (foto a esquerda), e visto da BR 101 (foto a direita).

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

3.3. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

Atualmente Itapema encontra-se em uma região de crescente ocupação e desenvolvimento ligados a expansão da atividade turística. O Município tem no turismo Sol e Mar, alicerçado num intenso dinamismo da construção civil, a sua principal atividade econômica, caracterizando-se por ser um polo de intenso movimento sazonal, influenciando diretamente seu perfil socioeconômico.

A partir da década de 70, com a implantação e pavimentação da BR 101, observou-se um intenso crescimento urbano e proliferação de empreendimentos imobiliários no Município (Tabela 4). Segundo dados do Censo 2010, Itapema é a cidade do Estado com maior crescimento populacional (77,1%) nos últimos 10 anos.

Tabela 4- Crescimento populacional do Município de Itapema.

Ano	Número de Habitantes
1970	3.492
1980	6.585
1991	12.176
1996	18.085
2000	25.869
2010	45.814

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

Este rápido crescimento urbano trouxe transtornos para a organização espacial, carência de infraestrutura urbana, problemas de mobilidade e segregação sócio espacial. A porção oeste do Município, tendo como referência a BR-101, assumiu papel de periferia da expansão urbana, com alguns bairros apresentando alta taxa de crescimento demográfico e concentração das populações de baixa renda. Enquanto isso, a parte a leste da BR 101, na qual se insere a orla marítima, com destaque para o Bairro Meia Praia, o qual se apresenta num processo marcante de verticalização, com aumento significativo da densidade populacional, assim como a ocupação com a construção de moradias de classe social com maior poder aquisitivo (Figura 12).



Figura 12: Parte oeste da BR 101 (foto à esquerda), e parte leste da BR 101 (foto à direita).

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

3.4. ASPECTOS AMBIENTAIS

3.4.1. Clima

O litoral de Santa Catarina, onde se localiza o Município de Itapema, segundo a classificação climática de Köppen, caracteriza-se pelo clima temperado úmido sem estação seca definida e com verão quente (Cfa). Na região há manifestações das quatro estações, com um total de insolação na ordem de 1.600 a 2.400 horas/ano. As temperaturas médias anuais nos últimos 20 anos oscilaram entre 15 e 25° C, sendo as mínimas em torno de 4° C no inverno e as máximas em torno de 35° C no verão.

A umidade relativa anual do ar fica em torno de 85%, favorecida pelas correntes marinhas, que impedem a formação de massas de ar seco por muito tempo na região, sendo que a precipitação pluviométrica anual varia em torno de 1.742 milímetros. Contudo, a distribuição das quedas pluviométricas nos últimos 20 anos não tem sido uniforme, com a ocorrência de anos com excesso e outros com escassez de chuva (Gráfico 1).

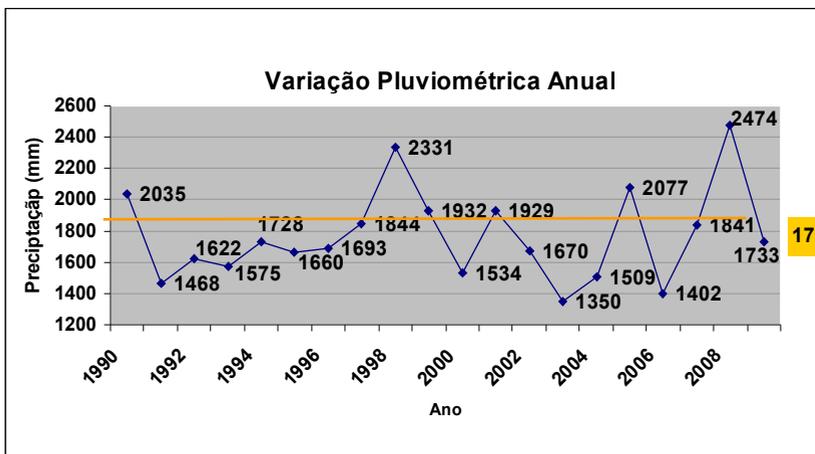


Gráfico 1: Variação da Precipitação Pluviométrica entre os anos de 1990 e 2009 na região de Itapema.
Fonte: Epagri/CIRAM.

O número de dias de chuvas está em torno de 161 dias/ano, sendo janeiro o mês mais chuvoso, com precipitação média de 251,9 mm e, agosto o mês mais seco, com precipitação média de 82,1 mm nos últimos 20 anos (Gráfico 2).

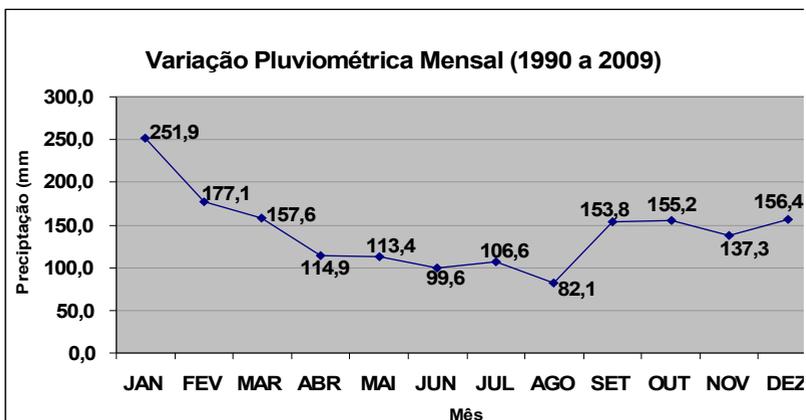


Gráfico 2: Variação Mensal da Precipitação Pluviométrica entre os anos de 1990 e 2009 na região de Itapema.
Fonte: Epagri/CIRAM.

3.4.2. Relevo e Geomorfologia

Itapema faz parte do conjunto geomorfológico denominado regionalmente de Serra do Tabuleiro/Itajaí e Planície Costeira. Em nível microrregional a serra é chamada de Tijucas e recebe denominações de Areal, Macacos, Cantagalo e Encano. (FARIAS, 1999).

O ponto mais alto em Itapema fica na Serra dos Macacos, a Oeste do Município, aonde a altitude chega a 660 metros. Nesta área e em grande parte do Município tem-se o modelo de dissecação Serras do Leste Catarinense, onde predomina o relevo ondulado e forte ondulado com a presença de Mata Atlântica. Já em baixas altitudes, têm-se áreas de Terraço Marinho, sendo que a maior parte localiza-se ao sul do Município na comunidade rural do Sertão do Trombudo e bairros Morretes e Jardim Praiamar. Próximo à orla, encontra-se a Planície Costeira, onde está localizada a quase totalidade das ocupações antrópicas (Figura 13).



Figura 13: Serras do Leste Catarinense (foto acima a esquerda), Terraço Marinho (foto abaixo a esquerda) e Planície Marinha (foto a direita).

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

3.4.3. Geologia

A geologia do Município de Itapema diferencia-se nas seguintes unidades (UFRGS, 2000):

a) Complexo Metamórfico Brusque (CMB) – situado na porção leste do Escudo Catarinense, constituído por uma sequência de rochas predominantemente metassedimentares, com ocorrência subordinada de rochas metavulcânicas. No Município, o CMB está situado ao norte do Bairro Morretes e Sul do Bairro Tabuleiro das Oliveiras e, a Sudeste dos Bairros Ilhota e Canto da Praia.

b) Granito Itapema – rocha ígnea formada a partir de uma intrusão tabular, recentemente mapeado na região nordeste do Escudo Catarinense.. Estende-se de norte a sul Itapema, abrangendo grande parte da área central do Município, além disso, parte da sua borda leste está coberta por Sedimentos Cenozóicos.

c) Granitóides Sintectônicos – distribuídos em cinco pontos na porção norte de Itapema, são correlacionados à Suíte Intrusiva Valsungana, desenvolvidos a margem do resfriamento do Granito Itapema. A sua característica principal é a presença de uma textura grosseira a muito grosseira, cor predominantemente acinzentada-mosqueada, onde os fenocristais de feldspato podem atingir comprimentos acima de 5 cm.

d) Sedimentos do Cenozoico – localizados a leste do Município, são sedimentos recentes marinhos e continentais, formados a partir das oscilações do nível do mar e intemperismo das demais formações geológicas carregados pela água e pelo vento, acumulados nas áreas deprimidas da paisagem.

3.4.4. Solos

A cobertura pedológica no Município de Itapema é dominada por:

a) Argissolo Vermelho-Amarelo – solos em relevo ondulado, fortemente ondulado e montanhoso, com forte diferença textural entre horizontes, no horizonte superficial, a textura é franco-arenosa ou franco-argilosa, e nas camadas subsuperficiais, a classe textural é argilosa ou muito argilosa.

b) Cambissolo Háplico – Solos localizados entre as áreas de Argissolo Vermelho-Amarelo e as áreas de Gleissolo Háplico e Neossolo Quartzarênico. Esses solos não possuem o processo pedogenético bem definido, ocupando a posição jovem da paisagem, na área de transição entre a encosta e a planície aluvial.

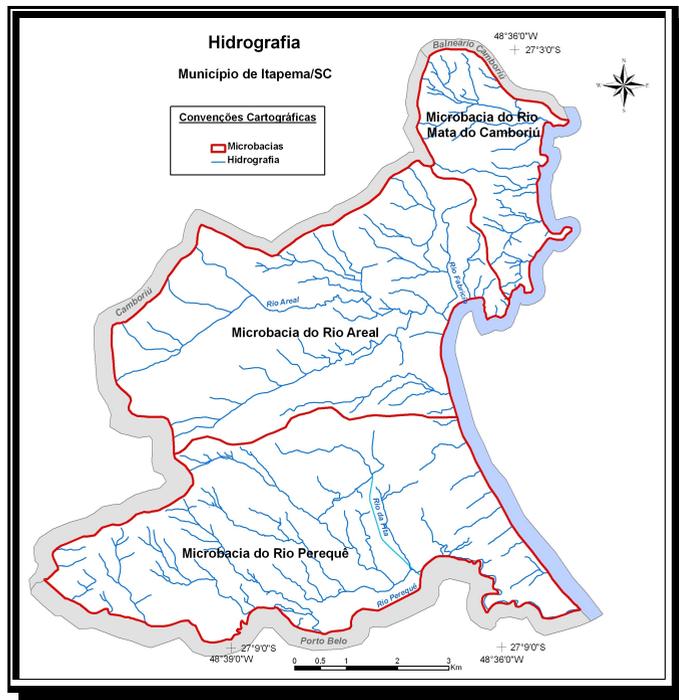
c) Gleissolo Háplico – solos localizados em relevo plano, com nível do lençol freático praticamente na superfície e textura argilosa ou muito argilosa, por isso são mal ou muito mal drenados (alagadiços e com dificuldades de drenagem natural).

d) Neossolo Quartzarênico – solos naturalmente bem drenados, arenosos, localizado em relevo plano ou suavemente ondulado, com ausência de gradiente textural, apresentando-se com 50 a 160 cm de profundidade e Horizonte A-C.

3.4.5. Hidrografia

A região da baía de Porto Belo, onde se localiza Itapema, apresenta uma excelente rede hidrográfica, formada por cachoeiras e pequenos rios, além das águas marinhas do Oceano Atlântico que banham a região (FARIAS, 1999).

O Município de Itapema é abrangido por três microbacias, a microbacia do Rio da Mata de Camboriú, a microbacia do Rio do Areal e, a microbacia do Rio Perequê (Mapa 3), sendo que nas áreas mais elevadas de Itapema, encontram-se dezenas de cachoeiras todas com excelente água potável, onde se localizam todos os mananciais hídricos que abastecem a população.



Mapa 3: Microbacias Hidrográficas do Município de Itapema/SC.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

3.4.6. Bioma Mata Atlântica

De acordo com a Lei Nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, a qual dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, Itapema abrange as formações florestais definidas como Floresta Ombrófila Densa, manguezais e vegetações de restingas, além dos ecossistemas associados.

A Floresta Ombrófila Densa se estende pelos morros e montanhas do Município em bom grau de preservação, com uma área aproximada de 35 km². Já a orla de Itapema apresenta seis praias distribuídas, aproximadamente, ao longo de 14,18 km de costa, onde está situado o bioma de vegetações de restingas. Estas vêm sofrendo com as intervenções antrópicas ao longo dos anos, apresentando-se preservada apenas na em uma área denominada Praia Grossa. Já o bioma de manguezais, localizado ao longo dos Rios Perequê, Bela Cruz e Mata do

Camboriú, apresenta remanescentes em bom grau de preservação apenas no Rio Perequê.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo dedica-se à descrição do método da pesquisa, entendida aqui como um conjunto de etapas intelectuais e técnicas, ordenadamente dispostas, que devem ser vencidas para que os objetivos sejam atingidos (Figura 14).

Os métodos adotados neste estudo fundamentam-se na análise sistêmica dos elementos ambientais através da síntese das informações baseadas na cartografia temática.

Todo trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fotogrametria Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento – LabFSG, concomitantemente com o desenvolvimento do projeto 159/2009 de Revisão do Plano Diretor de Itapema, de Cooperação Técnica entre a UFSC/FAPEU e a Prefeitura Municipal.

4.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E CONCEITUAL

Na primeira etapa, o tema foi definido. A partir de análises das fontes primárias de informação disponíveis no processo de revisão do plano diretor, observou-se a problemática das áreas de risco, delimitando-se os Objetivos Geral e Específicos da pesquisa, sendo o Município de Itapema a Área de Estudo.

Esta etapa foi baseada em pesquisas bibliográficas, sobre Áreas de Risco, Pedologia, Planejamento e Gestão Territorial, CTM, Sensoriamento Remoto, Cartografia, Geoprocessamento e SIG, buscando contextualizar e compreender a dinâmica das áreas de risco em Itapema e a necessidade de sua espacialização cartográfica para a gestão municipal.

4.2. OBTENÇÃO DE DADOS E PRODUÇÃO DO MATERIAL DE ESTUDO

Nesta segunda etapa, diante da carência de dados físico-ambientais na área de estudo, utilizou-se do método cartográfico de investigação, compreendido aqui como o método de investigação científica no qual o mapa representa um modelo do objeto em análise, para a produção do material de estudo. Para isso, foram empregadas técnicas de geoprocessamento, o qual operando sobre bases de dados geocodificados executa análises, transformações e sínteses de dados,

através de um conjunto de procedimentos computacionais, tornando-os manipuláveis em um sistema de processamento automático.

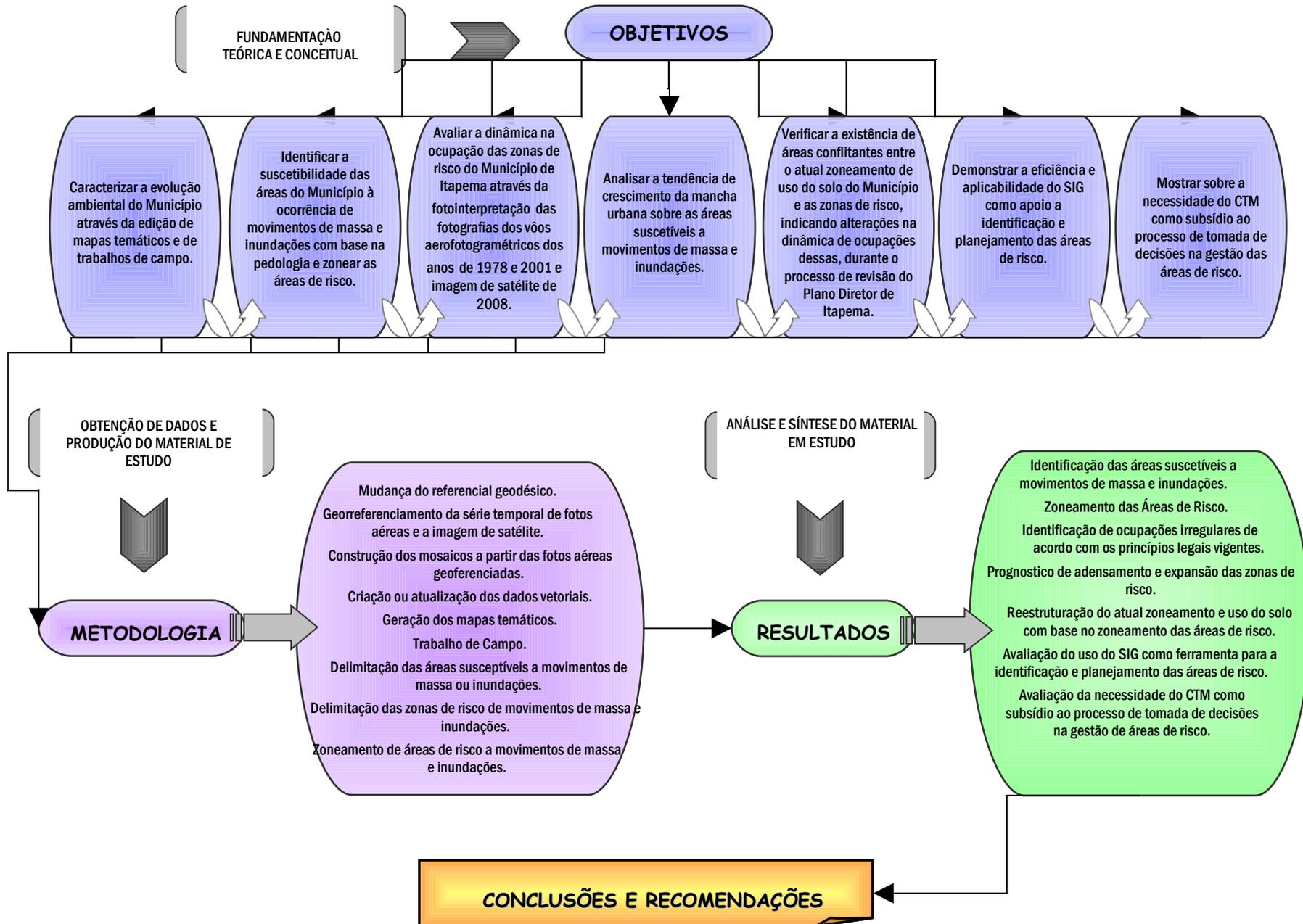


Figura 14: Roteiro Metodológico da Pesquisa

4.2.1. Materiais e Equipamentos Utilizados

a) Fotografias Aéreas e Imagem de Satélite

Como subsídio às análises utilizou-se as fotografias aéreas e imagem de satélite, descritas a seguir, ambas, produtos do sensoriamento remoto, definido aqui como uma técnica para obter informações sobre objetos através de dados coletados por instrumentos que não estejam em contato físico como os objetos investigados (MENESES, 2001).

1. Fotografias do voo aerofotogramétrico de 1978, realizado pela empresa Aerofoto Cruzeiro do Sul na escala nominal 1:25.000; obtidas junto a Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina.
2. Fotografias do voo aerofotogramétrico de 2001, realizado pela Aeroimagem S. A. na escala nominal 1:8.000; obtidas junto Prefeitura Municipal de Itapema.
3. Imagem orbital QuickBird registrada em 08 de maio de 2008; obtida junto Prefeitura Municipal de Itapema.

b) Dados Cartográficos

1. Base cartográfica digital produzida pela Aeroimagem S. A. na escala 1:2.000, obtidas junto Prefeitura Municipal de Itapema.
2. Vetores com o limite oficial do Município, curvas de nível e pontos cotados, na escala 1:50.000, obtidos juntos IBGE.
3. Vetores de cotas de inundação primária e secundária, na escala 1:2.000, obtidas junto Prefeitura Municipal de Itapema.
4. Vetores das parcelas cadastradas na escala 1:2.000, obtidas junto Prefeitura Municipal de Itapema.
5. Planta do Loteamento Parque Residencial Itapema, atualmente denominado de Loteamento Jardim Praiamar, obtida junto Prefeitura Municipal de Itapema.

c) Fotografias a Curta Distância

a) Fotografias obtidas durante trabalhos de campo para investigação de objetos e informações visualizadas nas fotografias aéreas e imagem de satélite.

d) Legislações

1. Lei Federal nº 4.504/64, que dispõe sobre o Estatuto da Terra.

2. Lei Federal nº 4.771/1965, que institui o Código Florestal.

3. Lei Federal nº 6.766/1979, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano.

4. Lei nº 10.257/2001, que estabelece as normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

5. Lei Federal nº 11.428/06, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

6. Lei Estadual nº 6.063/82, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano.

7. Lei Municipal complementar nº 7/2002, que institui o plano diretor de Itapema.

8. Lei Municipal complementar nº 8/2002, que institui o plano físico territorial de Itapema e o regulamento das edificações no perímetro municipal.

9. Lei Municipal complementar nº 10/2002, que institui o plano físico territorial de Itapema e o regulamento do parcelamento do solo no perímetro urbano municipal.

10. Lei Municipal complementar nº 11/2002, que dispõe sobre o zoneamento e uso do solo do Município de Itapema.

11. Lei Municipal complementar nº 16/2004, que cria a zona industrial de Itapema.

12. Resolução CONSEMA nº 014/2008, que dispõe sobre o licenciamento de empreendimentos com características urbanas, condomínios e empreendimentos turísticos sustentáveis, em zona rural.

e) Programas (*softwares*)

1. Programa de transformação de coordenadas ProGrid do IBGE;
2. Programa ArcGIS versão 9.2. para o georreferenciamento e vetorização dos dados, cruzamento de dados e interpolação de resultados em SIG e edição dos mapas;
3. Programa de planilha eletrônica Microsoft Office Excel 2003 para organização dos gráficos.

4.2.2. Mudança do Referencial Geodésico

O Brasil encontra-se num processo de migração de referencial geodésico, dado pela Resolução do IBGE N.º 1/2005, que estabelece o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS, em sua realização do ano de 2000 – SIRGAS2000, como o seu novo sistema de referência geodésico. A resolução estabelece ainda um período de transição de até dez anos, indicando que os usuários adêquem e ajustem suas bases de dados, métodos e procedimentos ao novo sistema.

Assim, as coordenadas de todos os dados vetoriais obtidos nesta pesquisa, que se encontravam no sistema de referência *South American Datum* – SAD-69, foram transformados para SIRGAS 2000, através do programa de transformação de coordenadas ProGrid do IBGE.

O ProGrid, desenvolvido de modo a permitir a transformação de coordenadas entre os sistemas de referência oficiais em uso no Brasil, se vale de arquivos contendo uma grade de valores em latitude e longitude que permite a direta transformação entre o SAD69 e SIRGAS2000, seguindo o formato NTV2. Ressalta-se que o ProGrid utiliza os parâmetros constantes na Resolução do IBGE N.º 1/2005, os quais foram estimados adotando-se um conjunto de 63 estações geodésicas pertencentes a Rede GPS do Sistema Geodésico Brasileiro – SGB. Esta Rede GPS do SGB têm um padrão de distorção muito menor que aqueles determinados pelos métodos clássicos (triangulação e poligonação), não existindo a necessidade de modelar as distorções, já que elas são homogêneas e diminutas (BRASIL, 2009).

4.2.3. Georreferenciamento das Fotos Aéreas e da Imagem de Satélite

A Cartografia tem como objetivo principal a criação de mapas georreferenciados onde medidas realizadas sobre eles possam ser

transformadas por uma escala para se equivalerem às medidas no próprio terreno.

Esse processo de georreferenciamento das fotos aéreas e da imagem de satélite se fez necessário para que os mesmos pudessem ser combinados.

Ressalta-se aqui que o geoprocessamento dispõe de certo grau de confiabilidade, o qual depende fundamentalmente da qualidade da base vetorial e da resolução das imagens utilizadas.

Para o georreferenciamento foram utilizados como base os arquivos vetoriais do ano de 2001, na escala 1:2000, referentes à parte urbanizada do Município e o limite oficial de Itapema, na escala 1:50.000 do IBGE.

4.2.4. Construção dos Mosaicos

De modo a facilitar as análises das fotografias aéreas, visando à geração dos mapas temáticos, optou-se pela construção dos mosaicos georreferenciados (Figura 15), que nada mais são que uma composição de várias fotos adjacentes permitindo uma visão mais ampla da área de estudo.



Figura 15: Mosaico (Fotografias do voo aerofotogramétrico de 2001).

4.2.5. Criação ou Atualização dos Dados Vetoriais

As informações vetoriais disponíveis, do ano de 2001, referenciavam apenas a parte urbanizada do Município. Diante dessa ausência de informações vetoriais da área rural e de expansão urbana, além da defasagem temporal das informações vetoriais, optou-se pela criação ou atualização de algumas informações.

O arquivo vetorial da hidrografia foi produzido a partir da fotointerpretação do mosaico de 1978 com conferências pontuais sobre a imagem de satélite do ano de 2008, enquanto os vetores do sistema viário e de edificações, do ano de 2001, foram atualizados utilizando-se como base a imagem de satélite do ano de 2008.

4.2.6. Geração dos Mapas Temáticos

Com o objetivo de conduzir a construção de um SIG na área de estudo, de forma a embasar a delimitação das áreas susceptíveis a inundações ou movimentos de massa e do zoneamento das áreas de risco, foram produzidos os mapas temáticos listados abaixo, os quais representam graficamente as características físico-ambientais do Município.

a) Mapa de Hipsometria

Foram criados dois mapas de Hipsometria. O primeiro, a partir do arquivo vetorial na escala 1:50.000 do IBGE, com equidistância de curvas de nível de 20 metros, estipulando-se nove intervalos de classes entre as cotas 2 a 660 metros (Anexo 1). O segundo, a partir do arquivo vetorial na escala 1:2.000 obtido junto a Prefeitura Municipal, com equidistância de curvas de nível de 1 metro, estipulando-se dezenove intervalos de classes entre as cotas 0 a 140 metros (Anexo 2).

b) Mapa de Declividade

Foram criados dois mapas de declividade, um a partir do arquivo vetorial na escala 1:50.000 do IBGE (Anexo 3), e outro a partir do arquivo vetorial na escala 1:2.000 obtido junto a Prefeitura Municipal (Anexo 4).

c) Solos

Estruturado a partir do Mapeamento de Solos, realizado pela Prefeitura Municipal de Itapema em 1999 e verificações em campo (Anexo 5).

d) Estrutura Fundiária

Estruturado a partir do arquivo vetorial atualizado do sistema viário e de edificações, do ano de 2001, além de equipamentos públicos e de serviços (escolas públicas, postos de saúde, estação de tratamento de esgoto, presídio e corpo de bombeiros) identificados em campo (Anexo 6).

e) Uso do Solo

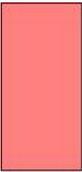
Primeiramente foi necessário definir as classes nas quais seriam classificadas as feições interpretadas, de modo que fossem

representativas e abrangessem toda a área de estudo. Assim, foram definidas treze classes, delimitando-se as feições a partir da fotointerpretação da imagem de satélite do ano de 2008, sendo inclusos ainda os arquivos vetoriais da hidrografia e sistema viário, anteriormente produzidos (Anexo 7).

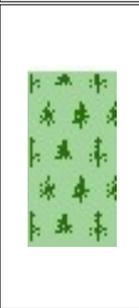
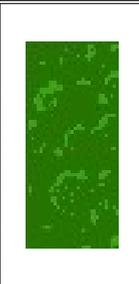
As classes nas quais as feições foram consideradas seguem relacionadas na Tabela 5, onde uma breve descrição é apresentada juntamente com uma amostra e simbologia utilizada para cada classe.

Tabela 5- Chave de Interpretação para classificação do Mapa de Uso do Solo a partir da imagem de satélite QuickBird.

Classe	Descrição	Amostra	Simbologia
Praia	Área na orla marítima com faixa de areia.		
Lagoa	Área poligonal com espelho d'água.		

Edificação	Área onde há algum tipo de edificação.		
Vazio Urbano	Área sem arborização e edificação dentro da mancha urbana.		
Lavoura	Área de cultivos, normalmente com padrão retangular.		
Campo/Pasto	Áreas com menos de 5% de vegetação arbórea.		

<p>Jazidas em Exploração</p>	<p>Área atual de mineração com licenciamento.</p>		
<p>Solo Exposto</p>	<p>Área com ausência de cobertura vegetal.</p>		
<p>Área Verde Urbana</p>	<p>Área com arborização de grande porte dentro da mancha urbana.</p>		
<p>Árvores Esparsas</p>	<p>Áreas com 5% a 50% de vegetação arbórea nativa.</p>		

<p>Floresta com Dossel Semiaberto</p>	<p>Áreas com 50% a 80% de vegetação arbórea nativa.</p>		
<p>Reflorestamento</p>	<p>Áreas de padrão regular, com plantação de <i>pinus</i> ou eucalipto.</p>		
<p>Floresta com Dossel Fechado</p>	<p>Áreas com mais de 80% de vegetação arbórea nativa.</p>		

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

4.2.7. Trabalho de Campo

Os trabalhos de campo foram realizados como apoio a caracterização ambiental e espacial do Município de Itapema assim como a avaliação e controle de qualidade do produto cartográfico, por meio da checagem e conferência da classificação do mapa de uso do solo e auxílio na fotointerpretação das informações contidas nos demais mapeamentos temáticos.

Para o trabalho de campo utilizou-se as fotos aéreas e imagem de satélite como suporte, somados ao uso do GPS para definição de coordenadas de pontos dos quais se tinham dúvidas. Utilizou-se ainda a

prática de obtenção de fotos terrestres dos pontos amostrais para posteriores análises de problemas ambientais.

Ademais, esta etapa foi de fundamental importância por proporcionar o contato direto junto à população e aos técnicos da prefeitura, obtendo-se informações pontuais sobre a modificação da paisagem ao longo dos anos, os eventos climáticos extremos ocorridos, onde e como se deu as inundações e os movimentos de massa.

4.2.8. Delimitação das Áreas Suscetíveis a Movimentos de Massa ou Inundações

Os mapas de suscetibilidade a movimentos de massa e inundações determinam a suscetibilidade das áreas do Município do Itapema à ocorrência desses processos servindo de base para o zoneamento das áreas de risco. Esse mapeamento é de fundamental importância para a ação preventiva no planejamento do uso e ocupação dos espaços urbanos, de forma a amenizar, reduzir ou até mesmo eliminar as situações de riscos.

Para este trabalho utilizou-se o método heurístico, método subjetivo onde são definidas unidades comuns (polígonos) com base nas prováveis causas e fatores de suscetibilidade, a partir do conhecimento do especialista, por meio da análise de mapas e trabalhos de campo. Para Barredo *et. al.* (2000), a vantagem desse método se dá pela possibilidade de cada polígono delimitado no mapa ser avaliado separadamente, com base em um conjunto de condições únicas. Os autores ressaltam ainda, que este é um método que consome grande quantidade de tempo e que o grau de detalhamento é depende diretamente da experiência do especialista.

Após o mapeamento temático e trabalho de campo, onde se identificou as características físicas e ambientais da área de estudo, buscou-se através do SIG, congrega as informações relevantes à suscetibilidade a movimentos de massa e inundações, indicando o grau de suscetibilidade das áreas do Município de Itapema durante episódios de chuvas intensas ou prolongadas (Tabela 6).

Tabela 6- Classes de Suscetibilidade.

Suscetibilidade	Definição
Nula	Onde não há possibilidade da ocorrência de movimentos de massa/inundações.

Baixa	Onde, mantidas as condições existentes, é baixa a chance de ocorrência de movimentos de massa/ inundações durante episódios de chuvas intensas ou prolongadas.
Média	Onde, mantidas as condições existentes, é razoável a chance de ocorrência de movimentos de massa/ inundações durante episódios de chuvas intensas ou prolongadas.
Alta	Onde, mantidas as condições existentes, é provável a ocorrência de movimentos de massa/ inundações durante episódios de chuvas intensas ou prolongadas.
Muito Alta	Onde, mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de movimentos de massa/ inundações durante episódios de chuvas intensas ou prolongadas.

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2007.

Os mapas de suscetibilidade foram definidos com base no mapa de solos. Como afirmado por Uberti (2005), o tipo de solo pode ser adotado como importante marcador de ambiente, oriundo de diferentes cenários onde atuam os cinco fatores de formação do solo (clima, organismos, material de origem, tempo e relevo).

a) Movimentos de Massa

Para a definição das áreas suscetíveis a movimentos de massa, sobre as áreas de morros e montanhas do Município, primeiramente estabeleceu-se as classes para cada mapa temático, de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 7- Classes dos mapas temáticos utilizados para definição das áreas suscetíveis a movimentos de massa.

Mapa Temático	Classe		
Solos	Neossolo Quartzarênico e Gleissolo Háplico	Cambissolo Háplico	Argissolo Vermelho-Amarelo
Declividade	0 a 8%	8 a 30%	>30%
Uso do Solo	50 a 100% de cobertura florestal	5 a 50% de cobertura florestal	<5% de cobertura florestal

A classe de declividade de 0 a 8% foi definida de acordo com as classes de relevo plano (0 a 3%) e suave ondulado (3 a 8%) do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA SOLOS, 1999). Já as classes com até 30% e maior que 30%, foram definidas com base na Lei de Parcelamento do Solo Urbano (6.766/79), a qual em seu Art. 3º determina que áreas com declividade acima de 30% devem ter sua ocupação condicionada a não existência de risco por meio de laudos técnicos.

A porcentagem da cobertura florestal para definição das três classes foi realizada a partir do mapa de Uso do Solo. Foram englobadas as áreas de floresta com dossel fechado, reflorestamento e floresta com dossel semiaberto para a classe de 50 a 100% de cobertura florestal; a área de árvores esparsas para a classe de 5 a 50% de cobertura florestal e, as áreas de solo exposto, campo/pasto, lavoura e edificação para a classe de com menos de 5% de cobertura florestal.

b) Inundações

Primeiramente, para definição das cotas de inundação utilizou-se como base o estudo referente a inundações primárias e secundárias descritos no projeto de Macrodrenagem realizado pela Prefeitura Municipal, além de informações obtidas junto aos munícipes de Itapema. Nesse, as inundações primárias situam-se aproximadamente em áreas até a cota de 2 metros, enquanto que as inundações secundárias situam-se prioritariamente em áreas com cota de até 4 metros.

Assim, estabelecendo-se as classes de cada mapa temático conforme Tabela 8, as classes do mapa de hipsometria, com curvas de nível de metro em metro referentes à área urbana e de expansão urbana do Município, foram inseridas no mapa de solos, no qual foram consideradas apenas as áreas de relevo plano e suave ondulado.

Tabela 8- Classes dos mapas temáticos utilizados para definição das áreas suscetíveis a inundações.

Mapa Temático	Classe
----------------------	---------------

Solos	Gleissolo Háplico	Neossolo Quartzarênico	Cambissolo Háplico	Argissolo Vermelho- Amarelo
Hipsometria	0 a 2 m	2 a 4 m	> 4 m	

Fonte: Autora.

4.2.9. Zoneamento de Áreas de Risco a Movimentos de Massa e Inundações

O zoneamento é uma setorização territorial, de acordo com diversas vocações e finalidades de uma determinada área, com o objetivo de potencializar o seu uso sem comprometer o meio ambiente, promovendo qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável (KOBİYAMA *et. al.*, 2006). Para isto, dados deve ser dispostos espacialmente e analisados hierarquicamente no sentido de indicar qual a área mais apropriada para cada tipo de uso e ocupação.

Assim, após a criação dos mapas temáticos de suscetibilidade a movimentos de massa e inundações, com o intuito de possibilitar o planejamento e direcionamento das ocupações humanas para locais adequados, constituindo-se em um importante instrumento para a prevenção e desastres, foi realizado o zoneamento das áreas de risco a movimentos de massa e inundações do Município de Itapema.

Para isso, primeiramente adicionou-se o mapa de estrutura fundiária sobre os mapas de suscetibilidade, zoneando as áreas de risco do Município de acordo com as classes de risco descritas na tabela abaixo. Em seguida cada zona foi analisada com informações obtidas a campo, as quais resultaram em agravamento ou minimização da suscetibilidade, apontando-se as causas do risco nas principais zonas.

Tabela 9- Classes de Risco.

Classe de Risco	Definição
Nulo	Onde não há risco de danos econômicos, sociais ou ambientais sobre a população.
Baixo	Onde, mantidas as condições existentes, é baixo o risco de danos econômicos, sociais ou ambientais sobre a população, durante episódios de chuvas intensas ou prolongadas.
Médio	Onde, mantidas as condições existentes, é razoável o risco de danos econômicos, sociais ou ambientais sobre a população, durante episódios de chuvas intensas ou prolongadas.
Alto	Onde, mantidas as condições existentes, é alto o risco de danos econômicos, sociais ou ambientais sobre a população, durante episódios de chuvas intensas ou prolongadas.
Muito Alto	Onde, mantidas as condições existentes, é muito alto o risco de danos econômicos, sociais ou ambientais sobre a população, durante episódios de chuvas intensas ou prolongadas.

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2007.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A MOVIMENTOS DE MASSA E INUNDAÇÕES.

Os movimentos de massa e inundações são processos que ocorrem naturalmente, remodelando a paisagem ao longo do tempo. Anteriormente à ocupação antrópica nos moldes atualmente conhecidos ambos os eventos já ocorriam, frente a episódios de chuvas intensas ou prolongadas.

Tendo o presente estudo a proposição de definir o grau de suscetibilidade das diferentes áreas de Itapema a movimentos de massa e inundação com base na pedologia, a discussão se dará com a apresentação de cada tipo de solo, a partir do Mapa de Solos do Município, e sua sobreposição aos condicionantes físico-ambientais definidos na metodologia.

A partir das chaves de classificação das classes de suscetibilidade a movimentos de massa e inundações, demonstra-se graficamente, a forma que a autora utilizou para desenvolver a pesquisa, tanto pontualmente quanto suas correlações. Assim, por meio da sobreposição dos mapas de solos, declividade e uso do solo, respectivamente, foram definidas as áreas das cinco classes de suscetibilidade a movimentos de massa (Figura 16). Enquanto que para definição das cinco classes de suscetibilidade a inundações, foram sobrepostos os mapas de solos e hipsometria (Figura 17).

Os diferentes tipos de solo do Município de Itapema apresentam susceptibilidade diferenciada a movimentos de massa (Mapa 4) ou inundações (Mapa 5), a qual pode ser agravada ou minimizada por condicionantes físico-ambientais como altitude, declividade e cobertura vegetal.

5.1.1. Argissolo Vermelho-Amarelo

Os Argissolos Vermelho-Amarelos possuem perfil mediamente profundo ou profundo, ocupando áreas de relevo fortemente ondulado, montanhoso e mesmo escarpado da paisagem. Em Itapema são encontrados principalmente na porção oeste do Município, onde o relevo acidentado predomina (Anexo 8). As pequenas áreas em relevo plano ou suave ondulado, correspondem aos topos de morro (Anexo 9),

descartando-se a possibilidade de problemas com inundações frente a este solo.

O gradiente textural é a característica mais marcante dos Argissolos, resultante principalmente da translocação de partículas finas do horizonte superficial para o horizonte subsuperficial processo chamado, respectivamente, de eluviação-iluviação de argila (SOIL SURVEY STAFF, 1999). A dissolução de argilas finas pelo intemperismo torna o perfil de solo predominantemente mais arenoso no topo.

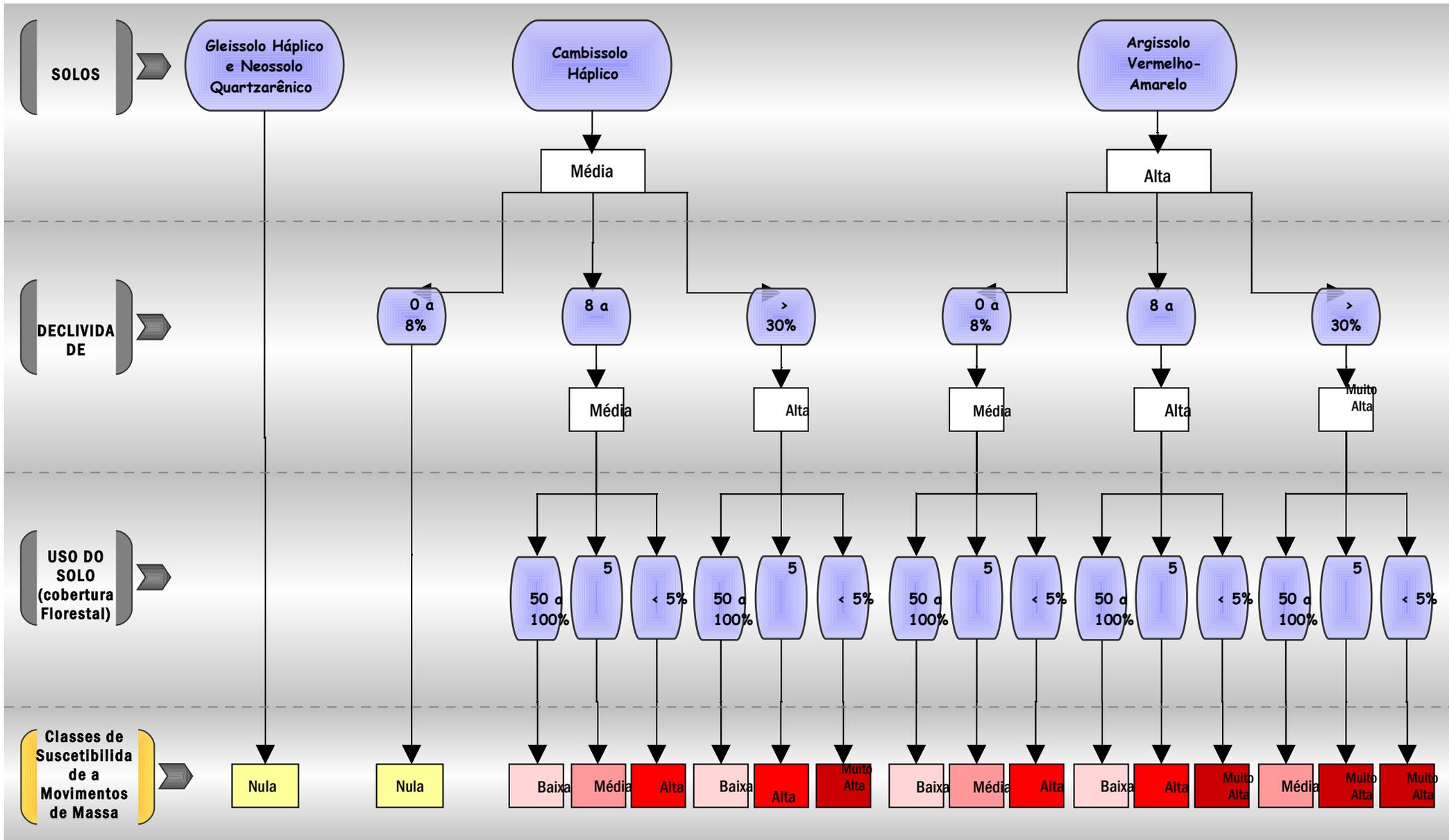


Figura 16: Chave de Classificação das classes de suscetibilidade a Movimentos de Massa.

Fonte: Autora.

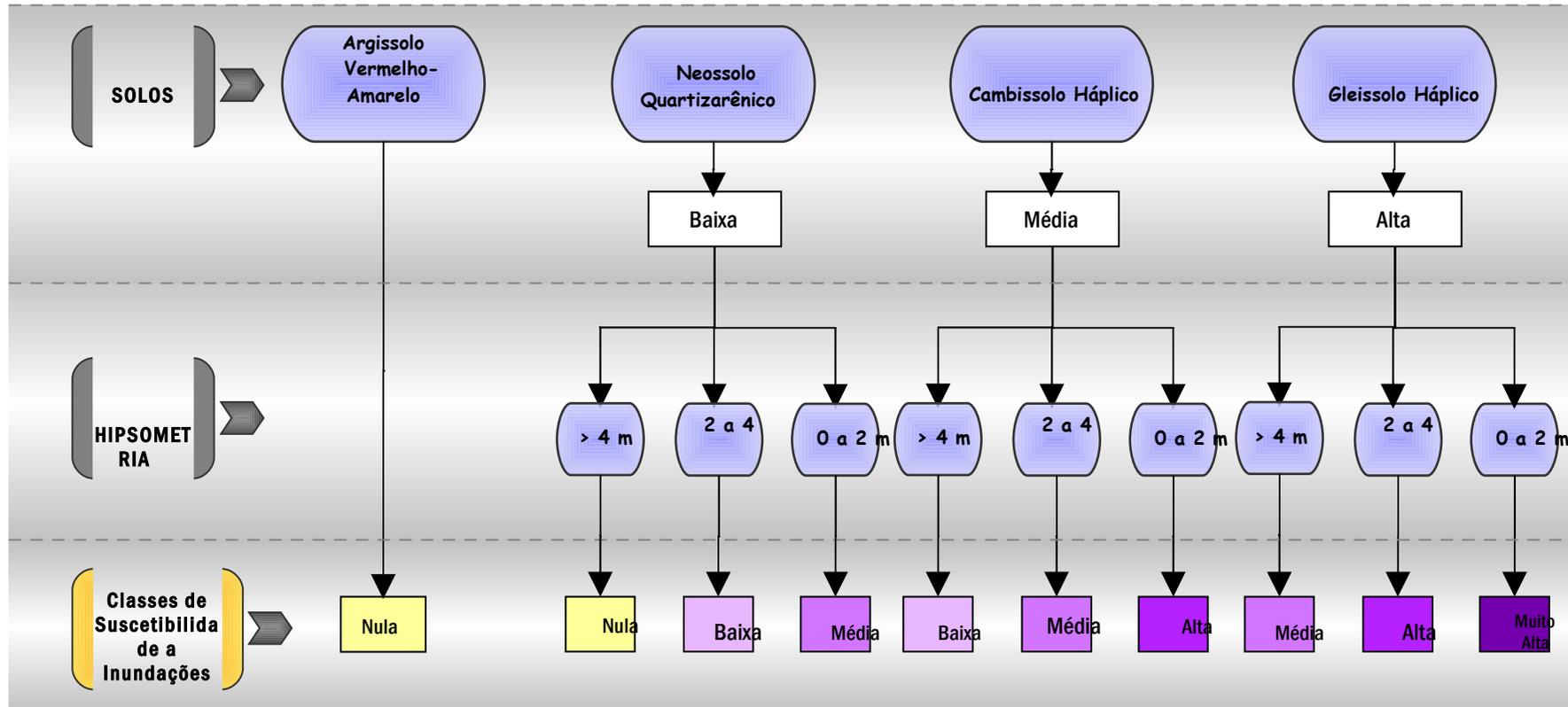
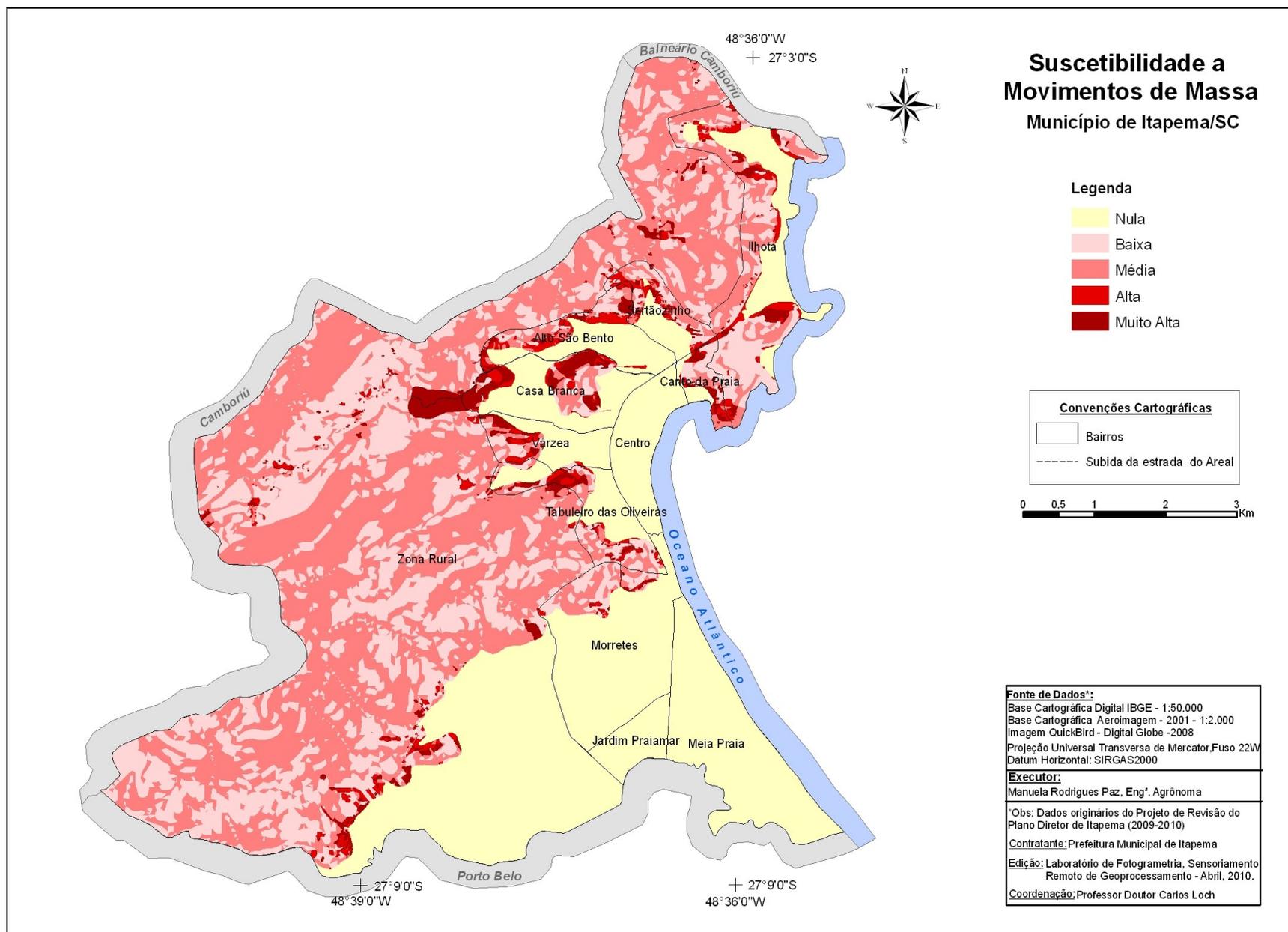
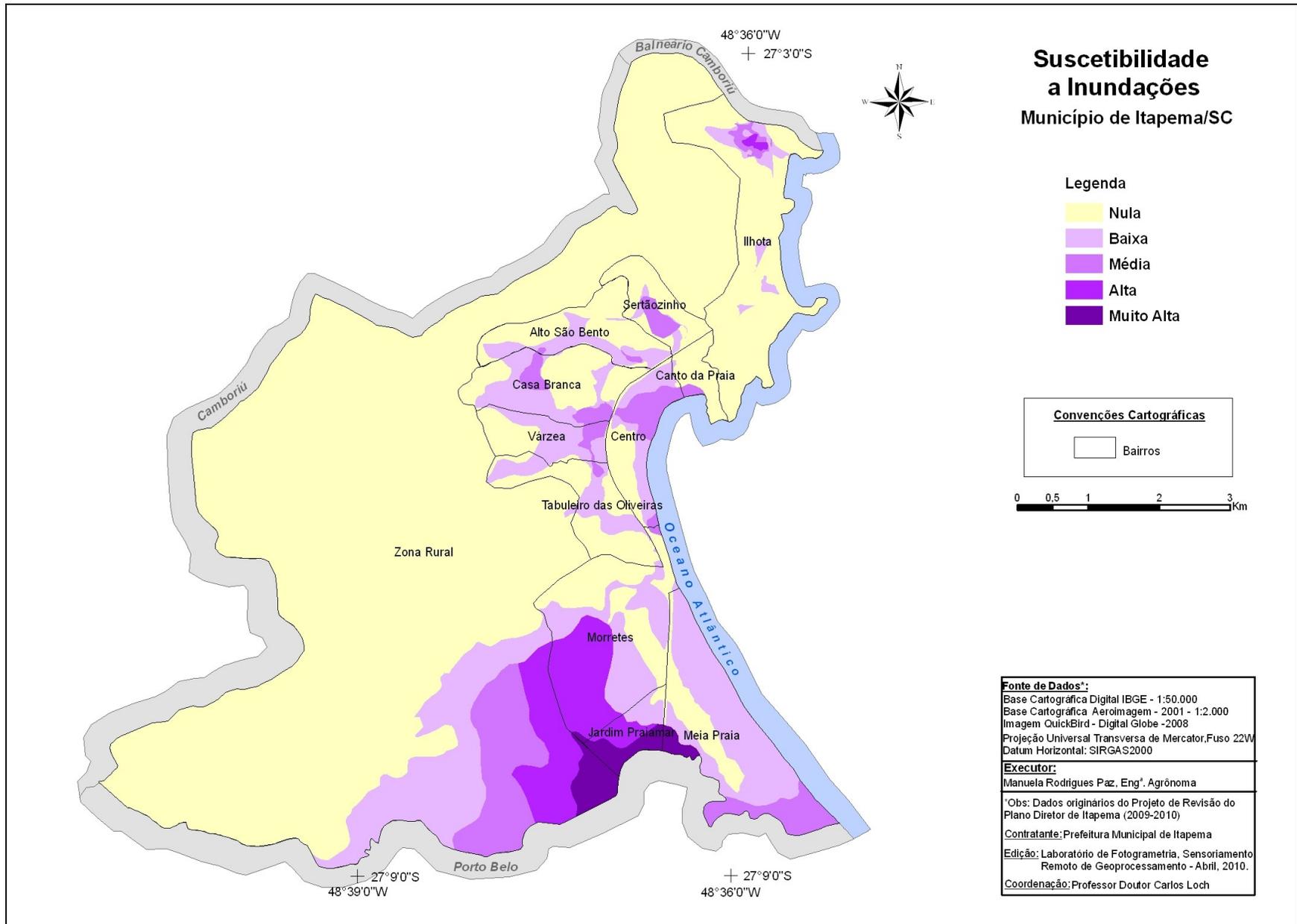


Figura 17: Chave de Classificação das classes de suscetibilidade a Inundações.
 Fonte: Autora.



Mapa 4: Mapa de Suscetibilidade a Movimentos de Massa do Município de Itapema/SC.

Fonte: Autora



Mapa 5: Mapa de Suscetibilidade a Inundações do Município de Itapema/SC.

Fonte: Autora.

Assim, o Horizonte A Proeminente, rico em matéria orgânica apresenta-se escuro e com alta friabilidade, evoluindo da textura arenosa ou franco-arenosa para a textura argilosa ou muito argilosa no Horizonte B Textural, o qual se apresenta vermelho-amarelado, evidenciando o incremento no teor de argila.

A textura binária presente no Argissolo Vermelho-Amarelo impõe condição também binária para a drenagem, resultante de um rápido percolamento da água na superfície e seu acúmulo na subsuperfície. Este cenário resulta em alta suscetibilidade a movimentos de massa, quando da saturação hídrica do solo no Horizonte B. Observa-se no Mapa de Suscetibilidade a Movimentos de Massa (Mapa 4), que esse é o solo responsável pela maior parte das áreas suscetíveis a movimentos de massa em Itapema, sendo que o grau de suscetibilidade aumenta diretamente com a declividade e com a redução da cobertura vegetal.

A maior parte da área de Argissolo Vermelho-Amarelo de Itapema encontra-se coberta por floresta com dossel fechado (Anexo 10). Contudo, em áreas onde há degradação da cobertura vegetal, a suscetibilidade a movimentos de massa varia de alta a muito alta a partir dos 8% de declividade. Essa proteção contra o impacto direto da chuva e estruturação do solo, resultante do aporte constante de matéria orgânica acaba por minimizar a suscetibilidade dessa área a movimentos de massa o qual varia de média a baixa.

De acordo com Tucci & Clarke (1997), são notórios os efeitos da cobertura vegetal, especialmente quando ela é florestal, em relação ao caminho predominante das águas: à interceptação de parte da precipitação, à evapotranspiração de outra, à infiltração de outra e, finalmente, ao escoamento superficial e subsuperficial da parte restante da chuva. Estes efeitos fazem com que florestas diminuam o escoamento superficial e a erosão por este causado e regularizem o regime hídrico dos rios (GUIMARÃES & RIZZI, 2000), sendo o efeito proporcional à quantidade de biomassa acumulada na cobertura florestal.

Dentre as áreas com suscetibilidade muito alta a movimentos de massa, ressalta-se a encosta na subida da Estrada Geral do Areal (Figura 18). O corte do talude, modificando a encosta, resultou em maior instabilidade do solo, havendo recorrentes movimentos de massa tanto a montante quanto a jusante da Estrada, sendo a magnitude desses, diretamente proporcional à intensidade do regime pluvial. De acordo com Carvalho (1991), os problemas com taludes rodoviários ocorrem basicamente devido a projetos inadequados por falta de conhecimento do meio físico, associados geralmente à inexistência ou ineficácia de

sistemas de drenagem, além da falta de manutenção das estradas. Essas foram as principais causas dos movimentos de massa identificados na Estrada Geral do Areal, agravado ainda, pelo grande fluxo de caminhões transportando madeira de áreas de reflorestamento localizadas ao longo da Estrada.

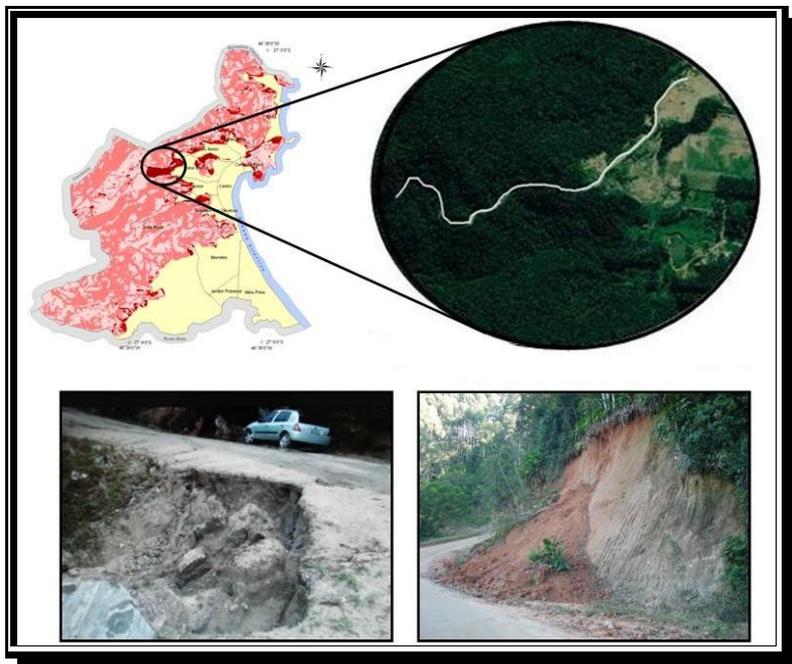


Figura 18: Localização da subida da Estrada Geral do Areal (em destaque) e imagens de um desmoronamento a jusante da estrada (foto a esquerda), e de um deslizamento a montante da Estrada (foto a direita).

Fonte: Autora.

Por fim, destaca-se como áreas de Argissolo Vermelho-Amarelo com suscetibilidade muito alta a movimentos de massa as áreas extração mineral do Município. Existem hoje em Itapema, duas grandes jazidas de saibro em exploração, além de sete grandes jazidas onde não há mais exploração, contudo as áreas destas não foram recuperadas. Em todos esses pontos já houve movimentos de massa, destacando-se como os de maior proporção, aqueles ocorridos em novembro de 2008. Há ainda em Itapema a prática de cortes das encostas no fundo dos lotes, para uso ou venda de pequenas quantidades de terra, sendo também comum nestes locais a ocorrência de movimentos de massa (Figura 19).



Figura 19: Áreas de antigas jazidas de exploração (fotos a esquerda) e, áreas de cortes das encostas no fundo dos lotes (fotos a direita), em todos os casos os movimentos de massa são recorrentes.

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

Carvalho (1991) ressalta que explorações de jazidas alteram significativamente os taludes originalmente existentes, devendo a exploração se dar de modo a minimizar os impactos negativos ao meio ambiente. Segundo o autor, durante a execução do trabalho é preciso evitar a produção de taludes íngremes, os quais favorecem os movimentos de massas de solo, além disso, é importante que ao final da exploração, a área explorada seja estabilizada e a cobertura florestal recomposta.

5.1.2. Cambissolo Háplico

Os Cambissolos Háplicos são solos minerais mediamente profundos, com sequência completa de horizontes, mas com incipiente desenvolvimento pedogenético. Esses solos não possuem processo pedogenético definido, ocupando a posição jovem da paisagem, em áreas de transição entre a encosta e a planície aluvial. Por serem solos

jovens, há presença de silte, mineral característico nesse tipo de solo, além de materiais sólidos ainda não intemperizados quando em relevo acidentado.

Em Itapema, existem pequenas áreas de Cambissolos Háplicos em relevo acidentado, limitantes ao Argissolo Vermelho-Amarelo (Anexo 5). O solo destas áreas tem-se constituído em sistemas predominantemente com alta suscetibilidade a movimentos de massa (Mapa 4), pois além da declividade, essas áreas de Cambissolo Háplico apresentam cobertura florestal deficiente. Com a retirada da cobertura florestal, o solo é exposto à ação direta das gotas da chuva e raios solares, tornando-se fisicamente mais frágil, caracterizando assim o início da sua degradação.

Além disso, existe, assim como em áreas de Argissolo Vermelho-Amarelo, a prática de cortes das encostas no fundo dos lotes, para uso ou venda de pequenas quantidades de terra, agravando a suscetibilidade dessas áreas a movimentos de massa. Foi possível identificar também, devido a presença de árvores inclinadas e troncos retorcidos, áreas de Cambissolo Háplico onde atua o processo de rastejamento (Figura 20).



Figura 20: Área de corte da encosta no fundo do lote onde já houve movimentos de massa (foto a esquerda) e, indícios de rastejamento com árvores inclinadas (foto a direita).

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

Contudo, a maior parte dos Cambissolos do Município localiza-se em vales abertos, onde o relevo plano ou suave ondulado exclui a possibilidade de movimentos de massa, sendo que sob longa pluviosidade, essas áreas apresentam problemas de drenagem. Segundo

Uberti (2005), Cambissolos Háplicos argilo-siltosos imperfeitamente drenados mostram-se com cores brunadas no Horizonte A e acinzentadas no Horizonte B, devido a redução de compostos de ferro.

Em Itapema o grau de suscetibilidade a inundações referentes ao Cambissolo Háplico é variável em função da hipsometria da área, estando a área com alta suscetibilidade ao norte, em fundo de vale no Bairro Ilhota (Figura 21).

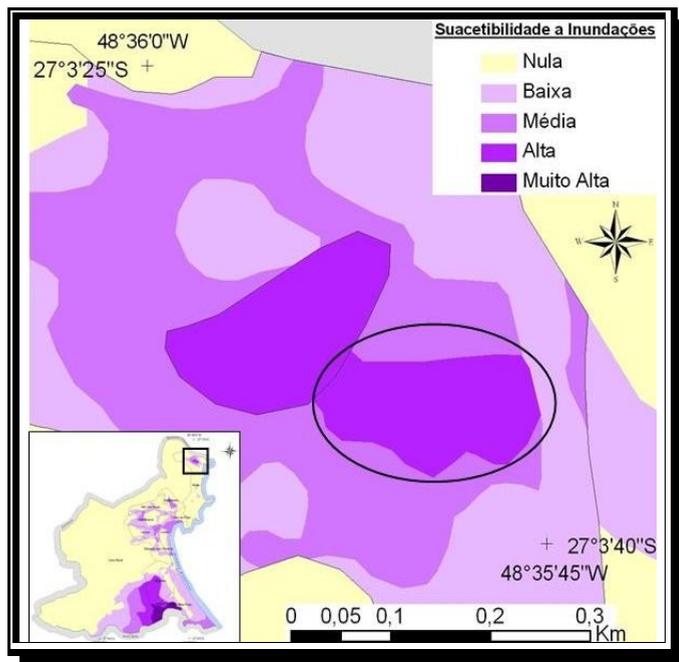


Figura 21: Localização da área de Cambissolo Háplico com suscetibilidade alta a inundações.

Fonte: Autora.

5.1.3. Neossolo Quartzarênico

Os Neossolos Quartzarênicos são solos rasos, com elevados teores de areia (80-90%), que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido a baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, testemunhado pela estrutura em grãos simples (EMBRAPA SOLOS, 2006). São solos com sequência incompleta de Horizontes (A-C), isentos de compactação, localizados em áreas de

relevo plano ou suave ondulado ao longo da costa (Anexo 5), descartando-se assim a possibilidade de problemas com movimentos de massa nessas áreas.

Existem dois tipos de Neossolos Quartzarênicos no Município de Itapema, o Neossolo Quartzarênico Órtico e Neossolo Quartzarênico Hidromórfico. A diferenciação entre esses se dá apenas por uma característica, a drenagem. Os Neossolos Quartzarênicos Órticos, com Horizonte A Fraco, são bem drenados e representam a maior parte da área de Neossolo do Município, onde a suscetibilidade a inundações varia de baixa a nula.

Os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos, sempre em cota altimétrica inferior aos Órticos, ocorrem em condições de má drenagem, devido à proximidade do lençol freático. Nestes solos, a condição de hidromorfismo inibe a mineralização da matéria orgânica, resultando no surgimento do Horizonte A Proeminente, acompanhado de uma transição gradual ou abrupta. Em Itapema, esses solos estão localizados em áreas urbanizadas nos Bairros Centro, Morretes e ao sul da Meia Praia, onde a suscetibilidade a inundações varia de média a baixa (Figura 22).

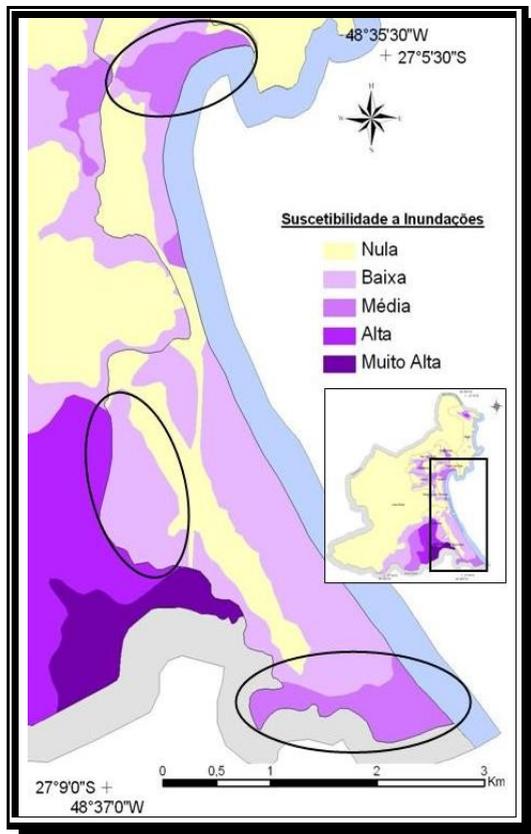


Figura 22: Localização das áreas de Neossolo Quartzarênico Hidromórfico nos Bairros Centro, Morretes e Meia Praia.

Fonte: Autora.

5.1.4. Gleissolo Háplico

Os Gleissolos Háplicos são formados em áreas planas ou suave onduladas, sendo nula a suscetibilidade desses solos a movimentos de massa. Os Gleissolos desenvolvem-se exclusivamente em superfícies jovens, como calhas de rios em vales abertos, ou em várzeas.

Estes solos caracterizam-se pela proximidade do lençol freático, o qual inibe seu desenvolvimento pedogenético, deixando-o com uma sequência incompleta de Horizontes (A-C). O Horizonte A do tipo Moderado com textura argilosa mantém-se com cores escuras devido à baixa mineralização da matéria orgânica, já o Horizonte C, mostra-se

com tonalidades acinzentadas, devido às reações de redução dos compostos de ferro. Essas características resultam em uma má drenagem das áreas cobertas por este tipo de solo hidromórfico, encontrando-se permanentemente ou periodicamente saturados por água.

Em Itapema, existe uma grande área de Gleissolo Háplico ao sul do Município, abrangendo os Bairros Meia Praia, Morretes, Jardim Praiamar e a maior parte da comunidade rural do Sertão do Trombudo. Essas áreas de Gleissolo Háplico, naturalmente alagáveis possuem suscetibilidade a inundações variando de média a muito alta, conforme se observa no Mapa de Suscetibilidade a Inundações (Mapa 5), caracterizando-se como áreas com severas restrições a ocupação.

Quando em áreas rurais, como ocorre na comunidade do Sertão do Trombudo, esses solos são predominantemente utilizados para o cultivo de arroz irrigado. Mentges (2010), estudando o comportamento físico-hídrico e mecânico de um Gleissolo Háplico sob diferentes usos, conclui que quando cultivado com arroz irrigado, há redução significativa da porosidade total do solo, comparando-se com solos onde não há uso agrícola. Para o autor, essa diminuição da porosidade total, sobretudo da macroporosidade, se deve ao efeito do manejo dado ao solo a cada ano, onde arações e gradagens são realizadas com o auxílio de máquinas, que, pelas pressões aplicadas, afetam a estrutura do solo.

Em Itapema, o cultivo de arroz irrigado acaba por diminuir a capacidade total da área para a retenção das águas pluviais, alia-se a esse fato, a sistematização da área com canais de drenagem que aumentam a vazão da água à jusante. Assim, a jusante das áreas de arroz irrigado, onde se localizam os Bairros Morretes e Jardim Praiamar, há um aumento da suscetibilidade a inundações, pela maior velocidade de escoamento da água nas áreas adjacentes (Figura 23).

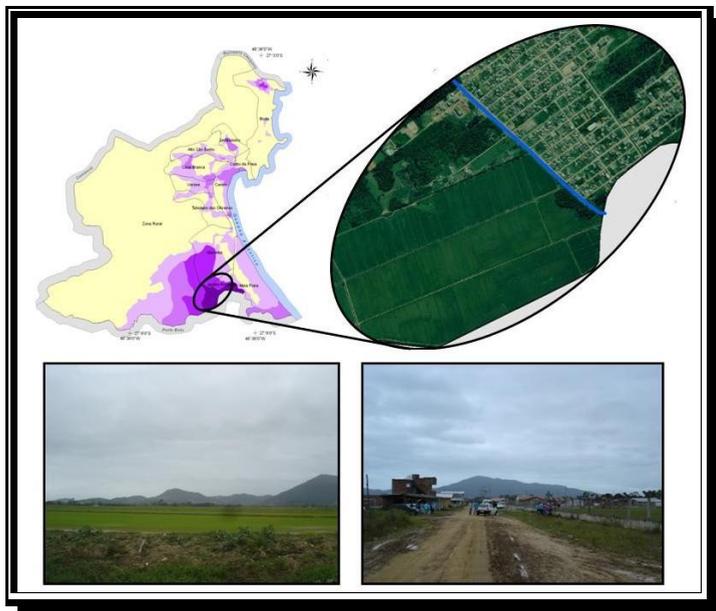


Figura 23: Localização da área limite entre a comunidade rural do Sertão do Trombudo e os Bairros Morretes e Jardim Praiamar (em destaque) e, imagens de plantio de arroz irrigado na área rural (foto a esquerda), e do Bairro Jardim Praiamar (foto a direita).

Fonte: Autora.

5.2. ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO

As razões para as inúmeras situações de danos humanos, matérias ou ambientais com consequentes prejuízos econômicos e sociais para a população associadas às chuvas intensas ou prolongadas, devem-se principalmente ao crescimento do contingente populacional nas áreas urbanas, onde o processo de antropização muitas vezes se desenvolve em áreas suscetíveis a movimentos de massa ou inundações, com o surgimento de áreas de risco.

Chau *et. al* (2003), afirma que em algumas áreas de risco, a única forma para prevenir perdas econômicas e humanas é através da relocação da população e a proibição de novas edificações. Contudo, segundo o autor, em áreas densamente ocupadas, esse processo torna-se muito difícil, tanto do ponto de vista econômico como social, evidenciando a importância do planejamento e gestão do território

municipal por parte dos planejadores para o controle da ocupação de áreas onde a densidade ainda é baixa.

Em Itapema, as áreas de risco a movimentos de massa nas encostas, assim como as áreas de risco a inundações nas várzeas, têm aumentado consideravelmente nas últimas décadas, como consequência da urbanização intensa e sem planejamento, com a construção de habitações e serviços públicos em áreas naturalmente suscetíveis a movimentos de massa e inundações, provocando consequências graves como, por exemplo, o bloqueio de vias de circulação e o soterramento ou alagamento de casas. Observa-se na figura abaixo áreas em Itapema onde ocorreu movimento de massa e inundação durante as chuvas intensas de novembro de 2008.

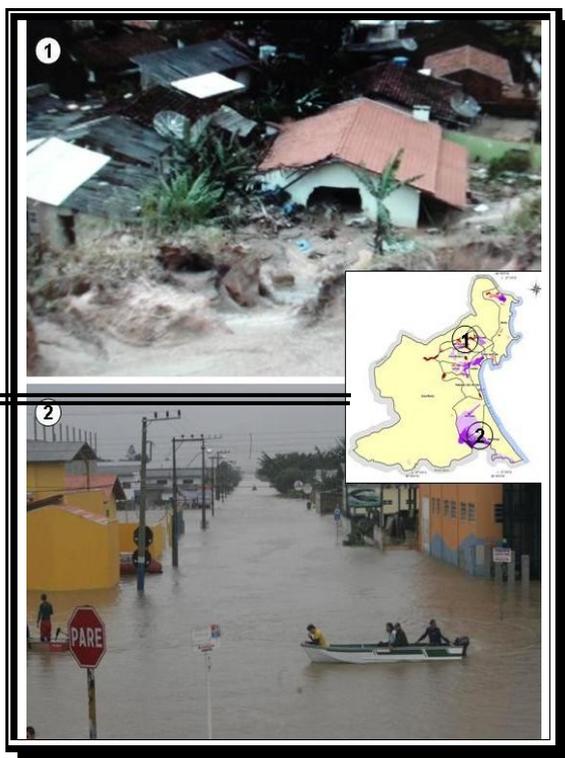


Figura 24: Movimentos de massa e inundações ocorridos no Município de Itapema em novembro de 2008.

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

A partir das análises sobre as áreas suscetíveis a movimentos de massa e inundações, correlacionando-as com a estrutura fundiária de

Itapema (Anexo 6), constatou-se que parte da população do Município está vivendo em zonas de risco (Mapa 6), as quais serão discutidas de acordo com a origem geológica ou hidrológica do risco, respectivamente.

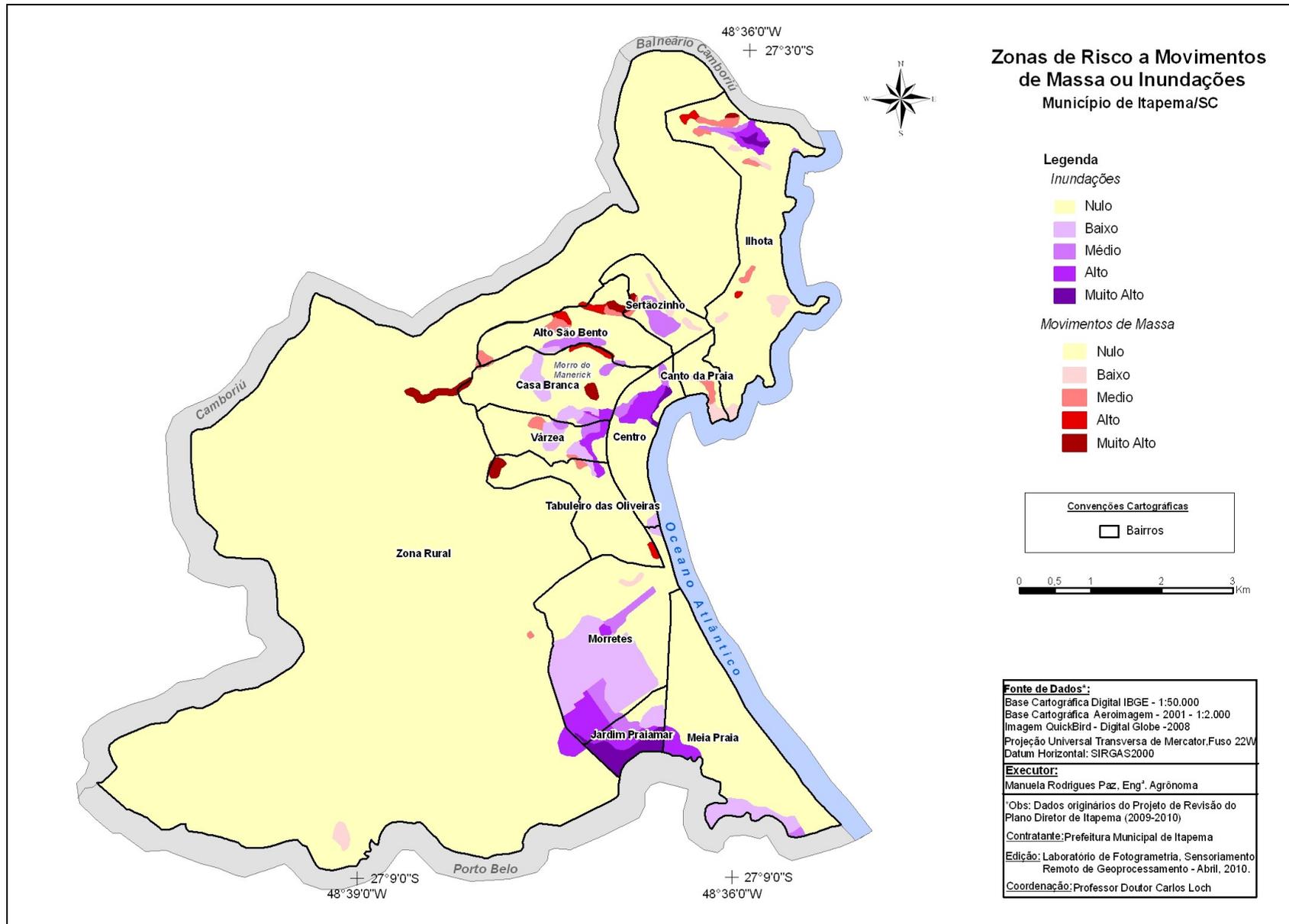
5.2.1. Riscos Pedológicos

A maior parte das encostas do Município de Itapema encontra-se ainda preservada, contudo há pequenas zonas de risco alto ou muito alto a movimentos de massa, como consequência da ocupação desordenada, onde não são analisadas as condições do solo, tampouco os critérios técnicos mínimos de construção para maior estabilidade das edificações (Figura 25). Muitas destas áreas são invasões, com a implantação de arruamentos precários e ocupação lote a lote na encosta (Figura 26).



Figura 25: Edificações precárias, onde não foram aplicados os critérios técnicos para a construção.

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.



Mapa 6: Mapa de Zonas de Risco de Movimentos de Massa ou Inundações do Município de Itapema/SC.
Fonte: Autora

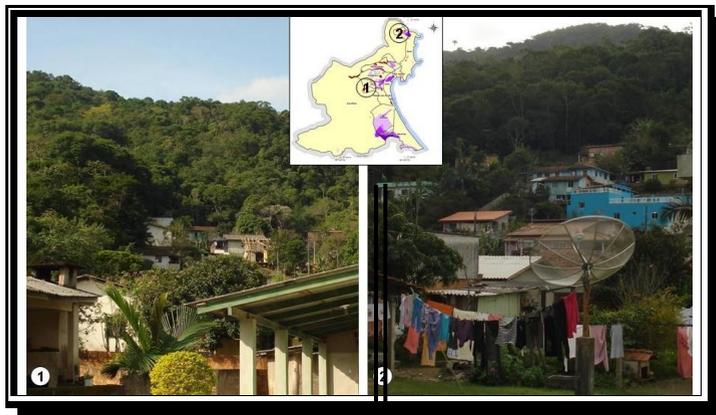


Figura 26: Áreas de ocupações irregulares em zonas com risco muito alto a movimentos de massa.

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

A exclusão social marca registrada do processo de urbanização na economia capitalista, resulta comumente na exclusão espacial da população de baixa renda para as piores porções do território urbano, onde estão as parcelas com menor valor imobiliário, em face da localização, ausência de serviços e infraestrutura e em muitos casos da situação de risco. Chau *et. al.* (2003), estudando as áreas de risco de deslizamentos em Hong Kong na China, verificou que os locais de maiores riscos são as áreas de ocupações irregulares. Ainda segundo o autor são nas nessas áreas onde ocorre a maior parte dos deslizamentos no mundo (28% dos desastres).

A ocupação de áreas suscetíveis a movimentos de massa deve ser precedida de estudos físico-ambientais, visando à minimização dos riscos. Em Itapema, zonas onde o risco de movimentos de massa varia de médio a nulo, apesar da alta suscetibilidade a esses eventos. Nessas zonas, via de regra, as edificações são implantadas com critérios técnicos que reduzem significativamente os riscos, como por exemplo, retaludamento, muros de arrimo, sistema de drenagem da encosta e contenção de massas movimentadas (Figura 27).

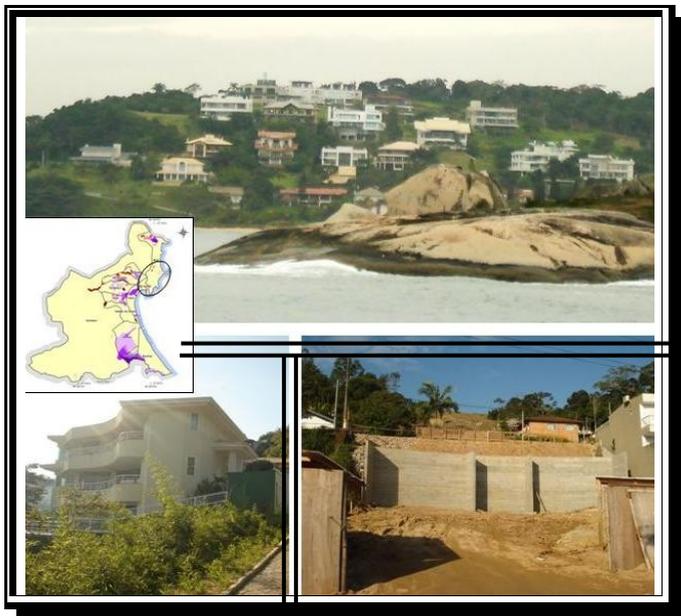


Figura 27: Edificações implantadas com critérios técnicos, com destaque para o muro de arrimo de uma construção (foto abaixo a esquerda) em zonas com risco de movimentos de massa médios a nulo.

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

Há ainda risco alto ou muito alto a movimentos de massa sobre as áreas vizinhas as antigas e atuais jazidas de extração mineral, onde a instabilidade do solo é muito alta devido aos cortes na encosta e a ausência de cobertura vegetal. O abandono de uma dessas áreas sem a correta recomposição da cobertura vegetal acabou por permitir sua invasão, resultando em uma nova zona de risco no Município (Figura 28).

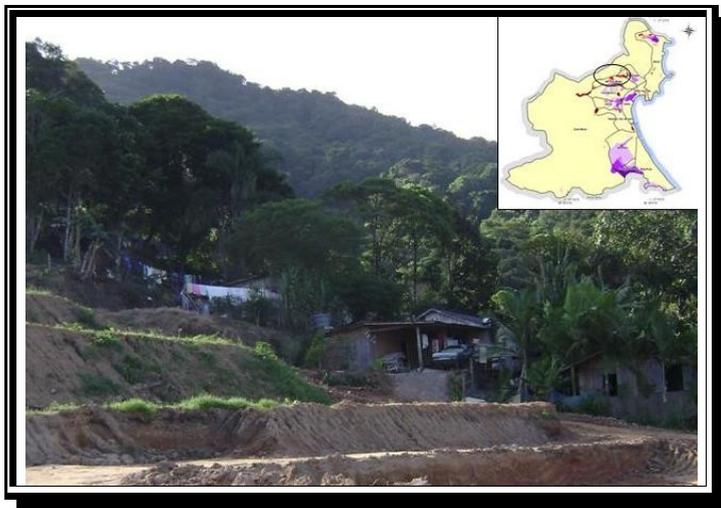


Figura 28: Zona de alto a movimentos de massa com ocupações irregulares em antiga jazida de extração mineral.

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

Por fim, tem-se como zona onde o risco a movimentos de massa é muito alto, a subida de Estrada Geral do Areal (Figura 29). Nesta zona não há edificações, contudo, as recorrentes obstruções do tráfego diante de quedas de barreiras sobre a pista, além do risco para os automóveis no momento do movimento de massa, causam prejuízos econômicos para o Município, em consequência da impossibilidade de escoamento da produção agrícola e silvícola.



Figura 29: Subida da Estrada Geral do Areal (foto a esquerda), com destaque para áreas onde há recorrentes os movimentos de massa a montante (foto acima a direita) e a jusante (foto abaixo a direita).

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

5.2.2. Riscos Hidrológicos

Contrariamente ao que ocorre nas encostas do Município, a maior parte das áreas urbanas suscetíveis às inundações encontram-se ocupadas. As inundações em suas mais variadas intensidades ocorrem em diversos pontos de Itapema. Em muitos casos, desastres poderiam ter sido evitados, se houvesse planejamento no uso e ocupação dessas áreas.

Ao norte, no Bairro Ilhota (Figura 30), a maior parte das edificações está em áreas de risco de inundação, o qual varia de muito alto a médio. Parte da área é naturalmente suscetível a inundações, com destaque para as áreas de Gleissolo, onde está a maior densidade de edificações e onde se localiza o posto de saúde do Bairro, havendo também uma escola em área de alto risco.

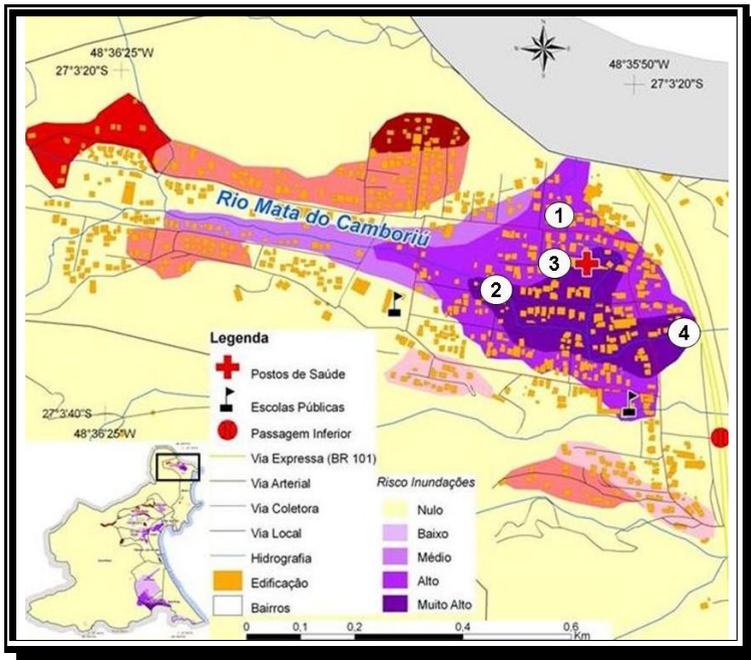


Figura 30: Zonas de risco no Bairro Ilhota.

Fonte: Autora.

Além da suscetibilidade, as inundações o Bairro Ilhota são agravadas pelas ocupações as margens dos rios que atravessam o Bairro com retificação de alguns trechos e, grave assoreamento dos rios (Figura 31). Há ainda mais um fator agravante às inundações no Bairro, resultante da duplicação da BR 101, onde a altura do canal construído para a passagem do Rio Mata do Camboriú acaba por represá-lo (Figura 32).



Figura 31: Edificações em margem de rio (foto acima), trecho assoreado (foto a esquerda) e retificado (foto a direita) do Rio Mata do Camboriú no Bairro Ilhota.

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.



Figura 32: Canal para a passagem do Rio Mata do Camboriú sob a BR 101 no Bairro Ilhota.

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

A medida que a população impermeabiliza o solo e acelera o escoamento através de condutos e canais a quantidade de água que chega ao mesmo tempo no sistema de drenagem aumenta produzindo inundações mais frequentes do que as que existiam quando a superfície era permeável e o escoamento se dava pelo ravinamento natural. Na área central do Município (Figura 33) onde a suscetibilidade natural é média, é muito alto o risco de inundações na parte retificada do Rio Fabrício (Figura 34) e foz do Rio Bela Cruz (Figura 35) devido a ocupação total de suas margens e intensa impermeabilização do solo. Adjacente a esta zona são altos os riscos de inundações em grande parte do Bairro Centro e parte dos Bairros Casa Branca e Várzea, nas áreas do leito maior do Rio Bela Cruz, como consequência da ocupação desordenada, novamente com impermeabilização do solo. Nessa zona é alta a densidade de ocupação, com vias arteriais e coletoras, além de duas escolas e dois postos de saúde.

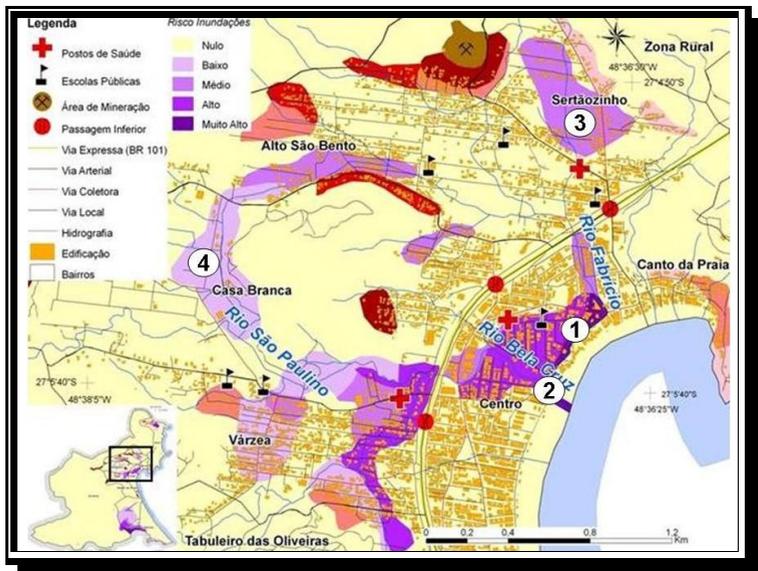


Figura 33: Zonas de risco na área central de Itapema.
Fonte: Autora.



Figura 34: Rio Fabrício em Zona de Risco Muito Alto.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

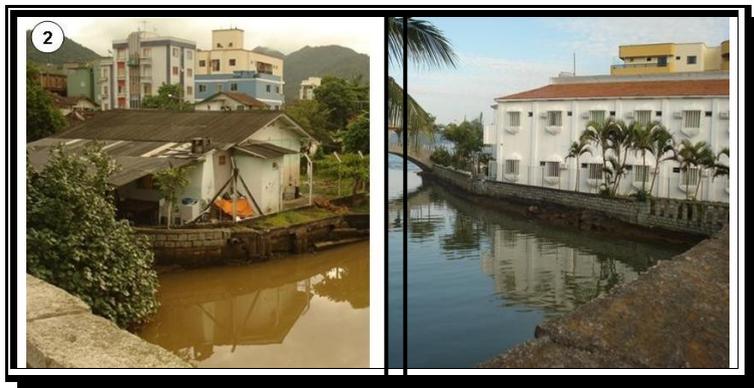


Figura 35: Rio Bela Cruz em Zona de Risco Muito Alto.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

As áreas de Gleissolo, nos Bairros Sertãozinho e Casa Branca, apesar das recorrentes inundações, são tidas como áreas de médio e baixo risco, respectivamente, em função da baixa densidade de edificações (Figura 36). São áreas onde se precisam evitar invasões e ocupações desordenadas, as quais devem ocorrer somente após investimentos em infraestrutura para drenagem das áreas, de modo a minimizar a suscetibilidade destas as inundações.



Figura 36: Área de Gleissolo Háplico nos Bairros Sertãozinho (foto acima) e Casa Branca (foto abaixo).

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

Ao Sul (Figura 37), o Bairro Meia Praia possui a melhor infraestrutura, anulando os riscos de inundações na maior parte do Bairro, restringindo-os a três áreas próximas ao Rio Perequê. Junto a BR 101, tem-se uma zona de alto risco, em área de Gleissolo, ou seja, naturalmente alagável, onde a ocupação se estende até as margens do Rio Perequê. Aproximando-se da foz, tem-se uma zona de baixo risco, onde a densidade das edificações é baixa, encontrando-se pequenas áreas de mangue ainda preservadas. Por fim, tem-se uma zona de médio risco junto a Avenida Nereu Ramos, resultante do subdimensionamento da ponte que liga Itapema ao Município vizinho (Figura 38), represando o Rio Perequê em períodos de grande vazão, durante episódios de chuvas intensas ou prolongadas.

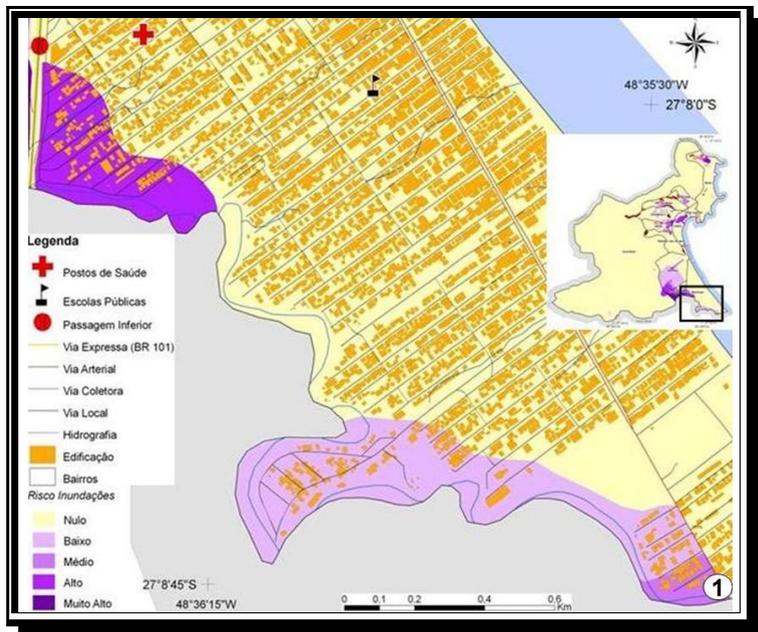


Figura 37: Zonas de risco no Bairro Meia Praia.
Fonte: Autora.



Figura 38: Ponte ligando o Município de Itapema ao Município de Porto Belo.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

Ainda ao sul, a oeste da BR 101 (Figura 39), está a maior e mais suscetível área com risco de inundações em Itapema, abrangendo grande

parte do Bairro Morretes e a quase totalidade do Bairro Jardim Praiamar (Figura 40). Na área de Gleissolo próximo ao Rio Perequê, tem-se uma grande área com alta densidade de edificações, posto da saúde, escola e o quartel do corpo de bombeiros onde o risco de inundações é naturalmente alto ou muito alto. Nestas zonas devem-se impedir novas edificações, evitando as invasões hoje recorrentes e, relocando a população para áreas onde o risco seja menor.

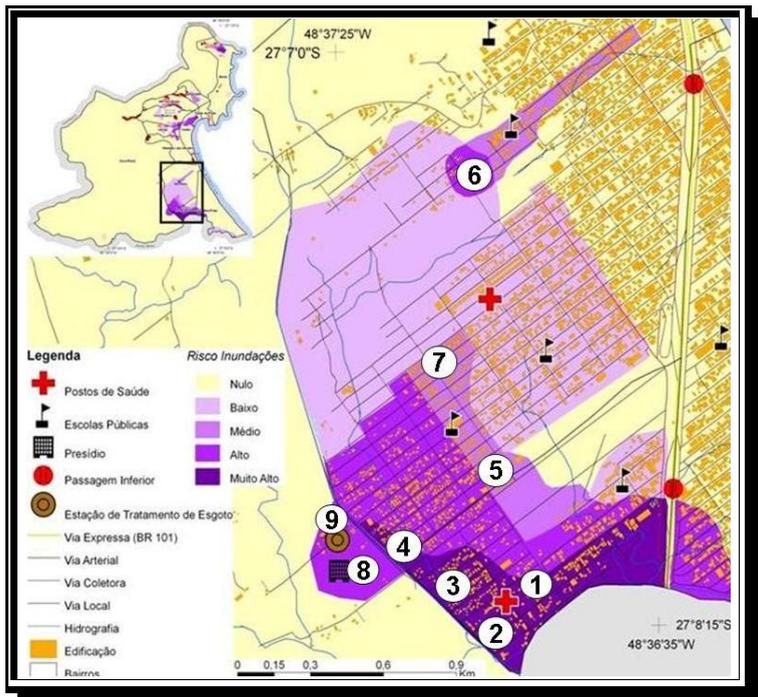


Figura 39: Zonas de risco nos Bairros Morretes e Jardim Praiamar e na Comunidade Rural do Sertão do Trombudo.

Fonte: Autora.



Figura 40: Bairros Morretes e Jardim Praiamar em Zona de Risco Muito Alto.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

As áreas de risco, onde a frequência de inundação é alta, são comumente ocupadas por habitações precárias, já que além de serem desprezadas pelo poder privado, essas áreas normalmente se acham próximas a postos de trabalho e a serviços de saúde e a educação. Com relação à realocação da população, é importante ressaltar que ao transferir esse contingente para áreas mais seguras, abre-se a possibilidade de outro contingente de necessitados se alojarem no mesmo lugar, sendo fundamental o efetivo controle da área pelo poder público.

Adjacente às zonas de alto risco, ainda em Gleissolo, a zona de baixo risco ao longo do Rio da Fita, resulta da baixa densidade das edificações na área, as quais só devem ser permitidas, após investimentos em infraestrutura, com sistema de drenagem que minimize os riscos. Já as zonas de médio e baixo risco em áreas de Neossolo Quartzarênico, são decorrentes da deficiência do sistema de drenagem com tubulações subdimensionadas, além da insuficiência na manutenção e limpeza das valas repletas de entulhos (Figura 41).

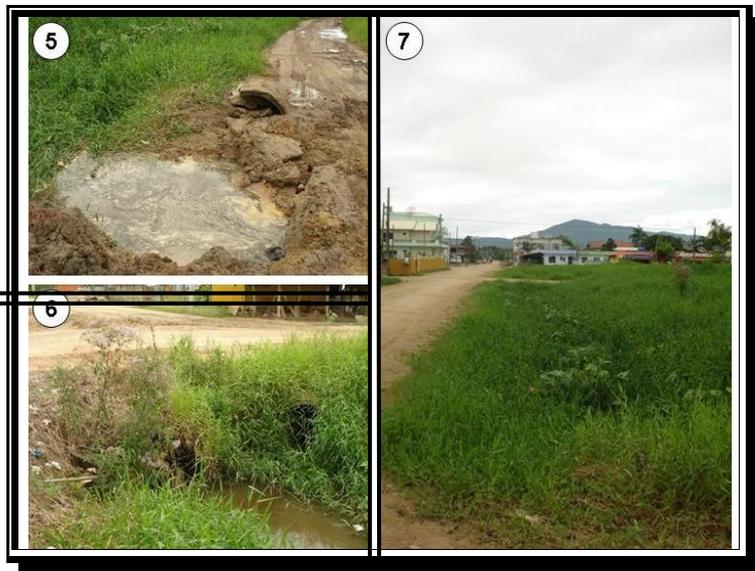


Figura 41: Deficiências no sistema de drenagem do Bairro Morretes, com valas quebradas (foto acima a esquerda), obstruídas por lixo (foto abaixo a esquerda) ou por vegetação (foto a direita).

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

Na área da comunidade rural do Sertão do Trombudo, apesar da suscetibilidade natural a inundações, os riscos são nulos, em consequência do uso predominantemente agrícola da área. Há apenas uma pequena zona de alto risco junto ao Rio da Fita, onde, além de invasões, foram construídos um presídio e a estação de tratamento de esgoto do Município (Figura 42).



Figura 42: Presídio (foto acima) e Estação de Tratamento de Esgoto (foto abaixo).

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

5.3. IDENTIFICAÇÃO DE OCUPAÇÕES IRREGULARES EM ÁREAS DE INTERESSE AMBIENTAL DE ACORDO COM OS PRINCÍPIOS LEGAIS VIGENTES.

A Constituição Federal de 1988 define que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo. Nesse contexto, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/81), visa assegurar condições de desenvolvimento socioeconômico e a proteção da dignidade da vida humana, por meio de princípios como a racionalização do uso do solo e planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais.

Para isso o correto uso e ocupação do solo, respeitando as legislações vigentes, são a primeira e mais importante etapa para uma urbanização harmônica, respeitando-se o meio ambiente e proporcionando, conseqüentemente, qualidade de vida a população. Contudo, no Município de Itapema, assim como em muitos outros municípios do País, existe locais onde a ocupação se deu por meio do parcelamento irregular do solo, chamados de loteamentos clandestinos, ou por meio de assentamentos informais, em ambos os casos, a maior parte destes localiza-se em áreas de interesse ambiental.

A ocupação das áreas de interesse ambiental legal em Itapema (Anexo 11), sem qualquer investimento em infraestrutura, acabou por formar zonas de risco, sujeitas a movimentos de massa e inundações, causando transtornos não apenas para a população residente na área, mas gerando elevado ônus ambiental, social e econômico para todo o Município. Discute-se assim, a seguir, as principais irregularidades, no uso e ocupação do solo, identificadas em Itapema, diretamente relacionadas ou aumento dos riscos a movimentos de massa e inundações no Município.

5.3.1. Margens de Cursos d'água

Itapema possui uma extensa rede hidrográfica, formada por pequenos cursos d'água de até 10 metros de largura, com exceção do trecho final dos rios principais das três bacias abrangidas pelo Município, os Rios: Mata do Camboriú, Bela Cruz e Perequê, os quais possuem largura variando de 10 a 50 m.

Desde 1965, a Lei Federal nº 4.771, que institui o Código Florestal, já previa a preservação permanente de uma faixa de 5 metros da vegetação ao longo dos corpos d'água com menos de 10 metros de largura, a qual foi alterada para uma faixa de preservação permanente de 30 metros de vegetação em 1986, pela Lei nº 7.511. Além disso, outra Lei Federal, nº 6.766, dispondo sobre o parcelamento do solo urbano, obriga a reserva de uma faixa não-edificável de 15 metros de cada lado de águas correntes ou dormentes na área urbana do município.

Contudo, em Itapema, assim como em muitos outros municípios do País, as margens dos rios foram irregularmente ocupadas ao longo dos anos, sobretudo na parte urbana, em decorrência da falta de fiscalização dessas áreas frente ao intenso contingente populacional migrante para o Município.

Como exemplificação do problema, na Figura abaixo, é possível confirmar, por meio da análise temporal, esse processo de ocupação irregular em margens de cursos d'água. Nessa, a mesma área do Rio Mata do Camboriú (em azul) e sua margem esquerda (circundada em vermelho), estão destacados em duas imagens, a primeira no ano de 2001 e a segunda no ano de 2008. Na imagem do ano de 2001, havia apenas três edificações nesta área à margem esquerda do Rio Mata do Camboriú, já no ano de 2008 praticamente toda a área está edificada.

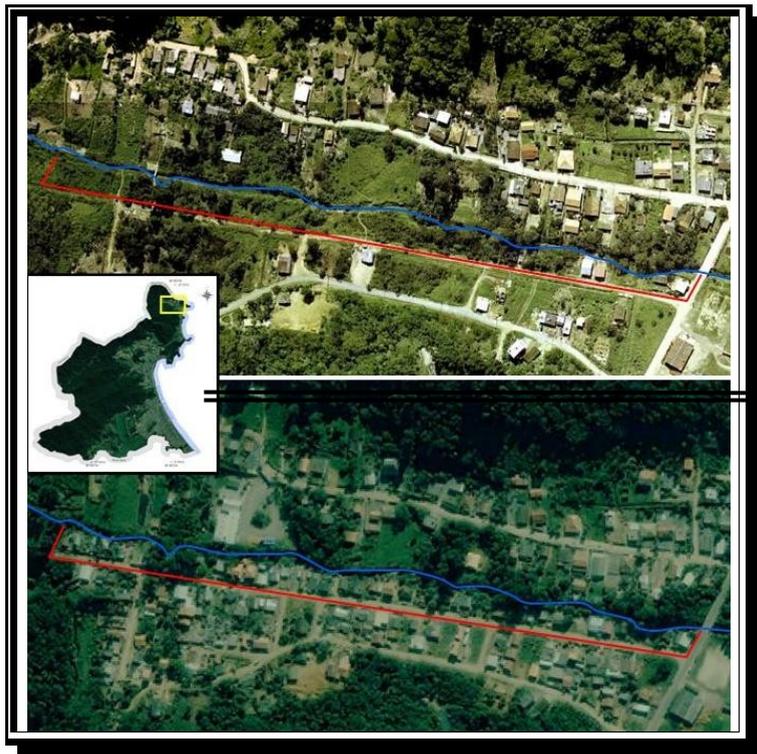


Figura 43: Trecho do Rio Mata do Camboriú no ano de 2001 (foto acima) e no ano de 2008 (foto abaixo).

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

Como principal consequência da retirada da cobertura vegetal pelas ocupações irregulares ao longo dos cursos d'água tem-se o seu assoreamento e, por conseguinte, o aumento na intensidade das inundações, pois sem a vegetação, o escoamento superficial da água

acaba levando grande quantidade de sedimentos para os corpos hídricos, além do lixo e do esgoto jogados por moradores (Figura 44).

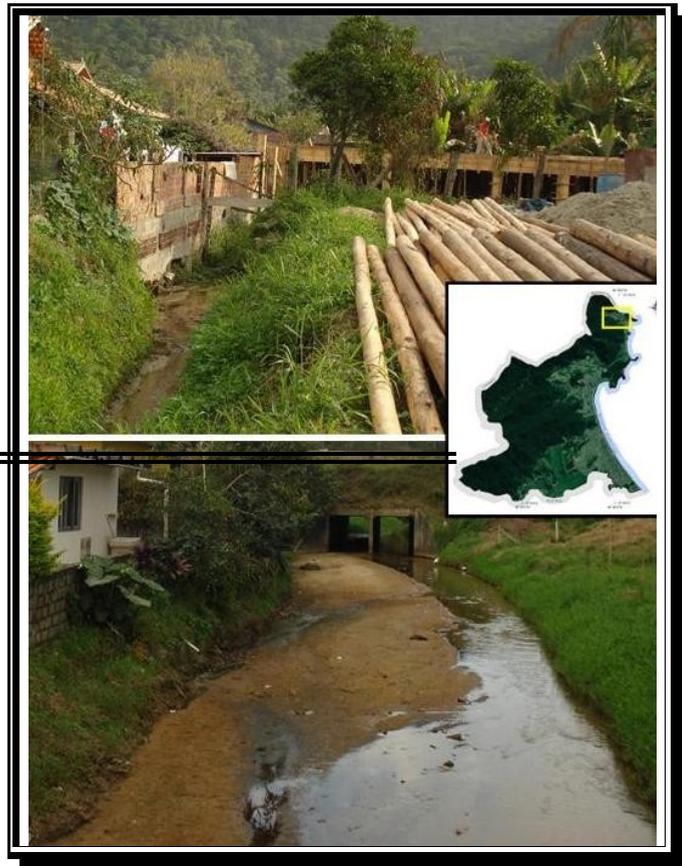


Figura 44: Construção de uma edificação irregular, com o material da obra vulnerável a translocação para o rio diante de períodos de precipitação (foto acima) e rio assoreado com grande quantidade de areia e lixo (foto abaixo).

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

5.3.2. Terrenos Alagadiços e Sujeitos a Inundações

A Lei Federal (6.766/79) e a Lei Estadual (6.063/82) de Parcelamento do Solo Urbano proíbem o parcelamento do solo em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações antes de tomadas as devidas providências para assegurar o escoamento das águas. Contudo, em Itapema, grande parte dos terrenos alagadiços e sujeitos a inundações,

foram registrados antes da vigência dessa Lei, como por exemplo, o Loteamento Jardim Praiamar (Figura 45), registrado em outubro de 1979, dois meses antes da Lei 6.766/79 entrar em vigor.

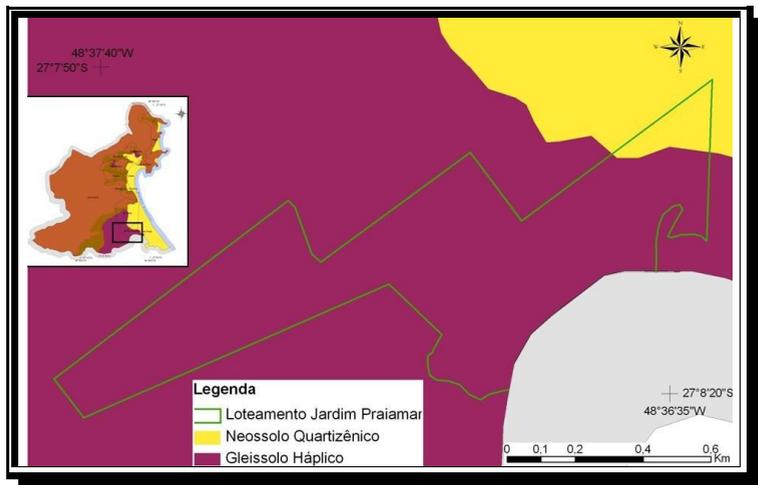


Figura 45: Loteamento Jardim Praiamar em área de Gleissolo Háplico.

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

A área de Gleissolo Háplico, ao sul do Município, onde está inserida grande parte do Loteamento Jardim Praiamar, é a maior área de terrenos alagadiços de Itapema, e onde há os maiores riscos de inundações. Esses riscos foram intensificados nos últimos 10 anos. Como pode ser observado na Figura 46, no ano de 2001 havia poucas edificações (em vermelho) nas áreas mais escuras, onde o risco é alto ou muito alto, com grande aumento no número de edificações quando comparado ao ano de 2008 (em amarelo). Essa ocupação está ocorrendo como consequência da segregação sócio espacial, onde a população de baixa acabou sendo forçada a ocupar as porções do território onde os valores imobiliários são menores, em face da localização, ausência de infraestrutura e situação de risco.

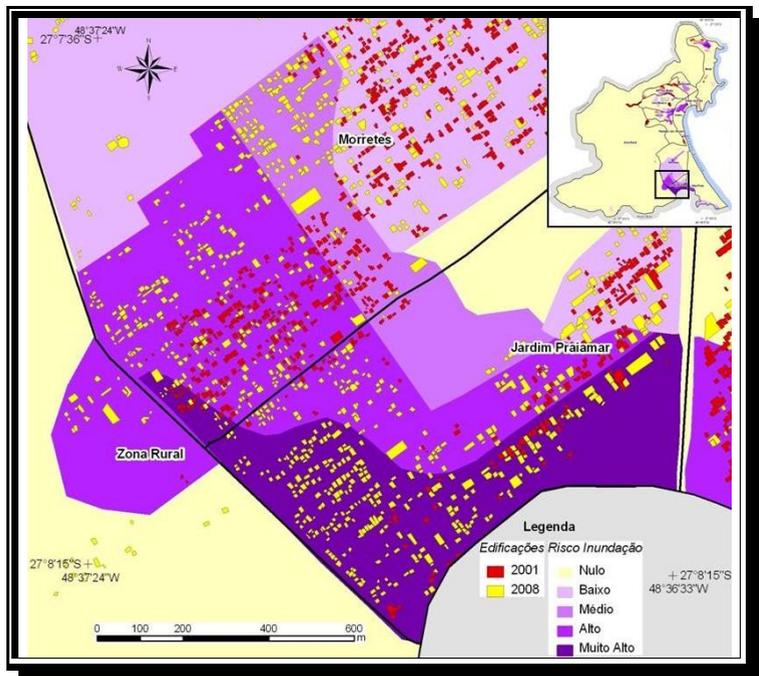


Figura 46: Evolução das edificações em área de risco de inundações entre os anos de 2001 e 2008.

Fonte: Autora.

Há ainda uma parcela significativa da população residente em Itapema, sobretudo na área anteriormente discutida, que se estabeleceu a partir de invasões, passando a ocupar as áreas “livres” públicas e privadas do Município. Por isso, além do ordenamento no parcelamento do solo, é preciso fiscalizar as áreas não edificadas de forma contínua, de modo a evitar a formação de assentamentos informais (Figura 47).

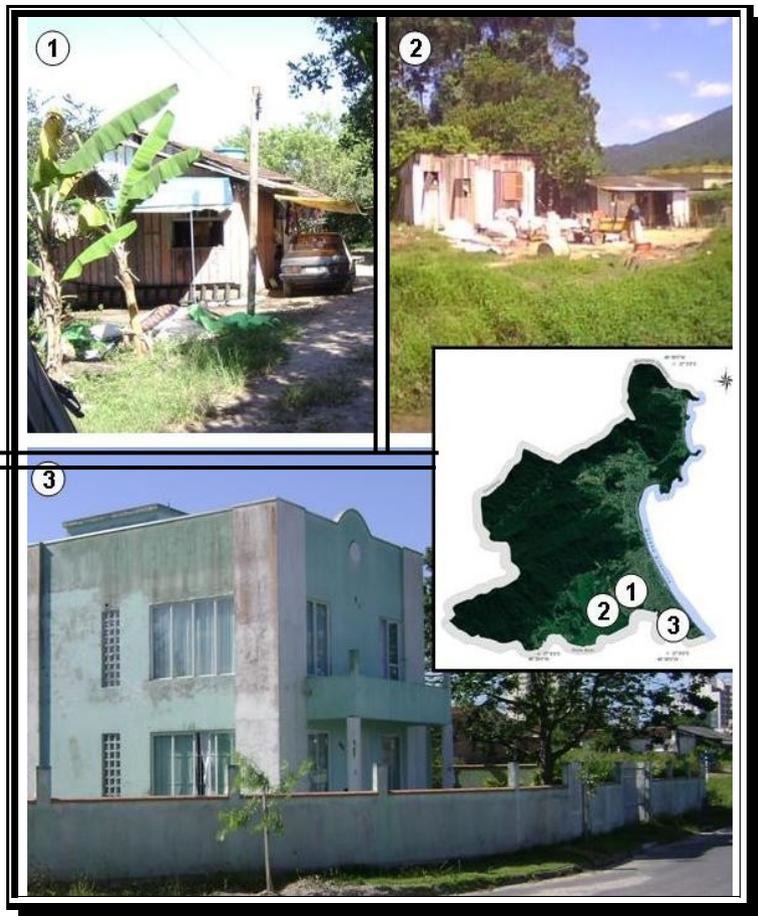


Figura 47: Assentamentos informais em áreas públicas municipais.

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

5.3.3. Terrenos com Declividade Igual ou Maior que 30%

Assim como para terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, a Lei Federal (6.766/79) e Lei Estadual (6.063/82) de Parcelamento do Solo Urbano proíbem o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% de declividade. Em Itapema edificações irregulares em declividade acima de 30%, podem ser encontradas em diversas áreas do Município. Parte dessas edificações é constituída por assentamentos informais, contudo, ocorrem

irregularidades também em áreas nobres de Itapema, com edificações de alto padrão em parcelas com mais de 30% de declividade (Figura 48).



Figura 48: Edificações de alto padrão em parcelas com declividade maior que 30%.

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

A maior parte dos morros e montanhas do Município encontra-se ainda preservada, contudo, parte das áreas com vegetação natural já está loteada de acordo com o cadastro da Prefeitura Municipal, como por exemplo, a área loteada no Morro do Cabeço, onde a maior parte das parcelas (em vermelho) ainda não edificadas localiza-se em terrenos com declividade maior que 30% (áreas em amarelo) (Figura 49).



Figura 49: Parte do Morro do Cabeço indicando as parcelas (em vermelho) sobre as áreas com mais de 30% de declividade (amarelo).

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

Os loteamentos em morros e montanhas do Município devem ser revistos, pois muitos são antigos e, por isso, já perderam a validade. Ademais, como a maior parte das áreas loteadas e ainda não edificadas está coberta por Floresta Ombrófila Densa, deve-se considerar a Lei Federal nº 11.428 de 2006, que dispõem sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Segunda a Lei do Bioma Mata Atlântica, o corte e a supressão da vegetação primária ou secundária nos estágios avançado e médio de regeneração ficam vedados quando a vegetação exercer a função de prevenção e controle de erosão, exatamente o que ocorre nas áreas de Argissolo Vermelho-Amarelo de Itapema. Recorda-se aqui, que por estarem cobertas com vegetação nativa e não ocupadas, parte dessas áreas não foram consideradas de risco, mas são apontadas como áreas naturalmente suscetíveis a movimentos de massa.

5.4. PROGNÓSTICO DE ADENSAMENTO E EXPANSÃO DAS ZONAS DE RISCO COM BASE NO CADASTRO MUNICIPAL.

O acelerado processo de urbanização e o crescimento desordenado que se estabeleceu no Município de Itapema, está mudando severamente o meio ambiente. Os impactos ambientais associados a ocupação das encostas e várzeas, decorrentes da má gestão no uso e ocupação do solo, ampliaram-se vertiginosamente nesta última década, criando um quadro grave de riscos geológicos e hidrológicos. Assim, a análise da tendência de crescimento das ocupações sobre as áreas suscetíveis a movimentos de massa e inundações, é de extrema importância para identificação dos riscos de adensamento e expansão urbana sobre as encostas e várzeas, visando o planejamento e gestão destas áreas.

5.4.1. Tendência de Ocupação sobre as Encostas

Tendo como base o cadastro da Prefeitura Municipal, foram identificadas três áreas loteadas, sobre os morros e montanhas do Município. Observando-se as Figuras 50 e 51, é possível constatar a existência de parcelas (em roxo) onde ainda não há edificações (em alaranjado), nas encostas dos Bairros Ilhota e Alto São Bento. A suscetibilidade média ou baixa a movimentos de massa sobre a qual estão essas parcelas resulta da densa cobertura vegetal sobre a área. Por isso, a retirada dessa cobertura para ocupação das parcelas sem planejamento, concomitantemente com estudo técnico detalhado das condições geológicas, acabará por aumentar a suscetibilidade dessas áreas a movimentos de massa, passando a existir novas zonas de risco geológico no Município.

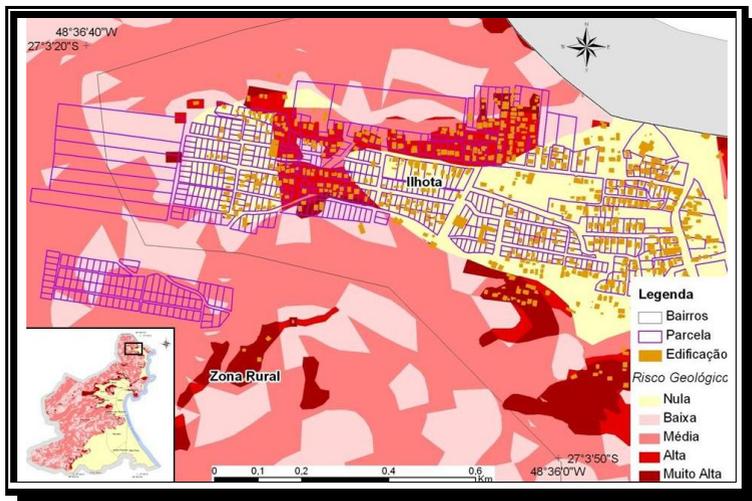


Figura 50: Áreas loteadas na encosta do Bairro Ilhota.

Fonte: Autora.

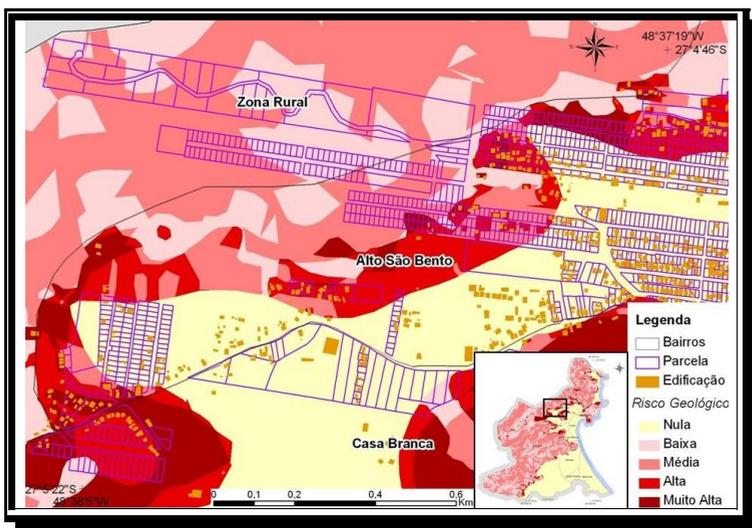


Figura 51: Áreas loteadas na encosta do Bairro Alto São Bento.

Fonte: Autora.

Salienta-se ainda, que esses loteamentos entendem-se sobre a área rural do Município, contudo, o Estatuto da Terra (Lei nº 4.504/64)

determina em seu Art. 65 que o imóvel rural não é divisível em áreas de dimensão inferior à constitutiva do módulo rural. Este módulo rural, tido como a área mínima suficiente para que uma família possa viver e progredir com a sua exploração, é definido para cada região do país e para cada tipo de atividade a ser nele praticada. Para Santa Catarina, de acordo com a Resolução nº 14 do CONSEMA, o qual dispõe sobre o licenciamento de empreendimentos com características urbanas, condomínios e empreendimentos turísticos sustentáveis, em zona rural, o módulo rural não pode ter área inferior a 2 hectares, ou seja, 20.000 m². Por tal fato, deve-se rever a regularidade dos parcelamentos, seja por loteamento ou desmembramento, nas áreas rurais do Município de Itapema.

No Morro do Cabeço (Figura 52), além do loteamento ao sul, próximo ao Bairro Canto da Praia, existe o projeto de dois grandes condomínios fechados, ocupando a quase totalidade da área. Assim como para as duas áreas anteriormente discutidas, o grau de suscetibilidade a movimentos de massa no Morro do Cabeço está diretamente relacionado a densidade da cobertura vegetal, sendo que com a retirada dessa, existe a possibilidade de surgimento de nova zona de risco geológico caso a ocupação seja feita sem planejamento. Contudo, como o Morro do Cabeço constitui-se em uma das áreas mais nobres de Itapema, com edificações de alto, via de regra, a ocupação dessa área tem sido realizada de forma planejada, com investimentos em infraestrutura para minimização da suscetibilidade natural a movimentos de massa.

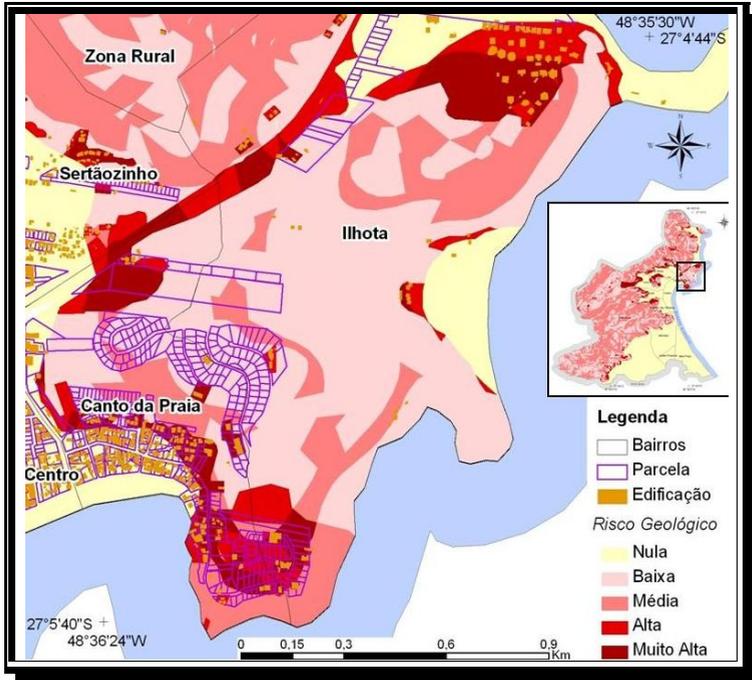


Figura 52: Morro do Cabeço onde há projetos para a ocupação quase total da área, com um loteamento ao sul, próximo ao Bairro Canto da Praia e dois condomínios fechados no Bairro Ilhota.

Fonte: Autora.

5.4.2. Tendência de Ocupação sobre as Várzeas

No Bairro Centro, área de ocupação mais antiga do Município, a densidade de edificações é alta, onde grande parte do solo está impermeabilizada. Contudo, existem ainda algumas parcelas não edificadas, entre o Rio Fabrício e Rio Bela Cruz (Figura 53), as quais devem ser ocupadas de forma planejada, respeitando os princípios legais vigentes e com baixa taxa de impermeabilização do solo.

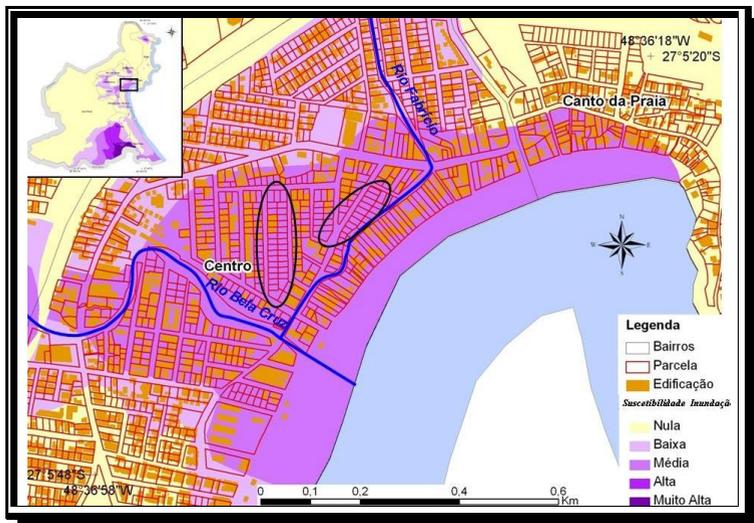


Figura 53: Estrutura fundiária no Bairro Centro, com destaque para as parcelas ainda não ocupadas em área com alta suscetibilidade a inundações.

Fonte: Autora.

Nas áreas já urbanizadas, com alta e média suscetibilidade a inundações nos Bairros Ilhota e Meia Praia (Figura 54 e 55), existe uma porção significativa de parcelas não ocupadas. Nessas áreas deve-se condicionar o adensamento a investimentos em infraestrutura, sobretudo no canal construído para a passagem do Rio Mata do Camboriú sob a BR 101 no Bairro Ilhota e, na ponte junto a Avenida Nereu Ramos no Bairro Meia Praia, como forma de evitar a expansão das zonas de riscos já existentes.

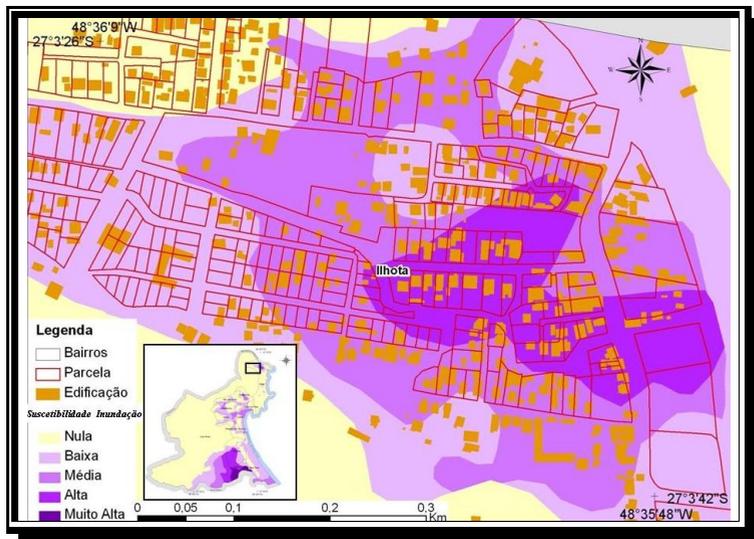


Figura 54: Estrutura fundiária da área com alta e média suscetibilidade a inundações no Bairro Ilhota.

Fonte: Autora.

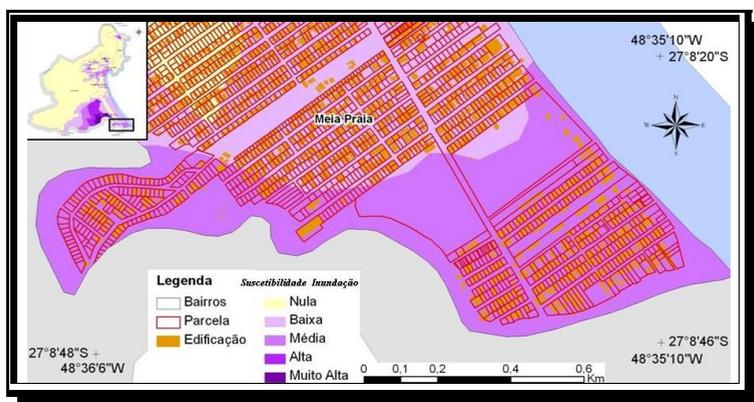


Figura 55: Estrutura fundiária da área com média suscetibilidade a inundações no Bairro Meia Praia.

Fonte: Autora.

A maior parte áreas de Gleissolo Háplico, nos Bairros Sertãozinho e Casa Branca (Figura 56 e 57), não se apresentam loteadas, com baixa densidade de edificações, por isso são classificadas como

áreas de médio e baixo risco, respectivamente, apesar das recorrentes inundações. Como já discutido, a ocupação de áreas de Gleissolo, só deve ser permitida depois de sanados os problemas de drenagem, do contrário, não se deve aprovar o loteamento das mesmas. Observando ainda o grande número de edificações em áreas não loteadas no Bairro Sertãozinho, de acordo com as parcelas cadastradas na prefeitura, salienta-se a importância da fiscalização e controle destas áreas por parte do Poder Público Municipal, de forma a atuar preventivamente no controle de assentamentos informais.

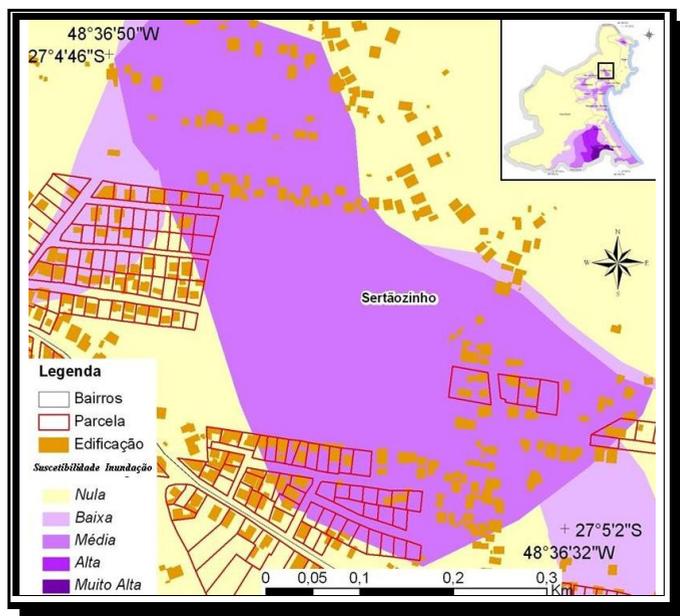


Figura 56: Estrutura fundiária em área de terreno alagadiço no Bairro Sertãozinho.

Fonte: Autora.

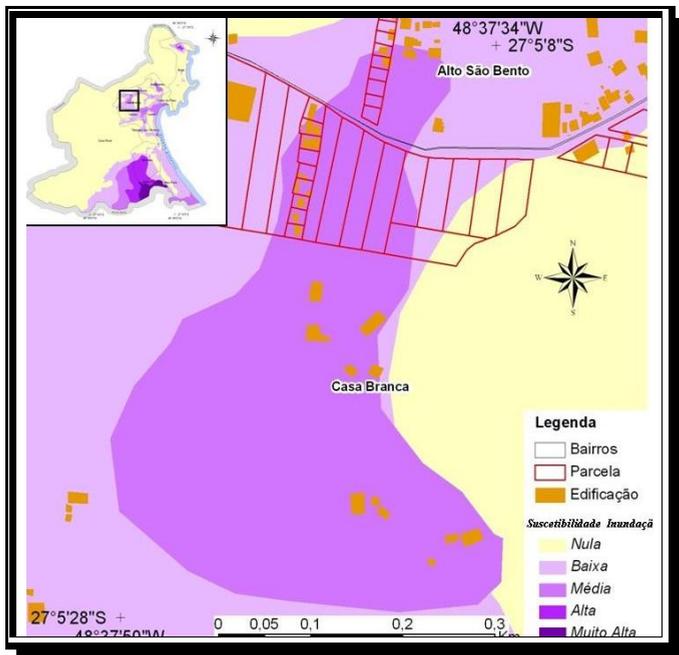


Figura 57: Estrutura fundiária em área de terreno alagadiço no Bairro Casa Branca.

Fonte: Autora.

Uma das maiores áreas de expansão do Município de Itapema localiza-se nos Bairros Morretes e Jardim Praiamar. Como se pode observar na Figura 58, a quase totalidade da área, sobre Gleissolo Háplico, encontra-se loteada. Essa é a área com maior tendência ao adensamento, capaz de expandir a zona de alto risco de inundações, a qual abrange atualmente parte do Bairro Jardim Praiamar, como consequência da continuidade da ocupação sem investimentos em infraestrutura para drenagem da área.

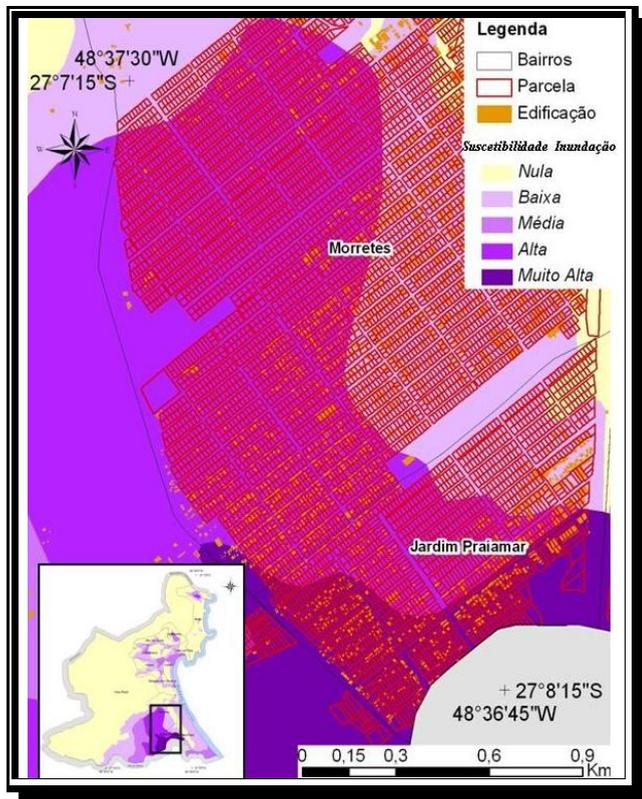


Figura 58: Estrutura fundiária em área de terreno alagadiço nos Bairros Morretes e Jardim Praiamar.

Fonte: Autora.

Por fim, analisou-se a Lei Complementar nº 16/2004 do Município de Itapema, a qual criou a Zona Industrial, com área de 645.000,00 m², e a Zona Comercial/Industrial, com área de 114.098,00 m², ambas no Sertão do Trombudo, em área adjacente aos Bairros Morretes e Praiamar, junto ao Rio da Fita. Com a localização aproximada (Figura 59), segundo os limites descritos na Lei, é possível constatar que a Zona Industrial e a Zona Comercial/Industrial foram locadas sobre terrenos alagadiços de Gleissolo Háptico. A maior parte desta área é atualmente de uso rizícola, não havendo, portanto, risco de danos econômicos, ambientais ou sociais diante das constantes inundações. Contudo, a utilização para comércio, indústria, ou outros serviços, como o presídio e a estação de tratamento de esgoto que já

existem na área, além do uso residencial pretendido, com parte do Loteamento Jardim Praiamar sobre a comunidade rural do Sertão do Trombudo, pode tornar toda essa área de alto risco a inundações, se não houver investimentos em um sistema de drenagem adequado.

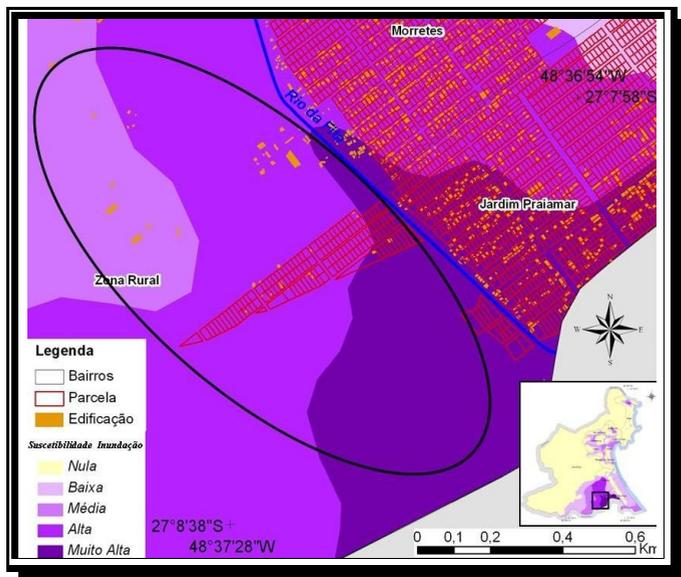


Figura 59: Localização da Zona Industrial e Zona Comercial/Industrial em área de terreno alagadiço na Comunidade do Sertão do Trombudo.

Fonte: Autora.

5.5. REESTRUTURAÇÃO DO ATUAL ZONEAMENTO E USO DO SOLO COM BASE NO ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO.

O Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) estabelece entre suas diretrizes gerais, o planejamento da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do município de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente; além da ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar o parcelamento, a edificação ou o uso excessivo ou inadequado do solo em relação à infraestrutura urbana e a degradação ambiental.

Deste modo, dispendo-se a cumprir os preceitos legais determinados no Estatuto da Cidade, as áreas suscetíveis a movimentos de massa ou inundações hoje desocupadas, assim como as zonas de

risco, onde já há ocupações, devem ser consideradas no atual processo de revisão do plano diretor de Itapema, visando o planejamento sobre essas áreas por meio de ações concretas de intervenção. Esse planejamento será facilitado pelos zoneamentos específicos das principais áreas de risco do Município, devendo incidir sobre todos os segmentos da sociedade, contribuindo para a justiça social e desenvolvimento sustentável de Itapema.

A Atual Lei Complementar nº 7/2002, a qual institui o Plano Diretor de Itapema, em seu Art. 5 estabelece que os objetivos específicos para a estrutura urbana do Município de Itapema devem estar diferenciados em áreas de planejamento. Dentre estas áreas de planejamento têm-se as Áreas Críticas, definidas como áreas de preservação permanente, merecendo tratamento especial, pela fragilidade em que se encontram suas estruturas, resultante de degradação, como as encostas de morros, os fundos de vale e as margens dos rios. Contudo não existe a localização e delimitação dessas Áreas Críticas, citando apenas em seu Art. 17, dentre as diretrizes para a preservação do meio ambiente, que a regulamentação da ocupação das áreas de encostas, faixas litorâneas, faixas de drenagem e fundos de vale, deve tomar por base a legislação ambiental em vigor.

A falta de mapeamento das Áreas Críticas, entendidas aqui como as áreas onde estão incluídas as zonas de risco a movimentos de massa ou deslizamentos, resulta na ineficiência das Leis Complementares nº 10/2002 e nº 8/2002 que instituem o plano físico territorial de Itapema. Estas leis instituem o regulamento do parcelamento do solo e o regulamento das edificações, respectivamente, estabelecendo que não será permitido o parcelamento do solo em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, vedando as construções em terrenos pantanosos ou alagadiços, antes de executadas as obras de escoamento, drenagem ou aterro necessárias. Proibindo ainda, o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento) e em terrenos onde as condições geológicas não aconselhem edificações.

A Lei Complementar nº 7/2002 estabelece em seu Art. 11 que as diversas formas de ocupação urbana do território municipal obedecerão às normas prescritas na Lei de Zoneamento e Uso do Solo (Lei nº 11/2002). Sendo os principais critérios definidores dessas normas: os usos atuais do solo do território municipal; as tendências e formas de expansão desses usos, bem como as restrições e vantagens a essas expansões; a capacidade de prestação de serviços urbanos pelo poder

público ou privado; o quadro atual do parcelamento do território e questões ambientais.

Analisando-se a Lei Complementar nº 11/2002, percebe-se que as zonas foram definidas de acordo com sua destinação urbana, apresentando quatro Zonas Residenciais diferenciadas por níveis de densidade de ocupação, duas Zonas Mistas Diversificadas e uma Zona de Produção diversificada destinada a expansão urbana. Além de uma Zona Rural de Preservação destinada à preservação das encostas, cobertura vegetal e recursos hídricos acima da cota 100, e da Zona de Preservação Permanente, a qual inclui três áreas de costões no Bairro Ilhota, uma área no Jardim Praiamar, o círculo de raio de 50 metros em torno das nascentes, linha de cumeeira de morros, margens dos corpos hídricos, as faixas da orla marítima com vegetação de restinga, os manguezais e as encostas com declividade superior a 45°.

Ainda de acordo com a Lei nº 11/2002 Setores Especiais destinados a assegurar padrões de ocupação adequados em áreas especiais, como setores de áreas verdes e fundos de vale, serão regulamentados por decreto do Executivo Municipal, levando em conta a Legislação existente e, enquanto não houver regulamento específico, tais atribuições serão exercidas pelo Conselho Municipal de Planejamento Urbano, que deverá considerar as características pecúneas de cada área. Contudo, tais setores especiais não foram identificados, tampouco os padrões adequados de ocupação desses.

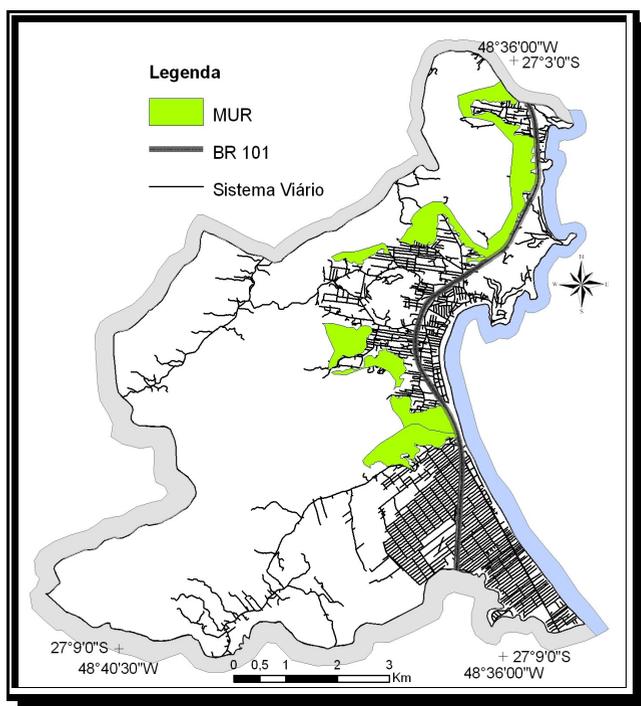
Assim, diante da falta de delimitação e descrição dos riscos a movimentos de massa e inundação no zoneamento de uso do solo do Município, o que acaba por acontecer em Itapema, assim como em grande parte dos municípios brasileiro, é a aprovação de projetos de ocupação condicionados à consulta e decisão junto aos técnicos da prefeitura. Essa situação comumente gera ônus a empreendedores que compram lotes em áreas zoneadas como edificantes, mas acabam não conseguindo aprovar seus projetos. Outra situação ainda mais grave é a aprovação de projetos em áreas de risco, como consequência da falta de informação sobre essas por parte dos técnicos da prefeitura.

Portanto, a partir dos estudos realizados neste trabalho, procurou-se verificar a existência de áreas conflitantes entre o atual zoneamento de uso do solo do Município com as áreas suscetíveis e as zonas de risco a movimentos de massa e inundações, indicando alterações na dinâmica de ocupações dessas. Abaixo serão descritas as microzonas criadas durante o processo de revisão do Plano Diretor de Itapema, onde o uso é

restringido e/ou condicionado a estudos técnicos, investimentos em infraestrutura e definição de parâmetros urbanísticos compatíveis.

5.5.1. Microzona de Uso Restrito

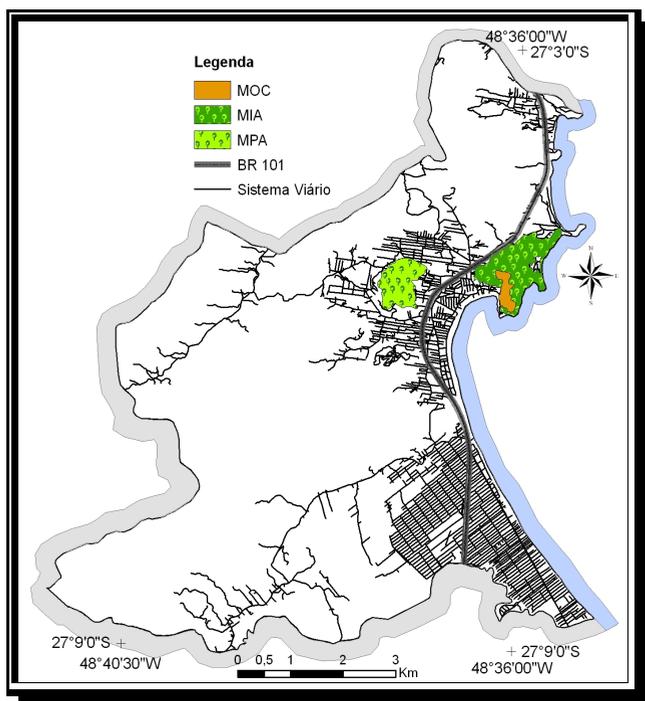
A Microzona de Uso Restrito – MUR abrange toda a encosta dos morros e montanhas a oeste, na parte urbana do Município (Mapa 7). A restrição a ocupação nessa Microzona resulta da suscetibilidade a movimentos de massa concomitantemente com as áreas de risco alto e muito alto. A ocupação na MUR está condicionada a estudos técnicos que identifiquem as áreas onde as condições geológicas permitam a construção de edificações, limitadas a residências unifamiliares, além de equipamentos de polícia e bombeiros, garantindo baixa densidade de ocupação e respeitando as legislações vigentes. Indica-se também uma avaliação detalhada dos riscos sobre as edificações já estabelecidas nesta Microzona e uma fiscalização eficiente de forma a coibir sua ocupação por meio de assentamentos irregulares.



Mapa 7: Microzona de Uso Restrito (MUR) criada durante o processo de revisão do Plano Diretor de Itapema.

Fonte: Adaptado do Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

Além da MUR, sobre as zonas suscetíveis a movimentos de massa, foram constituídas outras três Microzonas com base em critérios estratégicos para o desenvolvimento socioeconômico do Município, a Microzona de Preservação Ambiental – MPA, Microzona de Interesse Ambiental – MIA e Microzona de Ocupação Controlada – MOC (Mapa 8). Nestas, assim como na MUR, a ocupação está condicionada a estudos técnicos específicos que identifiquem as áreas onde as condições geológicas permitam a construção de edificações, garantindo baixa densidade de ocupação e respeitando as legislações vigentes.

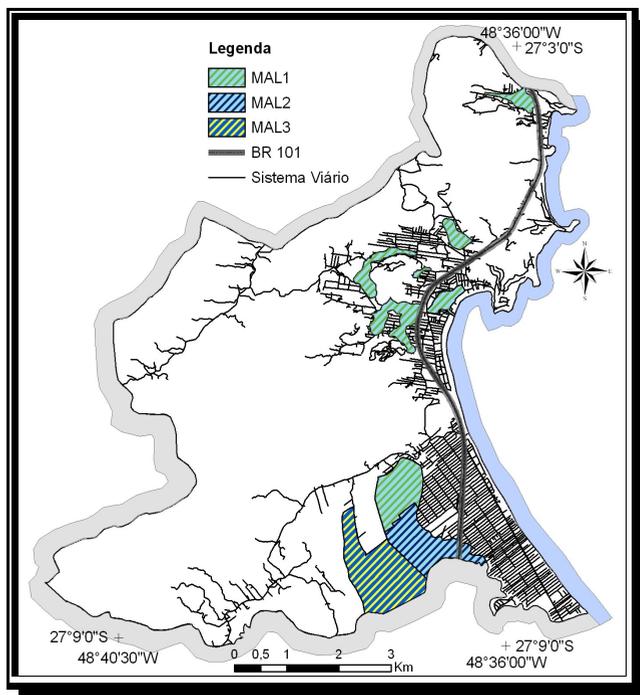


Mapa 8: Microzona de Preservação Ambiental (MPA), Microzona de Interesse Ambiental (MIA) e Microzona de Ocupação Controlada (MOC) criadas durante o processo de revisão do Plano Diretor de Itapema.

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

5.5.2. Microzonas Alagáveis

Foram definidas três Microzona Alagáveis – MAL1, MAL2 e MAL3 (Mapa 9). A Microzona Alagável 1 – MAL 1, abrange as áreas de risco em Gleissolo Háplico e Cambissolo Háplico nas áreas central e norte do Município e parte do Bairro Morretes, além das áreas de alto ou muito alto risco em Neossolo Quartzarênico. Esta Microzona foi criada por abranger áreas de menor risco ou por serem de alto risco, mas estarem incluídas no atual projeto de macrodrenagem desenvolvido pela municipalidade. Contudo, nesta Microzona, devido a frequência de inundações, a única forma de ocupação permitida será a residencial unifamiliar, sempre condicionada a estudos de viabilidade, até que os problemas de inundações sejam efetivamente sanados. Indica-se também para esta Microzona, onde ainda não há edificações, uma baixa densidade de ocupação e fiscalização para impedir invasões.



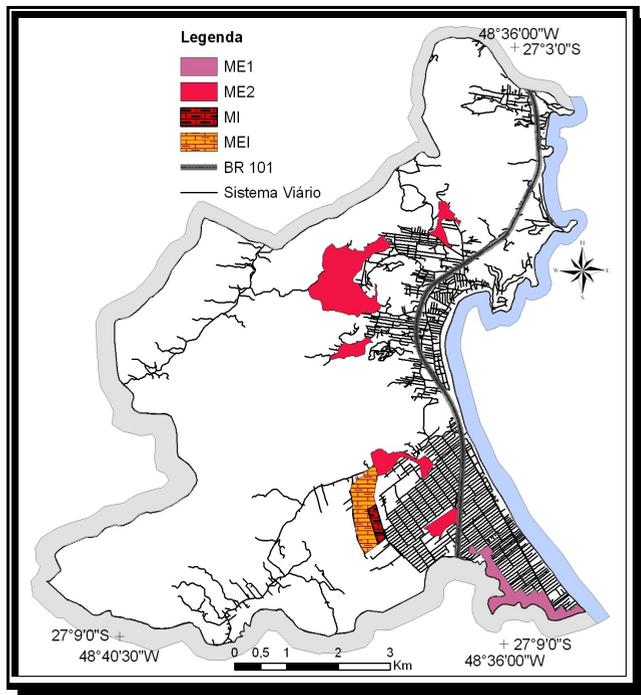
Mapa 9: Microzonas Alagáveis 1, 2 e 3 (MAL1, MAL2 e MAL3) criadas durante o processo de revisão do Plano Diretor de Itapema.

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

A Microzona Alagável 2 – MAL 2 localizada ao sul do Município abrange na área urbana as áreas já ocupadas de Gleissolo Háplico, nos Bairros Meia Praia, Morretes e Jardim Praiamar, onde o risco de inundações varia de médio a muito alto. Contudo, assim como na Microzona anterior, devido a frequência de inundações, a única forma de ocupação permitida será a residencial unifamiliar, sempre condicionada a estudos de viabilidade, até que seja sanado o problema de inundações por meio de investindo em sistemas de drenagem. Para as áreas onde a infraestrutura de drenagem for insuficiente ou economicamente inviável, deve-se realocar a população para áreas de menores riscos.

A Microzona Alagável 3 – MAL3 na área Rural abrange as áreas mais suscetíveis a inundações na comunidade rural do Sertão do Trombudo. Nesta área, ainda não há uma ocupação significativa, contudo, já é possível observar algumas invasões. Por isso, a prevenção através de uma fiscalização eficiente e continuada, de forma a coibir novos assentamentos irregulares, é de fundamental importância para o desenvolvimento sustentável do Município. Nesta Microzona, onde se permite atualmente indústrias, habitações unifamiliares e coletivas será permitido, com a instituição da MAL3, apenas o uso agrícola.

Por fim, existem quatro Microzonas onde os riscos de inundações atualmente são baixos ou nulos, mas tem potencial para transformarem-se em áreas de alto risco, como consequência de uma ocupação desordenada. São as Microzonas de Expansão 1 e 2 – ME1 e ME2, Microzona Industrial – MI e Microzona de Expansão Industrial – MEI (Mapa 10). Em todas essas Microzonas, a ocupação ou aumento da densidade de ocupação deve ser planejado, condicionando o uso à implantação de infraestrutura para drenagem das áreas e definindo-se parâmetros urbanísticos (como permeabilidade e taxa de ocupação) compatíveis as características ambientais de cada Microzona.



Mapa 10: Microzonas de Expansão 1 e 2 (ME1 e ME2), Microzona Industrial (MI) e Microzona de Expansão Industrial (MEI) criadas durante o processo de revisão do Plano Diretor de Itapema.

Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A seguir serão sintetizadas as principais conclusões obtidas durante a condução desta dissertação, e apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

6.1. CONCLUSÕES

Os municípios do litoral catarinense, assim como ocorre em Itapema, iniciaram sua ocupação sobre as altitudes baixas das planícies, em grandes áreas de solos sedimentares, argilosos e hidromórficos, resultando em manchas urbanas sobre áreas suscetíveis a inundações. Atualmente, a ocupação estende-se para terrenos de relevo acidentado, em solos graníticos característicos da Serra do Mar, onde o gradiente textural resulta em alta suscetibilidade a movimentos de massa, diante de chuvas intensas ou prolongadas. Apesar disso, a maior parte dos municípios da faixa costeira de Santa Catarina não possui estudos específicos relacionados às zonas de risco, onde os desastres são recorrentes.

Em Itapema, a urbanização acelerada, devido ao intenso processo migratório a partir da década de 70, sobretudo da população de baixa renda, levou a ocupação de grande extensão de solos de várzea, a qual começa a estender-se sobre áreas mais altas e íngremes, criando grandes zonas de risco no Município. Considerando essa intensa ocupação nas áreas de planície e encosta, faz-se necessário o planejamento do uso do solo por meio de estudos preventivos, já que além de evitar desastres, a prevenção é bem menos onerosa aos cofres públicos, quando comparada a medidas corretivas ou de eliminação dos problemas já instalados.

O estudo direcionado ao mapeamento de áreas suscetíveis a movimentos de massa e inundações e zonas de risco na presente pesquisa (texto confuso), alcançou os objetivos propostos e está sendo de fundamental importância na realização do planejamento do uso e ocupação do solo no Município de Itapema, fornecendo subsídios para a execução da revisão do plano diretor, de forma a amenizar, reduzir ou até mesmo eliminar as situações de riscos.

Dentre as dificuldades para a delimitação, compreensão e adoção das informações produzidas na presente pesquisa para o novo plano diretor do Município destacam-se:

- a) Disponibilidade e qualidade das informações cartográficas;
- b) Valoração dos recursos naturais (compreensão pela população da importância da paisagem para o turismo, da criação de áreas de preservação para conservação dos recursos hídricos, etc.);
- c) Adoção de intervenções de médio a longo prazo visto que no cenário político necessita-se de resultados em curto prazo;
- d) Pressão de empresários para que os interesses de particulares prevaleçam sobre o interesse coletivo;
- e) Insuficiência de técnicos na gestão pública Municipal para a manipulação e atualização do banco de dados.

Considerando que esta pesquisa se propôs ao zoneamento das áreas de risco com base na pedologia, utilizando-se do Sistema de Informações Geográficas, integrado ao Cadastro Técnico Multifinalitário, as conclusões serão apresentadas em três tópicos a seguir.

6.1.1. Delimitação das Áreas Suscetíveis a Movimentos de Massa e Inundações e Zoneamento de Risco tendo como base a Pedologia

A metodologia utilizada nesta dissertação, para delimitação das áreas suscetíveis a movimentos de massa e inundações do Município de Itapema, por meio do método heurístico de investigação, mostrou-se eficiente. Esse método permitiu produzir, com poucos dados disponíveis e em um curto espaço de tempo, informações confiáveis, visto que as áreas apontadas nos mapas de suscetibilidade foram reconhecidas pela municipalidade e municípios de Itapema como áreas de ocorrência desses eventos.

A pedologia demonstrou-se apta a ser usada como base para chaves de classificações que busquem indicar o grau de suscetibilidade no âmbito municipal, uma vez que os solos originam-se de diferentes cenários atuando assim, como importante marcador de ambiente. Deste modo, observando-se o mapa de suscetibilidade a movimentos de massa é possível concluir que as áreas de maior suscetibilidade em Itapema

localizam-se sobre Argissolo Vermelho-Amarelo. Já o mapa de suscetibilidade a inundações, mostra que as áreas mais suscetíveis estão em terrenos de Gleissolo Háplico.

Ainda, a definição das classes dos mapas temáticos de declividade, hipsometria e cobertura florestal, condicionantes utilizados para agravamento ou minimização da suscetibilidade, foram adequadas para que esta fosse detalhada. Com isso, a indicação de cinco graus de suscetibilidade, a partir do mapa de solos, por meio da consideração dos condicionantes, permitiu chegar-se a um resultado satisfatório.

Também, a metodologia utilizada para o zoneamento das áreas de risco, por meio da sobreposição dos mapas temáticos de suscetibilidade com o mapa de estrutura fundiária, concomitantemente, com trabalho de campo para obtenção de dados técnicos específicos e informações relacionadas ao histórico de desastres ocorridos, mostrou-se adequada. Esse zoneamento possibilitou a identificação dos locais onde a vida da população corre perigo, assim como seus bens materiais, além de equipamentos e infraestrutura pública.

As zonas de maior risco de movimentos de massa encontram-se espalhadas em vários pontos do Município, na parte inferior de morros e montanhas, onde há edificações em terrenos declivosos ou próximas as áreas de solo exposto, destacando-se os cortes nos taludes para construção de estradas e exploração de jazidas. Contudo, a zona de maior risco em Itapema, tida aqui como o maior problema social do Município, encontra-se ao sul, nos Bairros Jardim Praiamar e Morretes. Esta zona foi assim caracterizada devido ao grande número de famílias que ali se encontram e as constantes inundações, sendo os problemas recorrentes diante de chuvas intensas ou prolongadas.

Merece destaque o fato de que o mapa de zoneamento de risco gerado neste trabalho mostra o diagnóstico atual do Município, contudo, como consequência de possíveis intervenções do homem no ambiente, principalmente através da realização de cortes, aterros e construções precárias sem os devidos critérios técnicos de construção, as áreas que possuem suscetibilidade baixa e média podem constituir-se em zonas de alto ou muito alto risco.

6.1.2. Avaliação do Uso do SIG como Ferramenta para a Identificação e Planejamento das Áreas de Risco

Os produtos oriundos de técnicas de sensoriamento remoto foram fundamentais para a presente pesquisa. A interpretação de fotografias

aéreas e imagens de satélite em ambiente SIG permitiu a geração dos vetores de hidrografia de Itapema, além da atualização dos arquivos vetoriais de edificações e sistema viário. Também com base na imagem de satélite QuickBird de 2008, foi produzido o mapa de uso do solo para identificação das ocupações e diferentes atividades atualmente desenvolvidas no Município. Ainda, a análise das imagens, permitiu detectar mudanças no uso do solo entre os anos de 1978, 2001 e 2008, identificando-se o avanço das ocupações sobre as áreas de interesse ambiental e loteamentos irregulares em áreas rurais, infringindo princípios legais vigentes.

A partir da definição de critérios para análise da suscetibilidade, o uso do SIG possibilitou a elaboração e cruzamento de dados físico-ambientais do Município, de forma rápida, produzindo-se informações por meio de mapas temáticos, das áreas suscetíveis a movimentos de massa e inundações. Em seguida, possibilitou analisar, por meio da sobreposição de mapas temáticos e do banco de dados construído com informações obtidas em campo, as áreas suscetíveis já ocupadas, para o zoneamento das áreas de risco.

Visto que a análise de riscos geológicos e hidrológicos envolve o manuseio e interpretação de uma grande quantidade de informações, conclui-se que o uso do SIG mostrou-se uma ferramenta adequada com os dados disponíveis, capaz de facilitar a identificação e delimitação das zonas de risco em Itapema. Com auxílio dessa ferramenta, foi possível organizar dados de diferentes fontes e transformá-los em informação útil para a municipalidade e municípios, de forma que o uso e ocupação do solo no Município sejam precedidos da busca dessa informação.

Conclui-se também quanto a importância neste trabalho da representação espacial por meio da cartografia temática, correlacionando por meio de simbolismos, feições reais de Itapema aos mapas produzidos. Além disso, é importante citar que os programas (*softwares*) utilizados para mudança do referencial geodésico de todos os dados vetoriais, que se encontravam em SAD-69, para SIRGAS 2000 (ProGrid), assim como para o georreferenciamento e vetorização dos dados, cruzamento de informações, interpolação de resultados e edição final dos mapas em ambiente SIG (ArcGIS 9.2.) foram eficientes.

Destaca-se como um dos grandes benefícios na utilização do SIG para este trabalho, desenvolvido concomitantemente com o projeto de revisão do plano diretor de Itapema, o repasse do banco de dados para a municipalidade, visando possíveis atualizações e inserções de novos dados na medida em que os mesmos vão sendo gerados. Para isso, o SIG

deve ser encarado como um instrumento estratégico, sendo de grande importância que essas informações sejam compartilhadas pelas diversas secretarias de governo.

6.1.3. Avaliação da Necessidade do CTM como Subsídio ao Processo de Tomada de Decisões na Gestão de Áreas de Risco

O cadastro do Município de Itapema possui apenas informações de localização, forma e dimensão das parcelas para fins tributários, exposto em documento cartográfico e base de dados alfanumérica, compondo o chamado Cadastro Técnico. Esta visão do cadastro apenas para arrecadação tributária é bastante simples. O CTM, quando adotado pelos municípios, pode atuar como um inventário territorial sistemático, fundamentando as tomadas de decisões dos gestores públicos.

Diversas informações podem ser conectadas à parcela para o planejamento e ordenamento das zonas de risco de Itapema. Para isso, o cadastro deve atender a premissa de servir a múltiplos fins, aumentando sua importância para o processo de planejamento e gestão no uso do solo, contemplando além dos aspectos econômicos, físicos e jurídicos, dados ambientais e sociais, constituindo-se o CTM.

A análise das zonas de risco, estruturada com o CTM, poderia associar uma série de informações mais detalhadas como, por exemplo, o número de moradores em cada edificação, idade, rendimentos, serviços de água e saneamento recebidos, tipo de solo, declividade, cota de inundação, etc. Ou seja, a partir do conhecimento da realidade de cada parcela é possível trazer uma maior segurança e transparência para a gestão das zonas de risco, ao fornecer aos munícipes informações relevantes de cada imóvel para justificar uma tomada de decisão.

Ressalta-se ainda a limitação do resultado final da metodologia aplicada, sobretudo das áreas suscetíveis a movimentos de massa, como consequência da escala dos dados utilizados. O Município possui informações na escala 1:2000 apenas da área urbanizada, assim, para a área rural, onde localizam-se a maior parte dos morros e montanhas de Itapema, foram utilizados dados na escala 1:50.000 obtidos junto ao IBGE. Salienta-se que a implantação do CTM nessas condições, onde as parcelas não podem ser analisadas em escalas adequadas ao tamanho que representam, torna-se inviável.

Outro ponto importante é a desatualização do cadastro de Itapema, devido à dinâmica na ocupação do território e a velocidade do mercado imobiliário. A atualização do cadastro é indispensável para planejar eficientemente o Município, de forma a perceber as mudanças, redefinir metas e projetar ações. Por isso, para que o cadastro seja útil à administração municipal, seus dados devem ser confiáveis e sistematicamente atualizados, de forma que seja possível reavaliar situações e necessidades de cada zona de risco.

6.2. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se para a continuidade das linhas de pesquisas deste trabalho e refinamento das informações produzidas no Município de Itapema:

- a) Maior número de trabalhos de campo com aberturas de perfis em trincheiras para delimitação mais precisa das áreas de cada tipo de solo e detalhamento na classificação;
- b) Apurar o grau de suscetibilidade das áreas delimitadas com a inclusão de outros condicionantes, como dados geológicos, de vazão, forma das encostas, etc.;
- c) Adoção de escala cartográfica adequada para a gestão do Município, recomendando-se a escala 1:5.000 na área rural e 1:1.000 na área urbana;
- d) Realizar estudo detalhado sobre as cotas máximas de cheias em cada zona de risco de inundação;
- e) Realizar a manutenção e limpeza constante das valas como medida de prevenção das inundações;
- f) Realizar análises temporais mais detalhadas para identificação de ocupações irregulares de acordo com os princípios legais vigentes;
- g) Realizar estudos técnicos que identifiquem, nas encostas do Município, as áreas onde as condições geológicas permitam a construção;
- h) Realizar estudo técnico para avaliação dos riscos a movimentos de massa na subida de Estrada Geral do Areal de modo a minimizar o risco de desastres;

- i) Fiscalizar as áreas públicas e privadas não edificadas como forma de evitar o desenvolvimento de assentamentos informais em áreas suscetíveis a consequente expansão das zonas de risco;
- j) Fiscalizar a ocupação e desmatamentos da mata ciliar ao longo dos rios, recuperando-a sempre que possível, de modo a atenuar o assoreamento dos rios;
- k) Fiscalizar as atividades desenvolvidas nas jazidas de mineração em exploração e recuperar as áreas de solo exposto de modo a minimizar o risco de desastres;
- l) Direcionar de novas ocupações e loteamentos para áreas onde a suscetibilidade a movimentos de massa e inundação é menor, conforme indicado nos mapas;
- m) Condicionar o uso e ocupação do solo em área suscetível a inundações à implantação de infraestrutura para drenagem e definição de parâmetros urbanísticos compatíveis as características ambientais de área;
- n) Avaliar detalhadamente os riscos sobre as edificações já estabelecidas nas zonas de risco de modo a evitar a ocorrência de desastres;
- o) Realocar a população para áreas de menores riscos em zonas onde o risco de inundação for muito alto e o investimento em infraestrutura insuficiente ou economicamente inviável;
- p) Criar um banco de dados sobre desastres e eventos naturais ocorridos no Município para auxiliar os técnicos no planejamento e gestão dessas áreas;
- q) Inclusão das microzonas apresentadas nesse trabalho no projeto de revisão do Plano Diretor de Itapema, como forma de trazer maior segurança na gestão das zonas de riscos do Município;
- r) Replicar a metodologia proposta em outros municípios visando aprimorar seus procedimentos e constatar sua adequação em outros cenários físico-ambientais;
- s) Estruturar o CTM de Itapema, com dados espaciais, ambientais, censitários, estatísticos, fundiários e legais,

alcançando-se a classificação e identificação dos riscos individuais de cada parcela.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR12267 – **Normas para a elaboração de Plano Diretor**. Rio de Janeiro, 1992.
- ABRIL, A. G.; ANGUITA, P. M.; MARTÍN, M. Á.; CALCERRADA, R. R. Introducción. In: AGUITA P. M. *et. al.* **Planificación Física y Ordenación del Territorio**. Madrid: Ed. Dykinson, S. L. 2006. 332 p.
- ÁGUILA, M. & ERBA, D. A. El Rol del Catastro em el Registro del Territorio. In: ERBA, M. A. **Catastro Multifinalitário: aplicado a la definición de políticas de suelo urbano**. Cambridge, Ma: Lincoln Institute of Land Policy, 2007. 448p.
- ANGUITA, P. M.; ABRIL, A. G.; MARTÍN, M. Á.; CALCERRADA, R. R.; PASCUAL, C.; PEDROCHE, B. Planificación Física. In: AGUITA P. M. *et. al.* **Planificación Física y Ordenación del Territorio**. Madrid: Ed. Dykinson, S. L. 2006. 332 p.
- AMERICAN GEOLOGICAL INSTITUTE. **Livro Básico de Geologia e Ciências Afins**. Volume I. São Paulo: FUNBEC (Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências), 1970. 116p.
- BARREDO, J. I.; BENAVIDES, A.; HERVÁS, J.; WESTEN, C. J. **Comparing heuristic landslide hazard assessment techniques using GIS in the Tirajana basin, Gran Canaria Island, Spain**. JAG: International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 2, n. 1, p. 9-23, 2000.
- BENGEL, M. **Grundbuch, Grundstück, Grenze: Handbuch zur Grundbuchordnung unter Berücksichtigung Katasterrechtlicher Fragen**. Berlin, Luchterhang, 2000. 555p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Editora Livrocetes, 1985. 392p.
- BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Florianópolis: V. III, Editora da UFSC, 2003. p. 887 – 1436.

BLACHUT, T. J. **Cadastre: variouns functions characteristics, techniques and the planning of a land records system.** Canadá: National Council, 1974.

BORGES, J. D. R.; LASKE, J.; LOPES, L. H. A. **Planejamento Espacial e Gestão Territorial: Um Perfil do Crescimento do Município de Florianópolis Santa Catarina.** In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Anais... Florianópolis: UFSC. 2004. CD – ROM.

BRASIL, 2005. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano diretor Participativo: Guia para elaboração pelos municípios e cidadãos.** Brasília: Ministério das Cidades, 2005.160p.

BRASIL, 2007. MINISTÉRIO DAS CIDADES/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS. **Mapeamento das Áreas de Riscos em Encostas e Margens de Rios.** Brasília: Ministério das Cidades, 2007. 176p.

BRASIL, 2009. MINISTÉRIO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GRSTÃO/INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Programa de Transformação de Coordenadas - ProGrid.** Acesso em 05/11/2009. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/param_transf/default_param_transf.shtm

BRASIL, 2010a. MINISTÉRIO CIDADES. **Zeca Dastro e as Diretrizes para o Cadastro Territorial Multifinalitário: As diretrizes para a criação, instituição e atualização do CTM nos municípios brasileiros.** Portaria 511, 2009. Acessado em 25/05/2010. Disponível em http://www.cidades.gov.br/capacitacao-1/publicacoes/MIOLO_Gibi.pdf/view

BRASIL, 2010b. MINISTERIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL/SECRETARIA NACIONAL DA DEFESA CIVIL. **Glossário da Defesa Civil: Estudos de Riscos e Medicinas de Desastres.** 5 ed. Acesso em 07/11/2010. Disponível em <http://www.defesacivil.gov.br/publicacoes/publicacoes/glossario.asp>

CÂMARA, G. & MEDEIROS, J. S. de M. Princípios Básicos em Geoprocessamento. In: ASSAD, E. D. & SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura**. 2 ed. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1998. 434p.

CARDONA, O. D. A. Manejo Ambiental Y Prevención de Desastres: Dos Temas Asociados. In: FERNÁNDEZ, M. A. **Ciudades en Riesgo: Degradación ambiental, Riesgos Urbanos Y Desastres**. LA RED -Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 1996, p. 57-74.

CARVALHO, P. A. S. de. **Manual de Geotecnia: Taludes de rodovias: Orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991. 388p.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N. de O. e RIO, G. A. P. do. **Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, abordagens e escalas**. IN: Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. Rio de Janeiro. Vol. 28-2/2005, p.11-30.

CERRI, L. E. da S.; AMARAL, C. P. do. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. 586p.

CHAU, K. T.; SZE, Y. L.; FUNG, M, K.; WONG, W. Y.; FONG, E. L.; CHAN, L. C. P.. **Landslide hazard analysis for HongKongusing landslide inventory and GIS**. Computers & Geosciences 30 (2004) P. 429-443. Acesso em 11/11/2010. Disponível em http://dusk.geo.orst.edu/buffgis/PDFs/landslide_hazard_geo580.pdf

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188p.

CONSTITUIÇÃO FEDERAL, DE 1988. **Constituição de República Federativa do Brasil de 1988**. Acesso em 31/08/2010. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Constituicao.htm

DUARTE, P. A. **Fundamentos de Cartografia**. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2002. 208p.

EMBRAPA SOLOS - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Serviço de Produção de Informação, SPI, Brasília, DF, 1999, 411p.

EMBRAPA SOLOS - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412p.

ERBA, D. A. **El Cadastro Territorial em América Latina y El Caribe**. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2008. 428p.

ERBA, D. A.; ÁGULA, M. Cartografia Catastral Urbana. In: ERBA, D. A. **Catastro Multifinalitário: aplicado a la definición de políticas de suelo urbano**. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007. 448p.

FARIAS, V. F. **Itapema: Natureza, História e Cultura: para o ensino fundamental**. Ed. do autor, 1999.

FERNANDES, E.; ALFONSIN, B. **Direito Urbanístico: Estudos Brasileiro e Internacionais**. Belo Horizonte: Del Rey, 2006. 392p.

FIG. FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE GEÔMETRAS. 1995. **Declaração Sobre o Cadastro**. Acesso em 16/08/2010. Disponível em http://www.fig.net/commission7/reports/cadastre/statement_on_cadastre.html

FIORILLO, C. A. P. **Estatuto da Cidade comentado: Lei 10.257/2001: Lei do Meio Ambiente Artificial**. 4. Ed. São Paulo: Editora revista dos Tribunais, 2010. 303p.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2008. 160p.

FLORENZANO, T. G. Introdução à Geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: Conceitos e Técnicas Atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318p.

GÜELL, J. M. F. **Planificación Estratégica de Ciudades**. Barcelona: Gustavo Gili, 1997. 240p.

GUERRA, A. J. T.. Encostas e a Questão Ambiental. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. **A Questão Ambiental: Diferentes Abordagens**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 250p.

GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. de; GOMES, R. A. T.; FERNANDES, N. F. Movimentos de Massa. In: FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: Conceitos e Técnicas Atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318p.

GUIMARÃES, J.B.; RIZZI, N. E. **Manejo de bacias hidrográficas**. Curitiba: UFPR, 2000. 202p.

HERRMANN, M. L. P.; KOBİYAMA, M.; MARCELINO, E. V. Inundação Gradual. In: HERRMANN, M. L. P. (Org). **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: IOESC, 2005. 146 p.

HUANG, W.; LIU, H.; LUAN, Q.; JIANG, Q.; LIU, J.; LIU, H. **Detection and Prediction of Land Use Change in Beijing based on Remote Sensing and GIS**. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B6b. Beijing 2008. Acesso em 05/01/2011. Disponível em http://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/6b_pdf/13.pdf

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Pedologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 323p.

IBGE, 1995. Resolução do Presidente do IBGE Nº 1/2005. **Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro**. Acesso em 05/11/2009. Disponível em ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/legislacao/RPR_01_25fev2005.pdf

JACOBI, P. **Meio Ambiente: percepções e práticas em São Paulo**. São Paulo: Annablume, 1999. 191p.

JENNY, H. **Factors of soil formation: A system of quantitative**. New York, McGraw-Hill, 1941. 271p.

KELM, D. F. P. **Estruturação de um Cadastro Histórico para Análise Física e Ambiental de Áreas de Mineração de Carvão**. 1999. 231 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, 1999.

KOBIYAMA, M. *et. al.* **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006. 109p.

LEDO, A. P. C. **Ciudad y Desarrollo Urbano**. Editoria Sintesis S.A. Madrid, 2001. 287 p.

Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. Acesso em 10/06/2010. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/LEIS_2001/L10257.htm

Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. **Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências**. Acesso em 04/05/2010. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm

Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal**. Acesso em 31/08/2010. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm

Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras Providências**. Acesso em 31/08/2010. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm

Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. **Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências**. Acesso em 31/08/2010. Disponível em

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solos a campo**. 2. Ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Embrapa – SNLCS, 1984. 46p.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2002. 178p.

LO, C. P. **Applied Remote Sensing**. Longman Scientific and Technical, Harlow (UK). New York (USA). 1986. 393 p.

LOCH, C. & KIRCHENER, F. F. **Cadastro: a base do planejamento regional**. In: Encontro Brasileiro de Economia Florestal, I. Anais. Curitiba, 1988. EMBRAPA-CNPQ, v. 2, p. 294-306.

LOCH, C. **Cadastro Técnico Rural Multifinalitário como Base à Organização Espacial do Uso da Terra a Nível de Propriedade Rural**. Tese apresentada como parte do concurso para professor titular. Edital nº 502/DP/92. Florianópolis, 1993. 128p.

LOCH, C. **Cadastro Técnico Multifinalitário: urbano e rural**. UFSC, Florianópolis, 1998. 70p.

LOCH, C. & ERBA, D.A. **Cadastro Técnico Multifinalitário: Rural e Urbano**. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007. 142p.

LOCH, C. **A interpretação de imagens aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais**. 5 ed. – Florianópolis. Ed. Da UFSC, 2008, 103p.

MACDONNELL, R. A.; BURROUGH, P. A. Principles of Geographic information Systems. In: MADDEN, M. **Manual of Geographic Information Systems**. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing ISBN: 1-57083-086-X. 1352p.

MACIEL FILHO, C. L. **Introdução à Geologia de Engenharia**. Santa Maria: Editora da UFSM; Brasília: CPRM, 1994. 284p.

MARICATO, E. **Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana.** 2 ed. Petrópolis: Vozes. 2001. 204p.

MARTINELLI, M. **Mapas da Geografia e Cartografia Temática.** 5. ed. São Paulo: Contexto, 2009. 110p.

MENESES, P. R. Fundamentos de Radiometria Óptica Espectral. In: MENESES, P. R.; NETTO, J. S. M. **Sensoriamento Remoto: Reflectância dos alvos naturais.** Brasília, DF: UnB; Planaltina: Embrapa Cerrados. 2001.

MENTGES, M. I. **Implicações do uso do solo nas propriedades físico-hídricas e mecânicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo e de um Gleissolo Háptico.** Dissertação (Mestre em Ciência do Solo). Santa Maria: UFSM, 2010. 107p.

MOLENAAR, M.; OOSTEROM, P. van. Conceptual Tools for Specifying Spatial. In: MADDEN, M. **Manual of Geographic Information Systems.** American Society for Photogrammetry and Remote Sensing ISBN: 1-57083-086-X. 1352p.

MOLINA, M.A. **Cadastro Imobiliário.** Valencia, Centro de Engenharia Econômica, Universidade Politécnica de Valencia, 2003. ISBN 84 9705391-5420 p.

NETZBAND, M.Ç WILLIAM, L.Ç REDMAN, C. **Applied remote Sensing for Urban Planning, Governance and Sustainability.** Springer, 2007. 278p.

NOVO, E. M. L. de. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações.** São Paulo: Editora Blucher, 2008. 363p.

OLIVEIRA, F. A.; MELLO, E. L.; PAIVA, E. C. R.; CALIJURI, M. L. **Identificação e Discriminação de Áreas de Risco no Entorno Urbano de Ipatinga, Brasil.** Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil. Vol. 7(1) p. 59 - 70. Acesso em 05/12/2009. Disponível em <http://academic.uprm.edu/laccei/index.php/RIDNAIC/article/viewFile/124/123>

ONU (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS). **Programa de Conjunto para 1ª Redução de los Desastres Naturales em los Años 90**. Informe 1990/1991. Ginebra, 1992.

ONU (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS). *Working party on world landslide inventory*. Bulletin of the IAEG, 41, 1993. p 5-12.

PIUMETTO M.; ERBA, D.A. Geotecnologías Aplicadas al Catastro Territorial. In: ERBA, D. A. **Catastro Multifinalitário: aplicado a la definición de políticas de suelo urbano**. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007. 448p.

PRADO, H. do. **Solos do Brasil: Gênese, Morfologia, Classificação, Levantamento e Manejo**. 3. ed. Piracicaba: H. do Prado, 2003. 275p.

RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S. B.; CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5. ed. Lavras: Editora UFLA, 2007. 322p.

ROCHA, C.H.B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora, 2000. 220p.

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990. 88p.

SABINS, JR. F. F. **Remote Sensing: Principles and Interpretation**. Freeman, San Francisco. 1986. 449p.

SALOMÃO, F. X. de T.; ANTUNES, F. dos S. Solos em Pedologia. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. 586p.

SANTA CATARINA/ SECRETARIA DE AGRICULTURA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina**. v.1 Florianópolis: MEC/MINTER, 1973.. 248p

SANTORO, P. & CYMBALISTA R. **Plano Diretor**. Instituto Pólis: Boletim DICAS, n. 221, 2004. Acesso em 05/08/2009. Disponível em http://www.polis.org.br/download/arquivo_boletim_93.pdf

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2004. 184p.

SASSEN, S. **The Global City**. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1991. 288 p.

SILVA, JOSÉ AFONSO. **Direito Urbanístico Brasileiro**. 6. ed., São Paulo: Malheiros, 2010. 470p.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys**. 2.ed. Washington, U.S. Department of Agriculture/Natural Resources Conservations Service, 1999. 871p.

SOUZA, A. L.; SOBREIRA, F. G.; PRADO FILHO, J. F. do. **Cartografia e Diagnóstico Geoambiental Aplicados ao Ordenamento Territorial do Município de Mariana – MG**. Revista Brasileira de Cartografia Nº 57/03, 2005. (ISSN 1808-0936). p. 189-203. CD – ROM.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Editora Blucher, 2003. 400p.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. de. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995. 428 p.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (ORG.) **Inundações Urbanas da América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. 471p.

TUCCI, C. E. ; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. de M. **Gestão da Água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2003. 156p.

TUCCI, C.E.M.; CLARKE, R.T. **Impactos das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão**. RBRH, Porto Alegre, v. 2, n.1, p.135-152. 1997.

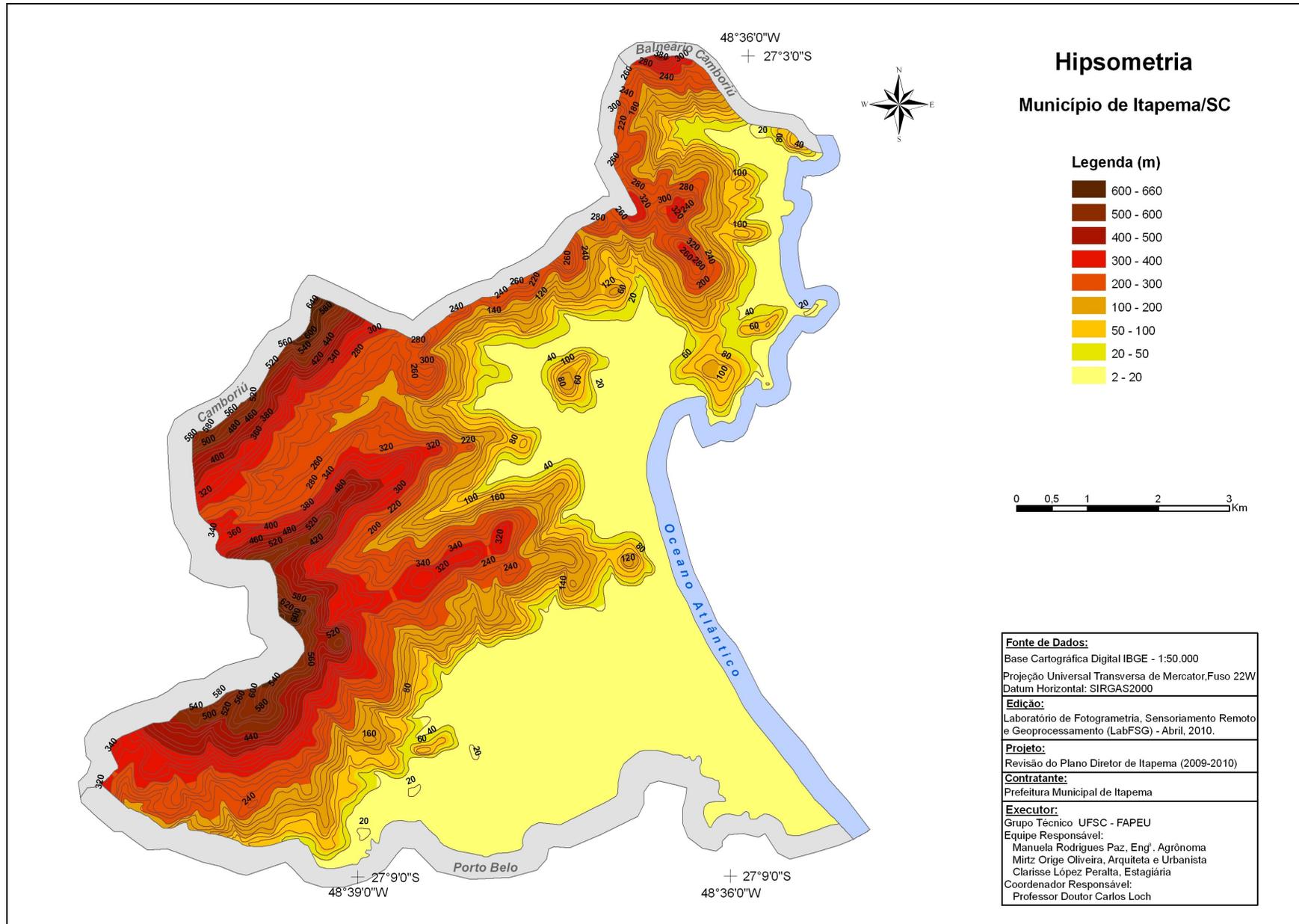
UBERTI, A. A. A. **Santa Catarina: Proposta de Divisão Territorial em Regiões Edafoambientais Homogêneas**. Tese (Doutorado em Eng. Civil). Florianópolis: UFSC, 2005. 185p.

UFRGS (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL). **Projeto Camboriú – Mapa Geológico 1:25.000 das folhas Camboriú e parte sul da Folha Itajaí**. Trabalho de Graduação, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

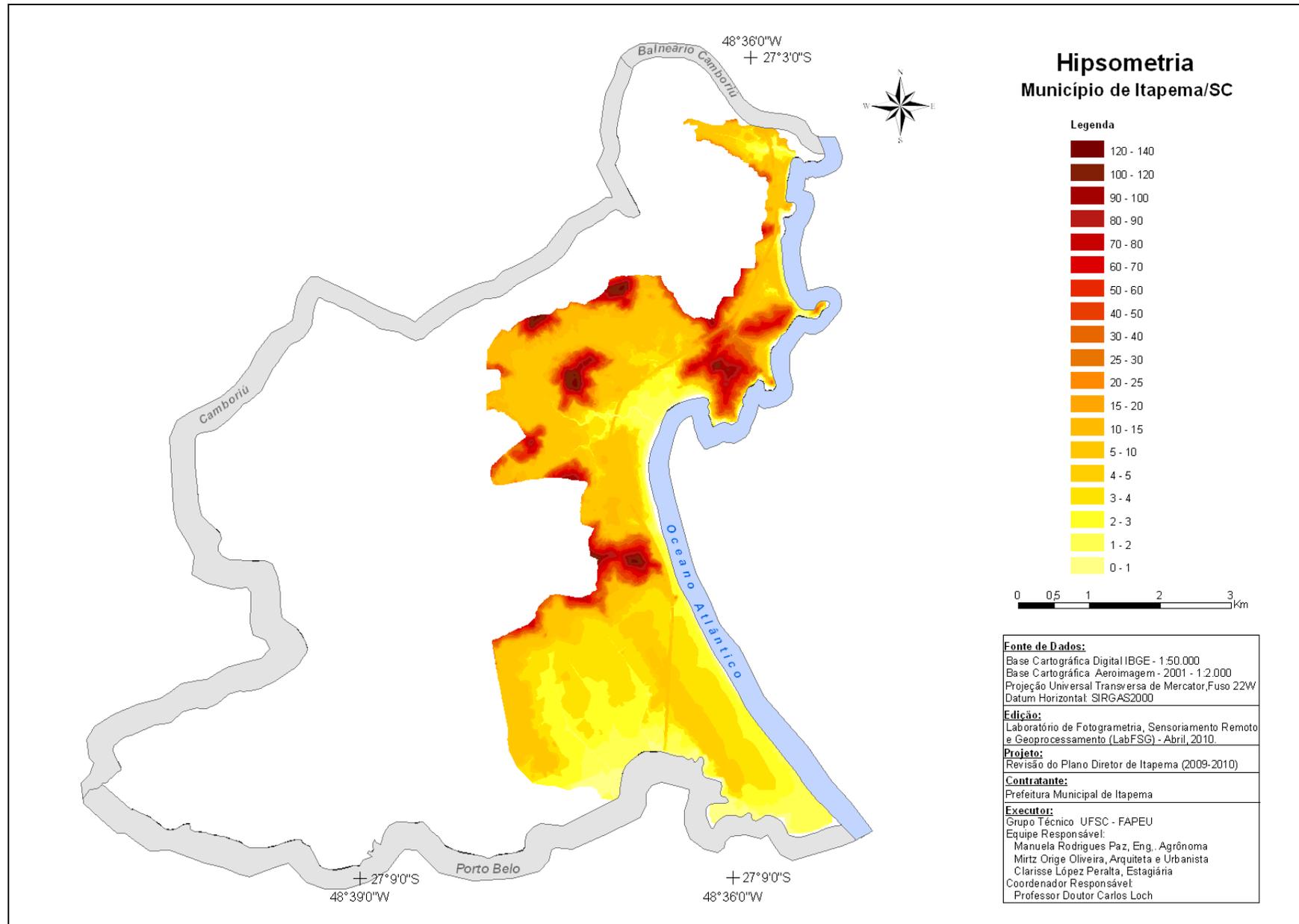
USERY, E. L.; FINN, M. P.; MUGNIER, C. J. Coordinate Systems and Map Projection. In: MADDEN, M. **Manual of Geographic Information Systems**. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing ISBN: 1-57083-086-X. 1352p.

WANG, Q.; CHEN, J.; TIAN, Y. **Remote Sensing Image Interpretation Study Serving Urban Planning Based on GIS**. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B4. Beijing 2008. Acesso em 25/11/2010. Disponível em http://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/4_pdf/80.pdf

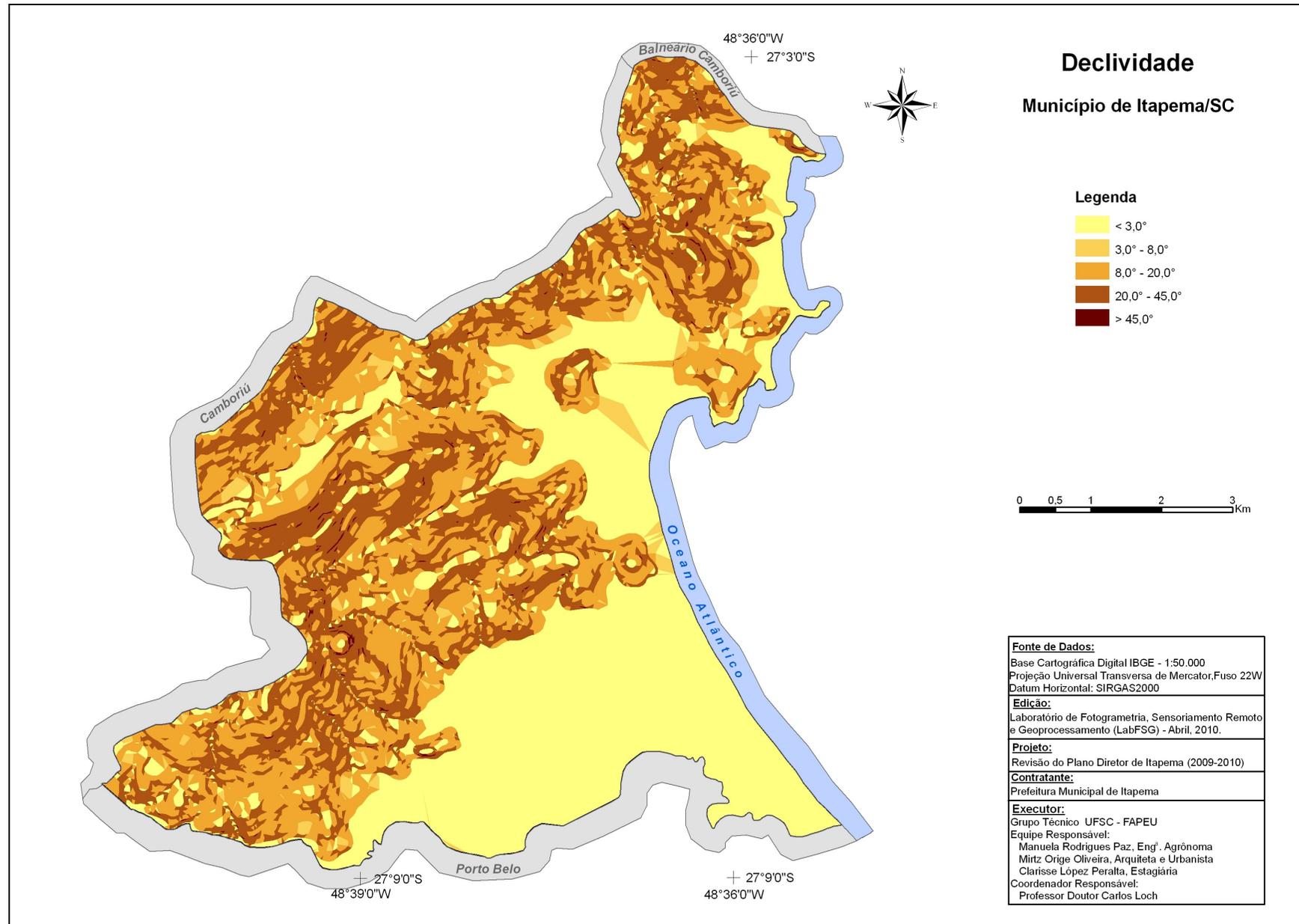
ANEXOS



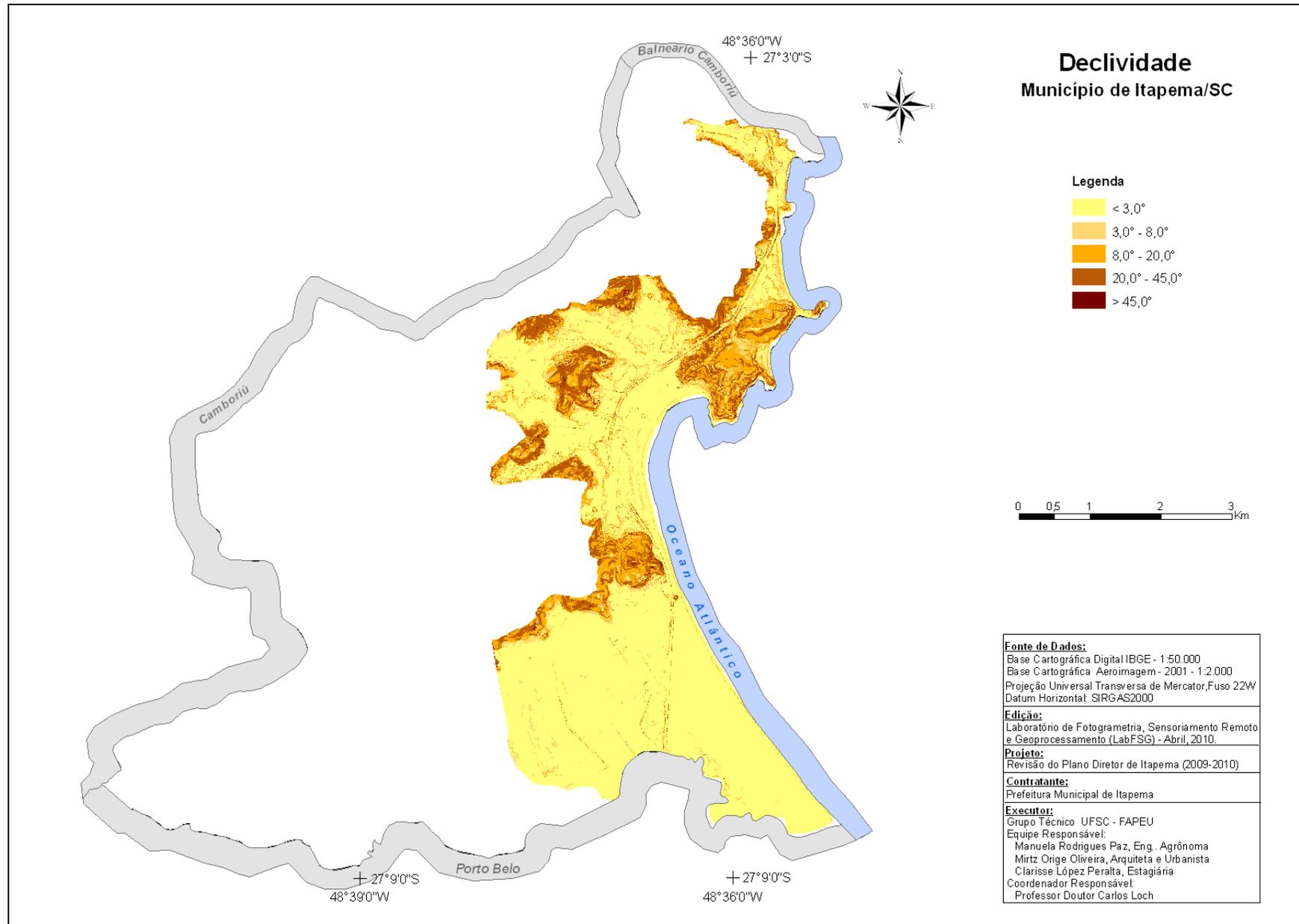
Anexo 1: Mapa de Hipsometria do Município de Itapema/SC.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.



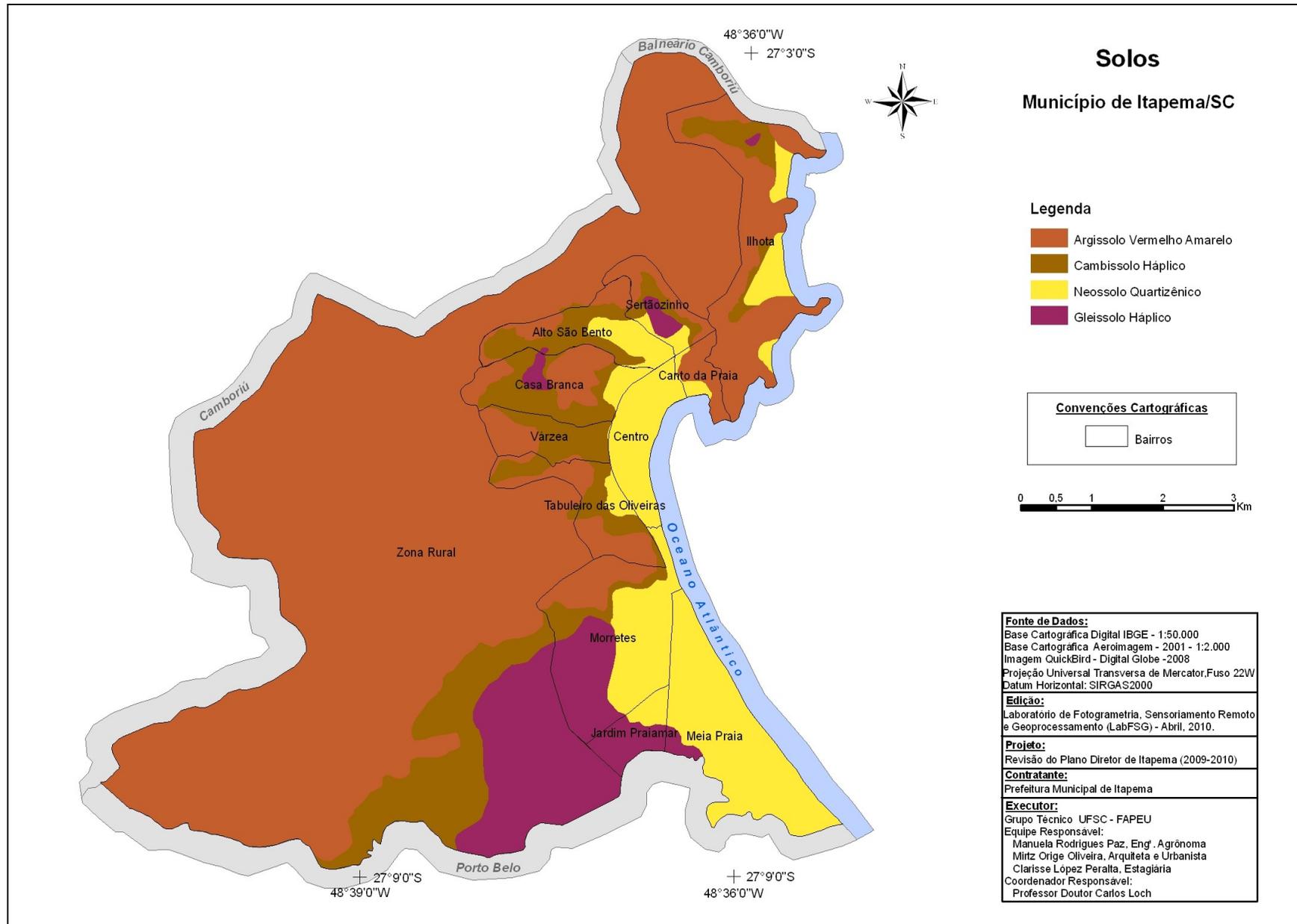
Anexo 2: Mapa de Hipsometria da parte urbanizada do Município de Itapema/SC.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.



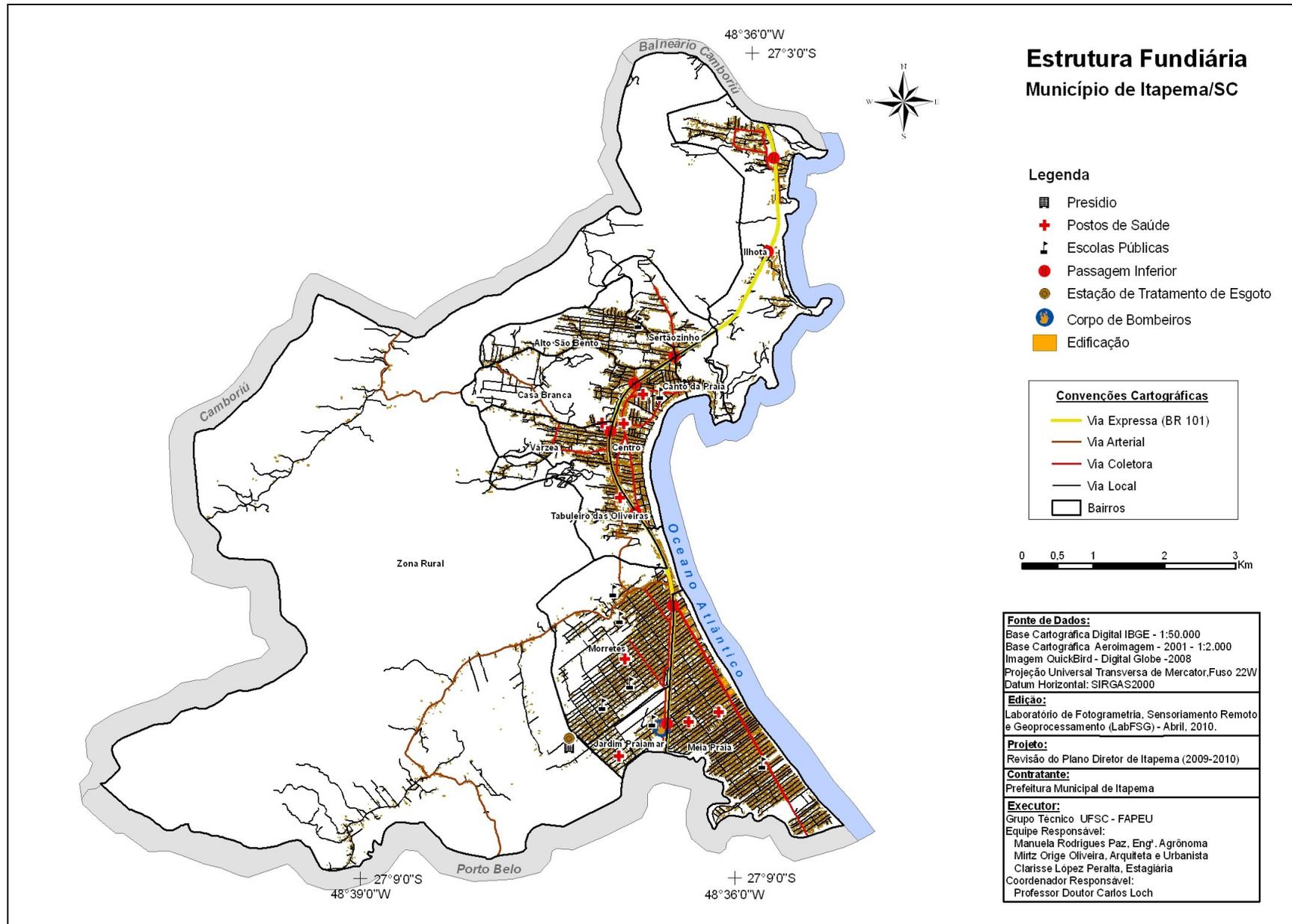
Anexo 3: Mapa de Declividade do Município de Itapema/SC.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.



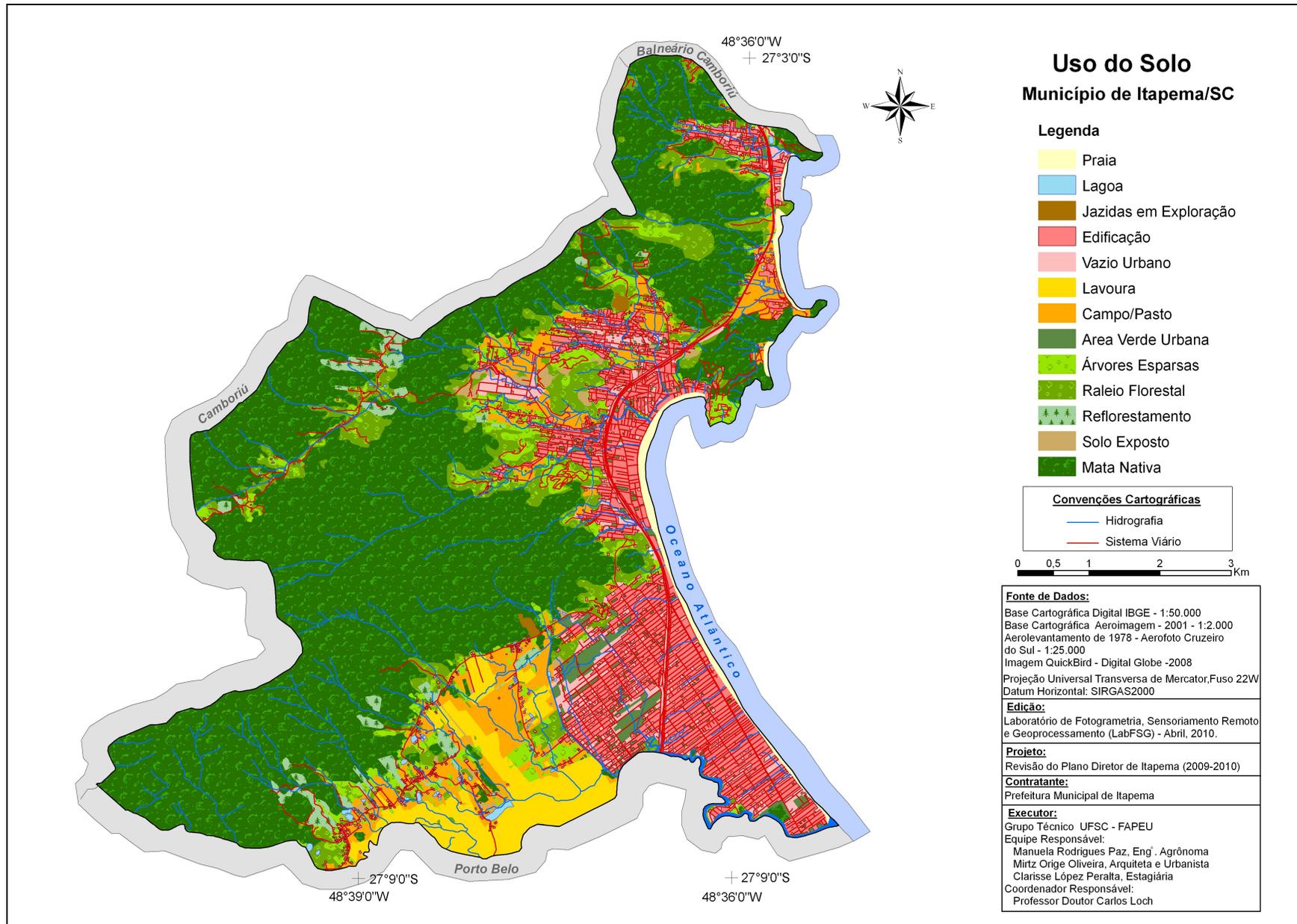
Anexo 4: Mapa de Declividade da parte urbanizada do Município de Itapema/SC.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.



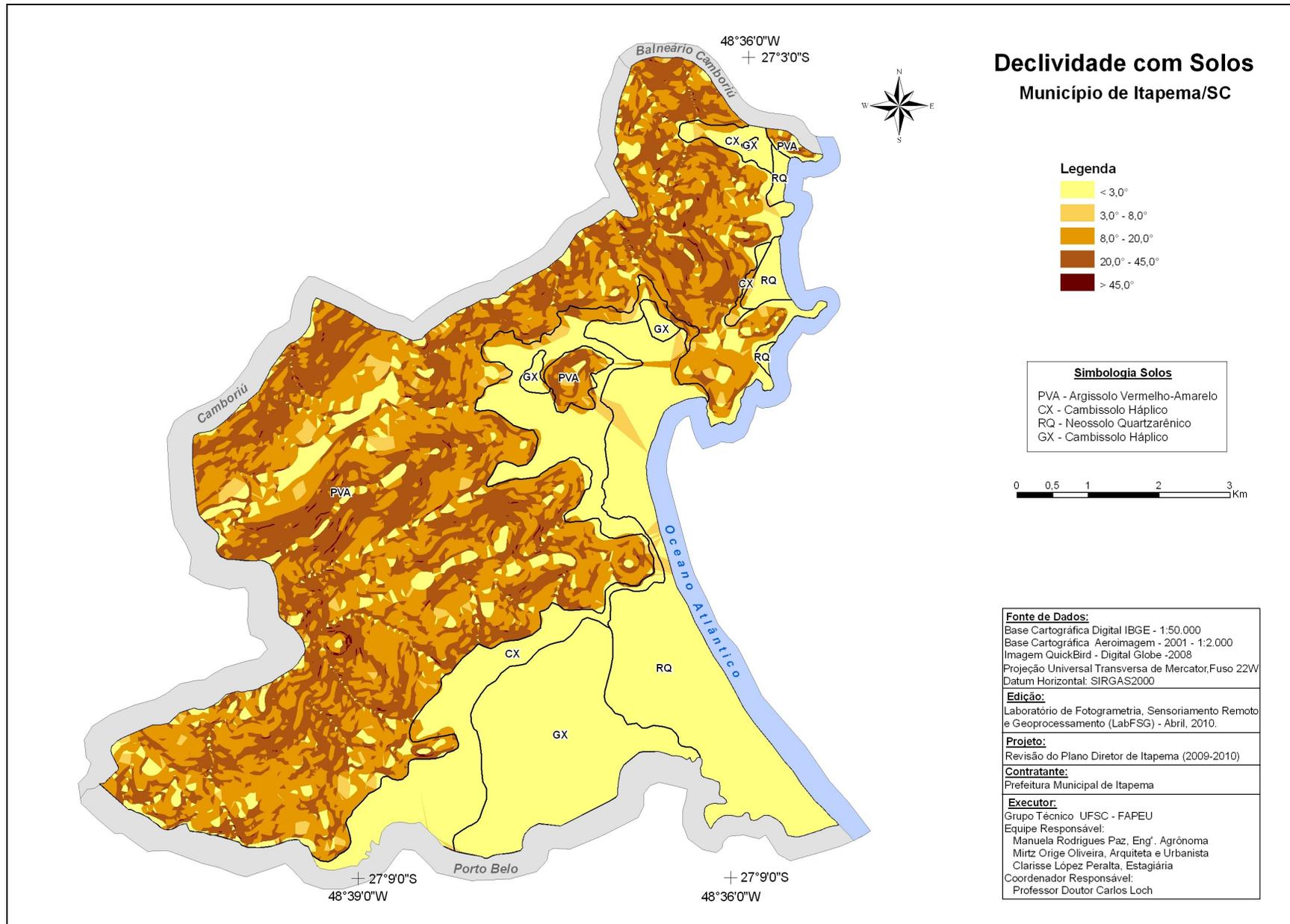
Anexo 5: Mapa de Solos do Município de Itapema/SC.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.



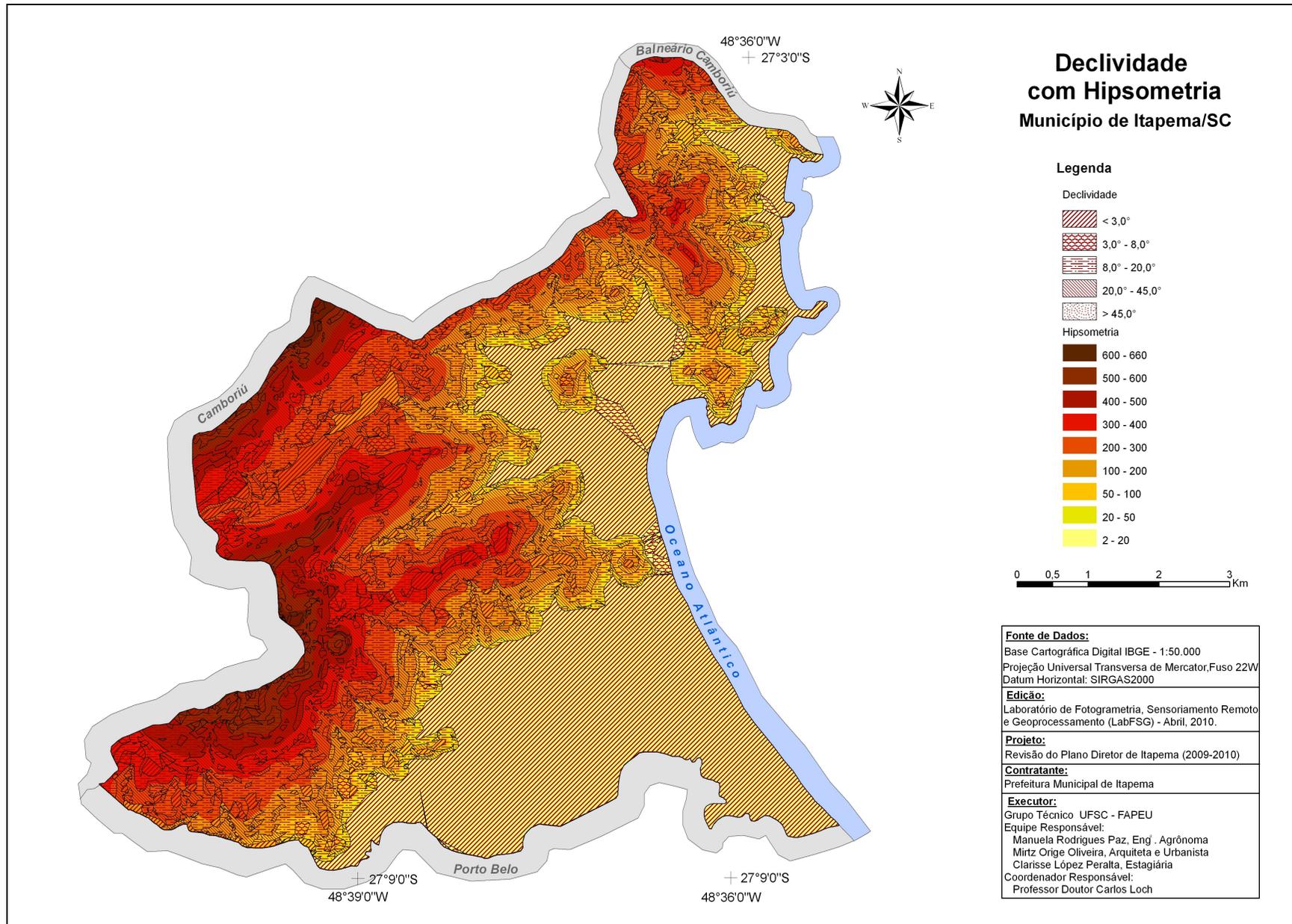
Anexo 6: Mapa da Estrutura Fundiária do Município de Itapema/SC.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.



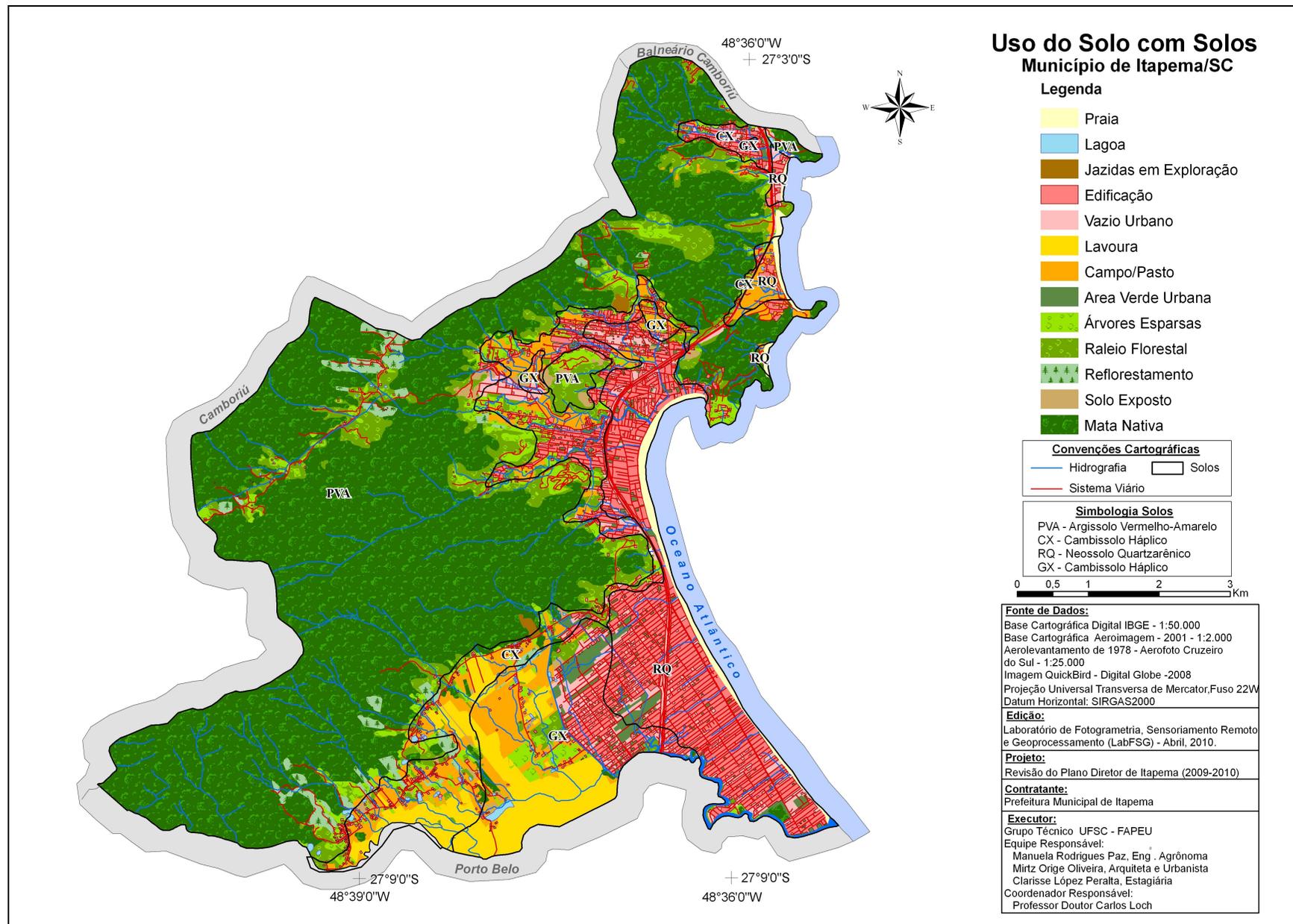
Anexo 7: Mapa de Uso do Solo do Município de Itapema/SC.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.



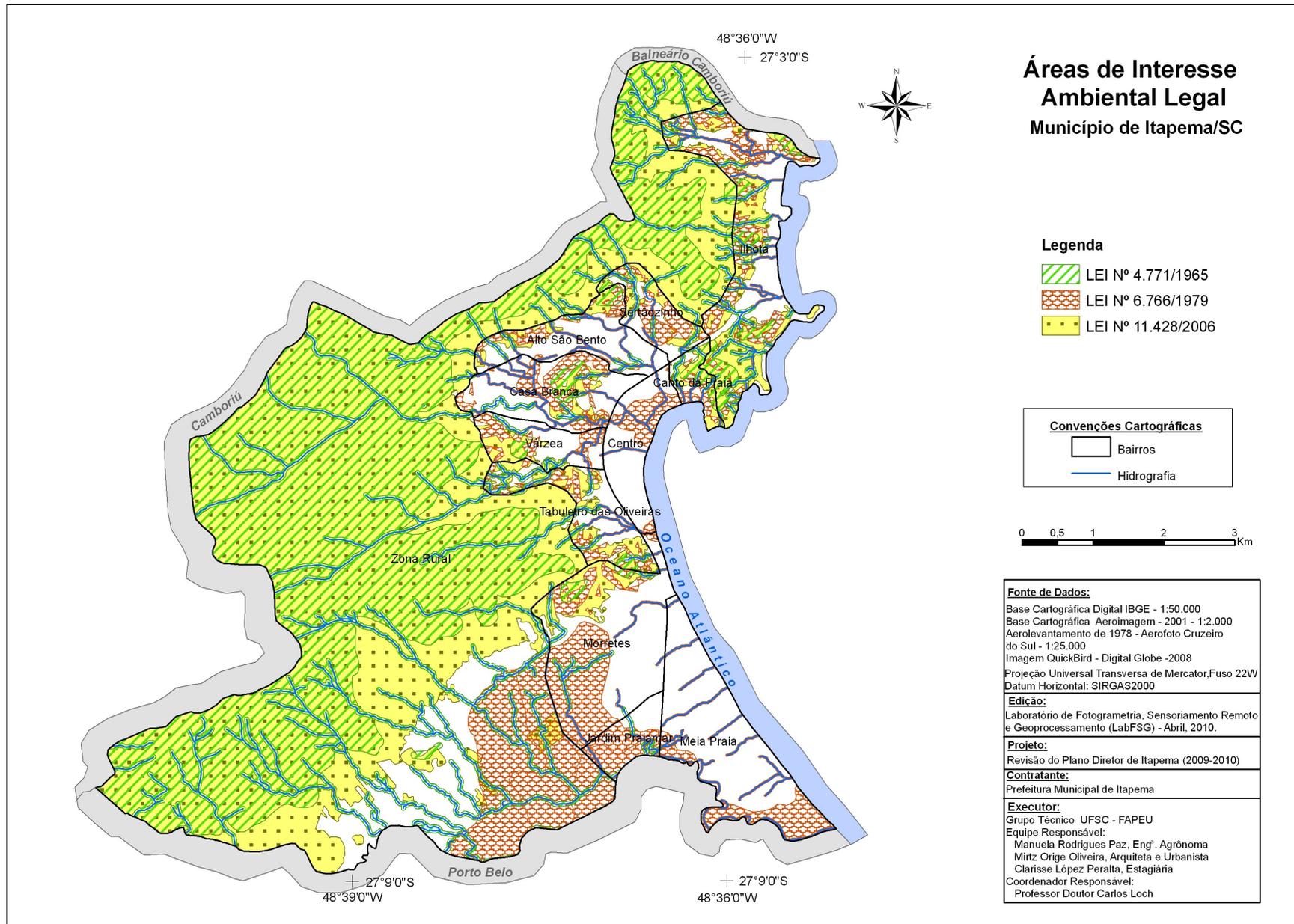
Anexo 8: Mapa de Declividade com Solos do Município de Itapema/SC.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.



Anexo 9: Mapa de Declividade com Hipsometria do Município de Itapema/SC.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.



Anexo 10: Mapa de Uso do Solo com Solos do Município de Itapema/SC.
Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.



Anexo 11: Mapa Interesse Ambiental Legal do Município de Itapema/SC.
 Fonte: Projeto 159/2009 UFSC/FAPEU/PMI.