

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**Thatyane Mônico Nascimento**

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO APLICADO À REDUÇÃO  
DE RISCO À ESCORREGAMENTOS NA SEDE URBANA DE SANTA TERESA –  
ES.**

**Vitória  
2016**

THATYANE MÔNICO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO APLICADO À REDUÇÃO  
DE RISCO À ESCORREGAMENTOS NA SEDE URBANA DE SANTA TERESA –  
ES.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Aprovada em: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Antônio Celso de Oliveira Goulart (Orientador)  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

---

Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

---

Pesquisador Dr. Cláudio José Ferreira  
Instituto Geológico de São Paulo – IG/SMA-SP

“O risco objeto social que se define como a percepção do perigo, da catástrofe possível, vem adquirindo lugar de destaque na sociedade. Ele está por toda parte. Para o homem – vítima e agressor do meio ambiente – prevalece um sentimento de insegurança, alimentado pelo próprio progresso da segurança. O risco é assumido, vivido, recusado; ele é estimado, avaliado, calculado. A gestão do risco – quer sejam eles ambientais, econômicos ou até mesmo sociais – se traduz por escolhas políticas e por decisões em termos de organização do território”.

(Yvete Veyrete, 2007)

## **AGRADECIMENTOS**

A minha mãe, que sempre me apoiou sendo uma das maiores incentivadoras dessa caminhada.

A minha irmã, que mesmo devido à sua ausência geográfica nunca deixou de estar presente e de me incentivar.

Aos professores do departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) que compartilharam os seus conhecimentos comigo ao longo dessa trajetória acadêmica. Ao meu orientador, professor Antonio Celso de Oliveira Goulart por ter proporcionado o contato inicial com a rotina de pesquisa, me incentivado, pela paciência e atenção prestada desde a graduação; a professora Ana Christina W. Gimenes pelas contribuições na banca de qualificação; ao professor André Luiz N. Coelho pela também participação na banca de qualificação e todas as sugestões e auxílio prestado durante a execução desse trabalho, pelo incentivo e paciência; a professora Gisele Girardi pela ajuda na solução de algumas dúvidas e também contribuindo com novos questionamentos.

Ao pesquisador Cláudio José Ferreira, do Instituto Geológico de São Paulo pela atenção, disponibilidade e ajuda prestada em responder as minhas dúvidas em relação às rotinas do mapeamento desenvolvido.

Aos amigos do Programa de Pós Graduação, Wesley de Souza C. Correa, James Rafael U. dos Santos e Rafael Henrique M. Fafá Borges por toda ajuda prestada nas rotinas com o SIG e conversas motivadoras na sala de estudos.

A Higor Cotta, do Núcleo de Modelagem Estocástica do Departamento de estatística da UFES, pela ajuda prestada nos cálculos empregados na atribuição dos pesos para o mapeamento.

Ao amigo e geógrafo, Douglas Rafael Sallaroli por ir comigo a campo na etapa de validação do mapeamento.

Aos amigos que tanto me ajudaram a percorrer esse caminho desde o começo, com as conversas incentivadoras e/ou geográficas: Nara Barreto Rodrigues, Jéfica Roberta Teixeira, Mírian Larcercda, Douglas Bonella da Silva, Marcela Moreira, Larissa Tostes Belo, Pamela Guerrero e Brunella Brício.

Aos amigos que a vida me deu de presente, Douglas Rafael Sallaroli, Luiza Santos Alves, Paulo César Aguiar Júnior e Valdeir Cavalcante Soares Gonçalves pelo companheirismo, amizade e ajudas diversas com a pesquisa geográfica.

As secretárias do PPGG, especialmente à Izadora que desde o início sempre foi bastante solícita e disposta ajudar, para que essa caminhada pudesse ser mais leve e menos burocrática.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Espírito Santo (FAPES), pela concessão da bolsa de estudos e apoio técnico-científico.

A todos os amigos e familiares que de uma forma ou de outra me apoiaram nestes últimos anos.

A todos vocês o meu, muito obrigada!

## RESUMO

O desenvolvimento de mapeamentos de risco de desastres associados à escorregamentos no Brasil são realizados desde o século passado, mas tornaram-se instrumentos usados mais comumente para fins de gestão nas últimas décadas, especialmente com o movimento recente, a promulgação da LEI 12.608/2012 que instaurou a nova Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Esta pesquisa buscou desenvolver mapeamento de risco à escorregamentos com metodologia híbrida e analisar metodologias de mapeamento de risco desenvolvidos no âmbito dos governos federais e estaduais, após a promulgação desta LEI e a adequação destes documentos a ela e compará-los. A análise procedeu para o limite da Sede Urbana do município de Santa Teresa – ES e uma pequena extrapolação desse limite para novas áreas de ocupação que ainda estão em fase de consolidação. A análise confirmou benefícios sobre a utilização do processamento de dados em ambiente SIG e a atribuição de pesos para as variáveis analisadas por intermédio de álgebra de mapas, sendo esta a priori a principal diferença no desenvolvimento desses mapeamentos. Isto também trouxe outro benefício, pois assim podemos extrapolar a qualificação de risco feita pontualmente nos outros documentos, para toda uma área a exemplo da área de estudo em questão. A etapa de campo confirmou a alteração de setores de risco, ora qualificados como médio e alto, para alto e muito alto respectivamente, como também houve discrepâncias para alguns setores de risco que nos outros documentos eram qualificados como médio e que apresentaram neste, qualificação baixa, entende-se que este fator pode ter sido modificado devido às condições da variável de Vulnerabilidade que compõe a fórmula de Risco aqui utilizada. Apesar das vantagens em relação ao curto tempo de desenvolvimento dessa análise em gabinete e bem menos custosa, a mesma não dispensa a validação de campo, que pode refinar o produto dando maiores detalhes das condições morfodinâmicas do relevo e também no que tange a Vulnerabilidade, visto que os dados utilizados para esta variável referem-se ao Censo Demográfico de 2010 que é realizado de dez em dez anos, prescindindo utilizar dados mais recentes, ou refiná-los para este tipo de trabalho, a fim de que o mapeamento apresente uma maior acurácia.

**Palavras-chave:** Mapeamento de Risco, Vulnerabilidade, Álgebra de mapas, LEI 12.608/2012.

## ABSTRACT

The development of disaster risk mappings associated with landslides in Brazil have been carried out since the last century, but have become commonly used instruments for management purposes in recent decades, especially with the recent action, promulgation of LEI 12,608 / 2012 that Established the new National Policy on Civil Protection and Defense. This research sought to develop risk mapping for landslides with hybrid methodology and to analyze risk mapping methodologies developed within federal and state governments, after the promulgation of this LEI and the adequacy of these documents to it and to compare them. The analysis proceeded to the limit of the Urban Headquarters of the municipality of Santa Teresa - ES and a small extrapolation of this limit for new occupation areas that are still in the consolidation phase. The analysis confirmed benefits in the use of data processing in GIS environment and the attribution of weights to the variables analyzed through map algebra, being this a priori and the main difference in the development of these mappings. This also brings another benefit, as we can extrapolate the risk rating made punctually in the other documents, for an entire area such as the study area in question. The field stage confirmed the alteration of risk sectors, now qualified as medium and high, to high and very high respectively, as well as discrepancies for some risk sectors that in the other documents were classified as medium and that presented in this, low qualification, It is understood that this factor may have been modified due to the conditions of the Vulnerability variable that makes up the Risk formula used here. In spite of the advantages in relation to the short time of development of this analysis in the office and much less expensive, it does not exempt the field validation, that can refine the product giving greater details of the morphodynamic relief's condition and also with respect to the Vulnerability, seen that the data used for this variable refer to the Demographic Census of 2010 that is made every ten years, regardless of the use of more recent data, or refine them for this type of work, so that the mapping presents a greater accuracy .

**Key words:** Risk Mapping, Vulnerability, Map Algebra, LEI 12.608 / 2012.

## LISTA DE SIGLAS

AA – Abastecimento de Água  
ACDR - *Asian Conference on Disaster Reduction*  
AHF – *Action Hyogo Framework*  
AM – Amplitude Altimétrica  
AVADAN – Avaliação de Danos  
CE – Coleta de Esgoto  
CEDEC – Coordenadoria Estadual de Defesa Civil  
CL – Coleta de Lixo  
CEMADEN – Centro Nacional de Gestão de Risco e Resposta a Desastres Naturais  
CENAD – Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres  
CEPED UFSC – Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres  
CNUMAD – Conferências Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento  
CPRM – Companhia de Prospecção e Recursos Minerais  
COBRADE – Codificação Brasileira de Desastres  
CODAR – Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos  
CONDEC – Coordenadoria Nacional de Defesa Civil  
CRED – Centro para Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres  
DD – Densidade de Drenagem  
DE - Declividade  
DIRDN – Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais  
DL – Densidade de Lineamentos  
DRM – Departamento de Recursos Minerais  
ECO-92 – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento  
EESC – USP –Escola de Engenharia de São Carlos de São Paulo – Universidade de São Paulo  
EH – Excedente Hídrico  
EIRD – Estratégia Internacional para Redução de Desastres  
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária  
EM-DAT – Banco de Dados Internacional para Desastres  
ES – Espírito Santo  
EUA – Estados Unidos da América  
FAPES – Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo  
FIDE – Formulário de Informações sobre Desastres  
FUNCAP – Fundo Especial para Calamidades Públicas  
FUSSESP – Fundo Social de Solidariedade do Estado de São Paulo  
GADE – Grupo de Apoio a Desastres  
GEACAP – Grupo Especial para Assuntos de Calamidades Públicas  
GPS – Global Positioning System  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
*IDNDR - International Decade for Natural Disaster Reduction*  
*IDW - Inverse Distance Weighting*  
IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente  
IJSN –Instituto Jones dos Santos Neves  
IG/SMA-SP – Instituto Geológico da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo



IG-UFRJ – Instituto Geológico da Universidade Federal do Rio de Janeiro  
IPT-SP – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo  
ISDR – International Strategy for Disaster Reduction  
LCGGEO – Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias  
MAH – Marco de Ação de Hyogo  
MDT – Modelo Digital do Terreno  
NC – Não Classificada  
NOPRED – Notificação Preliminar de Desastres  
OMS/ONU – Organização Mundial de Saúde da Organização das Nações Unidas  
ONGs – Organizações Não Governamentais  
ONU – Organização das Nações Unidas  
OU – Ordenamento Urbano  
PAC – Programa de Aceleração do Crescimento  
PDAP – Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais  
PI – Potencial de Indução de Uso e Cobertura  
PIB – Produto Interno Bruto  
PMRR – Plano Municipal de Redução de Risco  
PNDC – Política Nacional de Defesa Civil  
PNPDEC – Política Nacional de Proteção e Defesa Civil  
PNGRRDN – Plano Nacional de Gestão de Risco e Resposta a Desastres Naturais  
PPA – Plano Plurianual  
PPDC – Plano Preventivo de Defesa Civil  
PPGG – Programa de Pós Graduação em Geografia  
RJ – Rio de Janeiro  
RRD – Redução de Risco de Desastre  
S2ID – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres  
SEDEC – Secretaria Nacional de Defesa Civil  
SIG – Sistemas de Informações Geográficas  
SINDEC – Sistema Nacional de Defesa Civil  
SGB – Serviço Geológico do Brasil  
SP – São Paulo  
*TIN - Triangulated Irregular Network*  
UBC – Unidade Básica de Compartimentação do Meio Físico  
UFES – Universidade Federal do Espírito Santo  
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
UHCT – Unidade Homogênea de Uso e Cobertura da Terra  
UNESCO - Organização para a Educação, a Ciência e a Cultura das Nações Unidas  
UNISDR - *The United Nations Office for Disaster Risk Reduction*  
UNFCCC – Convenção de Mudanças Climáticas  
UTB – Unidade Territorial Básica  
UTM – Universal Transversa de Mercator  
ZEE – Zoneamento Econômico-Ecológico  
WCDRR – *World Conference on Disaster Risk Reduction*  
WSSD - Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Ranking dos países que possuem maior quantidade de cidades que aderiram à campanha .....	58
Tabela 2 - Distribuição dos municípios por estado brasileiro à campanha Cidades Resilientes.....	58
Tabela 3 - Classificações e Valores para Fatores Fisiográficos.....	86
Tabela 4- Classificação da amplitude altimétrica .....	86
Tabela 5 - Valores atribuídos para o cálculo do fator de indução de uso e cobertura da terra (PI).....	90
Tabela 6 - Abastecimento de água dos domicílios particulares permanentes.....	91
Tabela 7–Coleta de Esgoto dos domicílios particulares permanentes .....	91
Tabela 8–Coleta de lixo dos domicílios particulares permanentes e moradores.....	93
Tabela 9 - Índice de instrução per capita .....	93
Tabela 10 - Índice de domicílios particulares permanentes com classes de rendimento nominal mensal domiciliar .....	94
Tabela 11 - Classes e pesos da variável Padrão de Ordenamento Urbano (OU) .....	95
Tabela 12 - Qualificação de risco mais alto distribuído por Setor Censitário .....	101
Tabela 13 - Valor total obtido para cada variável de Vulnerabilidade.....	105
Tabela 14 - Comparação entre Uso e Cobertura da Terra.....	128

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Localização da Sede Urbana de Santa Teresa - ES.....	22
Figura 2 - Tipo de Ocupação em bairro Vila Nova da Sede Urbana de Santa Teresa – ES .....	24
Figura 3 - Mapa hipsométrico do município de Santa Teresa - ES .....	25
Figura 4 - Representação da Geomorfologia do município de Santa Teresa - ES....	25
Figura 5 - Orógeno Aruçuaí.....	27
Figura 6 - Distritos do Município de Santa Teresa - ES .....	29
Figura 7 - Fotos do Século XX da Sede Urbana de Santa Teresa - ES .....	29
Figura 8 - Comparação entre as décadas 1990 e 2000 por tipo de evento.....	48
Figura 9 - Aumento do registro de ocorrências entre as décadas de 1990 e 2000 ...	48
Figura 10 - 10 passos para alcançar a resiliência .....	57
Figura 11 - Aspectos gerais para elaboração da Carta Geotécnica de Planejamento .....	74
Figura 12 - Fluxograma para análise e mapeamento de risco pela abordagem de paisagem.....	79
Figura 13 - Desenvolvimento metodológico .....	82
Figura 14 - Condição dos Setores Censitários .....	92
Figura 15 - Mapa de Risco por Setor Censitário .....	102
Figura 16 - Mapa de Vulnerabilidade por Setor Censitário.....	103
Figura 17 - Mapa de Dano Potencial por Setor Censitário .....	104
Figura 18 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra por Setor Censitário.....	106
Figura 19 - Mapa de Perigo por Setor Censitário .....	109
Figura 20 - Arruamento nos Setores Censitário Urbanos.....	110
Figura 21 - Representação da Densidade de Drenagem .....	113
Figura 22 - Representação da Densidade de Lineamentos .....	114
Figura 23 - Representação da Amplitude Altimétrica .....	115
Figura 24 - Representação do Excedente Hídrico.....	116
Figura 25 - Representação da Declividade .....	117
Figura 26 - Mapeamento do PMRR.....	118
Figura 27 - Mapeamento da CPRM.....	119
Figura 28 - Limite dos Bairros em relação ao limite da Sede Urbana .....	121
Figura 29 - Risco, perigo e vulnerabilidade .....	123

Figura 30 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra 2007/2008 .....	129
Figura 31 - Mapa Síntese de Risco para a área de estudo .....	132
Figura 32 - Cortes para novos empreendimentos .....	136
Figura 33 - Bairro Vila Nova: situações de risco.....	136
Figura 34 - Loteamento São Lourenço: zona de expansão urbana identificada pela CPRM.....	137
Figura 35 - Vertente em setor de risco do bairro Alvorada.....	140

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Gestão de Risco de Desastres a Nível Global .....	33
Quadro 2 - Prioridades de ação do Marco de Hyogo 2005-2015 .....	40
Quadro 3 - Legislação relacionada ao Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINEDEC .....	44
Quadro 4 - Atribuições da CEDEC .....	46
Quadro 5 - Níveis operacionais do PPDC .....	49
Quadro 6 - Documento de registro de desastres.....	51
Quadro 7 - Principais eventos incidentes no Brasil pela classificação do COBRADE .....	53
Quadro 8 - Eventos após a transformação da CODAR em COBRADE .....	54
Quadro 9 - Características do CENAD .....	55
Quadro 10 - Ações por ministério referente à PNPDC: .....	59
Quadro 11 – Definição de conceitos .....	62
Quadro 12 - Metodologia de Setorização pela CPRM.....	71
Quadro 13 - Abordagem e contextualização da Carta Geotécnica de aptidão à Urbanização .....	75
Quadro 14 - Variáveis que compõem os fatores de Risco .....	81
Quadro 15 - Planos de informação utilizados na confecção dos produtos cartográficos .....	85
Quadro 16 - Agrupamento das classes do mapeamento de uso e cobertura da terra (2007/2008) .....	87
Quadro 17 - Classes de uso e cobertura da terra conforme metodologia de Ferreira & Rossini-Penteado adaptada a área de estudo .....	89
Quadro 18 - Novas classes incorporadas ao mapeamento de uso e cobertura da terra .....	90
Quadro 19 - Código de situação do setor censitário .....	91
Quadro 20 - Características da variável Ordenamento Urbano e distribuição de classes .....	94
Quadro 21 - Comparação do grau de risco dos setores do PMRR .....	120
Quadro 22 - Comparação do grau de risco dos setores da CPRM .....	122
Quadro 23 - Comparação dos fatores empregados nas metodologias de mapeamento de risco.....	123

Quadro 24 - Características da abordagem metodológica do mapeamento executado no PMRR.....	124
Quadro 25 - Características da abordagem metodológica do mapeamento da CPRM .....	125
Quadro 26 - Características da abordagem metodológica do mapeamento executado pelo IG/SMA-SP .....	126
Quadro 27 - Influência das Unidades Geológico-ambientais e formas de relevo nas adequabilidades e limitações frente ao uso e ocupação .....	130

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Objetivos .....	20
1.1.1 Objetivo Geral.....	20
1.1.2 Objetivos Específicos .....	20
1.2 Área de estudo.....	21
1.2.1 Localização e caracterização fisiográfica da área de estudo.....	23
1.2.2 Breve Caracterização Socioeconômica .....	28
2 BREVE Revisão da história recente das Diretrizes para a Gestão de Risco de Desastres Naturais.....	31
2.1 Diretrizes Internacionais: ONU e a gestão dos riscos de desastres.....	31
2.1.1 I Conferência Mundial de Prevenção de Desastres Naturais .....	32
2.1.2 Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD).....	36
2.1.3 II Conferência Mundial para a Prevenção de Desastres Naturais e Marco de Ação de Hyogo .....	37
2.1.4 SENDAI – III Conferência Mundial para a prevenção de Desastres Naturais: Marco de Hyogo 2015-2030 .....	40
2.2 Diretrizes Nacionais: o Brasil e a Gestão de Risco de Desastres Naturais..	42
2.2.1 Política Nacional de Defesa Civil (PNDC) 1995 e suas diretrizes.	43
2.2.2 Diretrizes para Registro e Classificação de Desastres .....	50
2.2.3 A nova Política Nacional de Defesa Civil: LEI 12.608/2012.....	53
3 Referencial teórico-metodológico .....	60
3.1 Terminologias e conceitos básicos para avaliação de risco.....	61
3.2 Considerações metodológicas .....	65
3.2.1 Abordagem paramétrica .....	65
3.2.2 Abordagem de paisagem.....	66
3.3 Abordagens metodológicas dos mapeamentos .....	67
3.3.1 Contribuições da Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais – CPRM, do Serviço Geológico do Brasil (SGB) aos mapeamentos de Risco.....	67
3.3.2 Mapeamentos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/SP.	70
3.3.3 Abordagem de Paisagem: Unidades Territoriais Básicas (UTB) ..	78

3.4	Aplicação do Modelo de Avaliação dos Índices de Perigo, Vulnerabilidade, Dano Potencial e Risco.....	81
3.4.1	Inventário de eventos e acidentes perigosos na Sede do Município de Santa Teresa .....	83
3.4.2	Definição e obtenção de atributos e seleção dos fatores de análise dos processos .....	84
3.5	Modelagem e cálculo de risco.....	95
3.5.1	Índice Perigo escorregamento.....	96
3.5.2	Índice Vulnerabilidade a escorregamentos.....	96
3.5.3	Índice de Dano potencial .....	98
3.5.4	Índice de Risco a escorregamentos.....	99
4	Análise comparativa entre modelos de mapeamento desenvolvidos para a SEDE URBANA do Município de Santa Teresa.....	100
4.1	Discussão dos resultados para o mapeamento respaldado em partes pelo método de Abordagem de Paisagem.....	100
4.2	Setores de risco dos mapeamentos da CPRM e do PMRR.....	112
4.3	Comparação e Validação do Mapeamento em Campo.....	131
5	Conclusão.....	141
6	Referências Bibliográficas .....	145



## 1. INTRODUÇÃO

O tema risco é recorrentemente noticiado pelas mídias seja pela ocorrência de fenômenos de grande escala como terremotos, tsunamis, furacões e também os de menor escala, como as inundações e os escorregamentos, historicamente mais conhecidos e presenciados pela população brasileira, devido à alta taxa de acontecimento desses dois eventos, especialmente na estação mais chuvosa do ano, o verão.

Contudo, esta tendência vem mudando, segundo dados do “Atlas Brasileiro de Desastres Naturais – 1991 a 2012” (CEPED UFSC, 2013), seca e estiagem também têm figurado ainda mais à realidade brasileira do ano 2000 até o presente, alimentando a quantidade de tipologias de desastres existentes no Brasil em conjunto com a maior intensidade que os mesmos vêm apresentando.

Essas mudanças recentes modificaram a atuação política de governos a nível federal, estadual e municipal, como a promulgação da LEI 12.608/2012 que instaurou a nova Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e assim, vem suscitando o maior número de ações a este respeito, com estudos e criação de programas para mitigação dos chamados “desastres naturais”, muito orientados também pelos estudos a nível internacional e a iniciativa da Organização das Nações Unidas (ONU) em tentar mitigar os riscos.

Sabe-se que para o risco, a interação (antrópica) com o ambiente faz com que a intensidade e magnitude dos “desastres naturais” tomem uma maior proporção devido às intervenções como cortes em taludes, retirada da vegetação das encostas, ausência de saneamento básico, coleta de lixo, entre outros. Segundo Saito, Soriano e Londe (2015):

A qualificação “natural” indica que a força motriz desses processos provém de um ou mais dos seguintes componentes: geológico, hidrológico, climatológico e meteorológico. Os impactos ocasionados podem ser acentuados por fatores socioeconômicos, com a falta de

planejamento urbano e de uma implantação efetiva de políticas públicas para a prevenção de desastres (p.23)

Por isso, alguns pesquisadores como Nunes (2015); Marandola Jr. e Hogan (2004) criticam o uso do termo desastres naturais, pois apesar de serem fenômenos naturais derivam também de artifícios sociais intrínsecos ao processo de urbanização das cidades e a forma de uso e ocupação desses sítios, que pode acentuar um desequilíbrio. Nunes (2015) considera que os indutores dos desastres sejam de diversas naturezas, mas que dois processos sociais contemporâneos se destacam para a transformação do ambiente natural, a urbanização e a globalização.

Então, entende-se que os desastres naturais são desencadeados por processos geofísicos e antrópicos e ocorrem em qualquer lugar do globo. Entretanto, o tema apesar da relevância ainda é pouco discutido, entre os motivos está a dificuldade em se estabelecer um consenso mínimo sobre o termo, sendo este o cerne do diminuto crescimento deste campo de estudos (SAITO, SORIANO e LONDE, 2015).

No Brasil, a elaboração de mapeamentos de risco e cartas de risco visando à gestão de riscos de desastres é recente, segundo Tominaga (2009) foi iniciada no final da década de 1980, por Prandini et al., 1987 e Sobreira, 1989. Tais pesquisadores chegaram à conclusão que esses produtos são fundamentais para o gerenciamento dos riscos a desastres naturais e suas possíveis consequências para a sociedade, pois é possível conhecer a dinâmica do relevo e evitar que esses processos causem acidentes.

Segundo Cerri e Nogueira (2012), a análise do risco com formulação de métodos e técnicas para o gerenciamento dos mesmos é algo pertinente à Geografia, pois “transcende a abordagem puramente técnica da questão” (CERRI & NOGUEIRA, p. 287), leva em consideração a questão social, em que “o risco interroga necessariamente a Geografia que se interessa pelas relações sociais e por suas traduções espaciais” (VEYRET, 2007, p.11).

Segundo Tominaga (2007) são inúmeras as contribuições que os geógrafos podem dar a gestão dos riscos de desastres, na análise de variáveis que compõem o risco, conjugando fatores físicos, socioeconômicos, políticos e ambientais, que ocorrem em diferentes escalas espaciais e temporais.

Assim, o trabalho fundamenta-se então, no desenvolvimento de mapeamento de risco à tipologia escorregamentos em um recorte que extrapola os limites da Sede Urbana de Santa Teresa – ES e apresenta também uma comparação com o tipo de metodologia empregada em dois outros mapeamentos realizados pelo governo federal e estadual na mesma área de estudo.

A definição do tipo escorregamentos como objeto de estudo foi atribuída devido à constatação de que os movimentos de massa apesar de ocorrerem em menor proporção que as inundações geram o maior número de vítimas fatais, justificando a concepção e implantação de políticas públicas mais efetivas para mitigação desse tipo de desastre (CARVALHO & GALVÃO, 2006).

Outra motivação para a escolha foi ao observar, em campo, o sítio urbano do município de Santa Teresa – ES, que por se tratar de vales muito estreitos criam-se zonas de dispersão do crescimento urbano, pois a ocupação dos vales é substituída à ocupação em direção as encostas elevadas do município, pois em eventos de alta pluviosidade ocorrem inundações nessa porção. A intenção com essa escolha é priorizar esse movimento de dispersão em função das tipologias de desastres e o que isso produz enquanto eventos e acidentes nessas encostas.

Com esta motivação produziu-se mapeamento de risco desenvolvido em ambiente de Sistema de Informações Geográfica (SIG), com uso de álgebra de mapas, metodologia distinta dos mapeamentos analisados. O primeiro a ser comparado foi realizado pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM), na Setorização de Risco alto e muito alto produzido em 2012 e, do mapeamento desenvolvido por empresa privada em parceria com o governo do estado do Espírito Santo, em 2013, o Plano Municipal de Redução de Risco

Geológico (PMRR), no advento da promulgação da LEI 12.608/2012, o marco recente mais significativo na história brasileira de Gestão de Risco de Desastres.

Como característica principal desses mapeamentos analisados, o risco analisado é iminente, checado em campo com evidências concretas de movimentação no setor de risco que foram qualificados. Surgiu assim, a necessidade de produzir outro mapeamento que elenque fatores antrópicos e fisiográficos que pudessem apontar novas áreas em que o risco ainda não apresenta essa condição tão acentuada e checar a convergência entre eles.

Entende-se Risco como uma função do Perigo, da Vulnerabilidade e do Dano Potencial, de acordo com Tominaga (2007), é a:

“Possibilidade de se ter consequências prejudiciais ou danosas em função de perigos naturais ou induzidos pelo homem. Assim, considera-se o Risco (R) como uma função do Perigo (P), da Vulnerabilidade (V) e do Dano Potencial (DP), o qual pode ser expresso como:  $R = P \times V \times DP$ ”. (TOMINGA, 2007, p.49).

A metodologia é centrada então, em caminhos para obtenção de índices para as variáveis que compõem a fórmula descrita por Tominaga (2007). Para a construção do índice de Perigo à escorregamentos perfaz uma abordagem paramétrica com a qualificação do meio físico da área de estudo: declividade, excedente hídrico, amplitude altimétrica, densidade de lineamentos, densidade de drenagem e classificação do uso e cobertura da terra; para estabelecimento do índice de Vulnerabilidade tem-se a análise dos fatores socioeconômicos de suas unidades administrativas, a partir das informações retiradas dos setores censitários atribuídos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no último Censo Demográfico realizado em 2010, com as variáveis de: abastecimento de água, coleta de esgoto, coleta de lixo, renda, instrução e padrão de ordenamento urbano, e; do índice de Dano Potencial, o grau de exposição de moradias e moradores por setor censitário, por densidade.

A construção desses índices passou por uma atribuição de valores para cada variável todos processados em ambiente SIG, os valores foram distribuídos entre 0 e 1, em que 0 representa influência mínima para qualificação de risco e 1 representa a influência máxima para as classes escolhidas para as variáveis de análise descritas acima.

De acordo com Loureiro e Ferreira (2013), os mapeamentos de áreas afetadas a processos erosivos e de deslizamentos de terra realizados com o uso de geotecnologias tem apresentado informações de síntese para avaliação de risco, auxiliando na tomada de decisões e na compreensão das causas e consequências desses eventos.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Desenvolver mapeamento de risco à escorregamentos com análise multicritério em ambiente SIG, em área que engloba a Sede Urbana do município de Santa Teresa, Espírito Santo e adjacências desse limite.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Desenvolver breve história da Gestão de Risco de desastres no Brasil e sua relação com a realização de mapeamentos de risco;
- Comparar resultados do mapeamento desenvolvido com o mapeamento de setorização de risco alto e muito alto da Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM) e com Plano Municipal de Redução de Risco Geológico (PMRR);
- Produzir uma análise de risco à escorregamentos em gabinete com base em atributos secundários, a priori, elaborados por terceiros e sistematiza-los em ambiente SIG;

- Proceder a avaliação em campo para validação e ajustes dos resultados.

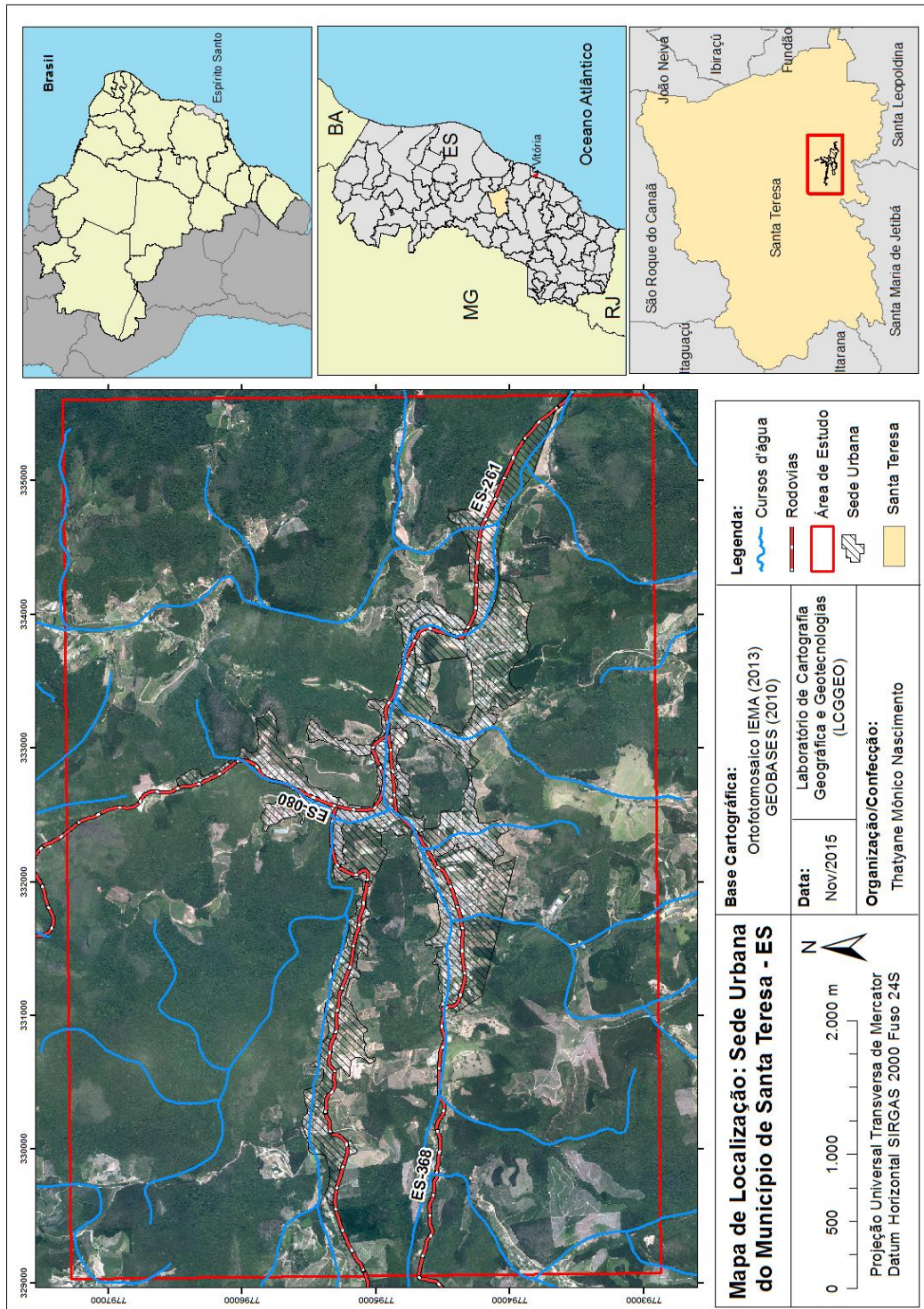
## **1.2 Área de estudo**

A área escolhida para desenvolvimento do mapeamento foi a Sede Urbana do município de Santa Teresa, Espírito Santo e um recorte extrapolado em formato retangular, área demonstrada na figura 1. Tal escolha aconteceu a partir de um levantamento realizado sobre os municípios do Espírito Santo que já haviam sido atendidos pelos projetos de mapeamento em curso a cargo do governo federal e estadual e que os documentos estivessem disponíveis para análise, sendo estes o mapeamento “Setorização de risco alto e muito alto” produzido pela CPRM e o “Plano Municipal de Redução de Risco Geológico” (PMRR) produzido por empresa privada financiado pelo governo estadual em parceria com o governo federal.

Entre os municípios contemplados, Santa Teresa apresentou características geomorfológicas mais relevantes para análise, tendo como agravante, o fato de que boa parte da população residente na Sede Urbana do município encontra-se em fundo de vales cercada por áreas com declividade superior a 30% que também estão sendo alvo de expansão do crescimento urbano e de atividades agrícolas, índice esse que é o máximo permitido na Lei No 6.766, de 19 de dezembro de 1979, sobre o Parcelamento do Solo Urbano, salvo às recomendações técnicas para ocupação.

Outro motivo, foi a avaliação técnica da Companhia de Pesquisa e Recursos Mineiras (CPRM) na Sede do município, que identificou áreas com perfis de solo espesso e presença de blocos de rocha em meio ao solo, resultando em áreas propícias a escorregamentos do tipo planar e queda de blocos, descrevendo assim, que o relevo está sustentado por rochas muito alteradas com solos argilo arenosos e areno argilosos muito espessos ou que possuem contato solo com rocha, causa principal, para deflagração de escorregamentos do tipo translacional.

Figura 1 - Mapa de Localização da Sede Urbana de Santa Teresa - ES



### 1.2.1 Localização e caracterização fisiográfica da área de estudo

O município de Santa Teresa está localizado na Região Serrana do Espírito Santo, a cerca de 80 km de distância da capital Vitória, Longitude: 40° 35' 28 "W e Latitude: 19° 56' 12" S. Integra a mesorregião Central Serrana e faz divisa a norte com o município de São Roque do Canaã, a Sul com Santa Maria de Jetibá e Santa Leopoldina, a Leste com João Neiva, Ibirapu e Fundão e a oeste com os municípios de Itarana e Itaguaçu.

A Sede que possuía uma vasta quantidade de mata nativa em seu entorno, passou a dar lugar a diversas atividades econômicas que ocasionaram e ainda ocasionam diversos impactos ambientais, de acordo com os autores, Mattos, Nunes e Pereira Sobrinho (2011), tais como:

(...) Pastagens degradadas, assoreamento de córregos e rios, sedimentação em estradas por erosão, baixa produtividade das atividades econômicas, diminuição da capacidade de retenção de água no solo e desaparecimento e/ou diminuição de vazão de nascentes". Mattos, Nunes e Pereira Sobrinho (2011, p.9).

Com a expansão do núcleo urbano ao longo dos anos e as atividades econômicas supracitadas, a sede urbana de Santa Teresa teve seu crescimento urbano direcionado às encostas elevadas. É configurada por vales estreitos cercados em grande maioria por morros e colinas com declividades médias superiores entre 17° a 25° onde esses loteamentos careceram de intervenções como cortes e aterros para a construção de moradias e abertura de estradas (figura 2).

O clima do município de Santa Teresa, de acordo, com o IBGE (2002) está dividido entre as faixas de clima Mesotérmico Brando úmido, Quente úmido e Subquente úmido, este último, onde a Sede Urbana está situada, com média de temperatura entre 15° e 18°C em pelo menos 1 mês, com seca de 1 a 2 meses ao ano.



A sede urbana do município está situada entre as cotas altimétricas de 625m – 730m acima do nível do mar e o recorte mapeado denominado de área de estudo alcança a cota máxima geral de 940 metros, com uma porção isolada que ultrapassa os 1000 metros, conforme demonstrado na figura 3.

Figura 2 - Tipo de Ocupação em bairro Vila Nova da Sede Urbana de Santa Teresa – ES



Fonte: Acervo pessoal da autora (2014). Plantação de eucalipto em topo de morro no bairro Vila Nova e presença de cortes no talude para construção de moradias.

No que tange a geomorfologia do município (figura 4) é descrito pela nota técnica do mapeamento geomorfológico 1: 400 000 do IJSN (2012), que o mesmo está situado nos domínios morfoestruturais na Faixa de Dobramentos Remobilizados que apresenta movimentos crustais com marcas de falhas, deslocamentos de blocos e falhamentos transversos, em que há uma imposição nítida de controle estrutural sobre a morfologia atual.

Figura 3 - Mapa hipsométrico do município de Santa Teresa - ES

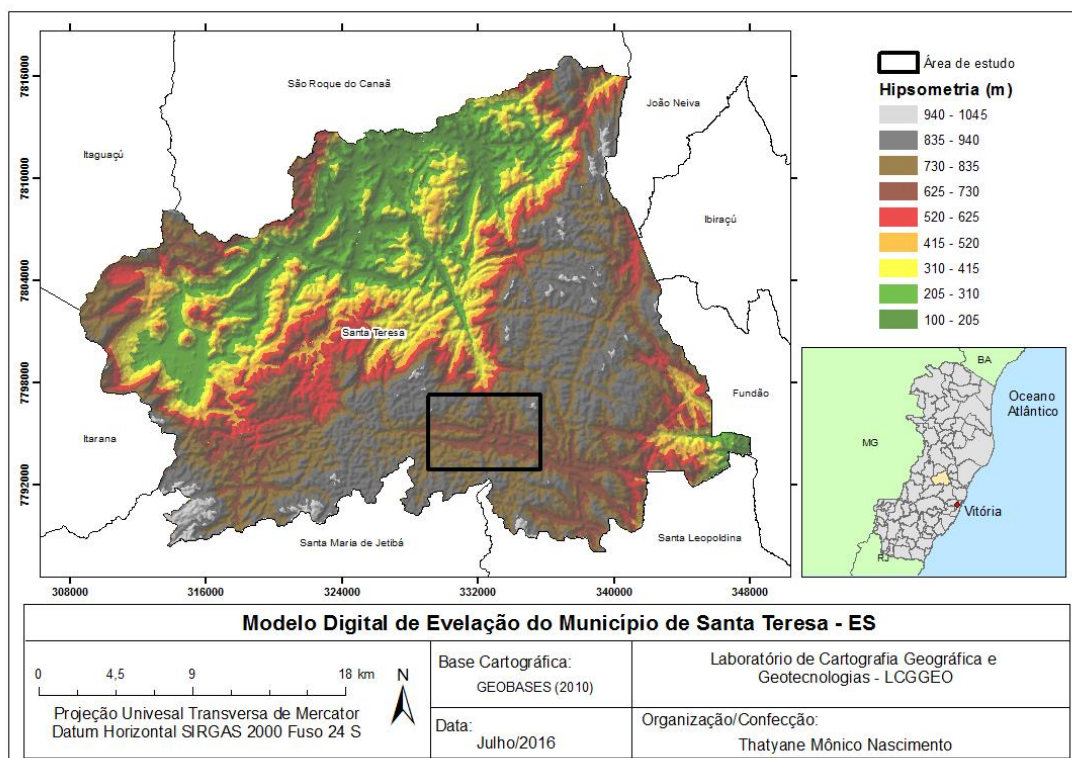
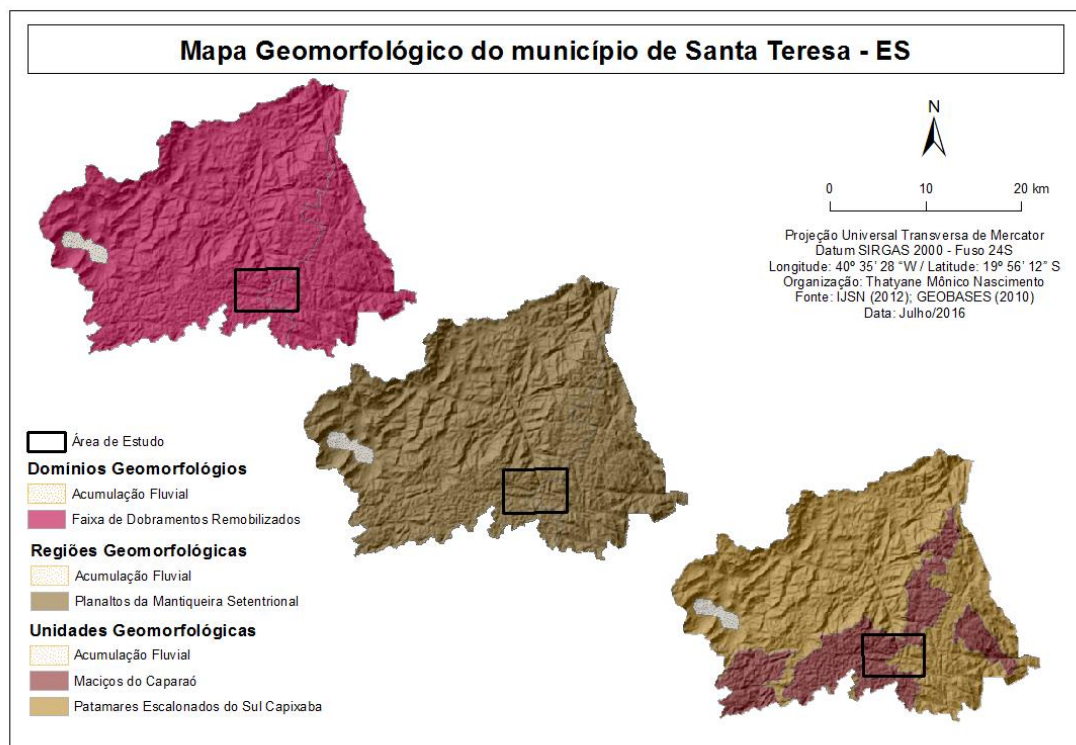


Figura 4 - Representação da Geomorfologia do município de Santa Teresa - ES



Quanto às regiões geomorfológicas, verifica-se a região de Planaltos da Mantiqueira Setentrional, assim o relevo possui um aspecto montanhoso

fortemente dissecado, em que suas altitudes variadas dispostas geralmente em níveis altimétricos, estão relacionados com as fases de dissecção comandadas pelos rios, adaptados às fraquezas litológicas e estruturais.

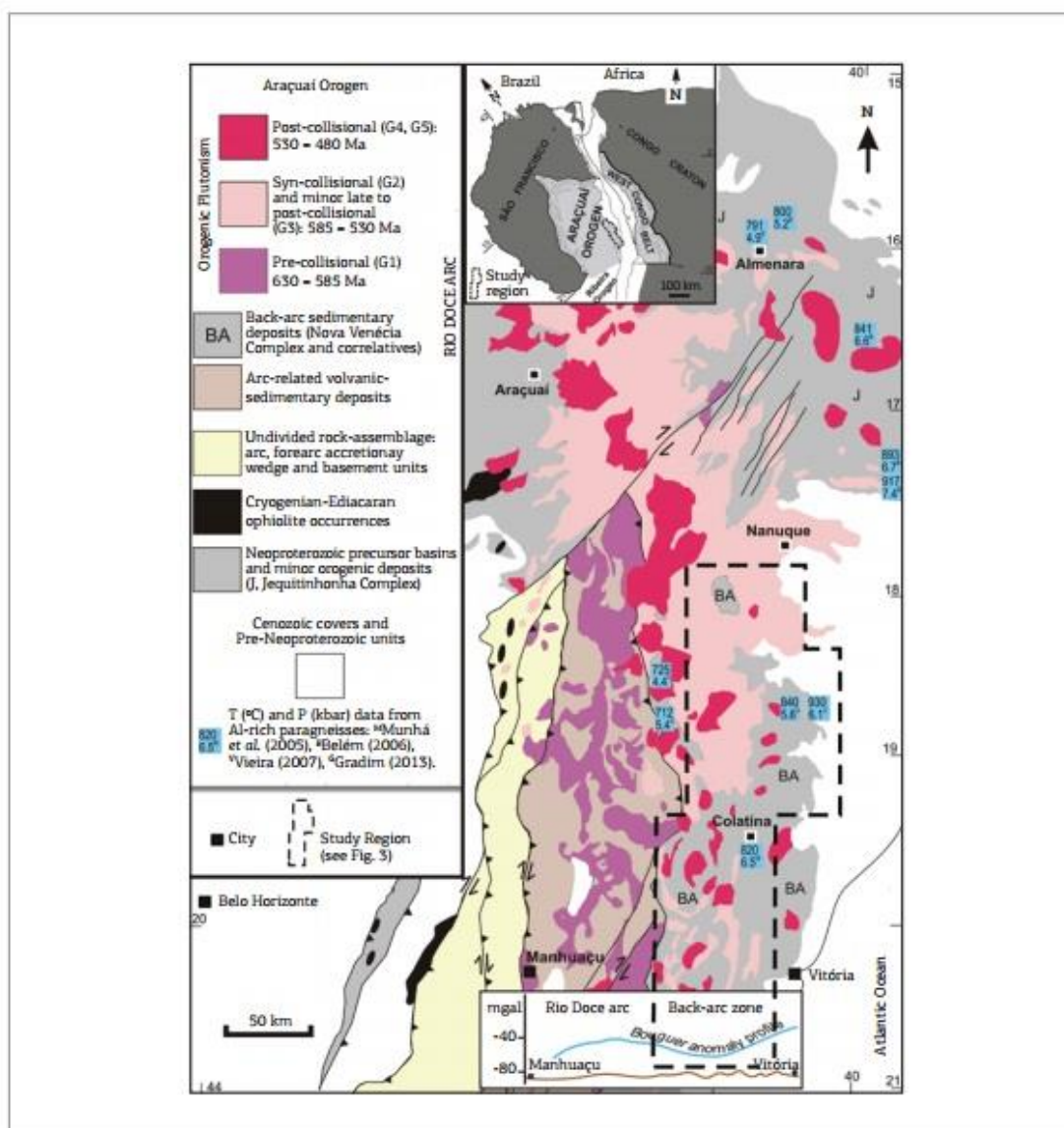
Em relação às Unidades Geomorfológicas, estão presentes os Patamares Escalonados do Sul Capixaba e os Maciços do Caparaó, no primeiro predominam características no relevo de níveis de dissecção escalonados formando patamares, e no último, o relevo sofre com a influência dos eventos tectônicos associados à condição úmida dessa porção, em que é possível observar formas de dissecção intensamente orientadas por falhas intercruzadas, escarpas adaptadas, falhas e elevações residuais.

A área de estudo no que se refere à pedologia está inserida em dois tipos, de acordo, com o mapa de solos do IBGE (2001) na escala de 1: 5 000 000, com legenda atualizada pela EMBRAPA (2011) em novo mapa de solos do Brasil, uma porção a leste de Cambissolo Háplico, Latossolo Vermelho Amarelo e Afloramento de Rochas (CX14) e a oeste com presença de Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, Latossolo Vermelho distrófico e Cambissolo Háplico distrófico (LVA18).

No que se refere à geologia do município de Santa Teresa, este é predominantemente situado no domínio tectônico das bacias sedimentares proterozóicas do tipo retroarco: Complexo Nova Venécia, onde a Sede urbana está localizada. Contendo também, Granitogênese do Orógeno-Araçuí, com granitóides pós-colisionais do tipo I, segundo classificação empregada no mapa geológico 1: 400 000 realizado por Vieira (2013), subordinado à CPRM do Serviço Geológico do Brasil, para o estado do Espírito Santo. Gradim et. al, (2014), também ressalta o enquadramento da área ao Complexo Nova Venécia, conforme demonstrado na figura 5, em que é destacado o Orógeno Araçuai e suas características, com destaque para o Complexo Nova Venécia presente mais ao Sul do município de Colatina, onde está Santa Teresa.

O Complexo Nova Venécia, segundo Baltazar et. al (2010), em caracterização para o Projeto<sup>1</sup> São Gabriel da Palha – Linhares, propõe uma sequência de gnaisses aluminosos (gnaisses kinzigíticos s.l.), com intercalações de quartzitos, rochas calcissilicáticas e anfibolitos e estão presentes nas folhas de Ecoporanga, Mantena, São Gabriel da Palha, Linhares e também adentram ao sul, as folhas de Aracruz e Colatina, esta última folha, onde está localizado o município de Santa Teresa.

Figura 5 - Orógeno Aruçuai



Fonte: GRADIM et. al., 2014.

<sup>1</sup> Projeto realizado pela CPRM, em escala regional – 1:100.000 – correspondem a folhas com corte cartográfico de 30' x 30', integrais ou parciais. Cada folha abrange aproximadamente 3.000km<sup>2</sup>. Os projetos desenvolvidos nessa escala focam especialmente, na potencialidade para mineração, visando definir questões geológicas específicas (CPRM, 2005).

Quanto à estratigrafia do Complexo Nova Venécia (NP3nv) segundo Queiroga et. al. (2012), no Projeto da Folha Nova Venécia<sup>2</sup>, caracteriza-o para a folha com corte cartográfico para o município de Colatina – ES, com: Sillimanita-granada-cordierita-biotita gnaisse bandado e cordierita granulito, com eventuais intercalações de rochas calcissilicáticas. Segundo, Castañeda et. al. (2006), Pedrosa-Soares et al. (2006) *apud* Queiroga et al. (2012), este complexo:

“Apresenta metamorfismo na transição de fácies anfibolito-granulito, em função da paragênese cordierita-granada-sillimanita-hercynita, mas com significativa presença de biotita em alguns termos peraluminosos e sua quase ausência em outros”. Castañeda et al. (2006), Pedrosa-Soares et al. (2006) *apud* Queiroga et al. (2012).

### 1.2.2 Breve Caracterização Socioeconômica

A Cidade foi colonizada por europeus, predominantemente, por imigrantes italianos que desembarcaram no Rio de Janeiro e vieram para o Espírito Santo, em 1874, sendo o primeiro caso de migração massiva da Itália, nativos das cidades de Trento, Veneto e Lombardia para o Brasil (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA TERESA, 2015), buscando um clima mais parecido com o da sua terra natal (MENDES e PADOVAN, 2000).

O município de Santa Teresa se desenvolveu rapidamente e, em 1877, também recebeu imigrantes da Suíça, da Alemanha e da Polônia que rumaram respectivamente, para a Região de Vinte Cinco de Julho e de Santo Antônio do Canaã (Figura 6).

Como a colonização foi predominantemente italiana, a ocupação deste território remonta cenários da Itália, com características arquitetônicas e de organização urbana muito semelhante, até como artifício de criar identidade com o novo lugar, como demonstrado na figura 7.

---

<sup>2</sup> Vide nota de rodapé número 1. Projeto executado em parceria com a UFMG.

Figura 6 - Distritos do Município de Santa Teresa - ES

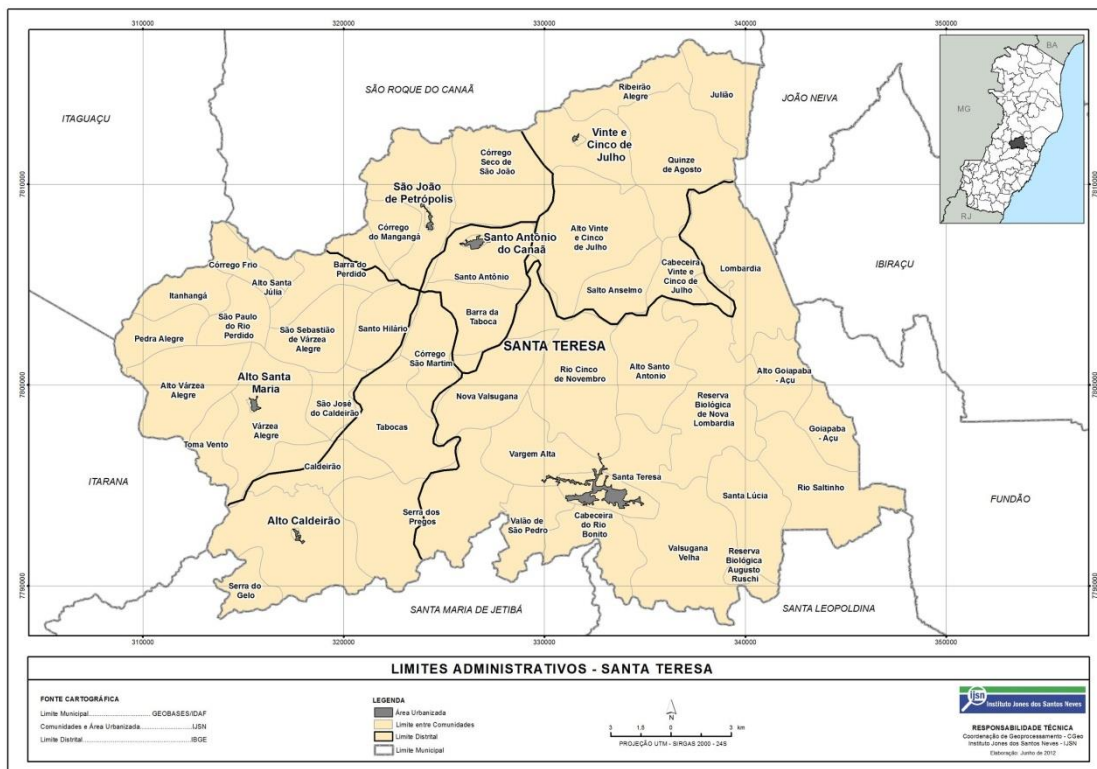


Figura 7 - Fotos do Século XX da Sede Urbana de Santa Teresa - ES



Fonte: IBGE, 2014a. (A) Grupo Escolar na praça principal da cidade; (B) Rua Coronel Avancini; (C) Vista panorâmica da Sede Urbana de Santa Teresa-ES; (D) Rua Jerônimo Vervloet.

Organizado pela autora.

Como parte da cultura, os colonos dedicavam-se à agricultura com o cultivo de café e cereais e também de culturas semelhantes do norte da Itália como, a videira e o bicho de seda, sendo atualmente, o município responsável por 80% da produção de uva e vinho do estado do Espírito Santo (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA TERESA, 2015), também é produtor de culturas agrícolas diversas, ainda com destaque para a quantidade em área plantada destinada a produção do café, tipo Arábica e Conilon, e de eucalipto.

## **2 BREVE REVISÃO DA HISTÓRIA RECENTE DAS DIRETRIZES PARA A GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS**

### **2.1 Diretrizes Internacionais: ONU e a gestão dos riscos de desastres**

Na década de 1990, a Organização das Nações Unidas (ONU), estabeleceu este período como a Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais (DIRDN) – *International Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR)*, atentando não só para a prevenção de desastres naturais como também de outros tipos de catástrofes como a de natureza tecnológica e industrial e para o desenvolvimento de planos nacionais de prevenção.

Desde então, a ONU promove uma cooperação com entidades e governos, a fim de que o fatalismo dos desastres naturais não seja mais justificado, especialmente nos países em desenvolvimento. Considerando que a mesma deveria mobilizar e utilizar os conhecimentos científicos e técnicos para mitigar os desastres, prestar assistência, preparação e prevenção.

A nomeação da década tinha como objetivo principal a redução de perdas de vidas, bens materiais e outros transtornos de ordem socioeconômica que pudessem ocorrer por desastres naturais como escorregamentos, terremotos, erupções vulcânicas, tsunamis, inundações, vendavais, seca e desertificação, incêndios, pragas, além de outras calamidades de origem natural (UNISDR, 1989). Assim, estabeleceram seis medidas para conter as catástrofes naturais, em um quadro de ação internacional para a Redução de Desastres Naturais:

- a) Melhorar a capacidade dos países de atenuar os efeitos dos desastres naturais de forma eficaz, dando atenção especial aos países em desenvolvimento na avaliação do potencial de danos decorrentes destas catástrofes e preconizando um sistema de alerta, quando e onde for necessário;



- b) Elaborar diretrizes e estratégias apropriadas para aplicar os conhecimentos técnicos e científicos existentes, tendo em vista a diversidade econômica e cultural entre as nações;
- c) Promover que medidas estruturais e não estruturais sejam aplicadas a fim de reduzir a perda de vidas e bens;
- d) Divulgar informações técnicas para a avaliação, previsão e mitigação de desastres naturais;
- e) Desenvolver medidas para a avaliação, previsão, prevenção e mitigação de desastres naturais por meio de programas de assistência técnica e de transferência de tecnologia, projetos demonstrativos de educação e formação adaptados às especificidades da localidade que está exposta aos desastres e avaliação da eficácia desses programas.

A fim de colocar em prática os objetivos da DIRDN, a ONU ainda constitui um conjunto com sete medidas políticas a serem adotadas a nível nacional, em que todos os governos eram chamados a formular programas nacionais de mitigação de desastres, políticas públicas de planejamento urbano e social, dentre outras atribuições administrativas para a gestão do risco.

No decorrer da década de 1990, buscando criar estratégias para a Redução de Risco de Desastres (RRD), a nível global ocorreu a I Conferência Mundial sobre Prevenção de Desastres Naturais em Yokohama, no Japão, marcando de forma mais efetiva o que seria o início da história da gestão de risco, pautada por conferências, planos de ação, marcos globais e demais estratégias para a RRD. No Quadro 01 são apresentadas as principais conferências a nível internacional sobre o tema, até o presente.

### 2.1.1 I Conferência Mundial de Prevenção de Desastres Naturais

A I Conferência Mundial de Prevenção de Desastres Naturais ocorreu entre os dias 23 e 27 de maio de 1994, participando organizações internacionais, Organizações Não Governamentais (ONGs), a comunidade científica, de negócios, da indústria e a mídia, a fim de deliberar sobre o quadro de ações para

a DIRDN, concentrando-se principalmente em minimizar o sofrimento humano frente à ocorrência de desastres naturais.

Quadro 1 - Gestão de Risco de Desastres a Nível Global

<b>Principais Marcos na História da Gestão de Risco de Desastres</b>		
Final da Década de 1980	Resolução 44/236 - Década Internacional para a Redução de Risco (DIRDN)	Estabelecimento do quadro de ação internacional para a Redução de Desastres Naturais.
1992	ECO-92	Estabelecimento da Agenda 21
1994	I Conferência Mundial para a prevenção de Desastres Naturais – Yokohama, Japão.	Estratégia e Plano de ação de Yokohama – 1º plano para a criação de uma política de Redução de Desastres.
2000	Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (ISDR)	Criação do Secretariado permanente sobre a temática, locado em Genebra, Suíça.
2002	Plano de Implementação em Johannesburgo	Plano de priorização das vulnerabilidades à avaliação de riscos e à gestão de desastres.
2005	II Conferência Mundial para a prevenção de Desastres Naturais – Kobe, Japão.	Adoção da Declaração de Hyogo por 168 países membros da ONU e do Quadro de Ações 2005 -2015: “Construir a Resiliência das Nações e das Comunidades face aos Desastres”.
2015	III Conferência Mundial para a prevenção de Desastres Naturais – Sendai, Japão.	Adoção de 7 novas metas, 4 prioridades e 1 conjunto de princípios por 187 países membros da ONU sobre o novo Marco de Hyogo: 2015-2030.

Fonte: Baseado em UNISDR (1989; 1994; 1999; 2005; 2007; 2015a). Organizado pela autora.

A conferência aconteceu por reconhecer que as perdas econômicas e humanas estavam se tornando mais intensas devido à incidência maior dos desastres naturais. A fim de salvar vidas humanas e reduzir os impactos dos desastres é que eles recordaram o objetivo da década de 1990, reforçado pela resolução 46/182 de 19 de dezembro de 1991, em que deveriam adotar uma abordagem integrada de gestão de desastres visando uma cultura de prevenção.

Atrearam o crescimento da sustentabilidade econômica e do desenvolvimento sustentável a medidas que reduzissem o risco de desastres, pois para a ONU os mesmo são fatores de degradação ambiental como já tinha sido enfatizado na

elaboração da Agenda 21<sup>3</sup> e na conferência ECO-92<sup>4</sup> especialmente no que tange o princípio 18 da Agenda, que assegurava que a comunidade internacional apoiaria os países que fossem atingidos por desastres (UNISDR, 1994).

Como premissas dessa I Conferência, os países membros das Nações Unidas e demais participantes estabeleceram dez princípios para alcançar a meta de Redução de Risco de Desastres para a década. Tendo em vista que para a adesão da Estratégia de Yokohama e o seu plano de ação, os países membros deveriam afirmar que:

- (1) A população pobre e os países em desenvolvimento são os mais afetados pelos desastres à medida que são menos equipados para lidar com eles;
- (2) O alcance do desenvolvimento sustentável é fortalecido quando integrado a prevenção de desastres, mitigação, preparação e recuperação e, por isso, a importância de incorporar esses elementos aos planos de desenvolvimento;
- (3) Para alcançar os objetivos propostos pela DIRDN, as ações deveriam estar voltadas para prevenção do que para a resposta, devido ao alto custo em reconstruir, sendo então necessário um planejamento preventivo que deixasse a salvo as comunidades e que alimentasse o gerenciamento dos riscos;
- (4) Os países deveriam agir em conjunto para além das fronteiras, a fim de salvar vidas, obtendo progresso coletivo na mitigação do desastre;
- (5) Garantiriam recursos para obter informações e transferência de tecnologias;
- (6) Incentivariam a participação ativa da comunidade envolvida para desenvolver, compartilhar e aprender sobre a percepção e o desenvolvimento do risco;
- (7) Os países que adotaram a Estratégia de Yokohama tinham responsabilidade soberana em proteger sua população, por meio da criação de políticas, programas que a capacitem e a proteja;

---

<sup>3</sup>Programa de ação baseado num documento de 40 capítulos, que constitui a mais abrangente tentativa já realizada de promover, em escala planetária, um novo padrão de desenvolvimento, denominado “desenvolvimento sustentável”. Pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica (BRASIL, 2015a).

<sup>4</sup>Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro, em 1992, pela ONU (BRASIL, [201-]a).

- (8) A comunidade internacional e as Nações Unidas deveriam criar mecanismos adequados para suportar a DIRDN;
- (9) A conferência foi considerada como um marco no progresso humano porque deu uma nova direção frente aos desastres, na tentativa de redução do sofrimento humano ao enfrentar esse tipo de catástrofe;
- (10) A conferência teve como objetivo alertar os governos para a implementação de políticas que catalisasse esforços para mudar o quadro de fatalismo dos desastres.

Por fim, foi criado um Fundo monetário para a Década, em que os países se responsabilizaram em obter recursos priorizando as ações de prevenção, mitigação e preparação, estando o mesmo integrado aos projetos de desenvolvimento. Também foi criado um secretariado permanente em Genebra, *The United Nations Office for Disaster Risk Reduction* (UNISDR), no início do novo século, para dar segmento às ações já iniciadas, impulsionando a Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD) – *International Strategy Disaster Risk (ISDR)*, criada no ano 2000.

A missão do secretariado era promover o desenvolvimento sustentável e continuar o ciclo da cultura de prevenção de desastres de modo a tornar as comunidades mais resilientes aos riscos naturais (UNISDR, 2000), assim foi incorporado mais um termo para a gestão de risco, a resiliência frente aos riscos naturais e as vulnerabilidades, que segundo a UNISDR (2009) resiliência é a:

Capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade potencialmente exposta a ameaças a adaptar-se resistindo ou mudando com o fim de alcançar e manter um nível aceitável em seu funcionamento e estrutura. Determina-se pelo grau no qual o sistema social é capaz de auto organizar-se para incrementar sua capacidade de aprendizagem sobre desastres passados com o fim de alcançar uma melhor proteção futura e melhorar as medidas de redução de risco de desastre (UNISDR, 2009, p.17).

### 2.1.2 Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD)

A Estratégia Internacional para a Redução de Desastres – EIRD (*International Strategy for Disaster Reduction - ISDR*) foi formulada no fórum do programa sobre a DIRDN em Genebra, em julho de 1999, com a aprovação do documento “*A safer world in the 21s Century: Disaster and Risk Reduction*”, que juntamente com os princípios e objetivos da Estratégia de Yokohama tornaram-se os documentos base da EIRD (UNISDR, 2015b).

O Documento aprovado em Genebra trata da alteração de uma cultura de reação para uma cultura de prevenção, por ser a prevenção muito menos custosa do que a remediação dos danos, além de assim, poder salvar vidas humanas. Dessa forma, a prevenção estaria integrada ao desenvolvimento sustentável, assunto que já era discutido na Estratégia de Yokohama.

Dentre as metas do que constitui a EIRD, pretendeu-se contribuir com a percepção de riscos (naturais, tecnológicos e ambientais, em que as autoridades públicas estivessem comprometidas em reduzir o risco para a sociedade, em salvar vidas, meios de subsistência, infraestrutura social e econômica e de recursos ambientais, bem como envolvê-los para criar comunidades resilientes, a fim de que suas perdas fossem sendo reduzidas (UNISDR, 2015b).

Para isso a EIRD tem um conjunto de objetivos que focam em ações voltadas para educação e gestão de riscos, incluindo monitoramento, financiamento e fomento a participação da comunidade internacional em tornar a prevenção um valor público (UNISDR, 2015b). As atividades de educação estão voltadas para o aperfeiçoamento em todas as esferas tendo como um dos objetivos, o reforço à investigação científica na formação de profissionais e de cursos em universidades e institutos especializados, além da formação de técnicos e líderes comunitários, para a transferência de conhecimento a todas as idades.

Como predicativo da Estratégia, foi descrito no documento “*A safer world in the 21s Century: Disaster and Risk Reduction*”, que a mesma deveria passar por

uma revisão global dentro de no máximo 5 anos, o que resultou na II Conferência Mundial sobre Prevenção de Desastres, em 2005.

Entre esses dois marcos referenciais dentro da história que está em curso para a RRD, outro documento importante foi o Plano de Ação de Johannesburgo, em 2002, tirado na Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável que reforçava também 10 anos após a ECO-92, a preocupação de uma “ação integrada, para múltiplas ameaças, dando prioridade às vulnerabilidades, à avaliação de riscos e à gestão dos desastres” (RODRIGUES, 2010, p. 224).

As diferenças significativas entre a década de 1990 e o início dos anos 2000, foi o fortalecimento da cultura de prevenção até o propósito de criação da campanha “Comunidades Resilientes”, o foco no desenvolvimento econômico sustentável e nas ações de educação, fomentando a criação de cursos e disciplinas temáticas dentro das áreas específicas e correlatas que estudam o risco de desastres.

### 2.1.3 II Conferência Mundial para a Prevenção de Desastres Naturais e Marco de Ação de Hyogo

A II Conferência veio com o objetivo de revisar o plano de ação estabelecido em Yokohama e implementar as políticas e medidas de RRD já estabelecidas, pois verificava-se que após terem se passado quase dez anos não haviam obtido resultado significativo das medidas adotadas, confirmado pelos resultados divulgados em 2005 pela ONU, no documento que serviu de preparação para esta conferência.

Estimou-se que o ano de 2003 foi registrado o maior número de vítimas fatais, 5 vezes mais que no ano de 2002, tendo totalizado 700 desastres com uma crescente perda econômica aferida em bilhões de dólares, especialmente em países em desenvolvimento, que segundo relatório, perdem geralmente, 5 vezes mais que o valor do seu Produto Interno Bruto (PIB) ou um valor maior do que se é investido em anos para o desenvolvimento econômico, este dado é proporcionalmente inverso nos países desenvolvidos, que apesar das perdas

econômicas também serem altas representa muito pouco do seu PIB (UNISDR, 2005).

Atribuiu-se também que as ações de desenvolvimento que os países estavam tomando aumentavam a vulnerabilidade frente às ameaças, bem como as estratégias contra a pobreza não estavam sendo suficientes porque elas não consideravam a diminuição do risco. Assim, foi constatado que o fator pobreza estava agravando significativamente a magnitude dos eventos pela carência de serviços, insegurança, impotência frente aos desastres e falta de controle sobre o futuro (UNISDR, 2005).

A conferência que se baseou na revisão do plano de 1994, teve também como objetivo desenvolver planos que contemplasse os Objetivos do Milênio<sup>5</sup>, traçados pela ONU em 2001 e o plano de Johannesburgo, relacionando a RRD para o desenvolvimento sustentável. Além de verificar os avanços e os desafios obtidos nesse período, rever temas emergentes e compreender que novas tipologias de riscos estavam surgindo, bem como em alguns casos o desenvolvimento econômico estava contribuindo para o aumento dos mesmos.

A ênfase era no desenvolvimento de políticas e programas que abordassem o risco visando novamente à cultura de prevenção. Foram discutidos os marcos internacionais e as políticas para a redução de risco, o manejo do conhecimento para o desenvolvimento de comunidade resilientes, identificação dos riscos, lições aprendidas e boas práticas, além da preparação para dar uma resposta mais efetiva as catástrofes.

A conferência ocorreu no Japão, na cidade de Kobe, pela disponibilidade do país em sediá-la, mas também porque no ano de 2005 completava 10 anos do terremoto *Hanshin-Awaji*, que resultou em perda expressiva de vidas em um país

---

<sup>5</sup> Criado no ano de 2001, pelas Nações Unidas, um conjunto de Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: metas a serem atingidas até o ano de 2015. Assim, convidaram sociedade civil e governos a olhar com atenção alguns desafios que o planeta enfrentava e a se engajarem em prol desses objetivos (ONU, 2015).

desenvolvido e em uma cidade com uma população próxima dos 1,5 milhões de habitantes.

O Japão por ser constantemente afetado por desastres, especialmente de ordem geológica, tem uma vasta experiência em lidar com esse tipo de risco e vem enfrentando esses predicativos há muitos anos. Os gastos do país em prevenir sua população, destinado a projetos de desenvolvimento tecnológico serviriam a época, de exemplo, para outros países em busca da cultura de prevenção que se mostrava cada vez mais relevante.

A conferência que foi organizada após o tsunami ocorrido no Pacífico, em dezembro de 2004, tinha mais um elemento sobre a emergência em lidar com essas situações. A grande ação da conferência foi o estabelecimento do Marco de Ação de Hyogo (MAH) – *Action Hyogo Framework (AHF)*, que foi considerado o primeiro acordo global que explicava de forma abrangente como reduzir as perdas ocasionadas por desastres, com a premissa de que eles poderiam afetar a todos em uma escala menor ou maior de proporção, sendo dever dos governos reduzirem as vulnerabilidades frente às ameaças, seja através da educação e também do planejamento das cidades, pois cada decisão implicava em tornar uma cidade mais resiliente ou mais vulnerável (UNISDR, 2007).

Assim, pretendeu entre os anos de 2005 até 2015 reduzir através de ações mais sistemáticas as perdas de vidas, bens econômicos, sociais e ambientais das comunidades, que até então na história da gestão de risco não haviam ainda sido alcançadas. Estabeleceu-se assim 5 ações prioritárias de dimensão política, científica, social, das vulnerabilidades e de emergência face aos desastres, respectivamente (RODRIGUES, 2010), apresentadas no quadro 2.

Para efetivação dessa estratégia foram estabelecidas parcerias bilaterais e multilaterais e a criação de plataformas regionais que começaram a trocar lições aprendidas e boas práticas dentro de um contexto similar de condicionantes físicas.



Quadro 2 - Prioridades de ação do Marco de Hyogo 2005-2015

<b>Prioridades</b>	<b>Características</b>	<b>Ações</b>
1ª: Fazer com que a redução dos riscos de desastres seja uma prioridade	<b>Política</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de plataformas que orientem a formulação de políticas e atividades para a RRD;</li> <li>- Integração da RRD no planejamento e desenvolvimento com participação comunitária</li> </ul>
	Desenvolvimento de políticas, leis e marcos organizativos que integrem a RRD.	
2ª: Conhecer os riscos e tomar medidas	<b>Científica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolver e disseminar ferramentas que propiciem o conhecimento dos riscos.</li> <li>- Criação de bancos de dados que contenham informações estatísticas, mapas de risco e indicadores de vulnerabilidade.</li> <li>- Emissão de alertas prévios.</li> </ul>
	Identificar, avaliar e observar os riscos de desastres a fim de melhorar os alertas prévios.	
3ª: Desenvolver uma maior compreensão e conscientização	<b>Social</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manter a população informada quanto as medidas que podem ser tomadas para enfrentar os riscos e que se sintam motivadas a atuar;</li> <li>- Oferecer informações, fortalecer espaços de diálogo, trabalhar com os meios de comunicação e incluir na educação formal e não formal o tema de RRD.</li> </ul>
	Desenvolver uma cultura de prevenção através da educação.	
4ª: Reduzir o risco	<b>Vulnerabilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação de normas relevantes para a proteção de infraestruturas vitais (escolas, hospitais, casas, etc).</li> <li>- Proteção de ecossistemas que podem atuar como barreiras frente às ameaças.</li> <li>- Oferecer recursos adicionais: seguros e microfinanciamento.</li> </ul>
	Desenvolver a resiliências das comunidades focando nos fatores predisponentes	
5ª: Estar preparado e pronto para atuar	<b>Emergência</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolver e praticar o que está contido nos planos de contingência;</li> <li>- Fazer simulados coordenados de evacuação;</li> <li>- Estabelecimento de um fundo de emergência.</li> </ul>
	Avaliar os riscos para estar preparado para dar uma resposta eficaz em todos os níveis.	

Fonte: Baseado em UNISDR(2007) e Rodrigues (2010). Organizado pela autora.

#### 2.1.4 SENDAI – III Conferência Mundial para a prevenção de Desastres Naturais: Marco de Hyogo 2015-2030

A III Conferência Mundial para a Prevenção de Desastres Naturais, em que foi adotado o novo quadro de ações para o Marco de Hyogo pós 2015, contou com a participação de 187 estados membros da ONU, órgãos e instituições privadas entre outros representantes de setores da economia, que puderam fazer a avaliação e revisão do Quadro de 2005-2015, a fim de elaborar e colocar em prática novas prioridades de ação, considerando as experiências das plataformas regionais e reiterando o acordo firmado anteriormente, de construir

idades resilientes, em caráter de urgência, no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza (UNISDR, 2015c).

A cidade de Sendai foi escolhida como sede do evento, pois em março de 2011, foi afetada por um terremoto seguido de tsunamis, para frisar o que já havia sido preconizado no documento da II Conferência, em Kobe, há dez anos, também no Japão, sobre o desenvolvimento de sistemas de alerta, para que a população tenha condições de se resguardar à possibilidade de ocorrência de desastres.

O MAH está organizado entre os níveis, local, nacional, regional e global por meio dos países, partes interessadas e setores da economia, como a indústria, por exemplo. Na sua primeira fase (2005-2015) possibilitou a diminuição da mortalidade para alguns tipos de perigos e foi observado um aprimoramento da capacidade de gerir os riscos dos países (UNISDR, 2014).

O relatório dessa Conferência aponta que as perdas por desastres ainda trazem consequências socioeconômicas custosas, pois entre o período do primeiro MAH, 700 mil pessoas perderam suas vidas, 1,4 milhão ficaram feridas e 23 milhões desabrigadas. De forma geral, mais de 1,5 bilhão de pessoas foram afetadas por desastres de formas variadas, estimando-se a perda de mais de 1,3 trilhões de dólares (UNISDR, 2015c).

O encontro em Sendai teve como objetivo a implementação e acompanhamento do novo quadro de ações, visando:

Prevenir novos riscos através de ações integradas de cunho econômico, estrutural, jurídico, social, de saúde e cultural, com medidas educativas, ambientais, tecnológicas, políticas e institucionais; prevenir e reduzir a exposição ao risco e a vulnerabilidade aos desastres; aumentar a preparação para uma resposta e recuperação e assim, reforçar a resiliência (UNISDR, 2015a, p. 12) <sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup>Traduzido pela autora do documento “Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030” (UNISDR, 2015).

Este quadro é composto por sete metas, quatro prioridades de ação e um conjunto de onze princípios. As sete metas globais tratam sobre a redução da mortalidade e do número de pessoas afetadas até 2030, mas com foco mais expressivo nos 5 primeiros anos 2015-2020; sobre a redução dos danos de desastres, principalmente às infraestruturas básicas; redução dos prejuízos econômicos em relação ao PIB mundial e; o aumento do número de países com estratégias nacionais e locais para RRD, reforçando a cooperação internacional e a disponibilidade e acesso aos sistemas de informações sobre os riscos.

As prioridades de ação dão continuidade ao trabalho iniciado em 2005, quando antes se buscava conhecer os riscos, agora já procura-se compreendê-los e fortalecer os governos, ou quando antes era necessário criar uma cultura de prevenção para a resiliência. Atualmente, o foco é nos investimentos para viabilizar não só isso, como também melhorar a preparação para uma resposta eficaz. Assim, as prioridades de ação aparecem de forma mais robusta tentando mitigar os desastres: (1) Compreender os riscos de desastres; (2) Fortalecer os governos para gerenciamento do risco de desastre; (3) Investir em Redução de Risco de Desastre para a construção da Resiliência e; (4) Melhorar a preparação ao desastre para uma resposta mais eficaz, focando em recuperação, reabilitação e reconstrução, chamado de “Reconstruir novamente e melhor”.

Nesse contexto de formulação de diretrizes internacionais para o tema Redução de Risco de Desastres, ao longo desses 25 anos, tem se o movimento do governo brasileiro tendo suas principais políticas formuladas entre a I Conferência ocorrida em Yokohama, em 1994, e o posterior desdobramento do MAH definido na II Conferência Internacional para Redução de Desastres, em 2005, no Japão.

## **2.2 Diretrizes Nacionais: o Brasil e a Gestão de Risco de Desastres Naturais**

No Brasil atualmente, a gestão de risco de desastres é assunto discutido em âmbito federal por alguns ministérios, como o da Integração, Cidades, Ciência e

Tecnologia e de Defesa, que se dividem na formulação de políticas nacionais e planos de ação e na execução dos mesmos.

Inicialmente, a preocupação com os desastres ganhou maior repercussão após a ocorrência de eventos de chuvas intensas entre os anos de 1966 e 1967, que assolaram a Região Sudeste, principalmente no antigo Estado da Guanabara (Rio de Janeiro – RJ), provocando enchentes e deslizamentos na Serra das Araras e em Caraguatatuba no estado de São Paulo, o que levou a criação de uma instituição que cuidasse da “Defesa Civil”.

Assim, em dezembro de 1966 é criada a primeira Defesa Civil Estadual e, em 1967, o Ministério do Interior, com a competência de atender as populações atingidas por calamidades em todo território nacional. Dentro desse Ministério foi criado o Fundo Especial para Calamidades Públicas (FUNCAP) e o Grupo Especial para Assuntos de Calamidades Públicas (GEACAP), esse último com uma relevância maior, pois foi um dos vetores para a criação da Secretaria Nacional de Defesa Civil, devido à sua função estratégica de prestar defesa permanente as comunidades contra as calamidades (BRASIL, [201-]b).

A defesa Civil passou a figurar como uma instituição responsável por reduzir os riscos de desastres a partir, da organização do Sistema Nacional de Defesa Civil (SEDEC), no decreto de nº 97.274, de 16 de dezembro de 1988. Este decreto substituiu o Decreto nº 67.347, de 5 de outubro de 1970, que estabelecia diretrizes e normas de ação para defesa permanente contra as calamidades públicas e do Grupo Especial para Assuntos de Calamidades Públicas (BRASIL, 1970). Neste caminho até hoje, uma série de diretrizes, leis e decretos foram estabelecidos, conforme demonstrado no quadro 03.

### 2.2.1 Política Nacional de Defesa Civil (PNDC) 1995 e suas diretrizes

Destaca-se que após a resolução da ONU e a sua I Conferência sobre desastres, onde ficou claro a importância de fomentar a criação de programas a nível nacional, o Brasil por sua vez, criou um plano nacional de redução de desastres

para a década de 1990, com programas e metas para serem alcançadas até o ano de 2000, intitulado de Política Nacional de Defesa Civil (PNDC), estruturada em 1995, em quatro pilares: minimização (prevenção e preparação), resposta e reconstrução frente aos desastres (BRASIL, [201-]b).

Quadro 3 - Legislação relacionada ao Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC

Ato Legal	Data de Assinatura do Ato Legal	Data de Publicação no DOU	Assunto
Lei nº 12.983	01.06.2014	02.06.2014	Altera a Lei no 12.340, de 1o de dezembro de 2010, para dispor sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco e de resposta e recuperação em áreas atingidas por desastres e sobre o Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil, e as Leis nos 10.257, de 10 de julho de 2001, e 12.409, de 25 de maio de 2011, e revoga dispositivos da Lei no 12.340, de 1o de dezembro de 2010.
Lei nº 12.608	10.04.2012	11.04.2012	Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1o de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências.
Lei nº 12.340	01.12.2010	02.12.2010	Dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, sobre as transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastre, e sobre o Fundo Especial para Calamidades Públicas, e dá outras providências.
Decreto nº 7.257	04.08.2010	05.08.2010	Regulamenta a Medida Provisória nº 494 de 2 de julho de 2010, para dispor sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, sobre o reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública, sobre as transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastre, e dá outras providências
Decreto s/n	26.09.2005	27.09.2005	Institui a Semana Nacional de Redução de Desastres, e dá outras providências.

Decreto nº 5.376	17.02.2005	18.02.2005	Atualiza a estrutura, organização e diretrizes para o funcionamento do Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC e do Conselho Nacional de Defesa Civil - CONDEC e dá outras providências.  Cria no âmbito da Secretaria Nacional de Defesa Civil, o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres - CENAD.
Decreto nº 4.217	06.05.2002	07.05.2002	Instituição e concessão da Medalha Defesa Civil e dá outras providências.
Decreto nº 1.080	08.03.1994	09.03.1994	Regulamenta o Fundo Especial para Calamidades Públicas - FUNCAP e dá outras providências.
Diretriz Ministerial nº 04/2001	29.06.2001		Emprego das Forças Armadas em Defesa Civil, de acordo com o Decreto nº 3.466, de 17.05.2000 que aprova a Estrutura Regimental do Ministério da Defesa à luz da Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999, cabendo ao MD emitir diretrizes para a participação das Forças Armadas nas atividades relacionadas com a Defesa Civil.
Decreto nº 4.980 Revogado	04.02.2004	05.02.2004	Dá nova redação a dispositivos dos Decretos nº 895/93 e 1.080/94, dispondo sobre a organização do SINDEC e regulamento do FUNCAP.
Decreto nº 97.274 Revogado	16.12.1988	19.12.1988	Dispõe sobre a organização do Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, e dá outras providências.
Decreto nº 66.204 Revogado	13.02.1970	17.02.1970	Regulamenta o Fundo Especial para Calamidades Públicas - FUNCAP e dá outras providências.
Decreto-Lei nº 950 Revogado	13.10.1969	17.10.1969	Institui no Ministério do Interior o Fundo Especial para Calamidades Públicas - FUNCAP e dá outras providências.
Decreto s/n	27.10.2009	28.10.2009	Convoca a 1ª Conferência Nacional de Defesa Civil e Assistência Humanitária
Portaria MI nº 912-A	29.05.2008	06.06.2008	Condiciona a transferência de recursos federais destinados às ações de defesa civil à comprovação da existência e o funcionamento do órgão municipal de defesa civil - as Coordenadorias Municipais de Defesa Civil - Comdec ou correspondente).  Estabelece condições e procedimentos para recuperação de estradas vicinais e de obras de arte nelas existentes.

Fonte: BRASIL (2015b).

O plano continha quatro diretrizes que previa a (I) reestruturação da SEDEC como Secretaria Especial de Defesa Civil; (II) Classificação dos desastres que

compunham a realidade brasileira; (III) organização de manuais de planejamento em Defesa civil; e (IV) a criação de um programa de capacitação em desastres.

No movimento de criação da primeira PNDC, em 1993, foi Instaurado por meio do DECRETO Nº 895, DE 16 DE AGOSTO DE 1993, disposições sobre a organização do Sistema Nacional de Defesa Civil (Sindec), cumprindo assim, a primeira diretriz, em que as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC) deveriam manter relação direta com o mesmo.

O sistema tinha três objetivos principais: I - planejar e promover a defesa permanente contra desastres naturais ou provocados pelo homem; II - atuar na iminência e em situações de desastres e, III - prevenir ou minimizar danos, socorrer e assistir populações atingidas e recuperar áreas afetadas por desastres (BRASIL, 1995). Para o cumprimento dos objetivos, cabiam então a CEDEC as ações demonstradas no Quadro 04:

Quadro 4 - Atribuições da CEDEC

<b>Funções da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil</b>	
<b>I</b>	Coordenar e supervisionar as ações de defesa civil;
<b>II</b>	Manter atualizadas e disponíveis as informações relacionadas à defesa civil;
<b>III</b>	Elaborar e implementar planos, programas e projetos de defesa civil;
<b>IV</b>	Prever recursos orçamentários próprios necessários às ações assistenciais, de recuperação ou de recursos da União, na forma da legislação vigente;
<b>V</b>	Capacitar recursos humanos para as ações de defesa civil;
<b>VI</b>	Manter o órgão central do SINDEC informado sobre as ocorrências de desastres e atividades de defesa civil;
<b>VII</b>	Propor à autoridade competente a decretação ou homologação de situação de emergência e de estado de calamidade pública, observando os critérios estabelecidos pelo Conselho Nacional de Defesa Civil – CONDEC;
<b>VIII</b>	Propor à autoridade competente a decretação ou homologação de situação de emergência e de estado de calamidade pública, observando os critérios estabelecidos pelo CONDEC.

Fonte: Baseado em Brasil (1995). Organizado pela autora

As secretarias estaduais viabilizam as ações da SINDEC, por meio do trabalho em outras secretarias, sendo elas: Segurança Pública; Recursos Hídricos; Saneamento e Obras; Energia; Meio Ambiente; Saúde; Transportes; Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico; Economia e Planejamento; Fazenda; Habitação; Justiça e da Defesa da Cidadania; Educação; Esportes e Turismo; e Emprego e Relações do Trabalho.

Dentro das atribuições de cada secretaria as ações que se destacam relativas ao mapeamento de riscos propriamente ditas são poucas, explicitadas em algumas funções das secretarias de Recursos Hídricos, Meio Ambiente e Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento, que propunham desenvolver estudos e pesquisas que permitissem determinar áreas de riscos, bem como fornecer informações destinadas à orientação das ações da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC (BRASIL, 1995).

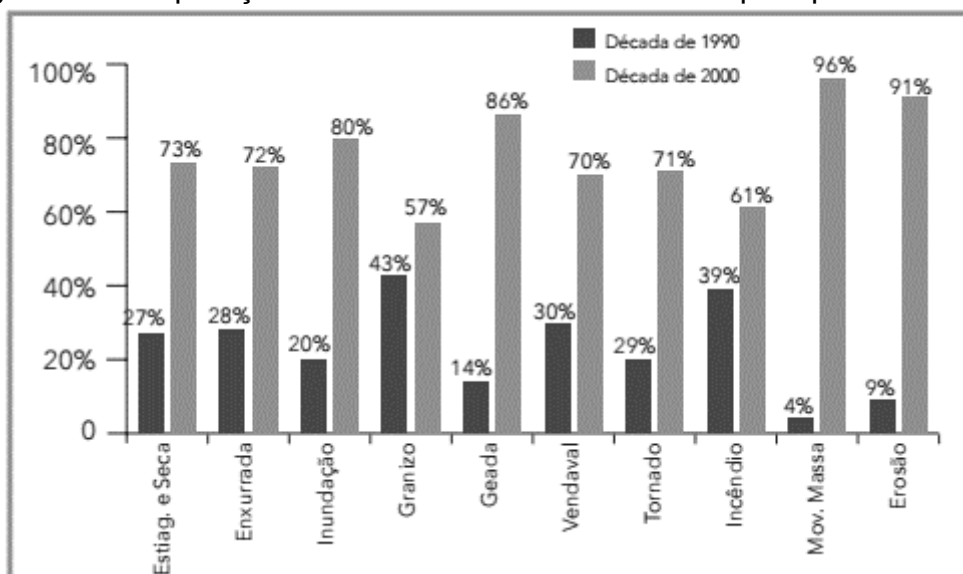
Na secretaria de Recursos Hídricos, ainda, foi incluído um zoneamento para as áreas inundáveis, já na secretaria de Meio Ambiente, o tema redução de risco de desastres seria inserido no conteúdo transversal “educação ambiental” do ensino básico, bem como a secretaria de Segurança Pública também promoveria outras atividades de educação, como cursos e palestras para técnicos e voluntários. Ações específicas para a prevenção de desastres por escorregamentos, foco dessa análise, não são apresentadas para todo o contexto nacional, apenas há uma medida referente a Serra do Mar, estabelecido em 1989, e reinstituído por meio do Decreto Estadual nº 42.565 de 01 de dezembro de 1997.

Movimentos Gravitacionais de Massa foi a tipologia mais registrada na década de 2000, talvez por consequência da falta de uma política efetiva para esse tipo de desastre, estatísticas que são demonstradas na figura 8 e 9, tendo o maior aumento de registros de ocorrência entre as décadas de 1990 e 2000.

Sobre a Serra do Mar, o estado de São Paulo passou a operar com o Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC), com foco nas ações de prevenção em áreas de risco a escorregamentos, visando implantar medidas antes que os processos ocorressem, especialmente, nas estações mais chuvosas do ano. Operava baseado no monitoramento de três parâmetros: o acúmulo de chuvas (72 horas); a previsão meteorológica e as vistorias de campo que estavam estruturadas em quatro níveis: observação, atenção, alerta e alerta máximo, conforme quadro 5 (MACHIORI-FARIA; SANTORO, 2009).

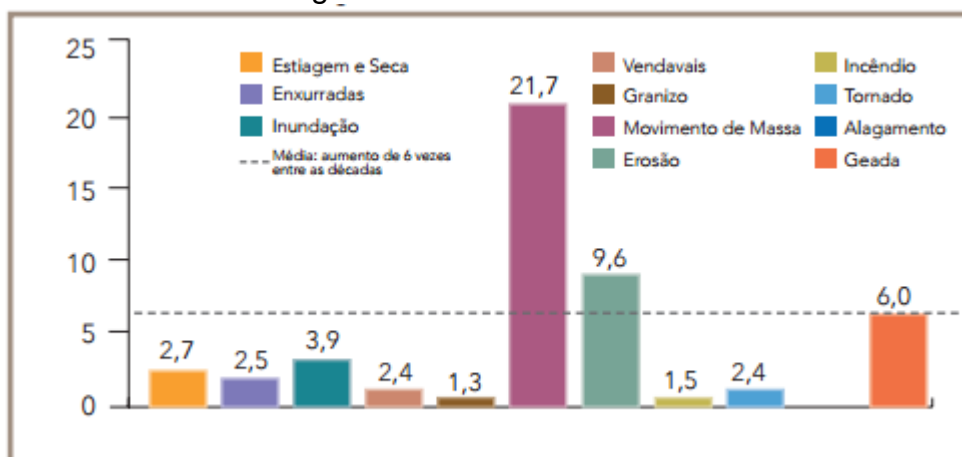


Figura 8 - Comparação entre as décadas 1990 e 2000 por tipo de evento



Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 – 2012 (CEPED UFSC, 2013).

Figura 9 - Aumento do registro de ocorrências entre as décadas de 1990 e 2000



Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 – 2012 (CEPED UFSC, 2013).

O plano é desenvolvido até hoje e foi ampliado para um número maior de estados. No Espírito Santo o PPDC foi implantado em meados dos anos 2000 e é intitulado de Plano de Contingência. Ele é operado entre os meses de setembro e março, dentro de quatro níveis que são definidos pelo índice pluviométrico: Observação (pluviosidade entre 0 a 36 mm); Atenção (chuvas esparsas entre 36 a 86,7 mm); Alerta (chuvas contínuas e solo parcialmente saturado) e Emergência (chuvas contínuas e concentradas e solo saturado), e em alguns casos, há municípios que possuem classificação de pluviosidade distinta para os alertas.

Quadro 5 - Níveis operacionais do PPDC

Nível do Plano	Critério de Entrada no Nível	Ações a Serem Executadas pelo Município	Ações a Serem Executadas pelo Apoio Técnico
Observação	Início da operação do plano.	-Conscientização da população das áreas de risco; -Obtenção do dado pluviométrico; -Cálculo do acumulado de chuvas; -Recebimento da previsão meteorológica; -Transmissão para o apoio técnico do dado pluviométrico e nível vigente; -Avaliação da necessidade de MUDANÇA DE NÍVEL.	-Manter técnicos em plantão para acompanhamento e análise da situação; -Enviar previsões meteorológicas.
Atenção	Quando o acumulado de chuvas ultrapassar o valor de referência combinado com a previsão meteorológica.	-Declarar MUDANÇA DE NÍVEL; -Comunicar ao apoio técnico sobre MUDANÇA DE NÍVEL; -Realizar VISTORIAS de campo visando verificar a ocorrência de deslizamentos e feições de instabilização. Devem ser iniciadas pelas áreas de risco; -Obtenção do dado pluviométrico; -Cálculo do acumulado de chuvas; -Recebimento da previsão meteorológica; -Transmissão ao apoio técnico do dado pluviométrico e nível vigente; -Avaliação da necessidade de MUDANÇA DE NÍVEL.	-Manter técnicos em plantão para acompanhamento e análise da situação; -Enviar previsões meteorológicas.
Alerta	Quando as vistorias de campo indicarem a existência de feições de instabilidade ou mesmo deslizamentos pontuais.	-Declarar MUDANÇA DE NÍVEL; -Comunicar ao apoio técnico sobre MUDANÇA DE NÍVEL; -Realizar VISTORIAS de campo; -Retirada da população das áreas de risco iminente; -Obtenção do dado pluviométrico; -Cálculo do acumulado de chuvas; -Recebimento da previsão meteorológica; -Transmissão ao apoio técnico do dado pluviométrico e nível vigente; -Agilizar os meios necessários para POSSÍVEL retirada da população das demais áreas de risco; -Avaliação da necessidade de MUDANÇA DE NÍVEL.	-Deslocamento de técnicos para acompanhamento da situação e avaliação da necessidade de medidas complementares; -Enviar previsões meteorológicas.
Alerta Máximo	Quando ocorrerem deslizamentos generalizados.	-Declarar MUDANÇA DE NÍVEL; -Comunicar ao apoio técnico sobre MUDANÇA DE NÍVEL; -Proceder a retirada da população das áreas de risco e demais áreas necessárias; -Obtenção do dado pluviométrico; -Cálculo do acumulado de chuvas; -Recebimento da previsão meteorológica; -Transmissão ao apoio técnico do dado pluviométrico e nível vigente; -Avaliação da necessidade de MUDANÇA DE NÍVEL.	-Deslocamento de técnicos para acompanhamento da situação e avaliação da necessidade de medidas complementares; -Enviar previsões meteorológicas.

Fonte: MACHIORI-FARIA; SANTORO, 2009 *apud* MACEDO et. al, 2006

Em suma, a PNDC de 1995 seguia um viés de cumprimento das diretrizes estabelecidas em Yokohama, focando em atividades que promovessem uma cultura de prevenção e o desenvolvimento econômico sustentável, este último, explicitado no artigo IV da política, como atribuição da secretaria de Meio

Ambiente, “estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao combate e à proteção do meio ambiente, ao uso racional de recursos naturais renováveis, com o objetivo de reduzir desastres” (BRASIL, 1995).

Ainda sobre os aspectos que podem ser ressaltados durante a DIRDN no Brasil, destaca-se uma das diretrizes da PNDC de 1995, sobre a classificação dos desastres que compunham a realidade brasileira. A classificação pretendia padronizar a forma como um desastre era descrito durante o registro de um evento ou acidente.

### 2.2.2 Diretrizes para Registro e Classificação de Desastres

A padronização preconizada para classificação de desastres publicada em 05/01/1995 no Diário Oficial da União (DOU), que estabelecia o CODAR – Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos – não acontecia para os documentos de registro, somente após a publicação da Instrução Normativa n.1, de 24 de agosto de 2012, houve a regularização do registro oficial único de um desastre, o FIDE – Formulário de Informações sobre Desastres. Anterior à instrução, o registro do desastre poderia ser emitido por meio de três documentos que não eram obrigatoriamente dependentes: a Notificação Preliminar de Desastres (NOPRED), a Avaliação de Danos (AVADAN) ou o Decreto de Prefeitura.

Como característica marcante entre a emissão desses registros é que o mesmo estava condicionado, geralmente, para justificar a decretação municipal ou estadual de situação de emergência ou de estado de calamidade pública para o reconhecimento da esfera federal, a fim de garantir um repasse de recursos financeiros para lidar com a situação, dessa forma, nem todas as ocorrências são descritas, especialmente as de menor impacto. O registro acaba não tendo o objetivo de descrever historicamente os eventos do município e os locais recorrentemente afetados. O quadro 6 ilustra o processo de emissão de registro de desastres até a fase de oficialização.

Quadro 6 - Documento de registro de desastres



Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 – 2012 (CEPED UFSC, 2013).

Outro fato importante a ser ressaltado é que o registro desse tipo de documento era armazenado em meio físico até a criação do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID<sup>7</sup>, sendo de responsabilidade das CEDECs a manutenção dos mesmos, o que inviabilizava a criação de um banco de dados robusto que auxiliasse na gestão desses eventos, pois muitos desses arquivos eram perdidos, ora por mudanças de gestão ora por exposição a intempéries.

Para a emissão desses documentos é necessário inserir a classificação do tipo de desastre e a sua codificação. Até a data desta mesma Instrução Normativa (n.1, de 24 de agosto de 2012), eles eram classificados de acordo, com o CODAR – Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos, após a Norma, passa a vigorar o sistema de codificação brasileiro, o COBRADE – Codificação Brasileira de Desastres.

A mudança ocorreu para adequar a classificação brasileira a classificação utilizada pela ONU, por dois motivos principais, para demonstrar que o governo brasileiro tem acompanhado a evolução em nível internacional da classificação de desastres e o nivelamento do país aos demais órgãos responsáveis sobre gestão de risco no mundo. Isso ocorreu porque assimilaram que a classificação adotada pela ONU é mais simplificada, dividindo o evento pela: categoria, grupo,

<sup>7</sup> S2DI – sistema de informatização do processo de transferência de recursos em virtude de desastres, organizado em: Registro e Reconhecimento; Solicitação e Liberação de Recursos; e Fiscalização e prestação de contas. Disponibiliza a informação em três níveis: Banco de Dados e Análise Espacial; Atlas Brasileiro de Desastres Naturais; e Biblioteca Virtual (BRASIL, 2015c).

subgrupo, tipo e subtipo. Alguns pesquisadores da literatura sobre o tema no Brasil discutem essa mudança do sistema de classificação e codificação, contudo, isto não será abordado por não ser um dos objetivos do trabalho.

Mundialmente, há o Banco de Dados Internacional para Desastres (EM-DAT), do Centro para Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres (CRED) da Organização Mundial de Saúde (OMS/ONU), que distingue os desastres entre Tecnológicos e Naturais e reúne os dados de registro. Assim, são apresentados abaixo, os principais tipos de desastres naturais no Brasil até o ano de 2012<sup>8</sup>, de acordo, com as duas classificações, apresentadas nos quadros 7 e 8.

Em geral, quanto aos documentos de registro o CEPED UFSC (2013), listou algumas fragilidades encontradas no processo de gerenciamento das informações sobre os desastres brasileiros, que são elas: a) ausência de unidades e campos padronizados para as informações declaradas nos documentos; b) ausência de método de coleta sistêmica e armazenamento dos dados; c) falta de cuidado quanto ao registro e integridade histórica; d) dificuldades na interpretação do tipo de desastre pelos responsáveis pela emissão dos documentos e; e) dificuldades de consolidação, transparência e acesso aos dados.

No atual documento padrão – FIDE (anexo 01) – para o registro de ocorrências, há um campo para que seja descrito o desastre principal e se caso houver, outros eventos que sucederam o desastre, como por exemplo, uma inundação seguida de escorregamentos. Contudo, existe uma fragilidade no item (a) exposto acima, pois a fim de otimizar a descrição e o trabalho dos técnicos, apenas um evento é listado e este é o único a entrar nas estatísticas, assim ocorre uma falsa ideia de que os outros desastres não ocorreram, apesar de obrigatoriamente serem caracterizados por meio de fotos no relatório no anexo V, da Instrução Normativa nº1, de 24 de agosto de 2012.

---

<sup>8</sup>Os dados foram apresentados até o ano de 2012, pois se refere à data de mudança dos sistemas de classificação COBRAR para COBRADE, no Brasil.

Quadro 7 - Principais eventos incidentes no Brasil pela classificação do COBRADE

	Tipo	COBRADE
Movimentos de Massa	Quedas, Tombamentos e rolamentos - Blocos	11311
	Quedas, Tombamentos e rolamentos - Lascas	11312
	Quedas, Tombamentos e rolamentos - Matações	11313
	Quedas, Tombamentos e rolamentos - Lajes	11314
	Deslizamentos	11321
	Corridas de Massa - Solo/Lama	11331
	Corridas de Massa - Rocha/detrito	11332
	Subsidências e colapsos	11340
Erosão	Erosão Costeira/Marinha	11410
	Erosão de Margem Fluvial	11420
	Erosão Continental - Laminar	11431
	Erosão Continental - Ravinas	11432
	Erosão Continental - Boçorocas	11433
Inundações		12100
Enxurradas		12200
Alagamentos		12300
Ciclones/vendavais	Ciclones - Ventos Costeiros (Mobilidade de Dunas)	13111
	Ciclones - Marés de Tempestade (Ressacas)	13112
	Tempestade Local/Convectiva - Vendaival	13215
Tempestade Local/Convectiva - Granizo		13213
Estiagem/seca	Estiagem	14110
	Seca	14120
Tempestade Local/Convectiva - Tornados		13211
Onda de Frio - Geadas		13322
Incêndio Florestal		14131
		14132

Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 – 2012 (CEPED UFSC, 2013).

### 2.2.3 A nova Política Nacional de Defesa Civil: LEI 12.608/2012

Entre a reformulação da Política Nacional de Defesa Civil em 2012 e a de 1995 temos a maior quantidade de leis e decretos formalizados pelo governo federal e estadual, especialmente, após a adoção do Marco de Hyogo, na 2ª Conferência da ONU, com foco em prevenção de desastres e criação de Cidades

Resilientes, campanha desenvolvida e apoiada pela ONU, na figura do escritório da UNISDR.

Quadro 8 - Eventos após a transformação da CODAR em COBRADE

Tipo	CODAR	COBRADE
Quedas, Tombamentos e rolamentos - Matacões	13304	11313
Deslizamentos	13301	11321
Corridas de Massa - Solo/Lama	13302	11331
Subsidências e colapsos	13307	11340
Erosão Costeira/Marinha	13309	11410
Erosão de Margem Fluvial	13308	11420
Erosão Continental - Laminar	13305	11431
Erosão Continental - Ravinas	13306	11432
Inundações	12301	12100
Enxurradas	12302	12200
Alagamentos	12303	12300
Ciclones - Ventos Costeiros (Mobilidade de Dunas)	13310	13111
Tempestade Local/Convectiva - Granizo	12205	13213
Tempestade Local/Convectiva - Vendaval	12101	13215
Seca	12402	14120
Estiagem	12401	14110
Tempestade Local/Convectiva - Tornados	12104	13211
Onda de Frio - Geadas	12206	13322
Incêndio Florestal	13305	14131
	13306	14132

Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 – 2012 (CEPED UFSC, 2013).

Destaca-se a criação do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) em julho de 2011, aumentando a capacidade do governo em monitorar eventos meteorológicos e ambientais que possam ocasionar desastres, em tempo real e eventos extremos, por intermédio de um aparato tecnológico de operação “a sala de situação” (BRASIL, [2012-2016]); e também, o Centro Nacional de Gerenciamento de Desastres (CENAD) criado em 2005 e reinaugurado em agosto de 2012 com um quadro de profissionais especializados e uma maior atuação em tempo real (24h), em duas frentes de trabalho, como exposto no quadro 9:

Quadro 9 - Características do CENAD

<b>Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres</b>	
<b>Objetivo</b>	Gerenciar, com agilidade, ações estratégicas de preparação e resposta a desastres em território nacional e, eventualmente, também no âmbito internacional.
<b>Frente de atuação</b>	- <i>Preparação e resposta a desastres</i> : mobilização para atendimento às vítimas; - <i>Monitoramento, alerta, informação, mobilização e resposta</i> : monitoramento constante de informações sobre possíveis desastres em áreas de risco, com o objetivo de reduzir impactos e preparar a população.
<b>Ações</b>	Consolidar as informações sobre riscos no País: mapas de áreas de risco, dados relativos à ocorrência de desastres naturais e tecnológicos e os danos associados.
<b>Funcionamento</b>	Recebimento de informações de diversos órgãos do governo federal responsáveis pela previsão de tempo e temperatura; avaliação de condições geológicas de áreas de risco; monitoramento dos movimentos das placas tectônicas; acompanhamento das bacias hidrográficas; controle de queimadas e incêndios florestais; e transporte e armazenamento de produtos perigosos;
<b>Responsabilidade</b>	- Planejamento e mobilizações para atuação em situação de riscos e de desastres; - Coordena o Grupo de Apoio a Desastres (GADE).

Fonte: Baseado em Brasil (2016a). Organizado pela autora.

### 2.2.3.1 O Brasil no projeto: "Construindo Cidades Resilientes: Minha Cidade está se Preparando"

O projeto Construindo Cidades Resilientes da ONU foi uma iniciativa tomada para suportar o quadro de ações do MAH: 2005-2015 e existe desde maio de 2010, com previsão de se estender até 2020, para os 5 primeiros anos do marco de Sendai (UNISDR 2012). Alcançou maior proporção no Brasil em 2011, quando a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil - SEDEC lançou a campanha durante a 7ª Semana Nacional de Redução de Desastres (BRASIL, 2012-2016).

Uma cidade resiliente, de acordo com a campanha é aquela que tem capacidade de resistir, absorver e se recuperar de forma eficiente dos efeitos de um desastre e, de maneira organizada, prevenir que vidas e bens sejam perdidos (BRASIL, 2016b). O objetivo desta iniciativa é aumentar o grau de consciência e compromisso dos governos locais em torno de práticas de desenvolvimento sustentável, assim, diminuindo as vulnerabilidades e propiciando bem estar e segurança aos cidadãos (BRASIL, 2016b).



A UNISDR ressalta que até o ano de 2015 a campanha produziu uma série de ferramentas para ajudar os líderes locais a avaliar, monitorar, documentar e melhorar suas atividades de redução de risco de desastre (UNISDR, 2015d) e que a campanha possui 10 passos principais (Figura 10) para alcançar a resiliência, auxiliando líderes locais na tomada de decisões para planejamento urbano.

Segundo o website da UNISDR (2015d), em junho de 2015 havia 2551 cidades participando a nível mundial. Atualmente, segundo Dalmau, Machad e Fran (2015) há 337 cidades participando no Brasil (tabela 1), das quais Santa Teresa é uma das 19 cidades do Espírito Santo que aderiram à campanha. Para adesão é necessário que o prefeito envie um formulário de inscrição preenchido direcionado a EIRD e a SEDEC.

Mesmo o Brasil sendo o país que lidera esse ranking em termos absolutos, seu percentual é menor do que os países de 2º e 3º lugar, que por possuírem menos municípios, em geral, tem uma maior adesão. Na tabela 2 é demonstrada a distribuição do número de cidades participantes por estado brasileiro. Para cada estado é listado pelas defesas civil municípios com recorrência de situações perigosas e, por isso, acabam se tornando municípios classificados como prioritários, desses é possível, observar que o Espírito Santo possui 39 municípios dos 78, onde 16 desses 39 participam da Campanha, isso inclui Santa Teresa nessa lista prioritária.

O Brasil se destaca por essa maior quantidade de cidades que aderiram à campanha em nível mundial, pois entre os anos de 2010 e 2015 desenvolveu estratégias articuladas que foram impulsionadas não só por essa adesão, mas a instauração da LEI 12.608/2012 entre vários ministérios, conforme demonstrado pelo quadro 10.

A LEI autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres, fazendo jus assim, a inserção do termo Prevenção no título da política. Ela abrange as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e

recuperação voltadas à proteção e defesa civil, em que a mesma deve integrar-se às políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais, a fim de promover o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2012).

Figura 10 - 10 passos para alcançar a resiliência  
Os Dez Passos Essenciais para Construir Cidades Resilientes

1. Coloque em prática ações de **organização e coordenação** para compreender e aplicar ferramentas de redução de riscos de desastres, com base na participação de grupos de cidadãos e da sociedade civil. Construa alianças locais. Assegure que todos os departamentos compreendam o seu papel na redução de risco de desastres e preparação.
2. **Atribua um orçamento** para a redução de riscos de desastres e forneça incentivos para proprietários em áreas de risco, famílias de baixa renda, comunidades, empresas e setor público para investir na redução dos riscos que enfrentam.
3. Mantenha os dados sobre os riscos e vulnerabilidades atualizados. **Prepare as avaliações de risco** e utilize-as como base para planos de desenvolvimento urbano e tomadas de decisão. Certifique-se de que esta informação e os planos para a resiliência da sua cidade estejam prontamente disponíveis ao público e totalmente discutido com eles.
4. Invista e mantenha uma **infraestrutura para redução de risco**, com enfoque estrutural, como por exemplo, obras de drenagens para evitar inundações; e, conforme necessário, invista em ações de adaptação às mudanças climáticas.
5. Avalie a segurança de todas as escolas e centros de saúde e atualize tais avaliações conforme necessário.
6. Aplique e imponha regulamentos **realistas, compatíveis com o risco de construção e princípios de planejamento do uso do solo**. Identifique áreas seguras para cidadãos de baixa renda e desenvolva a urbanização dos assentamentos informais, sempre que possível.
7. Certifique-se de que **programas de educação e treinamento** sobre a redução de riscos de desastres estejam em vigor nas escolas e comunidades.
8. **Proteja os ecossistemas e barreiras naturais** para mitigar inundações, tempestades e outros perigos a que sua cidade seja vulnerável. Adapte-se à mudança climática por meio da construção de boas práticas de redução de risco.
9. Instale **sistemas de alerta e alarme, e capacidades de gestão de emergências** em seu município, e realize regularmente exercícios públicos de preparação.
10. Após qualquer desastre, assegure que **as necessidades dos sobreviventes estejam no centro da reconstrução**, por meio do apoio direto e por suas organizações comunitárias, de modo a projetar e ajudar a implementar ações de resposta e recuperação, incluindo a reconstrução de casas e de meios de subsistência.

Fonte: UNISDR, 2012.

Entre uma série de diretrizes e objetivos da PNPDEC, compete à União no art.6º, inciso IV, V, VI, apoiar os estados, Distrito Federal e os municípios no mapeamento das áreas de risco, bem como manter um sistema de informações e monitoramento de desastres além de um cadastro de áreas suscetíveis a processos de grande impacto geológico e hidrológico. A LEI ainda dispõe no

mesmo artigo, no inciso XII, fomentar a pesquisa sobre os eventos deflagradores de desastres.

Tabela 1 - Ranking dos países que possuem maior quantidade de cidades que aderiram à campanha

Posição no ranking	País	Total de municípios	Total de municípios participantes	Percentual
1º	Brasil	5.570	337	6,0%
2º	Áustria	2.187	280	12,8%
3º	Líbano	1.300	256	19,7%
4º	Índia	7.935	134	1,7%
5º	Itália	8.047	130	1,62%

Fonte: Dalmau, Machad e Fran (2015). Elaborado por CEPED UFSC, 2015.

Tabela 2 - Distribuição dos municípios por estado brasileiro à campanha Cidades Resilientes

Estado	Municípios Participantes da Campanha	Total de Municípios Prioritários	Municípios Prioritários Participantes
São Paulo	237	89	62
Espírito Santo	19	39	16
Rio de Janeiro	15	65	11
Minas Gerais	07	99	06
Santa Catarina	14	77	13
Rio Grande do Sul	09	31	04
Paraná	01	34	01
Distrito Federal	14	-	-
Goiás	01	07	00
Mato Grosso	01	15	01
Tocantins	01	02	00
Pernambuco	08	53	06
Bahia	01	21	00
Acre	02	02	01
Amazonas	01	37	00

Fonte: Dalmau, Machad e Fran (2015). Elaborado por CEPED UFSC, 2015.

Quadro 10 - Ações por ministério referente à PNPDC:

<b>MINISTÉRIO</b>	<b>AÇÃO</b>
Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG)	Obras de contenção de encostas (PAC)
	Obras de drenagem (PAC)
	Obras de barragem (PAC)
Ministério da Integração Nacional (MI)	Mapeamento de Riscos e Desastres
	Recursos para resposta a desastres
	Cartão de Pagamento de Defesa Civil
	Kits de Assistência Humanitária
	Força Nacional de Emergência
	Fortalecimento das Defesas Cívicas
Ministério de Minas e Energia (MME)	Capacitação de Agentes
	Mapeamento de Risco Geológico
Ministério do Meio Ambiente (MMA)	Mapeamento de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e Inundações
	Mapeamento de Risco Hidrológico
Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação (MCTI)	Salas de Situação
	Radares
	Pluviômetros
	Estações Hidrológicas
Ministério das Cidades (MCIDADES)	Equipamentos Geotécnicos
	Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização
Ministério da Saúde (MS)	Força Nacional do SUS
	Kits de Medicamentos
Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA)	Fortalecimento das Forças Armadas

Fonte: Dalmau, Machad e Fran (2015). Elaborado por CEPED UFSC, 2015.

Os mapeamentos às inundações e escorregamentos em áreas urbanas que já estavam sendo sondados como estratégia de gestão, ganham ainda mais força com a instauração da LEI 12.608/2012 e a adesão à campanha, sendo essa a última ação mais pontual do governo federal frente a gestão de redução de risco de desastre, com a substituição da Política Nacional de Defesa Civil - PNDC, pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC, instaurada pela Lei Federal 12.608/2012 (BRASIL, 2012). No próximo capítulo são demonstrados os principais mapeamentos executados na esfera governamental e as metodologias adotadas para seu desenvolvimento.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

Análises de risco são antigas na história da sociedade. O sociólogo Ulrich Beck, denomina a sociedade pós-moderna como a “sociedade do risco”, sendo algo inerente a essa sociedade e componente recorrente. Se na antiguidade, os desastres eram considerados como “atos de Deus”, no presente, tornam-se objeto de estudo e o termo risco é ressignificado (ALMEIDA, 2011), entendendo que condições físicas e alterações antrópicas tributam essa percepção. Contudo, sua conceituação é recente devido à complexidade do termo e quando empregado, normalmente, vem acompanhado por um adjetivo que o qualifica.

Passou a ser mais discutido no século XIX, quando no período da Revolução Industrial tornou-se necessário controlar os riscos nos quais os trabalhadores estavam expostos. Para isso, foram criadas técnicas e normatizações para que não houvesse acidentes, além do controle de pestes e epidemias que assolavam as precárias moradias em que os proletários estavam instalados de infraestrutura insuficiente (FURTADO, 2012).

No século XX o conceito risco e sua percepção foram ampliados para além das questões referentes aos acidentes de trabalho, controle sanitarista e também dos perigos de cunho tecnológico, que repercutiram nesse século, a exemplo da bomba atômica lançada em Hiroshima e Nagasaki (Japão, 1945) e o acidente nuclear em Chernobyl (Ucrânia, 1986), (ALMEIDA, 2011).

A aproximação da Geografia neste contexto dos estudos sobre o risco, de acordo com Marandola Jr e Hogan (2004) foi iniciada ao final da década de 1920, quando o governo dos Estados Unidos convidou seus pesquisadores da U.S Corps of Engineers - Corpo de Engenheiros dos EUA, a propor soluções estruturais para conter/reduzir os prejuízos econômicos e sociais que as inundações estavam acarretando a população. Contudo, devido à amplitude da temática, não só pesquisadores das engenharias como de outras áreas correlatas – como a Geografia– buscaram solucionar o problema, marcando o começo dos estudos mais aprofundados de identificação dos perigos naturais (*Natural hazards*), para além das medidas estruturais que estavam sendo

propostas, com estudos que propunham mapeamentos dos processos de superfície, morfodinâmica das vertentes e também de detalhamento da própria descrição do relevo (planícies aluviais, zonas alagadas) foram sendo desenvolvidos.

Nesta linha de pesquisa referente à investigação dos “*natural hazards*”, destacou-se o pesquisador Gilbert F. White, sendo considerado um dos mais importantes pesquisadores e difusores dessa linha de conhecimento (MARANDOLA JR; HOGAN, 2004). Segundo Almeida (2011), suas pesquisas eram baseadas na ideia de que os perigos naturais são o resultado da interação de forças naturais e sociais, uma nova linha investigativa sobre a natureza dos desastres naturais, a partir de uma análise integrada (homem-meio/sociedade-natureza).

A fim de compreender melhor o que são os perigos naturais e o risco, eventualmente traduzidos como sinônimos - mas que não são - é importante conceituar estes termos, que são recorrentemente empregados nos estudos sobre redução de risco de desastres, cujas informações podem fornecer subsídios para gestão do risco.

### **3.1 Terminologias e conceitos básicos para avaliação de risco**

A principal fonte de definição sobre terminologias voltadas a temática de redução de risco de desastres naturais provém da publicação da UNISDR (2009), um glossário da Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD), onde se buscou conceituar os termos, de acordo, com estudos em âmbito internacional considerando fontes de especialistas no assunto.

O risco assim, é uma função do perigo e da vulnerabilidade na qual uma comunidade está exposta, sendo o risco calculável, havendo uma possibilidade ou não de se transformar em um desastre. Assume-se que embora, os perigos naturais sejam inevitáveis, os desastres não o são (TOMINAGA, 2009), e por isso, que o estudo dos perigos se faz importante, a fim de entender suas causas e recorrência.

Ainda que não haja um consenso entre os pesquisadores sobre a terminologia empregada. Parte disso, por existir um problema com traduções indiscriminadas que acabam por conceituar diferentes termos da mesma forma (PFALTZGRAFF, 2007), boa parte dos acadêmicos brasileiros e instituições que trabalham com risco geológico formularam propostas, de acordo, com as terminologias desenvolvidas pela UNISDR (TOMINAGA, 2009), apresentadas no quadro 11. Sendo as terminologias adotadas por Tominaga (2007) referência para este trabalho.

Quadro 11 – Definição de conceitos

<b>Terminologias para Análise do Risco</b>			
<b>Referências</b>	<b>Perigo</b>	<b>Vulnerabilidade</b>	<b>Risco</b>
Kobiyama et al. (2006)	Fenômeno natural que ocorre em épocas e região conhecidas que podem causar sérios danos nas áreas sob impacto.	Densidade demográfica, infraestrutura, pobreza, etc. do sistema que está prestes a ser impactado.	Probabilidade de perda esperada para uma área habitada em um determinado tempo, devido à presença iminente de um perigo.
Tominaga (2007)	Refere-se à possibilidade de um processo ou fenômeno natural potencialmente danoso ocorrer num determinado local num período de tempo especificado.	Conjunto de processos e condições resultante de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, o qual aumenta a suscetibilidade de uma comunidade (elemento em risco) ao impacto dos perigos. Compreende tantos aspectos físicos como fatores humanos.	Possibilidade de se ter consequências prejudiciais ou danosas em função de perigos naturais ou induzidos pelo homem. Assim, considera-se o Risco (R) como uma função do Perigo (P), da Vulnerabilidade (V) e do Dano Potencial (DP), o qual pode ser expresso como: $R = P \times V \times DP$ .
UNISDR (2009)	Evento físico, potencialmente prejudicial, fenômeno e/ou atividade humana que pode causar a morte e/ou lesões, danos materiais, interrupção de atividade social e econômica ou degradação ambiental.	Condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais, que aumentam a susceptibilidade de uma comunidade ao impacto de ameaças.	Probabilidade de consequências prejudiciais ou perdas esperadas (mortes, lesões, propriedades, meios de subsistência, interrupção de atividade econômica ou ambiente ou ameaças naturais ou antropogênicas e condições de vulnerabilidade).
IPT (2013)	Expressa condição com potencial para causar consequências negativas em um dado período ou intervalo de tempo.	É representado por um fator denominado grau de perdas e danos, variável entre 0 (sem perdas e danos) e 1 (com perdas e danos totais).	Corresponde a uma medida da ameaça das consequências (financeiras, bens, vidas) que esta poderá causar num dado intervalo de tempo.

Organizado pela autora.

Em torno dos conceitos que compõem as fórmulas de risco existem outras terminologias associadas que auxiliam na sua compreensão, como por exemplo, suscetibilidade, ameaças, resiliência, severidade, mitigação, evento, acidente, dano, etc. discutidos por vasta bibliografia (IPT, 2013; UNISDR, 2009; TOMINAGA, 2007; KOBIYAMA et al., 2006).

O termo suscetibilidade também é conceito principal de muitos mapeamentos quando trata-se de avaliações do meio físico, como o caso do documento “Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações - 1:25.000”, realizado pelo IPT. No glossário da UNISDR (2009), o termo suscetibilidade não é conceituado, mas no Brasil o termo assume uma importante função norteadora de estudos, segundo TOMINAGA (2009), a principal diferença entre um mapa de suscetibilidade e um mapa de perigo a escorregamentos, é que o primeiro define o potencial natural do terreno em desenvolver um processo que o deflagre, já o perigo trata da:

“Probabilidade de ocorrência do processo em função da suscetibilidade do terreno, do potencial de indução do uso do solo e da probabilidade de ocorrer a precipitação considerada crítica para deflagração de um escorregamento” (TOMINAGA, 2007, p. XIV).

Tais análises de risco são orientadas por essas terminologias e podem ser representadas por meio de tabelas, gráficos, mapas e cartas de risco entre outros documentos que visam classificá-lo qualitativamente ou quantitativamente.

No campo das geociências, boa parte das análises de risco é feita por meio de mapeamentos. Tais documentos estão associados à produção de metodologias e técnicas de avaliação do meio físico, aprimoradas ao longo do século XX, no campo de pesquisas da cartografia geotécnica.

“A cartografia geotécnica corresponde a um instrumento técnico desenvolvido para orientar as atividades humanas na sua relação com o meio físico, buscando harmonizar as diversas formas de uso e ocupação do solo com os processos geodinâmicos naturais” (TOMINAGA, 2007, p.10).



A carta geotécnica é um conjunto de documentos que resulta de levantamentos geológico-geotécnicos de campo e atividades laboratoriais correlatas, visando sintetizar o conhecimento sobre o meio físico e seus processos atuantes (BITAR, FREITAS e SEPE, 2014). Assim, ela subsidia tecnicamente medidas de urbanização e parcelamento do solo, permitindo que o município ocupe adequadamente seus terrenos (DINIZ et al., 2012).

De acordo, com o Art. 3º da Lei No 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, é admitido apenas, o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, assim definidas pelo plano diretor ou aprovadas por lei municipal, em que:

Parágrafo único - 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 terrenos 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. (BRASIL, 1979).

Assim, as avaliações geotécnicas são imprescindíveis e também funcionam quanto ao aspecto corretivo na gestão de risco de áreas já ocupadas. Está fundamentada no campo do conhecimento da Geologia e da Geomorfologia, aplicadas à Geotecnia, que por meio da análise dos aspectos do meio físico (relevo, material inconsolidado, rocha, hidrogeologia e clima) prevê-se o comportamento dos terrenos em face da ocupação antrópica (DINIZ et al., 2012).

No Brasil, a produção de mapeamentos geotécnicos ocorre desde 1970, destacando-se os trabalhos dos grupos de pesquisa da Geologia da UFRJ; do Departamento de Geotecnia, da EESC-USP; a antiga Divisão de Geologia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT e da Geotecnia da UFRGS (TOMINAGA, 2007).

Ao longo dos anos, os métodos de avaliação foram avançando e a partir da década de 1990, com a inserção das técnicas de geoprocessamento, uso de imagens de satélite e processamento digital de imagens em ambientes de Sistemas de Informação Geográficas (SIG), passam a desenvolver também a Cartografia Geoambiental (TOMINAGA, 2007), pois as análises do meio físico perpassam também o meio biótico e antrópico (socioeconômico), sendo componentes essenciais para a compreensão das suas alterações e, por isso, a utilização de denominações como cartografia Geoambiental (DINIZ et. al, 2012).

Não é objetivo neste trabalho efetuar uma revisão das metodologias da cartografia geotécnica aplicadas aos estudos de planejamento territorial à gestão de risco de desastre, mas compor uma síntese das principais metodologias que estão sendo desenvolvidas nos mapeamentos executados após a promulgação da Lei 12.608/2012.

### 3.2 Considerações metodológicas

Segundo Tominaga (2007) dentro da cartografia geotécnica desenvolveram-se duas abordagens metodológicas distintas para a avaliação do terreno (meio físico): o sistema de classificação **paramétrica** (*Parametric Approach*) e o sistema de classificação de **paisagem** ou fisiográfica (*Landscape or Physiographic Approach*).

#### 3.2.1 Abordagem paramétrica

O sistema de classificação paramétrica busca a medição e o mapeamento de variáveis do relevo como altitude, declividade, curvaturas vertical e horizontal, orientação de vertentes etc., que são combinados para identificar elementos de terreno (DENT & YOUNG, 1981 *apud* VALERIANO, 2005).

Dessa forma, a abordagem paramétrica elenca uma diversidade de informações temáticas que são posteriormente integradas em mapas derivados ou de síntese (VEDOVELLO, 2000 *apud* TOMINAGA, 2007). Em sùmula, pode-se dizer que há

uma junção dessas variáveis do relevo, que combinados geram um produto cartográfico de avaliação do meio físico com uma finalidade específica.

As vantagens em utilizar o método paramétrico, segundo Verstappen (1983) *apud* Tominaga (2007) consiste em uma menor dependência de interpretações subjetivas e na caracterização da unidade de terreno por meio dos componentes de atributo. Além, de uma facilidade em manusear os dados e a produção de dados quantitativos imparciais.

### 3.2.2 Abordagem de paisagem

Os termos abordagem de paisagem e abordagem fisiográfica desenvolveram-se como proposta de análise para mapeamento das unidades do terreno. A primeira tem uma vertente ecológica, em que a paisagem é representada pela unidade do terreno, assim, são considerados os elementos geomorfológicos, de vegetação e as feições antrópicas como componentes da paisagem. Já a segunda, apresenta predominantemente uma abordagem geomórfica, também interessada em expor uma visão integrada do meio físico (TOMINAGA, 2007).

No sistema de classificação de paisagem ou fisiográfica, os parâmetros são identificados e analisados integradamente, e por isso, ambos vêm sendo mais utilizados que as abordagens paramétricas. Segundo Vedovello (2000) *apud* Tominaga (2007),

(...) são baseados em padrões fisionômicos do terreno os quais refletem associações específicas dos elementos geoambientais (forma de relevo, substrato geológico, topografia e vegetação). Esses padrões formam as unidades de terreno distinguíveis nas fotografias aéreas e nas imagens de satélite, os quais são posteriormente caracterizadas quanto às propriedades e características dos elementos componentes de interesse para avaliação geoambiental do terreno (TOMINAGA, 2007, p.37).

Na busca de analisar e representar as condições do meio físico, Lollo (1996) argumenta que a cartografia geotécnica encontrou na geomorfologia uma forma de caracterizar esses elementos naturais que conjugassem menos custos e conferisse uma maior agilidade ao processo, com a possibilidade de um

zoneamento que levasse em consideração a homogeneidade das formas do terreno, “landforms”, em relação aos materiais presentes.

De acordo com Lollo (1996), com a aplicação da técnica de unidades do terreno, é possível dividir a área de estudo em unidades cada vez menores em função da escala e da finalidade pretendidas, onde as avaliações são inferidas por meio de sensores remotos ou de trabalho de campo.

Nesse contexto, são apresentadas as abordagens metodológicas dos mapeamentos realizados em consonância com a promulgação da LEI 12.608/2012 e da metodologia utilizada – em partes – para realização de mapeamento de risco a escorregamentos aqui proposto, para estabelecer um paralelo de comparação entre elas.

### **3.3 Abordagens metodológicas dos mapeamentos**

Atualmente, no desenvolvimento de mapeamentos regionais e locais a risco geológico em curso, executados a cargo dos governos em âmbito federal e estadual tem como diretriz o que está preconizado na LEI 12.608/2012 e nos métodos adotados por instituições que tradicionalmente vem desenvolvendo essas análises no Brasil. Destacam-se (A) Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais – CPRM, do Serviço Geológico do Brasil (SGB); (B) Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/SP; e; (C) Instituto Geológico de São Paulo – IG/SMA-SP, sendo este último a tratar de parte da metodologia empregada nesta análise.

#### **3.3.1 Contribuições da Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais – CPRM, do Serviço Geológico do Brasil (SGB) aos mapeamentos de Risco**

O Serviço Geológico do Brasil tradicionalmente vem realizando mapeamentos de risco desde a década de 1990, segundo Silva (2004) nesta época foi criado um programa voltado à disponibilização de informações básicas para a gestão

territorial, que incluía a produção de mapas temáticos de geologia, hidrogeologia, morfologia, entre outros que dessem suporte à localização dos empreendimentos, evitando riscos desse cunho.

Assim, desde então são realizados mapas Geoambientais, concebidos para ordenamento territorial, onde por meio dessa carta síntese contivesse informações básicas para o planejamento do uso e ocupação adequados do solo. Dando suporte também a elaboração de projetos como Planos Diretores de Bacias Hidrográficas e Planos Diretores de Desenvolvimento de Regiões Metropolitanas (TOMINAGA, 2007).

A atuação do Serviço Geológico do Brasil na gestão de riscos e resposta a desastres naturais, atualmente, está em consonância com as diretrizes do Plano Nacional de Gestão de Risco e Resposta a Desastres Naturais (PNGRRDN), que possui 4 eixos: 1) mapeamento; 2) prevenção; 3) monitoramento e alerta; 4) resposta.

A CPRM recebeu a incumbência de atuar no primeiro e para cumprimento deste plano, foram traçadas 4 linhas de ação, das quais se destacam os projetos: (1) Setorização dos riscos a deslizamentos e inundações (alto e muito alto). Nas escalas entre 1:1000 e 1:2000 e, as (2) Cartas de suscetibilidade a movimentos de massa e inundações – 1:25000 (R1 a R5)<sup>9</sup>.

Em parceria com a CPRM o Ministério de Minas e Energia teve até 2014 para efetuar o mapeamento de áreas de risco de 821 municípios (projeto 1) e a suscetibilidade em 286 (projeto 2). Contudo, sabe-se que estes números em ambos os projetos não foram atingidos por paralisação de algum desses mapeamentos.

A setorização desenvolvida pela CPRM tem como objetivo disponibilizar ao CEMADEN, as áreas identificadas com risco alto e muito alto a escorregamentos e inundações, a fim de que possam ser emitidos alertas para prevenção dessas

---

<sup>9</sup> Escala que qualifica o risco de 1 a 5, em risco muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto, respectivamente (BITAR et al., 2014).

comunidades. Essas informações também vão para o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) da Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), para que as cartas geotécnicas sejam integradas aos planos diretores municipais visando o planejamento adequado do uso e ocupação do solo.

Ainda sobre o mapeamento de risco alto e muito alto da CPRM, é válido frisar que para 286 municípios dos 821 elencados no Brasil, em 2014 passaram por uma análise de risco e desenvolvimento de plano<sup>10</sup> de intervenções mais detalhados. Já o mapeamento de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações – (1: 25 000), ficou a cargo do IPT-SP, cujo trabalho será melhor explicado, posteriormente.

#### 3.3.1.1 *Setorização de Riscos - CPRM*

A escala de detalhe utilizada nessa setorização de riscos a escorregamentos e inundações está entre 1:2000 a 1:1000, em que foram empregadas inicialmente bases cartográficas, uso de sensores remotos e de bibliografia para reconhecimento das áreas urbanas e periurbanas. Com isso os técnicos da CPRM juntamente com os técnicos das defesas civis dos municípios formaram a equipe de avaliação do terreno em campo.

A setorização é feita através da escolha de um polígono envolvendo uma encosta ou uma planície de inundação que possa vir a sofrer com algum processo natural ou induzido de risco alto e/ou muito alto, delimitado em imagens, após a avaliação de campo.

Dessa forma, são disponibilizadas informações no referido mapa sobre os aspectos do meio físico e de intervenções antrópicas que poderiam deflagrar os processos causando danos e prejuízos. O terreno é descrito mediante aos indícios observados in locu: quantidade de pessoas e moradias envolvidas,

---

<sup>10</sup> Dentre os municípios do Espírito Santo que foram contemplados com esse plano mais detalhado, Santa Teresa não faz parte (BRASIL, 2014).

tipologia do processo e condicionantes para possível ruptura. Também fazem recomendação de medidas estruturais e não estruturais para prevenção, tais como, obras de contenção, drenagem, educação ambiental, remoção ou relocação de moradores e moradias, entre outras intervenções (SAMPAIO et al., 2013).

As informações obtidas pelo mapeamento são apresentadas aos representantes dos municípios, bem como a disponibilização em meio impresso e digital das pranchas em formato A3 com todas as informações da base de dados. A metodologia empregada pode ser entendida, de acordo, com o quadro 12.

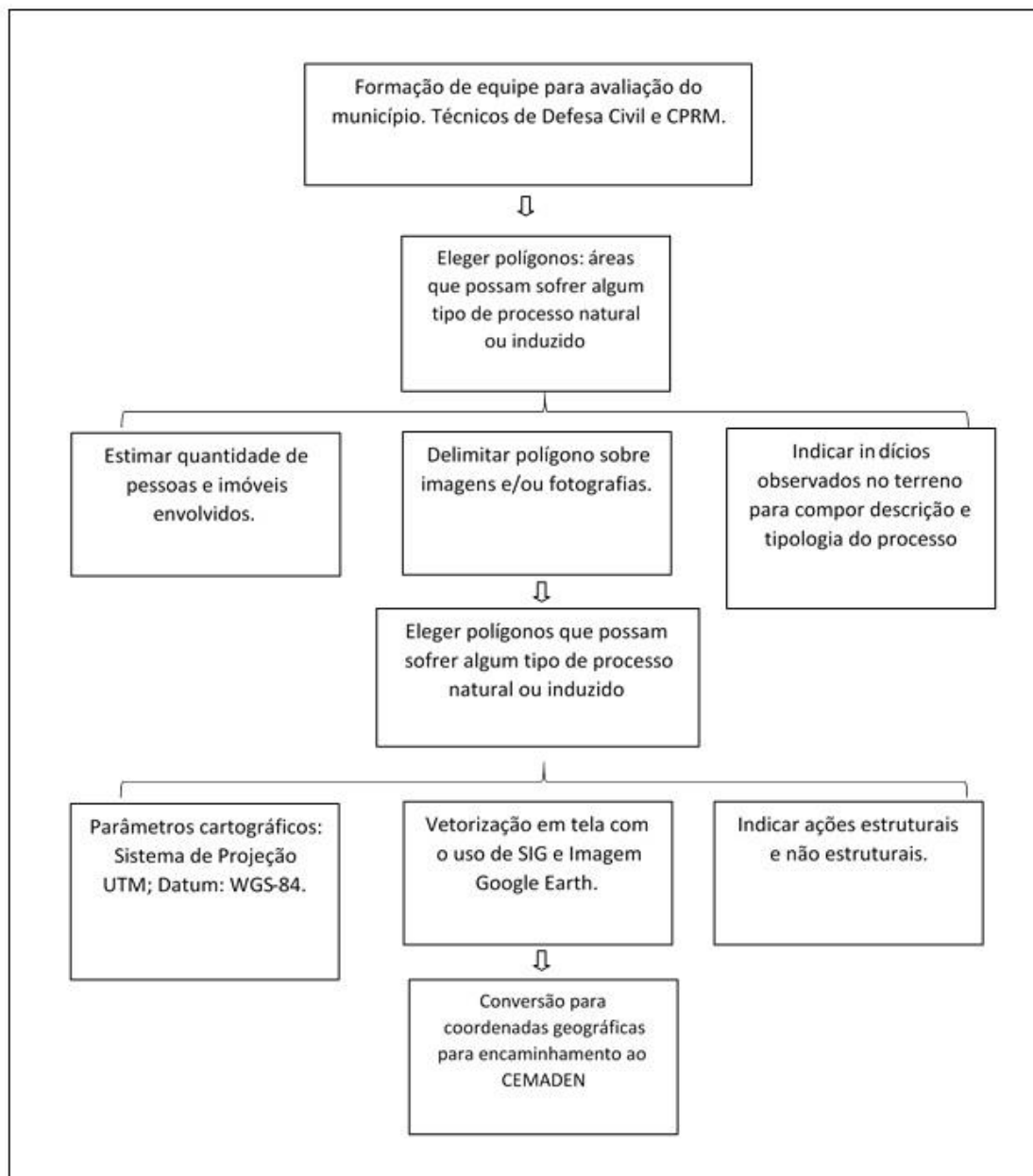
### 3.3.2 Mapeamentos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/SP

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo é uma das agências mais tradicionais na execução de mapeamentos no Brasil. A cartografia geotécnica no IPT-SP, acompanha a história da produção desses documentos desde a década de 1970, no Brasil, que ainda vem executando tais trabalhos para prefeituras e governos estaduais.

A primeira carta geotécnica realizada pelo IPT-SP foi desenvolvida em 1979, para os Morros de Santos e São Vicente. A metodologia empregada pelo instituto preconiza o conhecimento dos processos do meio físico na otimização das ações de planejamento territorial e no enfrentamento as situações de risco de desastres (TOMINAGA, 2007). Sendo disposta em quatro etapas principais: (a) formulação de uma hipótese ou modelo inicial orientativo; (b) análise fenomenológica e de desempenho; (c) mapeamento e compartimentação; e (d) representação (PRANDINI et al., 1995 *apud* TOMINGA, 2007).

Segundo Diniz et. al. (2012), a carta deve identificar problemas potenciais na área de interesse, os quais devem ser entendidos como a suscetibilidade do terreno ao desenvolvimento desses processos e são expressos pelas condições intrínsecas do mesmo e de seus deflagradores.

Quadro 12 - Metodologia de Setorização pela CPRM



Fonte: CPRM (2012). Elaborado pela autora

Assim, o IPT vem desenvolvendo dois trabalhos que visam o atendimento das diretrizes do PNPDEC criado pela LEI 12.608/2012, são (A) a Carta Geotécnica de Suscetibilidade voltada ao Planejamento Municipal (mencionada anteriormente, intitulada de projeto 2 nas ações do PNGRRDN), e (B) Carta Geotécnica de Aptidão Urbanística frente aos Desastres Naturais para Parcelamento do Solo.



Ambos os documentos preveem um zoneamento em três categorias de classificação: zonas favoráveis à ocupação; zonas aceitáveis; e zonas desfavoráveis (DINIZ et al., 2012). Além da execução desses trabalhos, o instituto auxilia metodologicamente estudos para o governo federal (Ministério da Integração e Ministério das Cidades), para Plano Diretor de Águas Fluviais e Pluviais (PDAP) e Plano Municipal de Redução de Risco Geológico (PMRR), a cargos dos governos estaduais, sendo o último objeto de análise desse trabalho.

### 3.3.2.1 *Carta Municipal de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e Inundações*

O mapeamento de suscetibilidade é feito em uma escala de detalhe de 1:25000. Reúne a capacidade do terreno a fatores predisponentes como geologia, geomorfologia, entre outros aos desastres naturais. Como se trata de uma carta de suscetibilidade não inclui uma análise acerca do risco, sendo tratado neste conceito (suscetibilidade) a propensão ao desenvolvimento de um fenômeno ou processo do meio físico em uma determinada área (BRASIL, 2014a) assim, a carta de suscetibilidade composta principalmente da constituição litológica e estrutural das características e formas do relevo, bem como dos solos do município.

O processo metodológico, no qual ela é elaborada inicia-se com a “pesquisa bibliográfica, inventário dos registros de movimentos de massa ocorridos no município e elaboração da carta preliminar, seguido de checagem de campo, finalizando-se no escritório com a reanálise dos dados e construção do SIG associado a banco de dados” (SAMPAIO et al., 2013, p.12) e assim, chega-se ao produto final.

Os elementos principais da carta de suscetibilidade são retratados em um mapa que contém os padrões de relevo, há um cruzamento desse mapa com o de declividade, que deverá considerar o seguinte intervalo:  $0^{\circ}$ -> $2^{\circ}$ ;  $2^{\circ}$ -> $5^{\circ}$ ;  $5^{\circ}$ -> $10^{\circ}$ ;  $10^{\circ}$ -> $20^{\circ}$ ;  $20^{\circ}$ -> $30^{\circ}$ ;  $30^{\circ}$ -> $45^{\circ}$ ;  $>45^{\circ}$ . Contudo, dependendo das situações é necessário corrigir eventuais distorções através de análise conjunta de imagens,

ortofotos ou bases cartográficas planialtimétricas e, por fim cruzam-se os mapas geológico e pedológico do município, a fim de conferir maior ou menor possibilidade de serem deflagrados os processos de escorregamentos.

Para o mapa de inundações é adicionada a base hidrológica e geomorfológica, sendo que o mapa pedológico é o mais relevante. Após a análise conjunta desses documentos é possível hierarquizar em classes: Muito Alta, Alta, Média, Baixa e Muito Baixa a suscetibilidade.

As Cartas Municipais de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações têm como objetivo principal subsidiar os gestores no planejamento urbano indicando áreas inaptas e adequadas à ocupação nos municípios para loteamentos urbano-industriais e ou escolha de áreas a proteger, visando à conservação ambiental (DINIZ et. al, 2012). Áreas que foram classificadas com processos de alta energia a esses dois tipos de desastres devem passar por um processo de refinamento, a fim de cumprir com o Art 5º da PNPDEC, em escala de 1:5000 ou maior para obtenção do detalhe.

Os procedimentos metodológicos para elaboração de carta Geotécnica de Suscetibilidade voltada ao Planejamento Municipal são demonstrados na figura 11.

### *3.3.2.2 Carta Geotécnica de Aptidão Urbanística frente aos Desastres Naturais para Parcelamento do Solo*

Este instrumento, também estabelecido em cumprimento com a LEI 12.608/2012, tem como objetivo organizar o desenvolvimento urbano indicando áreas para moradias seguras combatendo a ocupação em ambientes vulneráveis e de risco.

A escala adotada para mapeamento é de 1:10000 ou maior, voltada ao estabelecimento e desenvolvimento de obras civis e expansão urbana, tais como: licenciamento e parcelamento de novos loteamentos, regularização

urbanística de assentamentos já existentes, sistema viário e indicar áreas que dependam de estudos ainda mais detalhados numa escala de 1:5000 ou maior, levando em consideração critérios de suscetibilidade a esses processos causadores de perigos (DINIZ et al., 2012). Os procedimentos para elaboração de Carta Geotécnica de Aptidão Urbanística são demonstrados esquematicamente no quadro 13.

Figura 11 - Aspectos gerais para elaboração da Carta Geotécnica de Planejamento

ETAPAS	ATIVIDADES	PRODUTOS	
1-PLANEJAMENTO DA CARTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivos específicos</li> <li>• Escala de representação</li> <li>• Equipe interdisciplinar</li> <li>• Compilação de dados</li> </ul>	MATERIAL SECUNDÁRIO DISPONÍVEL	
2-RECONHECIMENTO DOS PRINCIPAIS PROCESSOS EXISTENTES OU POTENCIAIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entendimento dos processos</li> <li>• Identificação dos fatores condicionantes</li> </ul>	CARTA GEOTÉCNICA PRELIMINAR	
3-REALIZAÇÃO DE ESTUDOS TEMÁTICOS DIRIGIDOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informações necessárias do meio físico e da ocupação do solo</li> <li>• Tratamento ou elaboração do mapa planialtimétrico, e de mapas temáticos (basicamente geo-logia, geomorfologia, drenagem, ocupação do solo, unidades de conservação, eventualmente outros), na escala necessária</li> </ul>	INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES	
4-COMPARTIMENTAÇÃO GEOTÉCNICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise integrada dos dados temáticos e processos</li> <li>• Delimitação das unidades geotécnicas</li> </ul>	PRODUTO CARTOGRÁFICO	CARTA GEOTÉCNICA DE PLANEJAMENTO
5-ESTABELECIMENTO DE DIRETRIZES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recomendações diferenciadas de ocupação do solo em cada unidade do terreno delimitada, segundo a probabilidade de ocorrência de diferentes tipos de processo</li> </ul>	QUADRO-LEGENDA	
6-ELABORAÇÃO DO TEXTO DO ESTUDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texto explicativo</li> </ul>	TRABALHOS EXECUTADOS	

Fonte: Diniz et. al. (2012).

### 3.3.2.3 Plano Municipal de Redução de Risco Geológico (PMRR)

Como apresentado anteriormente, os mapeamentos que o IPT-SP vem desenvolvendo tratam da suscetibilidade natural e induzida dos terrenos a eventos perigosos. Para análises de risco, devem ser consideradas também as

condições de vulnerabilidade das ocupações, (DINIZ et. al, 2012), tal característica dinâmica faz com que essas avaliações tenham curto prazo de validade e precisem de revisões periódicas.

Quadro 13 - Abordagem e contextualização da Carta Geotécnica de aptidão à Urbanização



Fonte: Diniz et. al (2012).

Uma das contribuições do IPT aos mapeamentos de risco é no fornecimento de abordagem metodológica a elaboração de Planos municipais de Redução de Risco Geológico (PMRR) e Plano diretor de Águas Fluviais e Pluviais (PDAP), sendo que este último não será objeto de análise metodológica, pois o presente trabalho contempla apenas as avaliações de risco a escorregamentos.

No Brasil, para a execução de Planos de Redução de Risco Geológico, segundo Diniz et. al. (2012), são utilizadas as metodologias desenvolvidas pelo IPT na década de 1990 e das adaptações e modificações pela Departamento de Recursos Minerais (DRM) do RJ (Serviço Geológico do estado do Rio de

Janeiro), pelo IG/SMA-SP (Instituto Geológico de São Paulo) e pela CPRM, foi criado pelo Ministério das Cidades, em 2006.

O Plano Municipal de Redução de Risco Geológico (PMRR) tem como objetivo principal auxiliar na formulação de estratégias, diretrizes e procedimentos que possa ampliar o leque de conhecimentos sobre os processos geodinâmicos e de riscos a desastres e incluir implantação de projetos de intervenção de engenharia.

No Espírito Santo, o trabalho está sendo executado conforme a determinação do capítulo I, artigo 2º da LEI 12.608/2012 que dispõe sobre a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) e também do Programa Capixaba de Mudanças Climáticas. Pretende identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidade, em articulação com a União e os Municípios.

Ao elaborar o PMRR, visa-se obter instrumentos que apresentem a distribuição, o tipo e o grau dos riscos naturais aos processos geológicos e hidrológicos. Tem como objetivo geral avaliar danos potenciais à ocupação decorrente de fenômenos naturais ou induzidos pelo uso do solo e hierarquizar unidades, setores e pontos quanto ao grau de iminência de perda e, assim, propor medidas corretivas e erradicadoras das situações de risco.

O PMRR trabalha com três tipos de escorregamentos, solo; solo e rocha e; rocha e solapamento de margens de córrego. A metodologia utilizada para alcançar os resultados está pautada principalmente no trabalho desenvolvido pelo IPT-SP, em 2004 e publicado posteriormente, “Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios” <sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup>Documento produzido IPT-SP em parceria com o Ministério das Cidades, que tem como objetivo auxiliar na gestão de risco de desastres, classificando e hierarquizando os graus de risco, subsidiando medidas preventivas e/ou corretivas e buscando incorporar as políticas de planejamento urbano, nas ações de controle de uso e ocupação do solo (CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007).

Para início do mapeamento há uma fase de identificação dos riscos geológicos que aconteceu em cinco etapas: (1) identificar evidências; (2) analisar os condicionantes geológico-geotécnicos e ocupacionais que as determinam; (3) avaliar a probabilidade de ocorrência de processos associados a deslizamentos em encostas e demais processos geodinâmicos, que possam afetar a segurança das moradias; (4) delimitar os setores da encosta que possam ser afetados por um dos processos destrutivos potenciais identificados em base cartográfica; e (5) estimar o número de moradias de cada setor de risco.

A quantificação do risco é calculada a partir do grau de probabilidade que uma edificação está exposta e não a família, e segue de acordo, com os parâmetros expostos pelo documento do IPT supracitado, avaliando o padrão construtivo, tipos de taludes, a distância da moradia ao topo ou base dos taludes, a inclinação dos taludes, a presença de água e a presença de indícios de movimentações ou feições de instabilidade.

Os padrões de relevo analisados dependem de um estudo da geomorfologia do município, para isso a equipe que executa o PMRR, também mapeia a geomorfologia a partir de metodologias adaptadas do IPT, as quais foram utilizadas para o mapeamento do Estado de São Paulo. Os principais critérios adotados para essa investigação do relevo foi declividade dominante das vertentes e a amplitude altimétrica do relevo.

Nessas etapas de gabinete há então, a geração de produtos base como os mapas hipsométrico, Modelo Digital do Terreno (MDT), declividade, direção de encostas, curvatura vertical, bacias hidrográficas, geologia, geomorfologia e perfis topográficos. A integração desses dados com as informações obtidas no trabalho de campo possibilitou a construção do mapa de setores de risco.

Em geral, esse tipo de documento visa elaborar um documento que descreve as áreas que possuem condicionantes naturais que apresentem suscetibilidade a ocorrência de um processo, bem como as áreas que o desastre possa atingir, representado por setores qualitativos de risco.

### 3.3.3 Abordagem de Paisagem: Unidades Territoriais Básicas (UTB)

Esta metodologia desenvolvida e aplicada pelos pesquisadores do Instituto Geológico de São Paulo (IG-SMA/SP) foi utilizada em parte na produção do mapeamento desenvolvido nesse trabalho. Ela constitui de um sistema de classificação de paisagem por intermédio da escolha de Unidades Básicas de Compartimentação do meio físico (UBCs) e Unidades Homogêneas de Compartimentação do uso da terra (UHCTs), intituladas de Unidades Territoriais Básicas (UTBs) elenca setores de risco.

O IG-SMA/SP é uma instituição ligada a Secretaria de Meio Ambiente do estado de São Paulo desde 1986. Sua origem está relacionada à criação da “Comissão Geographica e Geológica da Província de São Paulo”, em 1886, destinada a planejar e executar pesquisas para subsidiar a ocupação do território paulista (SÃO PAULO, 2004).

O primeiro estudo integrado relacionado à geotecnia, mapeamento geológico, geomorfologia, hidrogeologia e recursos minerais surgiu em 1987, com o mapeamento das regiões de Sorocaba e Campinas na escala de 1:50000, visando fornecer subsídios do meio físico ao planejamento territorial. A metodologia empregada baseou-se nas unidades homogêneas e nos tipos de terreno (TOMINAGA, 2007).

Já mais adiante, o Instituto passou a desenvolver cartografia geotécnica voltada a avaliação de risco geológico. A metodologia adotada consiste na compartimentação fisiográfica da paisagem por meio da análise de imagens de satélite e por avaliações de campo posteriores (TOMINAGA, 2007).

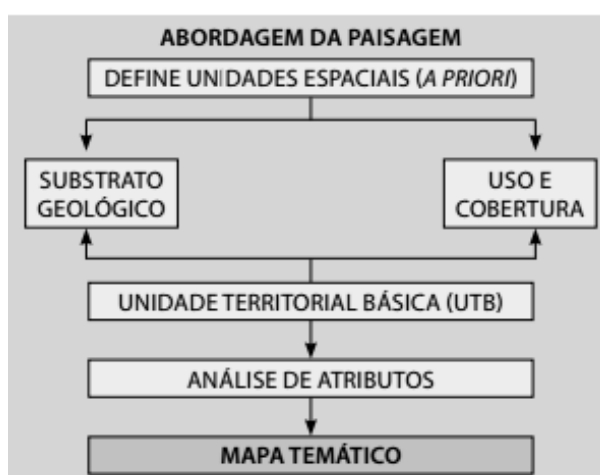
Essa metodologia pressupõe a obtenção de Unidades Básicas de Compartimentação – UBCs, os quais constituem células básicas para avaliações geotécnicas e geoambientais e são compatíveis com a utilização sistemática de recursos de geoprocessamento e de Sensoriamento Remoto (VEDOVELLO, 1993, 2000 *apud* TOMINAGA, 2007, p. 26).

Atualmente, com o uso desta metodologia, o IG-SMA/SP tem atuado na elaboração de planos diretores municipais, zoneamentos ambientais, Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro, Planos de Manejo de Unidades de Conservação, gerenciamento de riscos geoambientais e em ações de prevenção dos riscos da Defesa Civil, de licenciamento ambiental e de fiscalização (TOMINGA, 2007).

Nesse contexto, a metodologia que pressupõe a obtenção das Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs) e a transformação das informações contidas nas UTBs em índices para leitura do sistema informacional gerando assim, uma classificação automática da superfície, foi desenvolvida no instituto ao longo da década de 1990 até o presente.

No presente estudo, a temática foi discutida em partes, a partir da abordagem de paisagem, conforme demonstrado pela figura 12. Assim, com base nas variáveis atribuídas as UTBs é possível associar a uma mesma região do espaço diferentes atributos ou fatores ambientais (físicos e socioeconômicos) que descrevem e qualificam os processos (FERREIRA; ROSSINI-PENTEADO, 2011).

Figura 12 - Fluxograma para análise e mapeamento de risco pela abordagem de paisagem



Fonte: Ferreira et al. (2011), adaptado por CPLA (2012).

Pesquisadores como Tominaga (2007); Ferreira (2011); Ferreira & Rossini-Penteado (2011) vem desenvolvendo estudos com esta metodologia, que está



amparada nas diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico Econômico do Brasil (2006). É considerado como um método quantitativo de análise ao definir Unidades Territoriais básicas (UTBs), sendo possível representar no mapa processos que acontecem em diferentes escalas, que é requerida para esta análise de risco multidisciplinar.

A escolha do método quantitativo se dá, pois segundo Tominaga (2009, p.153) “Os métodos quantitativos baseiam-se principalmente em análises estatísticas, por meio da comparação da distribuição espacial dos fenômenos com os parâmetros considerados”. As UTBs desse modo, constituem a menor parte do todo para análise, ou seja, unidades de paisagem.

Entretanto, a análise de risco a escorregamentos desenvolvida neste trabalho não precedeu da escolha de UTBs, portanto, serão aqui analisados o risco a partir dos três componentes que compõem esse elemento: 1) Perigo, 2) Vulnerabilidade e 3) Dano Potencial e de suas variáveis, conforme demonstrado no quadro 14. Conceitos que circundam a temática de redução de risco de desastres, citados anteriormente e utilizados em metodologia proposta a mapeamentos de risco por Rossini-Penteado(2011); Ferreira (2011); Tominaga (2007).

A primeira variável (perigo) refere-se às condições do meio físico do sítio em questão, que podem levar a ocorrência de um evento danoso; a segunda (vulnerabilidade) faz referência às condições de uso e ocupação do solo (físicas, sociais, econômicas e ambientais) e dos elementos expostos ao perigo; e a terceira (dano potencial), traduz a possibilidade de danos à população (bens materiais e/ou vidas). As etapas de obtenção das variáveis são apresentadas na figura 13 e foram mantidas as mesmas variáveis fazendo algumas pequenas modificações, de acordo, com a especificidade da área de estudo em questão.

A escolha da abordagem de paisagem em relação à abordagem paramétrica, segundo Ferreira (2011), deve-se à existência de limites reconhecíveis no terreno que não são expressos, pois é empregada a análise decorrente da utilização do pixel; a possibilidade de enquadramento espacial de atributos de

diferentes naturezas, escalas e resoluções; e a facilidade em processar as informações obtidas.

Quadro 14 - Variáveis que compõem os fatores de Risco

R	Fator de Risco	Variáveis
P	Perigo	1. Amplitude
		2. Declividade Média
		3. Densidade de Drenagem
		4. Densidade de Lineamentos
		5. Excedente Hídrico
		6. Uso e cobertura da terra
V	Vulnerabilidade	1. Índice de Abastecimento de Água
		2. Índice de Coleta de Esgoto
		3. Índice de Coleta de Lixo
		4. Padrão de Ordenamento Urbano
		4.a) Sistema Viário
		4.b) Pavimentação
		5. Índice de Renda
6. Índice de Instrução		
DP	Dano Potencial	1. Densidade de População

Fonte: Adaptado de Ferreira e Rossini-Penteado (2011). Elaborado pela autora.

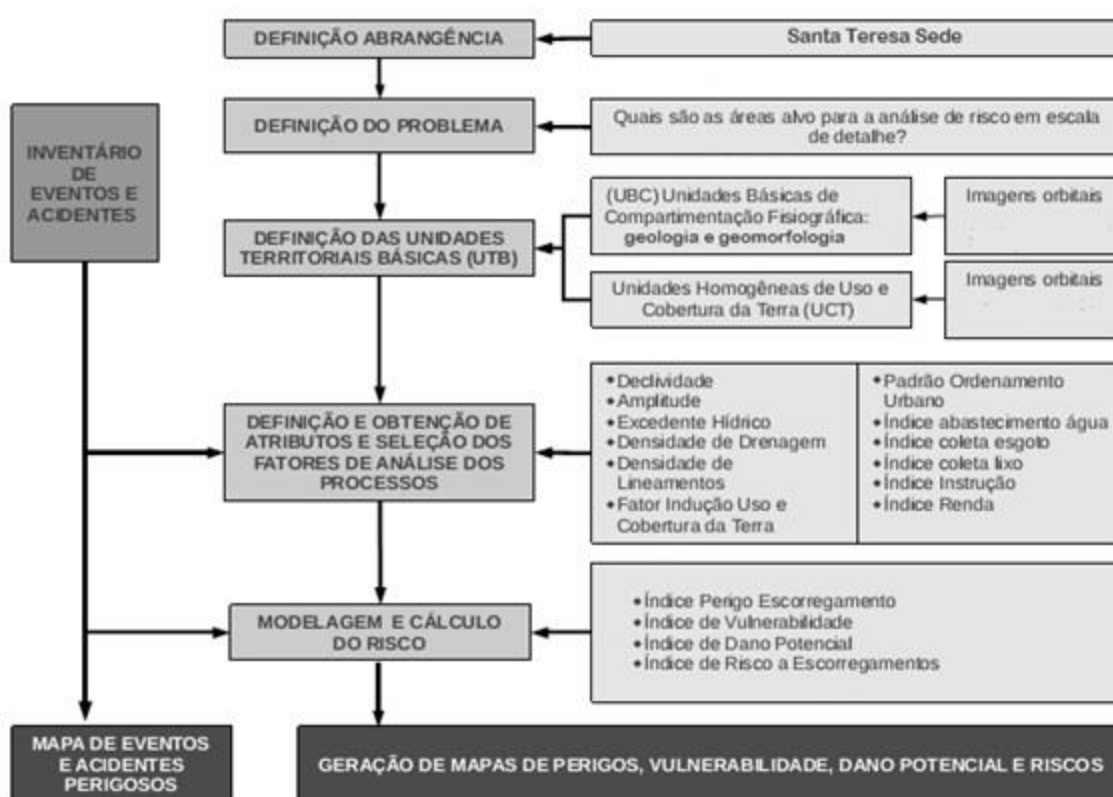
Esse tipo de metodologia empregada nos estudos de Ferreira & Rossini-Penteado (2011) revela que para análises de risco que se baseiam nas diretrizes metodológicas do ZEE, é possível tratar o território de forma integrada, evidenciado que as informações sobre o meio físico são importantes, porém não podem ser desvinculadas da caracterização do tipo e padrão do uso e cobertura da terra.

### 3.4 Aplicação do Modelo de Avaliação dos Índices de Perigo, Vulnerabilidade, Dano Potencial e Risco

Para o mapeamento das áreas de risco a escorregamentos, foi escolhida a Sede Urbana do município de Santa Teresa, Espírito Santo, localizada na região serrana do estado e, uma área extrapolada que apresenta expansão da ocupação urbana dos limites da Sede.

A metodologia escolhida para desenvolvimento do mapeamento é orientada pelas variáveis que compõem a fórmula de risco de Tominaga (2007), em caráter de metodologia híbrida, em que para cada variável foram utilizados métodos distintos, tanto abordagem paramétrica, escolha de unidades administrativas e ainda utilizando padrões de referência para classificação dos índices de Perigo, Vulnerabilidade e Dano Potencial de partes da metodologia de abordagem de paisagem empregada no Instituto Geológico de São Paulo.

Figura 13 - Desenvolvimento metodológico



Fonte: Adaptado de Ferreira e Rossini-Penteado (2011).

Para a variável de Perigo foi escolhida a abordagem paramétrica, em que foram utilizados os valores atribuídos pelas classes obtidas nos fatores de densidade de lineamentos, densidade de drenagem, declividade, amplitude altimétrica, excedente hídrico e fator de indução de uso e cobertura da terra, sendo que para este último fator foi atribuído uma qualificação por pesos de influência.

Para Vulnerabilidade, a área de estudo foi qualificada também com atribuição de pesos para os fatores de abastecimento de água, coleta de esgoto, coleta de lixo, ordenamento urbano, instrução e renda, sendo que para estes valores são considerados as informações por Setores Censitários designados pelo IBGE, no Censo demográfico de 2010, ou seja, assim há uma divisão pela menor unidade administrativa.

Já para a variável de Dano Potencial optou-se em criar um dado entre a quantidade de moradias e moradores também por Setor Censitário. Os padrões utilizados seguem parte da metodologia empregada por Ferreira & Rossini-Penteado (2011), porém sem a escolha de Unidades Territoriais Básicas (UTBs).

#### 3.4.1 Inventário de eventos e acidentes perigosos na Sede do Município de Santa Teresa

Ainda como caminho metodológico do mapeamento desenvolvido pelo IG-SP/SMA é proposto a confecção de um inventário de eventos e acidentes perigosos.

Para a coleta de informações sobre a quantidade de eventos e acidentes perigosos foi realizada uma consulta nos órgãos responsáveis de Defesa Civil Estadual e Municipal e também na plataforma S2ID, mas cabe salientar que nem todos estes eventos foram registrados ao longo da história, pois na maioria das vezes estão associados a decretos municipais e estaduais com finalidade de obtenção de recursos e que anteriormente, todos os registros ficavam armazenados em ambiente físico e muitos deles se perderam ao longo do tempo, o que comprometeu o diagnóstico e o desenvolvimento propriamente de um inventário.

Ao acessar a plataforma S2ID, os dados disponíveis são apenas do ano de 2013 até o presente. Dos eventos observados nos registros da Defesa Civil Estadual do Espírito Santo, escorregamentos contava com apenas um registro. Todas essas condicionantes dificultam chegar a um número real dessas ocorrências,

optando neste trabalho em não destacar uma espacialização desse único evento de escorregamento, entendendo que a informação apresentada não seria relevante no conjunto. Isto representa um problema para a Gestão de Risco de Desastres, pois com esses dados poderíamos verificar locais de maior incidência desses eventos e tentar desenvolver estudos que identificassem uma causa responsável para sua ocorrência.

Os eventos analisados pela CPRM na Sede Urbana do município compõem-se de escorregamentos causados pela presença de material inconsolidado em planos de descontinuidade, potencializado por cortes de estrada muito íngremes ou cortes para construção de casas, descrito em relatório técnico (CPRM, 2012). É descrito também que há evidências de que está ocorrendo movimentação do material, representadas por trincas no terreno e em algumas casas e cicatrizes de deslizamentos, sendo talvez, as intervenções antrópicas a maior responsável para deflagração desses eventos. Contudo, não é possível fazer uma correlação mais abrangente dos eventos pela ausência dessas informações.

Na maioria dos decretos oficiais não há apontamento de casos de escorregamentos como o desastres principal que justifiquem o seu registro, por isso foram utilizados os geoindicadores (cicatrizes, trincas e depósitos de materiais).

#### 3.4.2 Definição e obtenção de atributos e seleção dos fatores de análise dos processos

Todos os planos de informações utilizados, tanto vetoriais quanto matriciais (raster), foram processados no Software ArcGis 10.3 com Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e Datum SIRGAS 2000 Fuso 24 S. As informações foram disponibilizados ao Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias da Universidade Federal do Espírito Santo (LCGGEO/UFES) de forma gratuita por diferentes órgãos especializados e utilizadas para confecção dos mapas temáticos essenciais para o desenvolvimento do produto final deste trabalho e são apresentadas no quadro 15.

Quadro 15 - Planos de informação utilizados na confecção dos produtos cartográficos

Dados Cartográficos	Fonte/Ano	Escala	Aspectos Analisados
Imagens Aéreas (Ortofotos)	IEMA (2007/2008)	1:15000	Refinamento do mapa de Uso e Cobertura da Terra
Imagens Aéreas (Ortofotos)	IJSN (2013/2014)	1:5000	Confecção de mapa de Uso e Cobertura da Terra para a área de estudo e produção de mapa de lineamentos.
Base de dados vetoriais do Estado do Espírito Santo	GEOBASES (2010)	-	Esses dados foram utilizados para a confecção dos mapas de declividade, hipsometria, excedente hídrico, curvas de nível, malha rodoviária, limites municipais e estaduais, rede de drenagem, mapeamento geomorfológico, massa d'água, etc.

Organizado pela autora

#### 3.4.2.1 Fatores fisiográficos e de uso e cobertura da terra

Foram gerados mapas temáticos referentes aos fatores fisiográficos e de uso e cobertura, indicativos dos temas: declividade (DE), Amplitude Altimétrica (AM), Excedente Hídrico (EH), Densidade de Drenagem (DD), Densidade de Lineamentos (DL) e o Fator de Indução de Uso e Cobertura da Terra (PI). Todas essas bases passaram por uma reclassificação para gerar um arquivo em *raster*, fundamental para a obtenção do produto final, tendo como padrão tamanho de célula<sup>12</sup> 10. Na tabela 3 são demonstradas as classificações obtidas e os valores correspondentes para as variáveis de DE, DD e DL. Já para Amplitude Altimétrica (AM) a classificação obtida é evidenciada na tabela 4.

Os dados de Excedente Hídrico (EH) passaram por uma classificação para toda a área do município de Santa Teresa – ES, pela dificuldade em encontrar dados específicos para a área, assim, sua espacialização seguiu para todo o município

<sup>12</sup> A célula do pixel passou por uma padronização para todos os raster utilizados para a modelagem do produto final, pois só é possível fazer o cálculo com tamanhos de célula de pixel iguais.

entre os índices de 0 mm até > 801 mm, em que a área de estudo se enquadra entre os valores de 401 mm a 800 mm.

Tabela 3 - Classificações e Valores para Fatores Fisiográficos

<b>Classes/Variáveis</b>	<b>Declividade (DE)</b>	<b>Densidade de Drenagem (DE)</b>	<b>Densidade de Lineamentos (DL)</b>
Muito Baixo	0,007119753 – 8,801196524	0 – 0,003367588	0 – 0,000802847
Baixo	8,801196525 – 15,49234189	0,003367589 – 0,006735177	0,000802848 – 0,001994953
Médio	15,4923419 – 29,44815938	0,006735178 – 0,010102765	0,001994954 – 0,003162731
Alto	29,44815939 – 48,75689316	0,010102766 – 0,013470353	0,003162732 – 0,004281851
Muito Alto	< 48,75689317	0,013470354 – 0,016837941	0,004281852 – 0,006179489

Tabela 4- Classificação da amplitude altimétrica

<b>Faixa</b>	<b>Classificação</b>	<b>Unidade geomorfológica</b>
0 – 5 metros	Muito Baixa	Planícies Aluvionares
5 – 50 metros	Baixa	Colinas baixas
50 – 100 metros	Média	Colinas e morrotes médias a alta
100 – 250 metros	Alta	Morros
> 250 metros	Muito Alta	Montanhas

Fonte: Adaptado de Florenzano (2008). Elaborado pela autora.

Para gerar o Fator de Indução de Uso e Cobertura da Terra (PI) consultou-se as fotografias aéreas ortorretificadas com resolução espacial de 0,25 m X 0,25 m, do Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN (2014). As informações presentes nas ortofotos foram comparadas com o mapeamento divulgado em 2008 pelo IEMA de uso e cobertura da terra – 1:400000<sup>13</sup> para todo o estado do Espírito Santo, assim, com a sobreposição dos polígonos identificados neste mapeamento com a condição demonstrada nessas Ortofotos foi possível fazer o refinamento.

<sup>13</sup>ESPÍRITO SANTO. Iema. Instituto Estadual de Meio Ambiente. **Uso do Solo do Espírito Santo.** 2008. Disponível em: <[http://www.meioambiente.es.gov.br/download/MAPA\\_ES\\_USO\\_DO\\_SOLO.pdf](http://www.meioambiente.es.gov.br/download/MAPA_ES_USO_DO_SOLO.pdf)>. Acesso em: 01 jul. 2016.

O referido mapeamento do IEMA contém 16 classes que identificam o uso e cobertura da terra, estas foram agrupadas conforme demonstrado no quadro 16, para adequação à metodologia desenvolvida por Ferreira & Rossini-Penteado descrita em São Paulo (2014), aqui utilizada. Esta metodologia também passou por uma adaptação para abranger as peculiaridades da área de estudo em questão. Dessa forma, o campo “Classe” representa a classificação empregada pelo IEMA (2007/2008), “Tipo” a classificação nova adaptada da metodologia de Ferreira & Rossini-Penteado (SÃO PAULO, 2014) e “Nome” a nomenclatura/característica de cada “Tipo”.

Quadro 16 - Agrupamento das classes do mapeamento de uso e cobertura da terra (2007/2008)

<b>Classe</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nome</b>
Área Edificada	a	Residencial, Comercial e Serviços
Outros	c	Grandes Equipamentos
Outros Solo Exposto	e	Área Desocupada
Massa d'água Brejo	g	Água
Mata Nativa	h	Mata
Afloramento rochoso Campo Rupestre/Altitude	i	Afloramento Rochoso e Campo Rupestre/Altitude
Cultivo Agrícola - Café Cultivo Agrícola - Banana Cultivo Agrícola - outros cultivos permanentes	j	Agrícola
Cultivo Agrícola - outros cultivos temporários		
Macega Reflorestamento - Eucalipto Mata Nativa em Estágio Inicial de Regeneração	k	Mata em Regeneração e Sivicultura
Pastagem	l	Pastagem

Fonte: Adaptado de metodologia de Ferreira & Rossini-Penteado descrita em São Paulo (2014). Elaborado pela autora.

Este agrupamento ocorreu para que pudéssemos fazer uma melhor comparação da evolução da ocupação entre os mapeamentos, assim delimitando novos polígonos de Uso e Cobertura da Terra. Áreas que possuem solo exposto foram enquadradas ora como área de transição de cultivo agrícola, ora como área com ocupação esparsa ou destinada a este fim. Pela área de estudo possuir ainda muita mata nativa ou em regeneração, a classe vegetação herbácea-arbustiva, também foi suprimida.



Quanto à adaptação da metodologia, no quadro 17 são demonstradas essas alterações e suas características e, no quadro 18 o emprego de novas classes e suas características adaptadas à metodologia, salientando que as classes identificadas com traços não foram utilizadas no estudo.

A mudança mais significativa na adaptação das classes é a mudança do tipo “Área Desocupada” para “Ocupação Inconsolidada”, na área de estudo, não foi possível observar nas Ortofotos de 2014 presença de loteamentos, mas muitas áreas com ocupação esparsa que está em processo de consolidação, por isso, a troca da nomenclatura.

Assim, para gerar o fator de indução do uso e cobertura da terra para escorregamento foram atribuídas notas para cada classe, no intervalo de 0 – 1, em que 0 reflete a influência mínima e 1 a influência máxima, sendo os valores distribuídos demonstrados na tabela 5.

Na atribuição de pesos, a classe “Afloramento rochoso e campo rupestre/altitude” recebeu valor de máxima influência porque necessariamente, são áreas onde a ocupação não pode se instalar, assim recebem um valor maior no resultado final.

#### 3.4.2.2 *Fatores socioeconômicos e de infraestrutura urbana*

Os dados para análise dos fatores socioeconômicos, que são os índices de Abastecimento de Água (AA), Coleta de Esgoto (CE) - saneamento, Coleta de Lixo (CL), Ordenamento Urbano (OU), Instrução (IN) e Renda (IR) foram obtidos do último Censo demográfico (2010), com data de referência para a pesquisa em 31 de julho de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sobre as características da população e de seus domicílios, com base na divisão por setores censitários. Optou-se em enquadrar os dados pelos Setores Censitários, por se tratar de um índice oficial que possa auxiliar na gestão dos indicadores sociais do município.

Quadro 17 - Classes de uso e cobertura da terra conforme metodologia de Ferreira & Rossini-Penteado adaptada a área de estudo

Metodologia de Ferreira & Rossini-Penteado (SÃO PAULO, 2014)			Adaptação de Metodologia		
Classe	Nomenclatura	Características	Tipo	Nome	Características
a	Residencial/ comercial/ serviços	Áreas de uso residencial, comercial e de serviços, com ocupação contínua e descontínua em relação à mancha principal	a	Residencial, Comercial e Serviços	Áreas de uso residencial, comercial e de serviços, com ocupação contínua e descontínua em relação à mancha principal
b	Comercial/ serviços Praia	Incluem áreas de comércio e de serviços localizadas na orla da praia	—	—	—
c	Grandes equipamentos	Áreas ocupadas com edificações de grande porte associadas a indústrias, galpões isolados de comércio e serviços, e equipamentos urbanos como cemitérios, estações de tratamento de água e de esgoto, entre outros	c	Grandes Equipamentos	Áreas ocupadas com edificações de grande porte associadas a indústrias, galpões isolados de comércio e serviços, e equipamentos urbanos como cemitérios, estações de tratamento de água e de esgoto, entre outros
d	Espaço verde urbano	Inclui áreas ocupadas com parques, praças e demais áreas verdes públicas	—	—	—
e	Área desocupada	Áreas terraplanadas situadas dentro da mancha urbana principal, caracterizadas pela ausência de edificações e destinadas à futura ocupação urbana	e	Ocupação Inconsolidada	Áreas que estão com ocupação pouco expressiva fora da mancha urbana principal, imóveis distribuídos esparsamente ou áreas que estão com o solo exposto, mas não se caracterizam como cultura agrícola de transição
f	Loteamento	Áreas ocupadas com loteamentos em estágio de implantação, geralmente localizados na área de expansão urbana, caracterizados pela ausência de edificações onde se observa a existência de quadras e arruamentos com traçado definido, com ou sem pavimentação	—	—	—
g	Água	Corpos d'água, rios, lagos, lagoas represadas, entre outros, inseridos dentro da Área Urbana	g	Água	Corpos d'água, rios, lagos, lagoas represadas, entre outros, inseridos dentro da Área Urbana
h	Mata	Matas ciliares e área de vegetação expressiva não enquadrada como praças ou parques, que estejam inseridas dentro da Área Urbana	h	Mata	Mata Nativa

Fonte: Baseado em São Paulo 2014. Elaborado pela autora

Dentro do conjunto de fatores para obtenção do índice de Vulnerabilidade, apenas “Padrão de Ordenamento Urbano” (OU) não foi obtido integralmente, pelos dados informados pelo IBGE, pois para o fator “Sistema Viário”, que compõe o índice de OU fez-se uma interpretação das imagens aéreas ortorretificadas disponibilizadas pelo IJSN (2014).

Quadro 18 - Novas classes incorporadas ao mapeamento de uso e cobertura da terra

<b>Tipo</b>	<b>Nome</b>	<b>Características</b>
i	Afloramento Rochoso e campo rupestre/altitude	Áreas que apresentam afloramento rochoso e campo rupestre/altitude, julgadas como áreas inapropriadas à ocupação
j	Agrícola	Todos os tipos de cultivo agrícola e áreas com solo exposto destinado a cultivo ou em fase de transição de cultura
k	Mata em Regeneração e/ou Reflorestamento	Áreas que apresentam macega, mata em estágio de regeneração ou destinadas à reflorestamento. Áreas expostas dentro dessas classes também foram enquadradas como regeneração de vegetação.
l	Pastagem	Pastagem

Organizado pela autora

Tabela 5 - Valores atribuídos para o cálculo do fator de indução de uso e cobertura da terra (PI)

<b>Tipo/nome</b>	<b>Peso</b>
Água e Mata;	0,1
Mata em Regeneração eSilvicultura; Pastagem; Agrícola e	0,3
Grandes Equipamentos;	0,5
Área desocupada;	0,7
Residencial, comercial e serviços; Afloramento Rochoso e campo rupestre/altitude;	0,9

Fonte: Baseado em Ferreira & Rossini-Penteado (2011). Organizado pela autora.

#### 3.4.2.2.1 Informação distribuída por setores censitários

Os dados estão distribuídos por setor censitário, classificados por sua situação (quadro 19). O município de Santa Teresa – ES possui 40 setores censitários, dos quais, 17 recobrem a área de estudo, desses: 12 são enquadrados no código 1 (área urbanizada de cidade ou vila) e os outros 5 setores no código 8 (zona rural, exclusive aglomerado rural), essa diferenciação é importante para a análise do resultado final. A divisão da área de estudo por qualificação dos Setores Censitários é demonstrada na figura 19.

Com as informações espacializadas pelos Setores Censitários, em que foi possível obter os dados total dos itens de Abastecimento de Água (AA), Coleta de Esgoto (CE), Coleta de Lixo (CL), Renda (RE) e Instrução (IN), distribuídos

em classes, conforme demonstrado pelas tabelas 6, 7, 8, 9 e 10 e, os pesos atribuídos as classes, conforme distribuição entre 0 – 1, em que 0 representa influência mínima e 1 influência máxima.

Quadro 19 - Código de situação do setor censitário

<b>Código de situação do setor</b>
<b>Situação urbana</b>
1 - Área urbanizada de cidade ou vila
2 - Área não-urbanizada de cidade ou vila
3 - Área urbana isolada
<b>Situação rural</b>
4 - Aglomerado rural de extensão urbana
5 - Aglomerado rural isolado - povoado
6 - Aglomerado rural isolado - núcleo
7 - Aglomerado rural isolado - outros aglomerados
8 - Zona rural, exclusive aglomerado rural

Fonte: Baseado em IBGE (2014b). Organizado pela autora.

Tabela 6 - Abastecimento de água dos domicílios particulares permanentes

<b>Índice de Abastecimento de Água</b>		
<i>Classificação</i>	<i>Domiciliar</i>	<i>Peso</i>
Rede Geral	2699	0,165
Poço ou nascente na propriedade	719	0,495
Inadequado	290	0,825

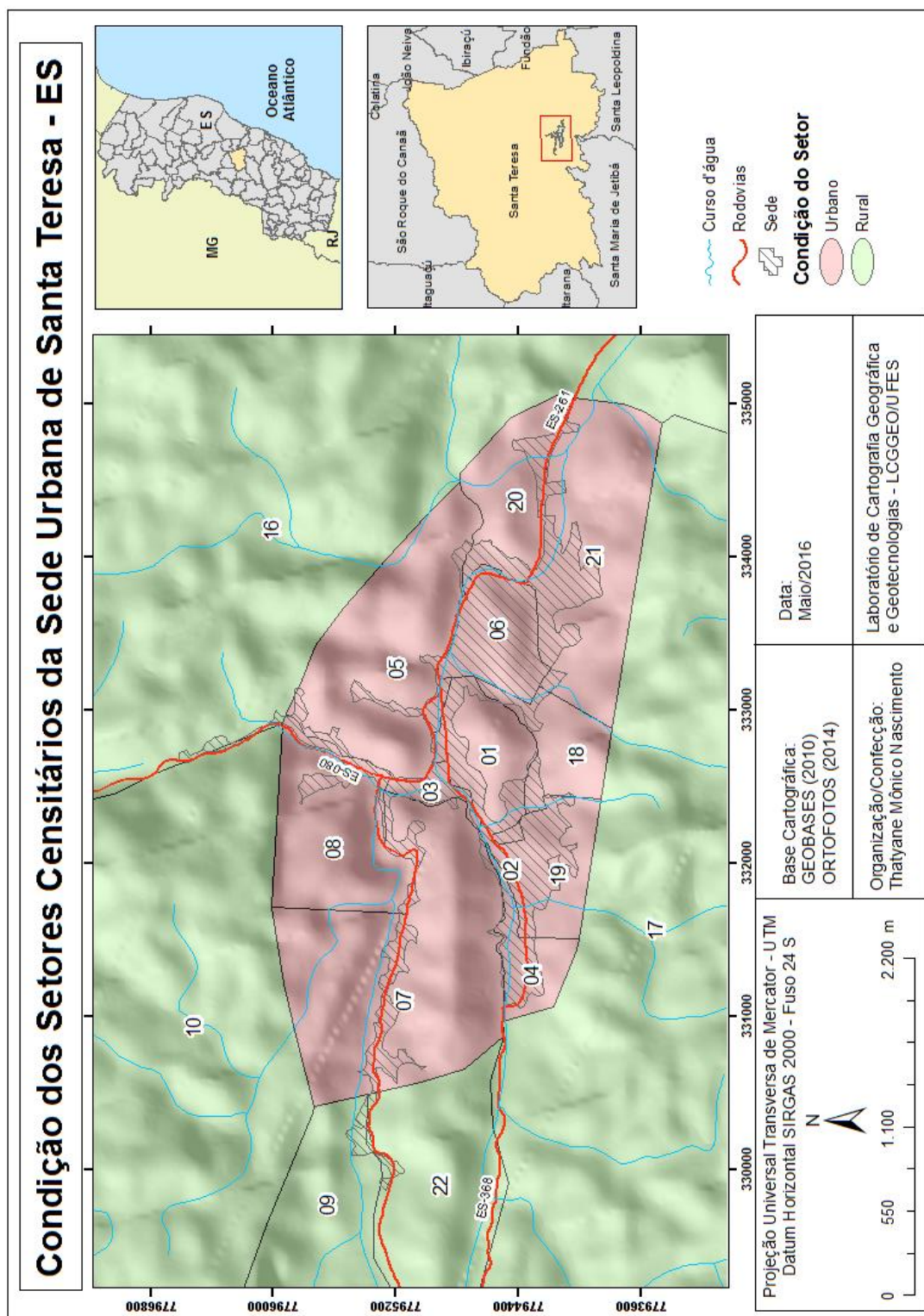
Fonte: Baseado em Censo demográfico, 2010 (IBGE).

Tabela 7–Coleta de Esgoto dos domicílios particulares permanentes

<b>Índice de Coleta de Esgoto</b>		
<i>Classificação</i>	<i>Domiciliar</i>	<i>Peso</i>
Rede geral de esgoto ou pluvial	2671	0,125
Fossa séptica	237	0,375
Fossa rudimentar	562	0,625
Inadequado	236	0,875

Fonte: Baseado em Censo demográfico, 2010 (IBGE).

Figura 14 - Condição dos Setores Censitários



Os números apresentados entre 01 e 10 e 16 a 22, refere-se aos dois últimos números da numeração estabelecida sobre os setores censitários do IBGE.

Tabela 8—Coleta de lixo dos domicílios particulares permanentes e moradores

<b>Índice de Coleta de Lixo</b>		
<i>Classificação</i>	<i>Domiciliar</i>	<i>Peso</i>
Coletado por serviço de limpeza	3467	0,165
Queimado na propriedade	206	0,495
Inadequado	35	0,825

Fonte: Baseado em Censo demográfico, 2010 (IBGE).

Sobre o índice de instrução, este atributo expressa o número de pessoas não alfabetizadas no setor, obtido pelo número de pessoas alfabetizadas > 5 anos de idade pelo número total de habitantes do setor censitário. Considerou-se como alfabetizada a pessoa capaz de ler e escrever algo simples no idioma que conhecesse e, analfabeta, a pessoa que aprendeu a ler e escrever, mas que esqueceu devido à um processo de alfabetização que não se consolidou, assinando apenas o próprio nome.

Tabela 9 - Índice de instrução per capita

<b>Índice de Instrução – Per capita</b>	
<i>Índice</i>	<i>Per capita</i>
Alfabetizados	9653
Não Alfabetizados	1554

Fonte: Baseado em Censo demográfico, 2010 (IBGE).

Para as características do índice de rendimento, teve como base a semana de referência de 25 a 31 de julho de 2010, em que o valor do salário mínimo era fixado em R\$510,00. O valor de rendimento domiciliar foi calculado como o somatório dos rendimentos mensais dos moradores, excluindo menores de dez anos e pensionista, empregado doméstico ou que houvesse parentesco com o empregado doméstico. Foram atribuídas notas conforme a classe percentual e na fórmula final os valores foram invertidos, em que a renda maior apresenta influência mínima e a renda menor influência máxima.

Tabela 10 - Índice de domicílios particulares permanentes com classes de rendimento nominal mensal domiciliar

<b>Índice de Rendimento</b>		
<i>Classificação</i>	<i>Domiciliar</i>	<i>Nota</i>
0 a 2 salários mínimos	2958	02
2 a 5 salários mínimos	535	05
5 a 10 salários mínimos	120	10
> 10 salários mínimos	34	20

Fonte: Baseado em Censo demográfico, 2010 (IBGE).

#### 3.4.2.2.2 Padrão de ordenamento urbano

O padrão de ordenamento urbano na metodologia proposta por Ferreira e Rossini-Penteado (SÃO PAULO, 2014), define uma combinação de 3 fatores, o traçado do sistema viário, a pavimentação e a arborização urbana dos setores censitários, demonstrados no quadro 20. Vale salientar, que a metodologia propõe uma homogeneidade desses fatores quando são feitas divisões em Unidades Homogêneas de Uso e Cobertura (UHCTs), que aqui não ocorreu, sendo levado em consideração a característica mais preponderante dentro do Setor Censitário analisado para “Sistema Viário” e “Pavimentação”.

Quadro 20 - Características da variável Ordenamento Urbano e distribuição de classes

<b>Ordenamento urbano</b>	<b>Sistema viário</b>	<b>Pavimentação</b>	<b>Arborização</b>
Muito alto ordenamento	Sim	Sim	Sim
Alto ordenamento	Sim	Sim	Não
Médio ordenamento	Sim	Não	Sim ou Não
Baixo ordenamento	Não	Não	Sim
Muito baixo ordenamento	Não	Não	Não

Fonte: SÃO PAULO (2014)

Neste estudo, optou-se em atribuir novas classes e pesos para as mesmas variáveis do padrão de ordenamento urbano (tabela 11), por perceber que este conjunto binário (sim ou não) não seria tão representativo e, também, na exclusão do fator “arborização urbana” por tratar-se de um mapeamento de risco a escorregamentos. Entende-se que essa variável (arborização) seria

importante, caso o presente estudo trata-se também do tipo de desastre inundação e/ou enxurrada.

Tabela 11 - Classes e pesos da variável Padrão de Ordenamento Urbano (OU)

Atributos/Fator	Classes	Descrição	Pesos
Modo de ocupação (Sistema viário)	Planejado- Conjunto Residencial	Expressa a organização da ocupação dada pela articulação do sistema viário, das quadras e lotes.	0,125
	Planejado - Loteamento		0,375
	Espontâneo Médio-Alto Padrão		0,625
	Espontâneo Baixo Padrão		0,875
Pavimentação	0 – 20%	Indica a impermeabilização do terreno (valor médio obtido do IBGE).	0,9
	20 – 40 %		0,7
	40 - 60%		0,5
	60 - 80%		0,3
	80 – 100%		0,1

Fonte: Baseado em Rossini-Penteado, Ferreira e Gilberti (2007). Organizado pela autora.

### 3.5 Modelagem e cálculo de risco

Para modelagem foi atribuído pesos entre 0 – 1 dividido entre as classes, em que 0 representa a influência mínima e 1 a máxima. O cálculo do risco está baseado na fórmula  $R = P \times V \times DP$ , que neste caso, os fatores fisiográficos constituem o índice de Perigo (P), os fatores socioeconômicos o índice de Vulnerabilidade (P), e os fatores Densidade da População representam o Dano Potencial (DP), contudo, para o índice de Perigo, não houve distribuição de pesos para todas as suas variáveis, tendo como característica o método paramétrico, salvo para o Fator de Indução de Uso e Cobertura da Terra (PI).

Assim, para os outros fatores a atribuição de pesos para as classes das variáveis foi feita através de uma ponderação, onde cada classe possui a mesma capacidade de participação, a partir dos valores designados para os Setores Censitários. Essa ponderação é feita pela quantidade de classes que a variável qualitativa possui, como é necessário atribuir um valor para a equação foi escolhido como referência o ponto médio, sendo este o ponto representativo da classe.



### 3.5.1 Índice Perigo escorregamento

Para chegar ao índice de perigo todas os fatores de análise foram gerados em ambiente SIG, onde passaram por uma reclassificação, transformando o arquivo em um *raster* com 5 classificações, utilizando o tamanho de célula com o valor 10 para todos. Salientando que para a informação de Uso e Cobertura da Terra foram atribuídos pesos, conforme tabela 5 (página 90).

Após todas as reclassificações, inserimos na *raster calculator* a equação (2), assim foram atribuídos pesos<sup>14</sup> (observados na equação) para cada *raster*, de acordo, com sua importância para este tipo de análise, os valores utilizados foram baseados em metodologia proposta por Ferreira & Rossini-Penteado (2011). Onde,

$$0,1 (AM) + 0,3 (DE) + 0,1 (DD) + 0,1 (DL) + 0,1 (EH) + 0,3 (PI) \quad (2)$$

(AM) = Amplitude Altimétrica

(DE) = Declividade

(DD) = Densidade de Drenagem

(DL) = Densidade de Lineamentos

(EH) = Excedente hídrico

(PI) = Fator de Indução de Uso e Cobertura da Terra

### 3.5.2 Índice Vulnerabilidade a escorregamentos

O índice é determinado pela quantidade de casas (domicílios) presentes em cada setor, assim, os valores são ponderados para cada classe dos itens: AA, CE, CL, OU, IN e RE. Desta forma, foram distribuídos pesos para as classes, de acordo, com o fator socioeconômico indicado pelo censo demográfico (IBGE, 2010), para as áreas que tivessem ocupação urbana, enquadradas na

---

<sup>14</sup> Nota-se que a inserção dos pesos foi feita na calculadora raster, não havendo atribuição de pesos para as classes nos planos de informação utilizados, exceto (PI).

classificação de Uso e Cobertura da Terra como “Residencial, Comercial e Serviços” e “Ocupação Inconsolidada”. As áreas de uso que não representam essas classes não foram classificadas (NC).

Os planos de informação de cada variável exposta acima foi reclassificado de acordo, com o cálculo obtido para cada setor, conforme demonstrado pelas equações (3), (4), (5), (6), (7) e (8), com os pesos atribuídos demonstrados anteriormente, nas tabelas 06 a 10. Onde, o peso atribuído para cada classe – contido entre parênteses nas fórmulas é multiplicado pela quantidade de domicílios no setor = (n casas). O valor utilizado de tamanho de célula do *raster* foi 10, igual para o fator Perigo.

$$AA = 0,165*n \text{ casas (rede geral)} + 0,495*n \text{ casas (poço ou nascente)} + 0,825*n \text{ casas (outra forma)} \quad (3)$$

$$CE = 0,125*n \text{ casas (rede geral)} + 0,375* n \text{ casas (fossa séptica)} + 0,625* n \text{ casas (fossa rudimentar)} + 0,875*n \text{ casas (inadequado)} \quad (4)$$

$$CL = 0,165*n \text{ casas (coletado)} + 0,495*n \text{ casas (queimado)} + 0,825*n \text{ casas (inadequado)} \quad (5)$$

Para o caso específico do Padrão de Ordenamento Urbano, o peso atribuído à classe do índice de pavimentação por setor foi multiplicado pela classe correspondente e o mesmo ocorreu com o fator sistema viário tendo sido obtida a média entre eles para o resultado final de OU, os valores foram demonstrados anteriormente, na tabela 11 (página 96).

$$OU = \text{PAVIMENTAÇÃO} + \text{SISTEMA VIÁRIO}/2 \quad (6)$$

Para atribuir o índice de instrução por setor, dividimos em quantidades percentuais de alfabetizados e atribuímos pesos para as classes, salientando que há uma inversão dos valores, visto que maior grau de instrução representa uma influência mínima e vice versa. Esta mesma inversão ocorreu para a variável (RE).

$$IN = 0,1 * \text{pessoas (80-100\%)} + 0,3 * \text{pessoas (60-80\%)} + 0,5 * \text{pessoas (40-60\%)} + 0,7 * \text{pessoas (20-40\%)} + 0,9 * \text{pessoas (0-20\%)}$$

(7)

$$RE = 2 * \text{pessoas (0-2 salários mínimos)} + 5 * \text{pessoas (2-5 salários mínimos)} + 10 * \text{pessoas (5-10 salários mínimos)} + 20 * \text{pessoas (> 20 salários mínimos)}$$

(8)

Por fim, com o valores obtidos em cada índice aplicou-se na calculadora *raster* a equação (9), gerando o resultado para o índice de vulnerabilidade.

$$V = ((AA + CE + CL + OU)/4) + (IN + RE)/2$$

(9)

### 3.5.3 Índice de Dano potencial

O índice de Dano Potencial foi obtido através da quantidade de domicílios particulares permanentes e domicílios coletivos dividido sobre a quantidade de moradores em domicílios particulares e domicílios coletivos que existia em cada setor, de acordo, com as informações do censo demográfico do IBGE, de 2010. As informações geradas nos planos de informação foram reclassificadas para arquivo *raster*, também com tamanho de célula 10.

Na metodologia que baseia o estudo o cálculo empregado cria uma relação entre a quantidade de pessoas e área ocupada, contudo, a área ocupada é um dado difícil de obter com precisão e por isso, optou-se em empregar outro cálculo que demonstrasse essa densidade, logo o grau de exposição que é obtido em cada porção ocupada dos setores censitários pela quantidade de estabelecimentos existentes.

#### 3.5.4 Índice de Risco a escorregamentos

Para obtenção do mapa que representa o índice de escorregamento, no empregamos a equação (10) final na *raster calculator*, com todos os valores padronizados:

$$R = P*V*DP \tag{10}$$

## **4 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MODELOS DE MAPEAMENTO DESENVOLVIDOS PARA A SEDE URBANA DO MUNICÍPIO DE SANTA TERESA**

Os norteadores para a comparação entre os mapeamentos foram os setores de risco qualificados baseados pelo método de abordagem de paisagem, com os setores de risco elencados pela CPRM e no PMRR no que diz respeito aos fatores de Risco, Vulnerabilidade, Perigo e Dano Potencial, bem como um detalhamento do número de indicadores compatíveis entre as metodologias.

### **4.1 Discussão dos resultados para o mapeamento respaldado em partes pelo método de Abordagem de Paisagem**

Como benefício da metodologia pudemos obter um mapeamento que extrapola os setores de risco elencados de forma pontual, assim temos uma classificação para toda a área de estudo, diferentemente do que está disposto nos mapeamentos da CPRM e no PMRR que é feito de forma pontual, com evidências normalmente apontadas em trabalho de campo.

A análise e discussão dos resultados foi enviesada então, de acordo, com a localização dos setores de risco pelos setores censitários do IBGE<sup>15</sup>, justamente devido à essa abrangência, ora são utilizados também sua localização de bairros, mas sobretudo a numeração estabelecida pelo código<sup>16</sup> do setor do IBGE. Isso aconteceu também, porque especificamente no que tange os fatores Vulnerabilidade e Dano Potencial, os valores foram atribuídos conforme essas informações setorizadas, sendo assim, mais fácil estabelecer uma análise que compare a qualificação de Risco, Perigo, Vulnerabilidade e Dano Potencial entre a própria área de estudo pelos setores censitários.

---

<sup>15</sup> Limites Administrativos.

<sup>16</sup> O código dos setores censitários é determinado pelo IBGE no Censo Demográfico (IBGE, 2010). Assim, foram utilizados os dois últimos números do código do Setor pelo IBGE como referência para a numeração estabelecida nos mapas e tabelas demonstrados. Por este motivo temos setores que vão até do número 01 ao 10 (os dois últimos números da numeração completa) e alternam diretamente para o número 16 até o 22, consecutivamente.

A qualificação de risco (figura 15) mais alta encontradas neste mapeamento são demonstradas na tabela 12. Nos setores censitários 01 e 09 com risco muito alto, setor censitário urbano e rural, respectivamente. Risco alto para setor censitário 03, 06 e 01 de condição urbana e também setor 09 (rural) que se apresentou também com esta qualificação de risco. Risco Médio sendo verificado nos setores 04, 21, 19, 20 e 18 todos de condição urbana, sendo que nestes dois últimos setores (20 e 18) a presença de risco médio se deu nas adjacências onde passa a rodovia e um dos cursos d'água principais.

Tabela 12 - Qualificação de risco mais alto distribuído por Setor Censitário

<b>Qualificação do Risco</b>	<b>Setor Urbano</b>	<b>Setor Rural</b>
Muito alto	01, 06 e 03	09
Alto	03, 06 e 01	09
Médio	04, 21, 19, 20 e 18	

A classificação de risco em alguns setores está distribuída em várias classes, pois as informações de Perigo não são uniformes em relação aos setores censitários, por ter sido utilizado o método paramétrico.

Em geral, os setores de risco que possuem a maior qualificação estão em zona urbana, entretanto, observa-se que há uma diferença entre os valores apresentados para setores censitários de condição rural e urbana no que refere-se o fator vulnerabilidade (figura 16), em que nos setores rurais apresentam valores com maior influência, apesar da menor quantidade de domicílios e de área ocupada em comparação com os setores urbanos.

Em relação aos setores rurais em geral, por terem uma área ocupada pouco expressiva podemos afirmar com isso, que na união com os outros fatores não apresentou resultado significativo no mapa de risco, com exceção do setor censitário 09. Referente à este setor, o mesmo, tem tido uma expansão significativa da ocupação, pois corresponde a extensão do vale que está configurada a Sede Urbana, assim, na porção mais a oeste do bairro São Lourenço é possível observar um adensamento de moradias, que ora não apresentavam esta condição na realização do Censo Demográfico de 2010. Este setor também obteve forte influência da variável Dano Potencial (figura 17), apresentando influência máxima.

Figura 15 - Mapa de Risco por Setor Censitário

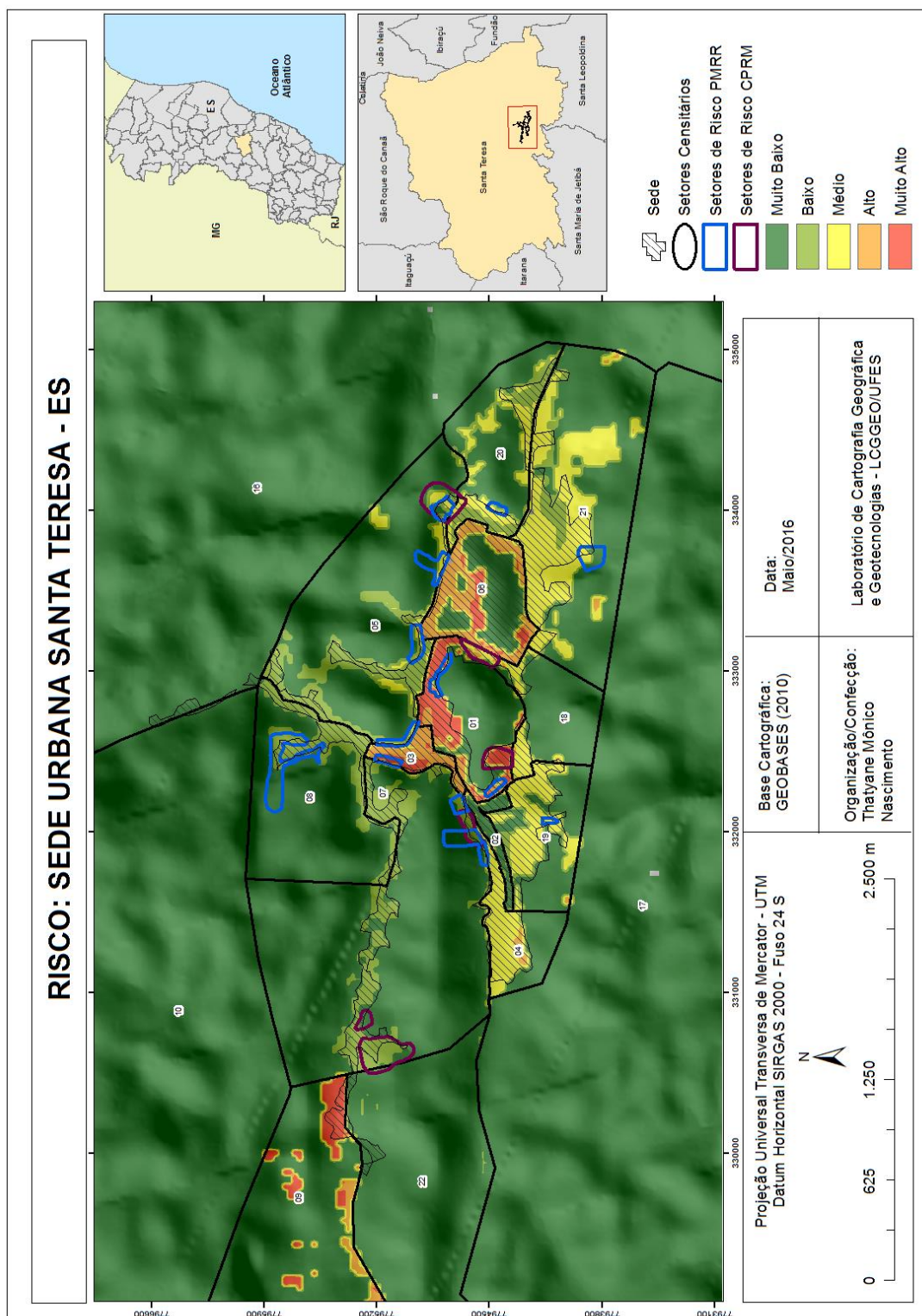


Figura 16 - Mapa de Vulnerabilidade por Setor Censitário

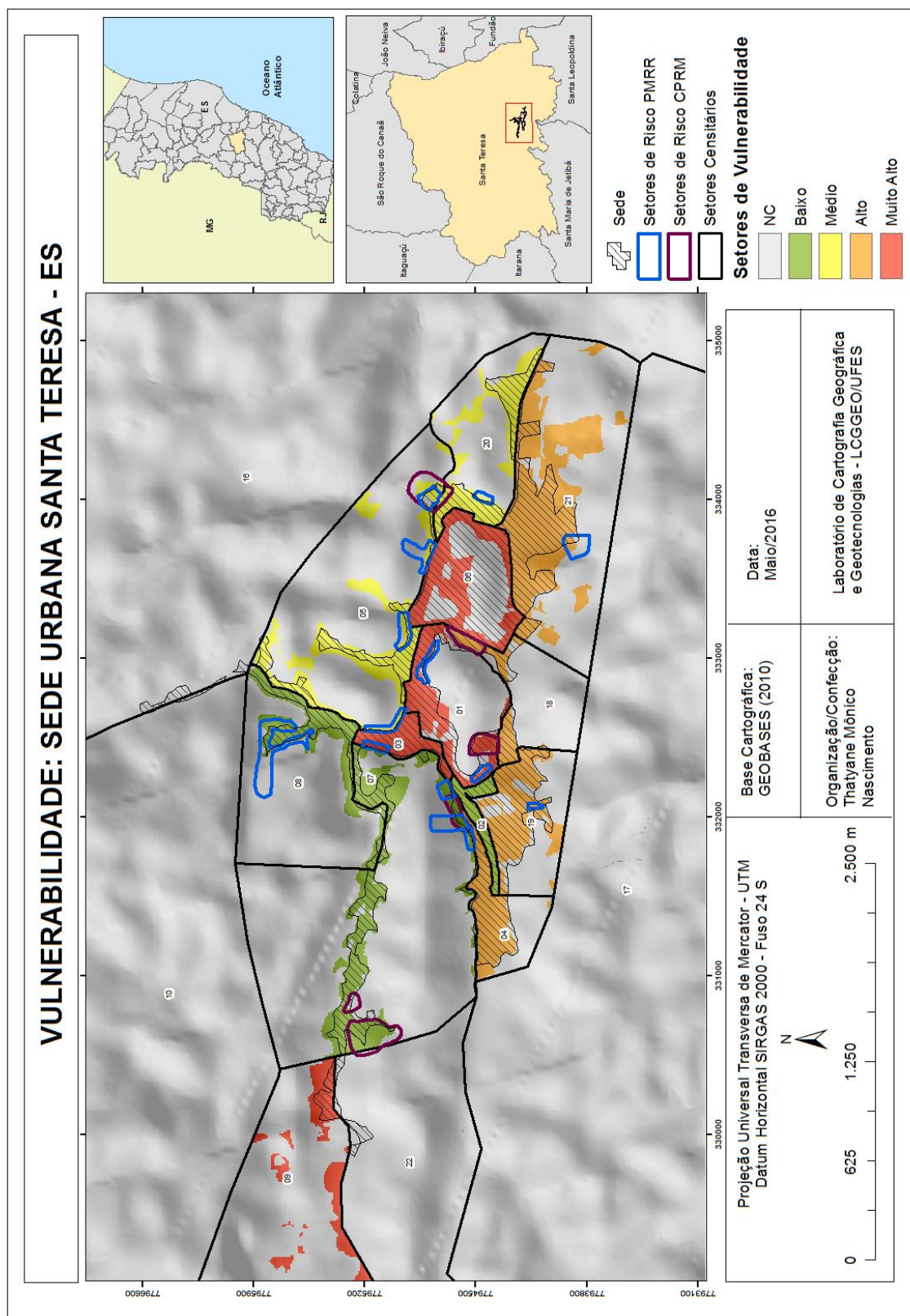
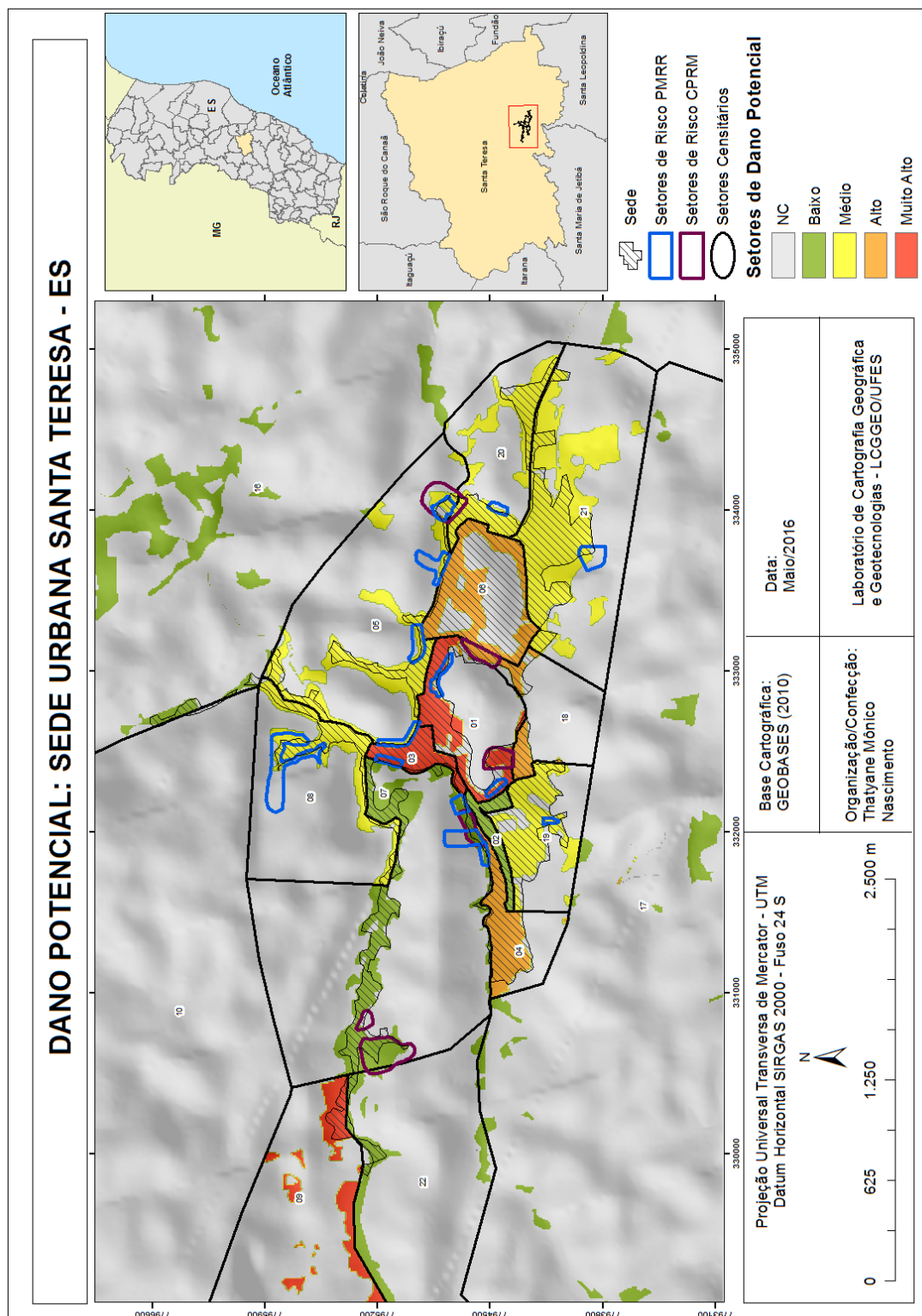




Figura 17 - Mapa de Dano Potencial por Setor Censitário



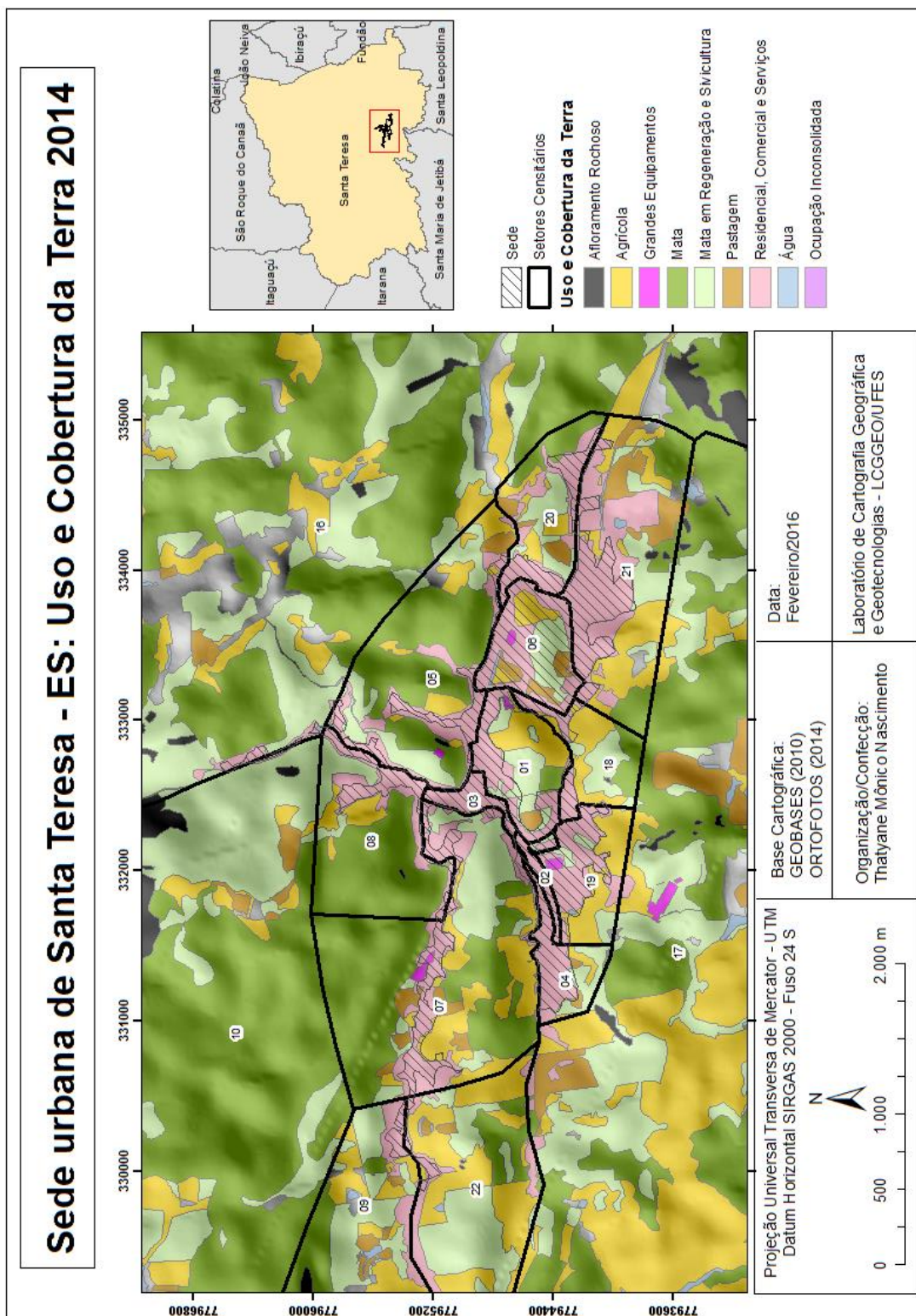
Tratando-se do fator Vulnerabilidade, pode ser destacado que os setores com condição rural tiveram os maiores valores nos cálculos para as variáveis AA, CE, CL, já para as variáveis de RE e IN, os valores foram mais equilibrados entre setores urbanos e rurais, não havendo uma influência direta da situação do setor censitário. Contudo, a área que estes setores rurais ocupam da variável “Residencial, Comercial e Serviços” e “Ocupação incosolidada” (figura 18) que foi o recorte utilizado para a modelagem deste fator não é tão representativa, quanto a dos setores censitários urbanos, como dito anteriormente e, por isso, no mapa de risco não apresenta qualificação significativa. Esses valores podem ser observados na tabela 13.

Tabela 13 - Valor total obtido para cada variável de Vulnerabilidade

<b>Código do Setor Censitário</b>	<b>Situação do Setor</b>	<b>AA</b>	<b>CE</b>	<b>CL</b>	<b>IN</b>	<b>RE</b>	<b>OU</b>
320460905000001	1	3,30	42,50	35,45	0,1	855	135,53
320460905000002	1	0,01	12,88	11,88	0,1	247	34,44
320460905000003	1	0,66	29,88	16,87	0,1	536	46,76
320460905000004	1	12,00	55,13	39,88	0,1	896	187,41
320460905000005	1	38,00	54,13	42,13	0,1	1139	122,16
320460905000006	1	10,56	30,63	15,38	0,1	366	59,96
320460905000007	1	8,75	44,75	43,75	0,1	823	126,88
320460905000008	1	44,39	44,63	37,75	0,1	896	108,39
320460905000009	8	86,46	80,00	33,16	0,1	288	NC
320460905000010	8	126,72	115,50	46,61	0,1	458	NC
320460905000016	8	188,93	155,13	54,28	0,1	684	NC
320460905000017	8	102,80	88,00	35,65	0,3	342	NC
320460905000018	1	5,28	26,63	26,75	0,1	512	102,86
320460905000019	1	20,79	53,50	43,63	0,1	907	126,51
320460905000020	1	6,44	73,63	27,88	0,1	561	131,01
320460905000021	1	21,29	38,00	21,5	0,1	779	40,85
320460905000022	8	59,90	35,63	31,73	0,1	182	NC

Elaborado pela autora.

Figura 18 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra por Setor Censitário



Para os setores urbanos, o índice de AA, no setor 08 apresentou o maior valor (44,39), extrapolando um pouco a média geral da variável (43,31). Para CE foi encontrado no setor 20 (73,63) extrapolando bem mais a média (57,68) e para CL, encontrado no setor censitário urbano 07 (43,75), com média para a variável de 33,19 – em números absolutos.

Os melhores índices gerais das variáveis AA, CE e CL foram encontrados no setor censitário 02 e esses melhores índices também se repetem quando analisado as variáveis que compõem o fator do mapa de perigo (figura 19), o que explica que a área que corresponde ao setor 02 no mapa de risco tenha ficado com qualificação de risco muito baixo. Outro setor censitário que também apresentou pouca influência para as variáveis foi o setor 03 contudo, no que se refere a ao fator de dano potencial onde toda a sua área está recoberta, apresentou influência máxima, o que denotou uma qualificação final de risco mais alta.

De certo, é possível afirmar, que a variável vulnerabilidade tenha tido maior influência no qualitativo de risco, apesar de o mapa de perigo possuir uma superioridade quantitativa em áreas com classificação “muito alto”, isto influenciado, em boa parte, pela alta declividade encontrada na área ao entorno da Sede Urbana. Porém, o fato de os valores de vulnerabilidade estarem dispostos apenas para as áreas com presença de ocupação urbana e não para toda a área de estudo é que garante essa diferença, visto que Vulnerabilidade só pode ser mensurada aonde existe ocupação urbana e conseqüentemente o Risco.

Em relação aos estudos de vulnerabilidade que compõem o risco, é possível afirmar que entende-lo de forma qualitativa e quantitativa, dependem de fatores ora subjetivos, como percepção do risco pela comunidade exposta e cultura, difíceis de se criar mensuração. Contudo, trabalhos como o de (FREITAS; CUNHA, 2013), indica que para que se obtenha alguma precisão no mapeamento de riscos, a vulnerabilidade é imprescindível, pois essa análise vai ao encontro, com o que é “indicado pelas Nações Unidas para o enfrentamento,

com qualidade, dos riscos de desastres, no sentido de minimizar as perdas e os danos à sociedade, à economia e ao ambiente” (FREITAS; CUNHA, 2013, p.19).

Dano potencial também apresentou forte influência por contar com apenas a variável de densidade demográfica por setor analisado, por si só, quando entra na fórmula de risco, qualquer variação decimal acresce significativamente o valor total.

O Padrão de Ordenamento Urbano aplicou-se apenas aos setores censitários urbanos, pois o cálculo de OU levou em consideração a área ocupada por área pavimentada e também o ordenamento do sistema viário, em relação ao número de domicílios, os setores rurais não possuíam informações quanto à pavimentação, conforme demonstrado na figura 20, justamente por sua situação, apesar de o sistema viário poder ser classificado, com isso, os setores rurais aparecem na tabela 12, como Não Classificado (NC).

O setor censitário 02 e 21 apresentaram o melhor índice de ordenamento urbano representados pelo valor 34,44 e 40,85, respectivamente. Em contraposição aos setores 04 e 01 que apresentaram os valores menos satisfatórios.

Para o setor 16 com condição rural é válido salientar que o mesmo tem tido uma área de expansão da ocupação urbana significativa mesmo sendo um setor censitário de condição rural, e que o fato de não termos condições de aferir o ordenamento por estar enquadrado no Censo como setor rural, podemos encontrar discrepâncias para atual situação de risco qualificada no mapa de risco. No mapa de Uso e Ocupação da Terra, figura 18, é possível observar porções do seu território enquadradas como Área Desocupada, que se refere na metodologia como zonas de expansão, está localizado em meio aos cultivos agrícolas e áreas ocupadas por pastagem.

Figura 19 - Mapa de Perigo por Setor Censitário

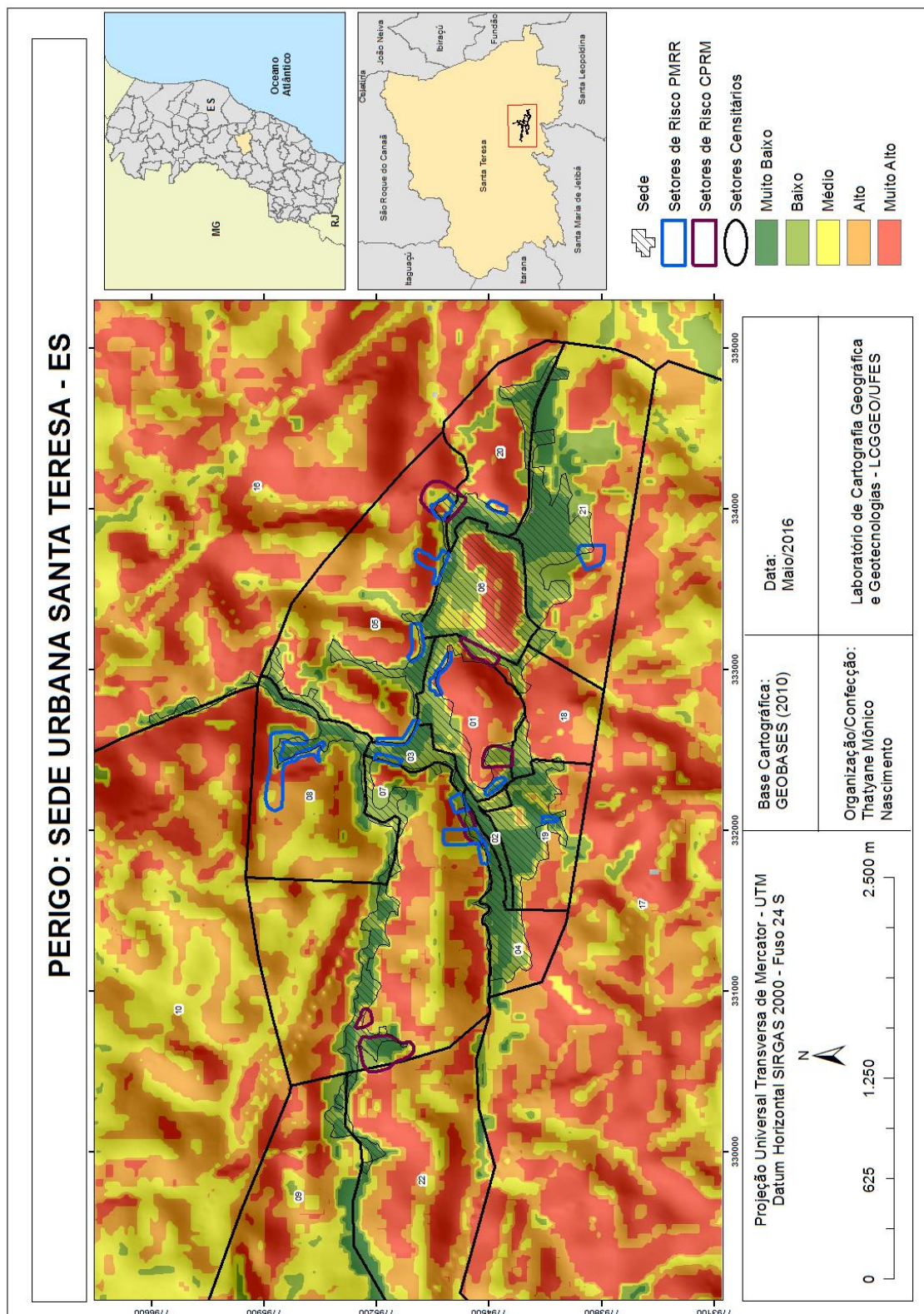
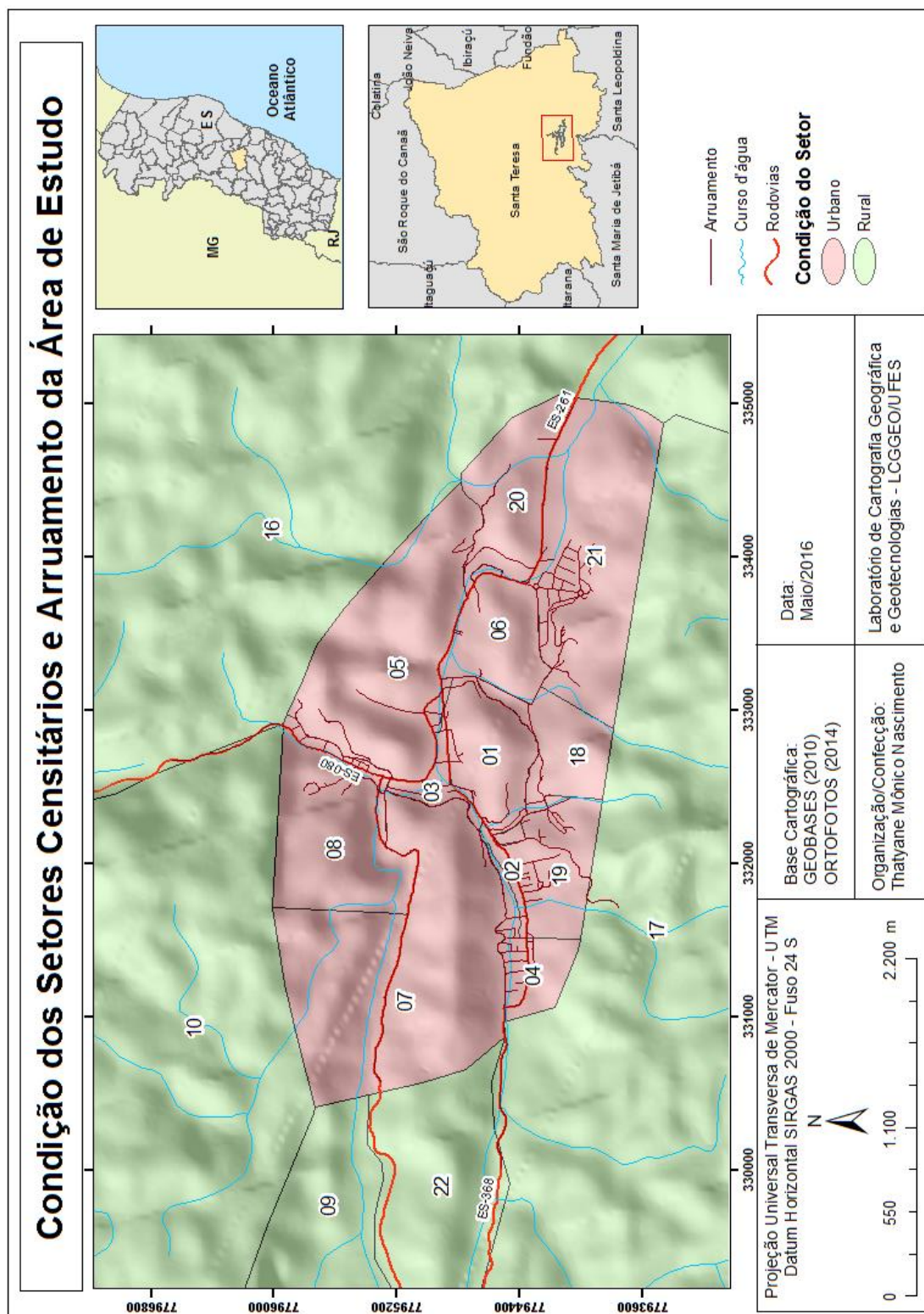


Figura 20 - Arruamento nos Setores Censitário Urbanos



Arruamento das vias pavimentadas nos Setores urbanos de Santa Teresa –ES.

Ainda sobre o setor 16, dos que tem situação rural, este apresentou a pior média para os valores de AA, CE e CL do fator Vulnerabilidade. Já para os setores de situação urbana, o setor 04 devido à variável de ordenamento urbano teve um aumento significativo na influência final do risco para essa porção, em que quase toda a sua área foi classificada como risco médio e com uma área em destaque representada por risco alto.

No que tange o setor censitário 06, que também apresentou risco alto, dentro das variáveis de vulnerabilidade, podem ser atribuídos os resultados com maior influência para AA, CL e OU e com dano potencial de alto a médio. O perigo do setor 06 foi baixo dentre todas as variáveis, com exceção à DD – muito alto (figura 21) – valores das classes demonstrados anteriormente.

Das variáveis em geral que compõe o fator Perigo, para os setores censitários 06, 20, 01 e 05 a variável de DL (figura 22) pode ter ocasionado influência para o risco. Para a variável DD, os setores que correspondem as áreas mais afetadas são setor 04, 09, 19 e 21, setores os quais tiveram sua área recoberta por um quantitativo maior de risco médio a alto.

As amplitudes altimétricas (AM) mais altas são registradas nos setores 04, 05, 07, 08, 18, e 22 (figura 23). Contudo, é possível que no conjunto de fatores que determinam o risco geral, esta variável não tenha tido tanta influência, visto que os setores urbanos que apresentaram relevância, o setor 04 e 19, tiveram atribuição de risco significativa e que pode estar relacionado a maior influência apresentada também em DD (no fator perigo) e dos fatores gerais de Vulnerabilidade e Dano Potencial.

Quanto a variável de EH (figura 24), a mesma não apresenta uma variação tão grande de valores para a área de estudo, também não tendo influência expressiva quando comparada isoladamente esta variável entre os setores censitários, a sede encontra-se entre os valores médios de excedente hídrico para todo o município de Santa Teresa-ES.



Já para DE (figura 25), todo o entorno da Sede Urbana apresenta declividades entre 25° ou superior, representando quase 50% da área total, o que torna tanto essas áreas como a própria Sede urbana áreas de atenção, especialmente quando esta variável é analisada isoladamente, visto que a sede acaba tornando-se área de contribuição de material como solo ou rocha em um possível escorregamento. Em área por m<sup>2</sup> os setores que apresentaram uma maior declividade são setor 01, 05, 07, 08, 10, 16 e 18, em que 07 e 08, apresentaram valores significativos para AM e o setor 05 para DL.

#### **4.2 Setores de risco dos mapeamentos da CPRM e do PMRR**

Verificando a correlação dos setores de risco do mapeamento do PMRR (figura 26) e da CPRM (figura 27) é visível que muitos setores estão distribuídos no contorno do limite da Sede Urbana que corresponde as áreas mais elevadas e em grande maioria não totalmente habitadas, mas com algum tipo de intervenção urbana, como cortes, ou cultivo agrícola e silvicultura.

Como os valores para o fator Vulnerabilidade representam apenas ocupação urbana, áreas sem ocupação que tiveram setores elencados por PMRR ou pela CPRM ao redor da Sede Urbana foram classificadas, neste caso, com grau de risco díspares, o que acontece é que nessas áreas apenas está sendo contabilizado o fator Perigo no mapa de risco.

Assim, intervenções urbanas que não são visíveis no mapeamento de Uso e Cobertura da Terra não estão sendo contabilizadas e as intervenções de cunho rural que são predominantes, também não foram enquadradas no fator vulnerabilidade, logo não há como fazer uma ação preditiva aonde não tem ocupação urbana efetivamente visível ou consolidada, apenas se for avaliado o mapa de perigo isoladamente, em que é possível fazer outras correlações com esses setores. Desse modo, muitos setores de risco que foram mapeados ao redor da área ocupada e Sede urbana não foram identificados pelo mapeamento com classificação semelhante, tendendo ao grau de risco mais alto para as áreas onde há ocupação.

Figura 21 - Representação da Densidade de Drenagem

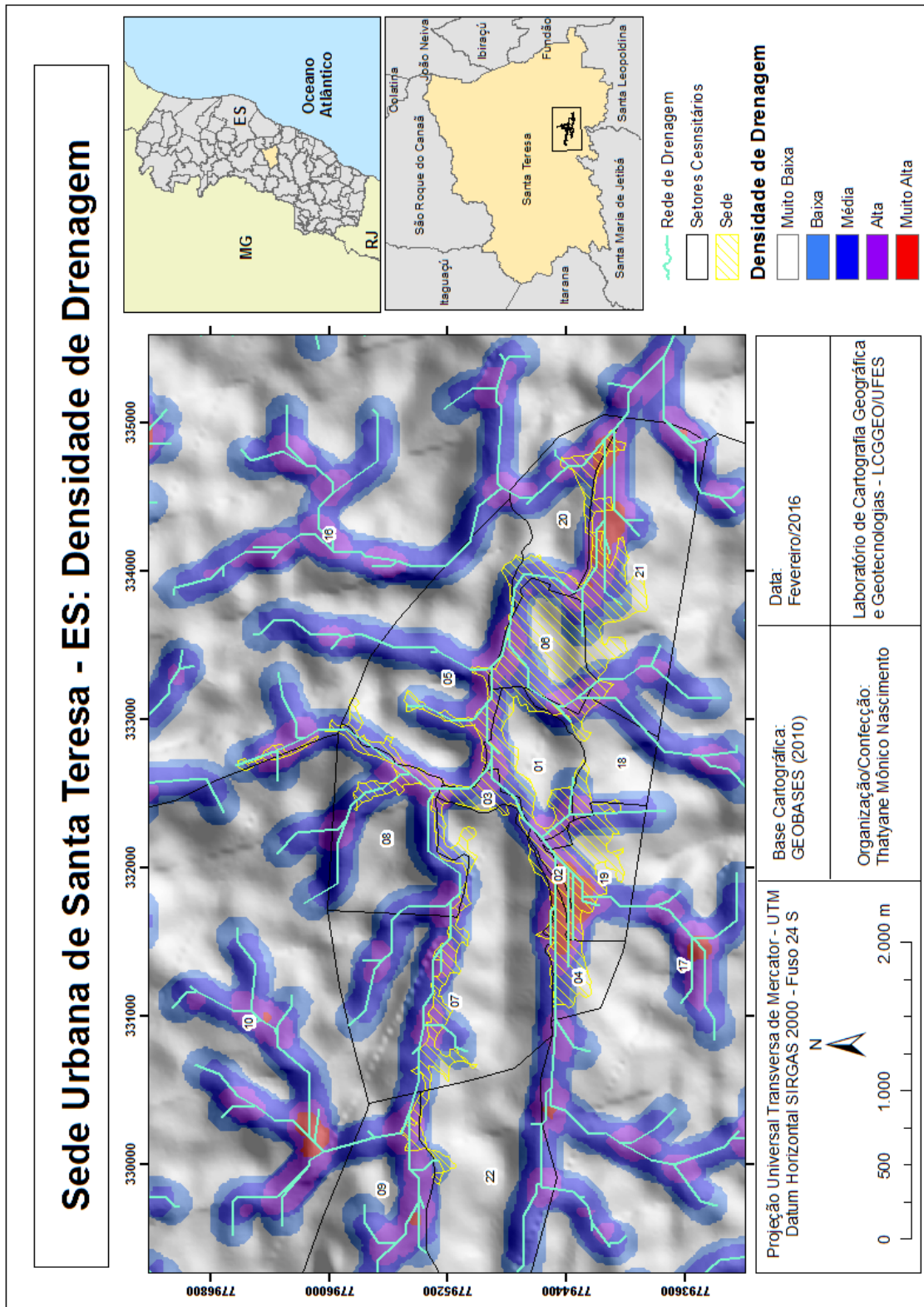


Figura 22 - Representação da Densidade de Lineamentos

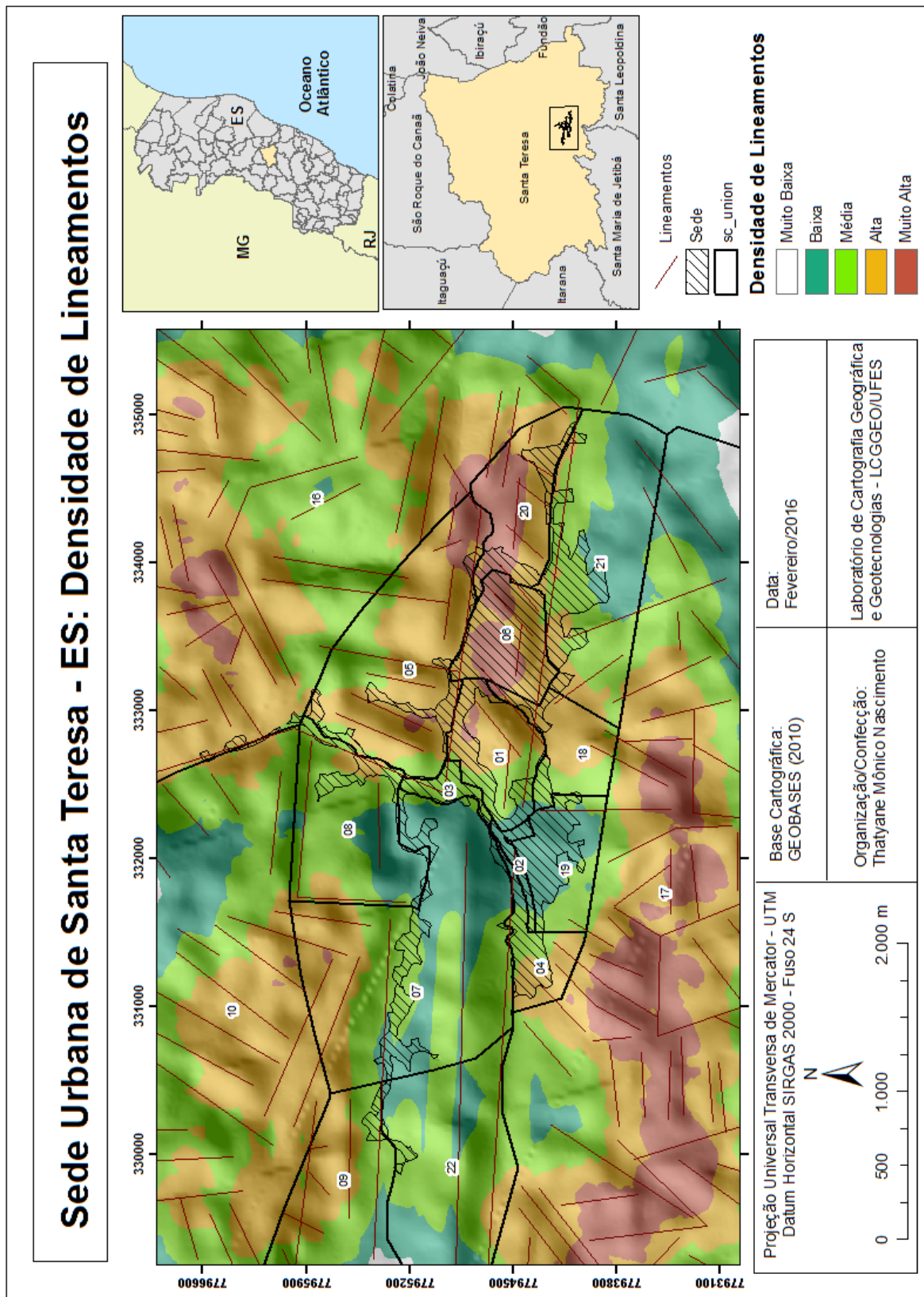


Figura 23 - Representação da Amplitude Altimétrica

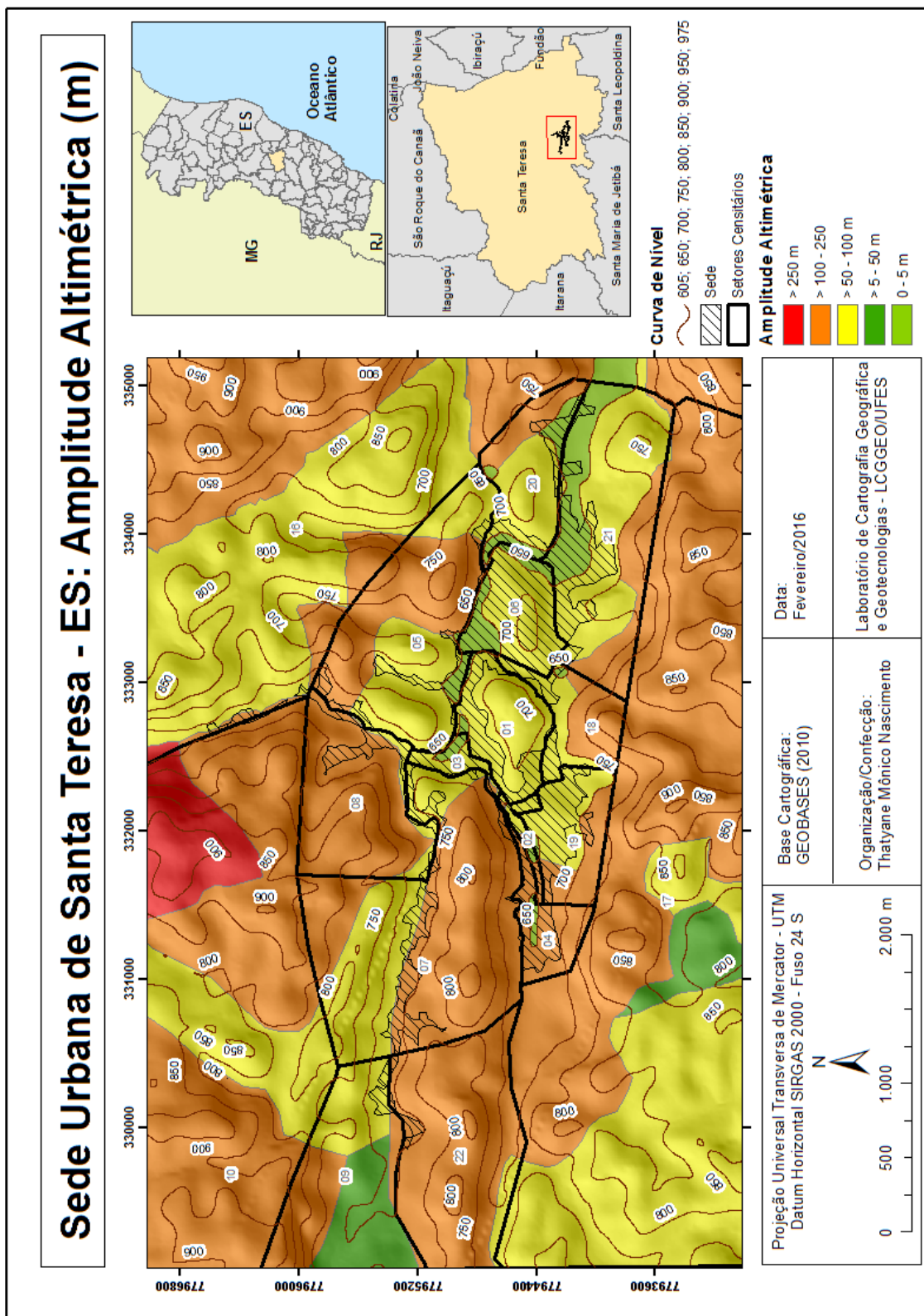


Figura 24 - Representação do Excedente Hídrico

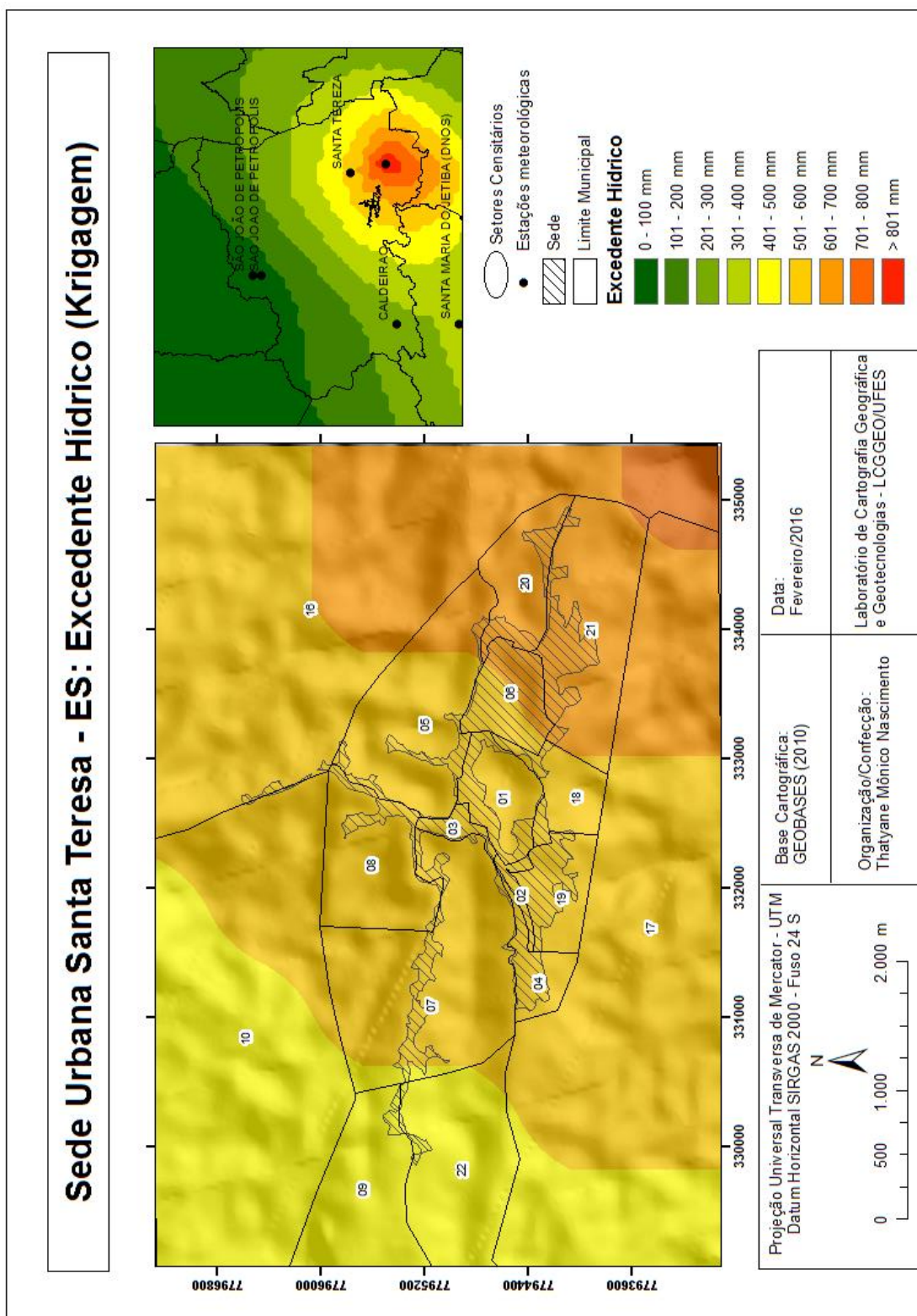


Figura 25 - Representação da Declividade

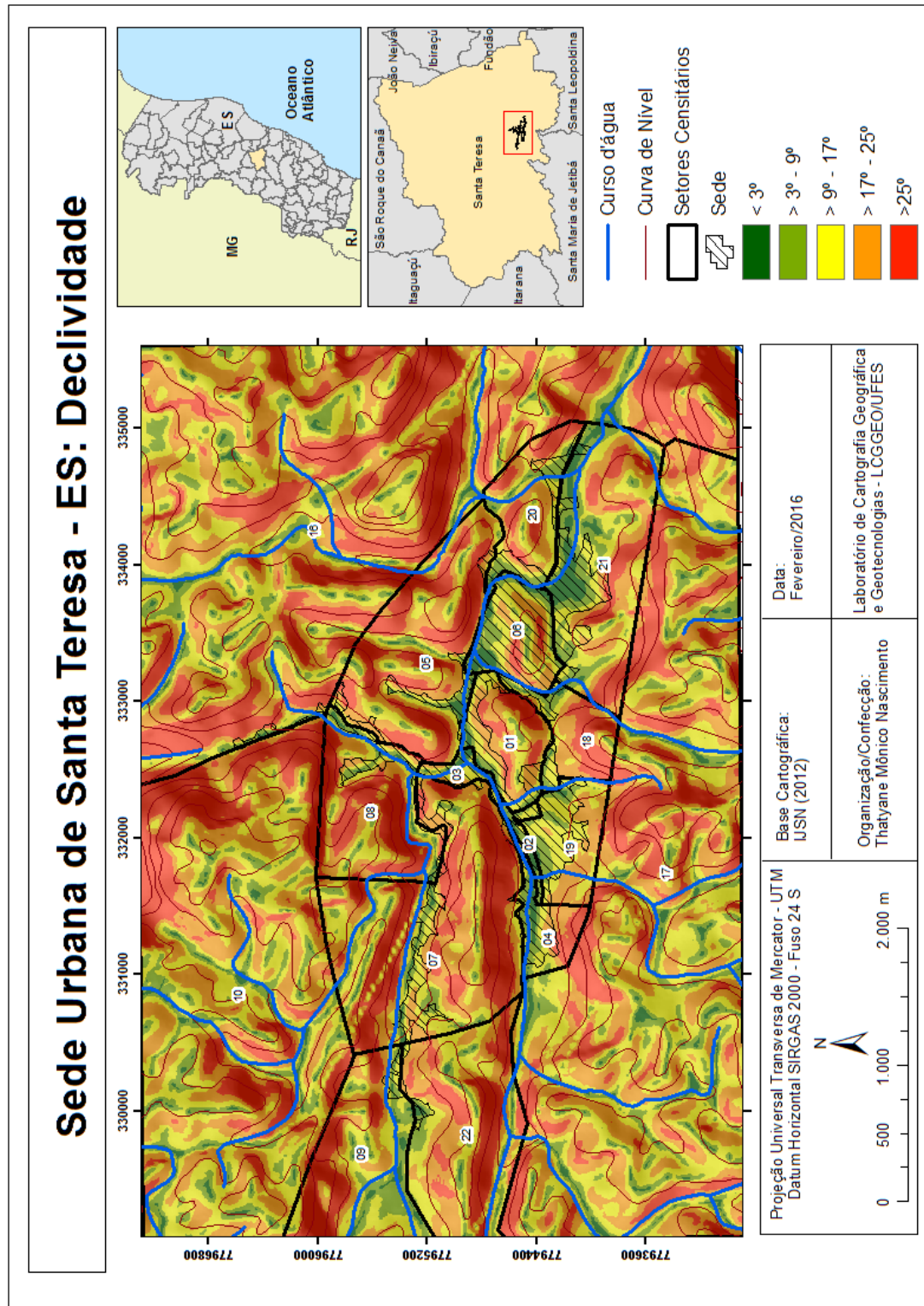


Figura 26 - Mapeamento do PMRR

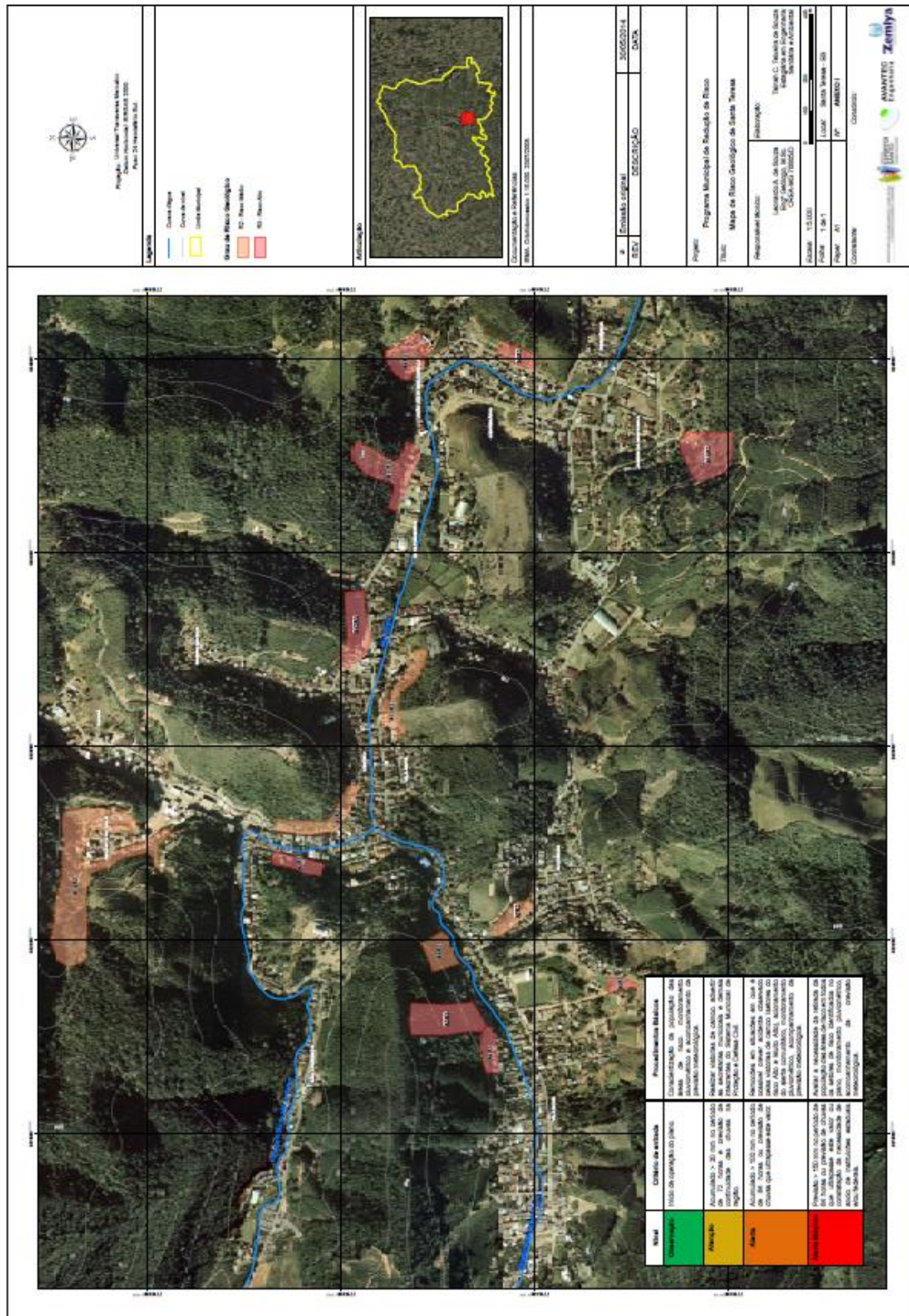
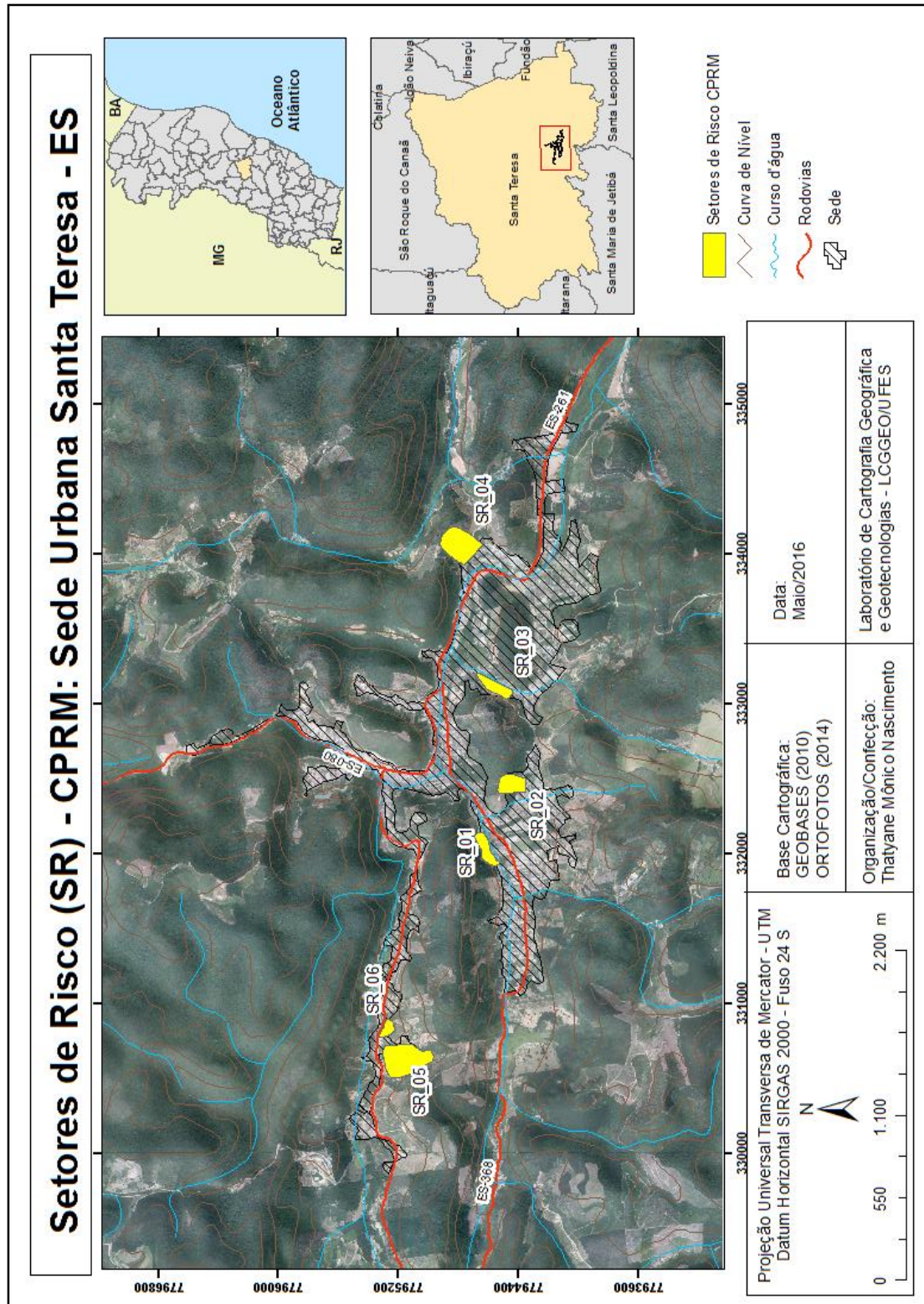


Figura 27 - Mapeamento da CPRM





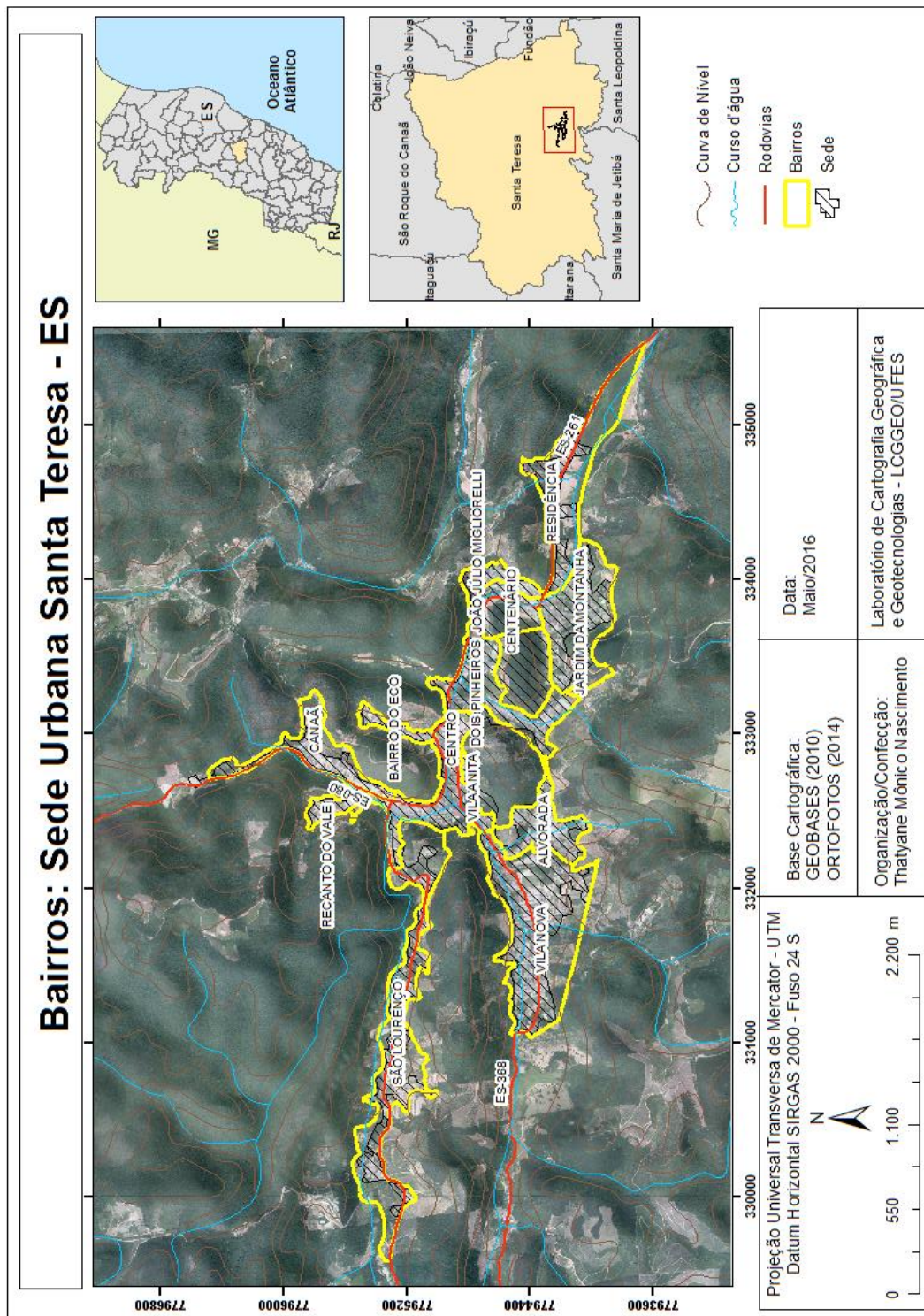
É perceptível também que setores ao entorno mais voltados para a parte de fora da vertente, ao contorno da Sede Urbana, obtiveram os resultados mais discrepantes, o que ocorre mais no mapeamento do PMRR (quadro 21), já para setores que estão no entorno porém voltados para a parte interna, direcionada para o bairro Centro (figura 28) e sua expansão nas adjacências, já há uma maior similitude, que é o caso dos setores de risco elencados pela CPRM (quadro 22).

Quadro 21 - Comparação do grau de risco dos setores do PMRR

Setor de risco	Grau de risco	Tipologia	Setor Censitário	Bairro	Grau de risco mapa novo
S1R2	Médio	Deslizamento de solo	05	Centro	Baixo/ Médio
S2R3	Alto	Deslizamento de solo	03	Centro	Muito Alto/ Alto
S3R3	Alto	Deslizamento de solo	07	Vila Nova	Muito Baixo/ Baixo
S4R3	Alto	Deslizamento de solo	04	Vila Nova	Muito Baixo/ Baixo/ Médio
S5R3	Alto	Deslizamento de solo	19	Vila Nova	Médio
S6R3	Médio	Deslizamento de solo	07	Vila Nova	Baixo
S7R2	Médio	Deslizamento de solo e Rolamento de bloco	01	Alvorada	Alto/ Muito Alto
S8R3	Alto	Deslizamento de solo e Rolamento de bloco	05	João Júlio Miglioreli	Muito Baixo/ Baixo / Médio
S9R3	Alto	Deslizamento de solo	20	João Júlio Miglioreli	Muito Baixo/ Baixo / Médio
S10R3	Alto	Deslizamento de solo	21	Jardim da Montanha	Muito Baixo/ Médio
S11R3	Alto	Deslizamento de solo	05	Dois Pinheiros	Muito Baixo/ Médio
S12R3	Alto	Deslizamento de solo	05	Dois Pinheiros e Centro	Baixo
S13R2	Médio	Deslizamento de solo	08	Centro e Vila Nova	Muito Alto
S14R2	Médio	Deslizamento de solo	01	Recanto do Vale / Canaã	Muito Baixo/ Baixo

Fonte: Baseado em PMRR (2013). Elaborado pela autora.

Figura 28 - Limite dos Bairros em relação ao limite da Sede Urbana



Quadro 22 - Comparação do grau de risco dos setores da CPRM

Setor de risco	Grau de risco	Tipologia	Setor Censitário	Bairro	Grau de risco mapa novo
SR_ST_01	Alto	Escorregamento planar	07	Vila Nova	Baixo
SR_ST_02	Alto	Escorregamento planar	01	Alvorada	Muito Alto
SR_ST_03	Alto	Escorregamento planar	18	Dois Pinheiros	Médio/ Alto
SR_ST_04	Muito Alto	Escorregamento planar	05	Centenário	Médio
SR_ST_05	Alto	Escorregamento planar	07	São Lourenço	Baixo
SR_ST_06	Muito Alto	Escorregamento planar	07	São Lourenço	Muito Baixo

Fonte: Baseado em CPRM (2012). Elaborado pela autora.

Decorrente desse fato, a convergência é importante porque todos os setores mapeados pela CPRM apresentam evidências concretas checadas em campo sobre movimentação de solo, trincas em casas e no terrenos, que indicam possibilidade de escorregamento, muito orientado por conta da escala de análise empregada pela CPRM.

É possível dizer que pela metodologia empregada no mapeamento do PMRR o mapa de risco corresponde melhor a uma situação de suscetibilidade ou até mesmo de perigo, analisando que está envolvida a probabilidade de exposição de moradias, do que propriamente de risco e que a vulnerabilidade se restringe ao número de moradias e moradores expostos, ou seja, corresponde melhor a variável Dano Potencial do mapeamento aqui proposto, assim suscetibilidade e perigo é o fator que qualifica o risco predominantemente, como demonstrado no quadro 23.

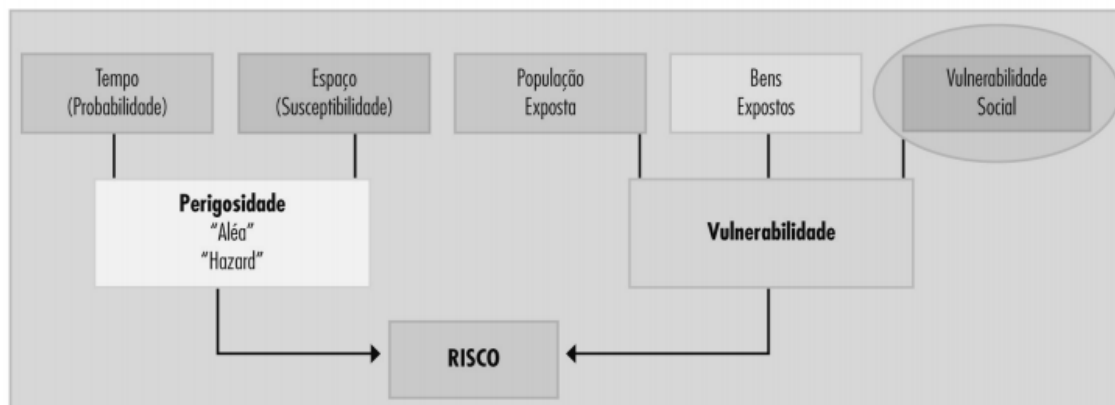
Conforme apresentado em Freitas e Cunha (2013), para que se efetive um mapeamento que analise os riscos é necessária a combinação dos mapeamentos de perigosidade<sup>17</sup> e de vulnerabilidade, em esquema demonstrado pela figura 29:

<sup>17</sup> Termo utilizado em Portugal correspondente a Perigo no Brasil.

Quadro 23 - Comparação dos fatores empregados nas metodologias de mapeamento de risco

Fator	Perigo	Vulnerabilidade	Dano potencial
<b>CPRM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mapa sobre os aspectos do meio físico.</li> </ul>	Mapa com intervenções antrópicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantidade de moradias;</li> <li>• Quantidade de moradores;</li> </ul>
<b>PMRR</b>	Mapas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipsométrico;</li> <li>• Modelo Digital do Terreno (MDT);</li> <li>• Declividade;</li> <li>• Direção de encostas;</li> <li>• Curvatura vertical;</li> <li>• Bacias hidrográficas;</li> <li>• Geologia, geomorfologia e perfis topográficos.</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimar o número de moradias ;</li> <li>• padrão construtivo;</li> </ul>
<b>Mapeamento proposto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Declividade;</li> <li>• Amplitude;</li> <li>• Excedente hídrico;</li> <li>• Densidade de Lineamentos;</li> <li>• Densidade de Drenagem;</li> <li>• Fator de indução de uso e cobertura da terra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimento de água;</li> <li>• Coleta de esgoto;</li> <li>• Coleta de lixo;</li> <li>• Padrão de ordenamento urbano;</li> <li>• Índice de Instrução;</li> <li>• Índice de Renda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantidade de moradias;</li> <li>• Quantidade de moradores</li> </ul>

Figura 29 - Risco, perigo e vulnerabilidade



Fonte: Freitas; Cunha (2013).

Assim, a diferença da suscetibilidade e do perigo é que além de quantificar os atributos espaciais, geologia, geomorfologia, uso e cobertura da terra, hidrografia, entre outros que denotam a distribuição da suscetibilidade encontrada no território é acrescido o fator tempo, ou seja, a probabilidade do evento.

A vulnerabilidade elenca os fatores de dano potencial (infraestruturas expostas e as disponíveis para reagir), exposição de bens e pessoas (criticidade e capacidade de suporte dessa exposição) parâmetros mensurados pela avaliação de informações censitárias, que denotam a vulnerabilidade socioeconômica do local, desenvolvendo desse modo, uma análise mais robusta sobre o risco.

Ainda sobre o mapeamento do PMRR, percebe-se que em relação ao mapa de Perigo aqui gerado, há uma maior convergência dos graus de risco com as áreas mais altas de perigo, tendo sido observada essa situação nos setores de risco 09, 10, 11, 13 e 14 do PMRR, mas não acontece o mesmo quando comparado ao mapa de risco.

Nos quadros 24, 25 e 26 são demonstradas as características de cada mapeamento a fim de elucidar as abordagens metodológicas adotadas por cada um deles e estabelecer a comparação desses estudos.

Quadro 24 - Características da abordagem metodológica do mapeamento executado no PMRR

<b>PMRR</b>	
Objetivos	Identificar e mapear as áreas de risco; identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidade; Obter instrumentos que apresentem a distribuição, o tipo e o grau dos riscos naturais aos processos geológicos e hidrológicos; Avaliar danos potenciais à ocupação decorrente de fenômenos naturais ou induzidos pelo uso do solo
Tipologias	Deslizamentos de: solo; solo e rocha e; rocha e solapamento de margens de córrego.
Escala	1:2000 e 1:1000
Metodologia Geral	
Procedimentos Operacionais	- Hierarquizar unidades, setores e pontos quanto ao grau de iminência de perda e, assim, propor medidas corretivas e erradicadoras das situações de risco; - informações de campo se integram com as informações base de gabinete para escolha de setores de risco; - No gabinete há a geração de produtos base como os mapas, hipsométrico, Modelo Digital do Terreno (MDT), declividade, direção de encostas, curvatura vertical, bacias hidrográficas, geologia, geomorfologia e perfis topográficos.
Identificação do risco	(1) identificar evidências; (2) analisar os condicionantes geológico-geotécnicos e ocupacionais que as determinam; (3) avaliar a probabilidade de ocorrência de processos associados a deslizamentos em encostas e demais processos geodinâmicos, que possam afetar a segurança das moradias; (4) delimitar os setores da encosta que possam ser afetados por causa dos processos destrutivos potenciais

	identificados em base cartográfica; e (5) estimar o número de moradias de cada setor de risco.
Qualificação do risco	Calculado pelo grau de probabilidade que uma edificação está exposta e não a família. Avalia-se: o padrão construtivo, tipos de taludes, a distância da moradia ao topo ou base dos taludes, a inclinação dos taludes, a presença de água e a presença de indícios de movimentações ou feições de instabilidade e padrões de relevo.
Objetivo final	Elaborar um documento que descreve as áreas que possuem condicionantes naturais que apresentem suscetibilidade a ocorrência de um processo, bem como as áreas que o desastre possa atingir, representado por setores qualitativos de risco.

Já para o mapeamento da CPRM (quadro 25), a geração de base cartográfica em gabinete se deu para reconhecimento das áreas, para que os indícios pudessem ser comprovados in locu, em conjunto com a análise da tipologia dos processos para entender sua ruptura. Já no que refere-se à vulnerabilidade, acontece o mesmo que no mapeamento do PRMM, onde é analisado o número de moradias e moradores envolvidos numa possibilidade de evento perigoso.

Quadro 25 - Características da abordagem metodológica do mapeamento da CPRM

<b>CPRM</b>	
Objetivos	Disponibilizar ao CEMADEN, as áreas identificadas com risco alto e muito alto; Emissão de alertas para prevenção das comunidades.
Tipologias	Deslizamentos e enchentes
Escala	1:2000 e 1:1000
Metodologia Geral	
Procedimentos Operacionais	- Escolha de um polígono envolvendo uma encosta ou uma planície de inundação que possa vir a sofrer com algum processo natural ou induzido de risco alto e/ou muito alto; - Avaliação do terreno em campo - No gabinete, uso de bases cartográficas, sensores remotos e de bibliografia para reconhecimento das áreas urbanas e periurbanas. Delimitação de setores em imagens, após a avaliação de campo.
Identificação do risco	Informações disponibilizadas no referido mapa sobre os aspectos do meio físico e de intervenções antrópicas que poderiam deflagrar os processos causando danos e prejuízos.
Qualificação do risco	Descrição do terreno mediante aos indícios observados in locu: quantidade de pessoas e moradias envolvidas, tipologia do processo e condicionantes para possível ruptura.
Objetivo final	Recomendação de medidas estruturais e não estruturais para prevenção, tais como, obras de contenção, drenagem, educação ambiental, remoção ou relocação de moradores e moradias, entre outras.

Em geral, é possível destacar as diferenças básicas entre os mapeamentos da CPRM e do PMRR com a abordagem metodológica exposta no quadro 26. O trabalho de campo é concomitante as análises em gabinete, diferente do

mapeamento proposto com base na metodologia de Abordagem de Paisagem, que só ocorre na etapa final para validação e, a variável vulnerabilidade ter sido colocada no que neste mapeamento chamamos de Dano Potencial. Percebe-se que a variável de Vulnerabilidade é a que possui uma resposta mais predominante no fator de risco, neste caso, apontando novas áreas de risco, mediante as novas frentes de ocupação urbana. Outro fator é a escala, que para o mapeamento desenvolvido não tem um caráter e detalhe, como o que ocorre na setorização da CPRM.

Quadro 26 - Características da abordagem metodológica do mapeamento executado pelo IG/SMA-SP

<b>Metodologia do IG-SMA/SP</b>	
Objetivos	Qualificar e quantificar as áreas de risco a escorregamentos.
Tipologias	Escorregamentos
Escala	1:2000 e 1:1000
<b>Metodologia Geral</b>	
Procedimentos Operacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar a compartimentação fisiográfica da paisagem (constituem as células básicas para avaliações geotécnicas e geoambientais), por meio da análise de imagens de satélite e recursos de geoprocessamento;</li> <li>- O campo sucede a elaboração do mapa temático em gabinete e é utilizado para validação das informações;</li> <li>- No gabinete, há a elaboração de inventário de eventos e acidentes; definição das UTBs; definição e obtenção de atributos e seleção dos fatores de análise dos processos; modelagem e cálculo do risco.</li> </ul>
Identificação do risco	Obtenção das informações requeridas para cada variável que compõe o risco, sendo: perigo (amplitude e declividade média da vertente, densidade de lineamentos, densidade de drenagem, excedente hídrico e uso e cobertura da terra); vulnerabilidade (densidade e estágio de ocupação, ordenamento urbano, índice de instrução, renda, abastecimento de água, coleta de lixo e esgoto); e dano potencial (densidade de população e exposição).
Qualificação do risco	Geração dos índices de: perigo; vulnerabilidade, dano potencial e risco a escorregamentos.
Objetivo final	Geração dos mapas de eventos e acidentes perigosos, perigo, vulnerabilidade, dano potencial e riscos.

A proposta realizada neste estudo, com a metodologia do IG-SMA/SP, inicia sua qualificação e quantificação do risco por meio de análise de imagens de satélite e uso de recursos de Sistema de Informações Geográficas (SIG), sendo o trabalho de campo, apenas para validação das informações processadas em gabinete, então, percebe-se que a base do estudo, tendo sido feita com o mapeamento de uso e cobertura da terra a partir de imagens ortorretificadas, produto com altíssima resolução espacial (0,25 m X 0,25 m) ainda é

imperceptível nuances que seriam facilmente observadas em campo, o que indica que a validação de campo do mapeamento é extremamente necessária e que no caso específico dessa área de estudo que engloba a Sede urbana de Santa Teresa – ES, tendo o entorno cercado por áreas agrícolas em porções com declividade muito altas, este deve ser um fator de destaque ao produzir mapeamentos desse cunho, para essa peculiaridade encontrada na área.

Analisando o mapa de Uso e Cobertura da Terra atual (figura 18, p.108) vemos uma zona de expansão para as áreas de fundo de vale que ainda não foram ocupadas, como também das porções mais elevadas, indo em direção as vertentes em sua porção média e até mesmo topos, quando comparado ao mapeamento de Uso e Cobertura da Terra do ano de 2007/2008 (figura 30). Essas áreas predominantemente estão sendo ocupadas com silvicultura ou cultivos agrícolas, adjacentes a área da Sede Urbana, assim, anteriormente aonde estavam os cultivos agrícolas, em alguns casos passou a ser ocupação urbana e em sequência dessa ocupação novas áreas agrícolas estão sendo abertas.

Em comparação, a tabela 14 traz o quantitativo em área ocupada entre o ano de 2008 e do Uso realizado com referência às ortofotos de 2014, demonstrando a perda de quase 5% de mata nativa, 1,57% de reflorestamento e silvicultura e 1,29% de pastagem, dando um acréscimo maior a área agrícola (5,58%) e também um acréscimo ao Tipo a: Residencial, Comercial e Serviços (2,98%).

A classe “Ocupação Inconsolidada” que no mapeamento anterior, referia-se as porções de solo exposto e outros usos tomou conotação de áreas com ocupação urbana ainda inconsolidada, mas representativa para a escala de estudo, contudo este tipo, teve uma perda de 1,77% de área.

Entende-se que isso aconteceu porque as áreas de solo exposto foram reclassificadas para o uso agrícola, por se tratar de área de transição de culturas e também, porque houve um maior refinamento no que refere-se a setorização desse mapa.



Tabela 14 - Comparação entre Uso e Cobertura da Terra

Tipo	Nome	2007/2008		2013/2014		Diferença	
		m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%
	Residencial, Comercial e						
a	Serviços	1951298	6,74	2816717,13	9,72	865419,05	2,98
c	Grandes Equipamentos	0	0	53196,46	0,18	53196,46	0,18
e	Área Desocupada	1496449	5,17	985824,32	3,40	-510624,19	-1,77
g	Água	91412,78	0,32	182554,12	0,63	91141,34	0,31
h	Mata Nativa	13022609	44,96	11599225,96	40,02	-1423383,49	-4,94
	Afloramento Rochoso e						
i	Campo Rupestre	388336,6	1,34	536329,31	1,85	147992,69	0,51
j	Agrícola	3685125	12,72	5303346,82	18,30	1618221,94	5,58
	Mata em Regeneração e						
k	Silvicultura	7051797	24,35	6600479,12	22,78	-451317,88	-1,57
l	Pastagem	1295018	4,41	903366,78	3,12	-391651,40	-1,29

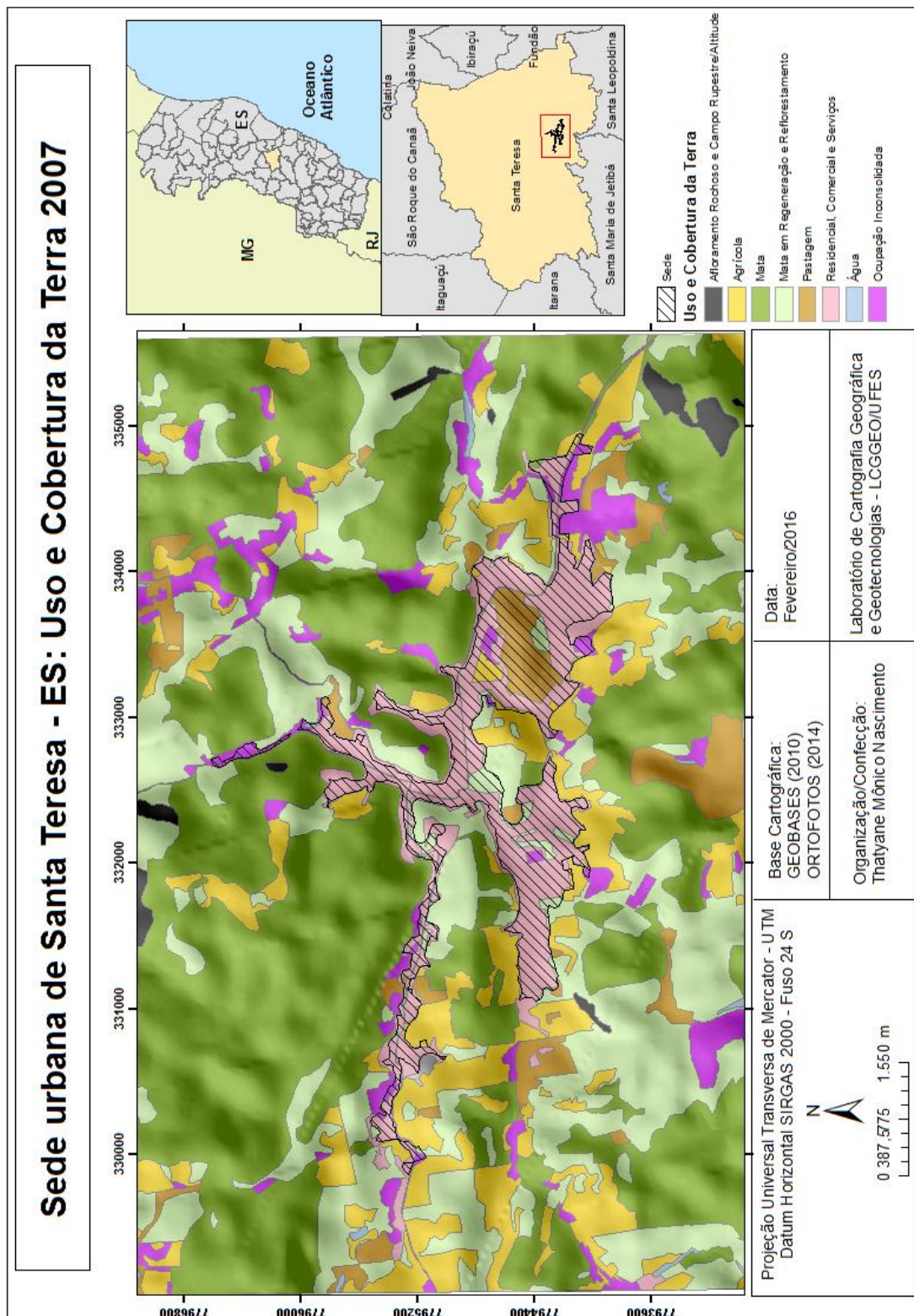
Assim, houve a incorporação do tipo c: Grandes Equipamentos que anteriormente, no Uso e Cobertura de 2007/2008 estava classificado como Outros e também de uma setorização mais pontual para afloramentos rochosos e campos rupestres, como também de massa d'água.

Para as áreas mapeadas anteriormente (CPRM e PMRR) que já registraram algum tipo de evento com possibilidade de risco, mas enquadradas neste mapeamento como risco Muito Baixo e Baixo, além do fator de Uso e Cobertura da Terra podem ser citadas as condições de Perigo imputadas pelos fatores fisiográficos da área.

Quanto a esta condição, segundo o mapeamento de Geodiversidade<sup>18</sup> realizado pela CPRM, em 2014, no que tange a influência da geologia e demais características fisiográficas frente ao uso e ocupação do solo, caracterizam a região onde está situada a Sede Urbana de Santa Teresa, no domínio geológico-ambiental dos Complexos Gnaiss migmatíticos e Granulitos (quadro 27).

<sup>18</sup>Elaborado por Silva e Machado (2014).

Figura 30 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra 2007/2008



Quadro 27 - Influência das Unidades Geológico-ambientais e formas de relevo nas adequabilidades e limitações frente ao uso e ocupação

Domínio Geológico – Ambiental	Implicações Ambientais comuns aos Domínios	Unidade Geológica – Ambiental	Implicações para a Unidade Geológica – Ambiental	Tipos de Relevo
DOMÍNIO DOS COMPLEXOS GNAISSEMIGMÁTÍTI COS E GRANULITOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• São rochas portadoras de muitas descontinuidades (falhas, fraturas, diferenciação litológica e bandamentos) o que condiciona grande anisotropia geomecânica e hidráulica, tanto lateral como vertical. São muito favoráveis a queda de blocos e deslocamentos em taludes de cortes;</li> <li>• originam solos com elevado teor de argila, pouco permeáveis, muito porosos, moderadamente plásticos e de boa capacidade de compactação;</li> <li>• apresentam boa capacidade de reter elementos, logo quando adubados, retêm e fixam bem os nutrientes e assimilam bem a matéria orgânica;</li> <li>• constituem aquíferos fissurais, o que implica em potencial de exploração muito irregular. O manto de alteração gerado exibe baixa permeabilidade, característica bastante desfavorável a recarga de águas subterrâneas;</li> <li>• A vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas varia de baixa a alta – em áreas de solo profundo a vulnerabilidade é baixa, por outro lado, onde o solo é inexistente ou raso a vulnerabilidade é alta;</li> <li>• favorável à exploração de agregados, pedra de cantaria e rocha.</li> </ul>	Predomínio de gnaisses paraderivados. Podem conter porções migmatíticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• apresentam anisotropia mecânica média a alta o que favorece ao deslocamento de lascas e quedas de blocos, em especial nas porções expostas de rocha sã;</li> <li>• geram manto de alteração de espessura variável, com ocorrências localizadas de blocos de rochas preservados;</li> <li>• exibem suscetibilidade média a alta a processos erosivos e movimentos naturais de massa.</li> </ul>	<p>a. Domínio de Colinas Amplas e Suaves;</p> <p>b. Domínio de Colinas Dissecadas e de Morros Baixos;</p> <p>c. Domínio de Morros e de Serras Baixa;</p> <p>d. Domínio Montanhosos</p>

Fonte: Baseado em Silva e Machado (2014). Organizado pela autora.

Das influências ambientais apresentadas nestes complexos estão apontados que as características dessas rochas propiciam deslocamento e queda de blocos em taludes de cortes, especialmente se exposta a rocha sã e este contato entre solo e rocha favorece o escorregamento dos materiais.

Quanto aos setores de risco elencados pela CPRM e no PMRR, em grande maioria os taludes de cortes estão presentes como a intervenção que mais tem modificado a morfodinâmica das vertentes e imputado uma maior probabilidade de acontecer um evento danoso. Em campo de validação deste mapeamento foi possível identificar os locais já mapeados anteriormente nesses documentos com esses cortes e por vezes, até mesmo a alteração do grau de risco dos

mesmos, bem como novas zonas de expansão que também são originárias de cortes nos taludes.

### **4.3 Comparação e Validação do Mapeamento em Campo**

Para controle e validação foi realizada uma última campanha de campo onde foram registrados pontos dos setores de risco por intermédio de GPS de navegação (Global Positioning System) em formato de aplicativo para celular GPS ESSENTIALS Android e assim, podendo conferir situações que denotassem a qualificação do risco apresentado no mapeamento aqui desenvolvido e as discrepâncias apresentadas entre eles. Na figura 31 são demonstrados os pontos descritos a seguir.

Figura 31 - Mapa Síntese de Risco para a área de estudo



## 1) Ponto Amarelo – Bairro Canaã

A primeira discrepância checada refere-se ao setor de risco do PMRR (S14\_R2) localizado no setor censitário 08, no bairro Canaã. Este setor foi classificado como risco médio ao tipo escorregamento de solo residual, em relatório o PMRR descreveu o adensamento da ocupação de maneira desordenada, com presença de cortes com alturas superiores a 10 metros para construção de edificações, com distância entre os cortes e as habitações inferiores a 3,0 metros, confirmado em campo.

Também em campo, foram observados mais três cortes novos na porção média do Anfiteatro, com inclinação superior a 45°, que não estavam descritos no Plano e também não registrados nas imagens dispostas no relatório. Observa-se que essa parte do talude já possui cerca de 12 casas com alto padrão construtivo, todas em alvenaria, as edificações estão indo em direção ao topo do Anfiteatro, onde atualmente está ocupado por pastagem. Esta parte, onde estão os novos cortes no mapeamento de perigo foi qualificado com risco significativo, contudo as áreas que estavam mapeadas pelo PMRR, ficou como baixo e muito baixo, por se tratar da porção mais baixa (vale) do setor, isto também se deve pela questão do alcance do processo deste mapeamento.

Analisando todos os mapeamentos aqui gerados em função da localização do S14\_R2 do PMRR há uma adequação as informações contidas no mapa de Perigo, identificando a parte superior deste Anfiteatro como perigo muito alto e a porção média com perigo alto, mas boa parte do setor encontra-se dentro de uma faixa de risco baixo a muito baixo, por tratar-se de um vale.

Acredita-se que a variável de Vulnerabilidade tenha modificado a situação real apresentada em campo, devido às informações descritas serem referentes ao ano de 2010, onde o adensamento não era tão intenso, o que já se observa agora em campo, especialmente, sobre as condições das variáveis sanitárias.

## 2) Ponto Azul - Bairro Centro

Outro Setor de Risco do PMRR que foi checado foi o S2\_R3, onde o risco foi considerado alto. Ele está localizado entre a Rua Pedro Gasparini (corte na parte média da vertente) e a Rua Getúlio Vargas (base da vertente) no bairro Centro e está no limite do Setor Censitário 03, onde está situada uma escadaria.

Em campo foi possível observar a presença de vigas expostas, deslocamento do material para a base da vertente, nenhum desses cortes possui algum tipo de contenção. A situação de risco é agravada, pois na base dessa vertente há duas escolas, aumentando o grau de exposição de vidas a um evento danoso. A ocupação a montante da Rua Pedro Gasparini é recente, mas a ocupação abaixo da via, aonde estão situadas as escolas entre outras edificações são muito antigas na rua Getúlio Vargas, pois é onde fica a praça principal da cidade. No mapeamento aqui desenvolvido o risco foi considerado alto também indo para muito alto. Observa-se também novos cortes na extensão desse setor de risco expandindo a sua área de abrangência para o setor censitário 07.

Dentro do Setor Censitário 07, há dois setores de risco elencados pelo PMRR e um da CPRM, todos estes três setores foram enquadrados neste mapeamento como risco baixo e, nos mapeamentos de referência possuem as seguintes informações: Setor de Risco 01 da CPRM com risco alto, e setores de risco S3\_R3 e S4\_R3 da CPRM (setor 3 e 4), ambos com risco alto. Na figura 31 refere-se a o ponto vermelho, à esquerda do ponto azul.

Eles estão localizados na parte média e alta da vertente onde há uma expansão da ocupação residencial para porções mais altas da vertente em questão, em que no mapa de Uso e Cobertura da Terra é perceptível observar que estes extrapolam a demarcação de onde está localizada a mancha urbana e o limite administrativo da Sede. Contudo, na atribuição de pesos para a variável de Vulnerabilidade foram utilizadas as informações do Setor Censitário 07, que corresponde melhor a situação presente no bairro São Lourenço, apesar de os setores de risco estarem localizados no Bairro Vila Nova, que está enquadrado no setor censitário 04.

### 3) Ponto vermelho – Bairro Vila Nova

Já o setor censitário 04, quase toda a sua área urbana está enquadrada como risco médio e uma porção com risco alto, muito orientado pelos valores obtidos nas variáveis Vulnerabilidade (alta) e Dano potencial (alto). Em campo foi verificado a abertura de vários cortes para construção de um novo empreendimento da própria prefeitura (figura 32), além de estar localizado ao lado do “Fazenda Clube Santa Teresa”, um clube localizado em uma parte muito alta da vertente, com alterações antigas devido à construção de edificações para hospedagem e infraestrutura para lazer.

Onde estão esses setores de risco o adensamento da população é alto, bem como para todo o bairro Vila Nova que tem se consolidado com o adensamento de casas ocupando porções mais altas da vertente e plantio de eucalipto em boa parte dos topos de morro, a paisagem neste bairro está bastante alterada devido às intervenções antrópicas. Na figura 33 é possível observar as intervenções estruturais que já foram necessárias para conter possíveis escorregamentos nessa área.

### 4) Ponto Rosa e Ponto Branco – Bairro São Lourenço

Ainda no que tange as informações e setores de risco localizadas no Setor censitário 07 localizado no bairro São Lourenço, temos dois setores de risco enquadrados pela CPRM, setor 05 e 06, respectivamente com risco alto e muito alto. Neste mapeamento o risco nesses setores foi qualificado como baixo a muito baixo, sendo a maior discrepância verificada.

As hipóteses para a incongruência entre o mapeamento da CPRM e o mapa aqui exposto, concentram-se nas informações obtidas do Censo demográfico de 2010, onde ficou claro que é necessário para este tipo de investigação de risco dados sempre atualizados às condições socioeconômicas da área.



Figura 32 - Cortes para novos empreendimentos



Arquivo pessoal da autora (2016).

Figura 33 - Bairro Vila Nova: situações de risco



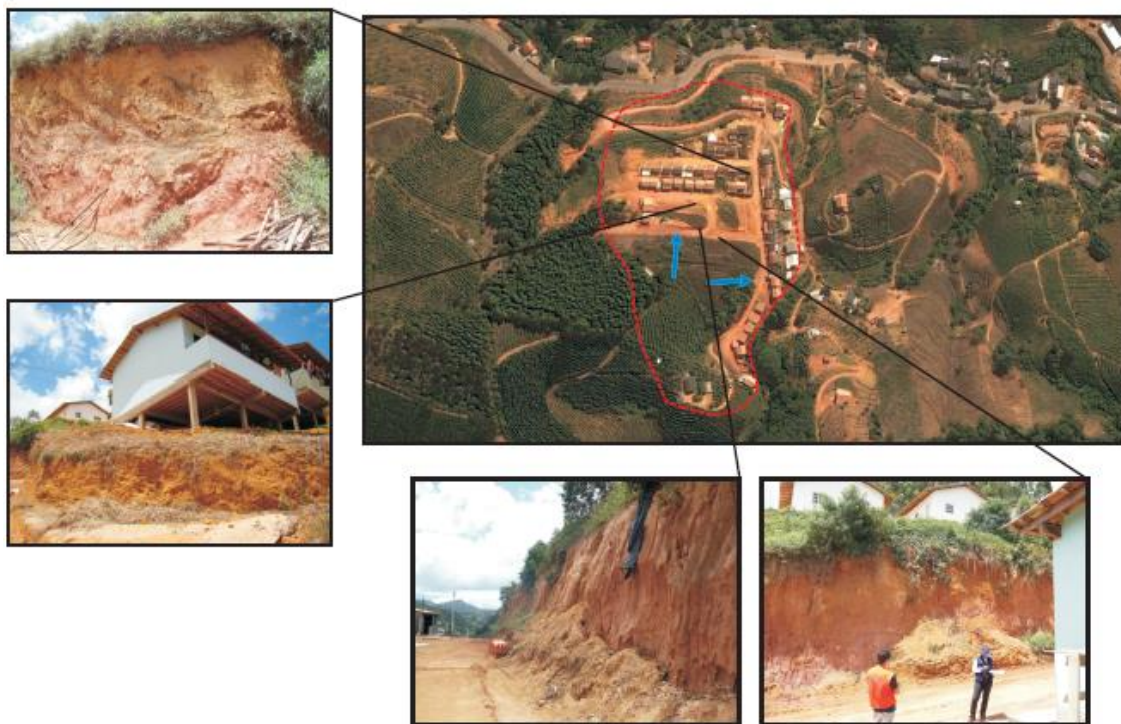
Fonte: Arquivo pessoal da autora (2016). (a) Plantação de eucalipto no topo da vertente. (b) corte na porção superior da vertente para construção de casas. (c) muro de contenção.

O bairro São Lourenço em 2010 apresentava uma situação consolidada de ocupação urbana, antiga, que não foi mapeada em nenhum setor de risco, contudo, a zona de expansão deste bairro como dito anteriormente, por tratar-se da extensão do vale onde a sede urbana está configurada, tem tido de uns anos para cá um adensamento desordenado na porção a montante da vertente da

rodovia estadual que liga a Sede Urbana de Santa Teresa a área rural do município. Em conversa informal com alguns moradores, em campo, afirmaram que a ocupação começou a ser mais intensa a partir do ano de 2013.

A setorização de risco da CPRM foi concluída em 2012 e nas fotos desses dois setores divulgadas em relatório técnico é possível a constatação do crescimento da ocupação com pontos críticos, como demonstrado na figura 34, casas construídas sobre aterros lançados após cortes verticais no talude e em solo profundo que não apresentam boa sustentação, podendo ocorrer abatimento das fundações. Em campo foi possível checar pontos em que o solo está bastante remobilizado, onde já ocorreu pequenos escorregamentos ao longo dessa grande vertente, demonstrado pelo ponto branco na figura 31.

Figura 34 - Loteamento São Lourenço: zona de expansão urbana identificada pela CPRM



Fonte: CPRM (2012). Setor 05 elencado pela CPRM, Loteamento São Lourenço em fase de abertura de cortes para estabelecimento de ocupação urbana em 2012.

O aumento da ocupação urbana no setor censitário 07 foi totalmente observado no mapeamento de Uso e Cobertura da Terra, onde já extrapola bastante o limite

estabelecido como Sede Urbana no mapa, bem como a presença de cultivos agrícolas, pastagem entre outras atividades socioeconômicas estabelecidas.

Isto reflete na indicação de risco encontrada neste mapeamento para o setor censitário rural 09, que é justamente a extensão do setor censitário 07 e do bairro São Lourenço, onde a ocupação urbana, as atividades agrícolas e silvicultura ainda é mais presente, por isso, o grau de risco foi enquadrado como muito alto a alto.

Para os setores da CPRM que ficaram como baixo a muito baixo, os dados de dano potencial e vulnerabilidade foram baixos, o perigo adjacente a área ocupada era alto, o que ocasionou a discrepância no resultado final. Já nessa zona de expansão, verificada no setor rural 09, a vulnerabilidade e o dano potencial elencado foi muito alto em ambas as variáveis, o que seria impossível não apresentar este mesmo valor no mapa de risco.

Hipóteses para essa alteração podem ser confirmadas pelo próprio adensamento registrado na variável de Uso e Cobertura da Terra, a quantidade de moradias para o setor e por se tratar de um setor rural, as suas informações de vulnerabilidade apresentam índices de influência máxima, o que em conjunto com a quantidade de moradias resultou nesta qualificação de risco.

O risco talvez, precise ser requalificado, pois existem áreas que possuem condicionantes que agravem mais o grau de exposição do que este setor na Sede Urbana de Santa Teresa, mas o interessante deste apontamento foi que o mapeamento conseguiu cumprir sua função de chamar a atenção para essa área, como ponto de alerta para uma intervenção municipal, em plano diretor ou em outro instrumento de gestão sobre a ocupação do município, justamente para um setor censitário rural, onde a situação de ocupação urbana não deveria constar como relevante.

#### 5) Ponto Marrom – Bairro Alvorada

Outro ponto de atenção indicado no mapeamento desenvolvido refere-se ao setor de risco do PMRR no bairro Alvorada, S7\_R2, setor de risco 07 com grau de risco médio, com deslizamento de solo e rolamento de bloco, que passou por um aumento da qualificação para muito alto.

A situação verificada em campo aponta condições de risco que correspondem a esses valores, o Dano Potencial checado em campo obedece a condição de Dano identificado no mapa como muito alto, a ocupação está muito adensada de forma bastante desordenada ao longo da vertente. Dos setores visitados em campo a condição desta porção foi a que chamou mais atenção devido à quantidade de pessoas e moradias expostas em caso de um evento danoso, em uma declividade muito elevada em todo o bairro Alvorada, onde os cortes possuem mais de 10 metros de altura e sem a presença de estruturas de contenção.

Tratando-se da Vulnerabilidade que no mapa apontou para muito alto e em observação no campo de validação foi possível observar lançamento de lixo na vertente, nas porções mais altas a ausência de saneamento adequado, bem como lançamento de água para a vertente em questão (figura 35). A sequência contínua de cortes vai desestabilizando ainda mais essa porção e aparentemente, pelo padrão construtivo é um bairro onde possivelmente, encontra-se a população com um dos menores índices de renda, confirmado também na tabela 13 (página 105), apontado anteriormente. Nesse caso, em função de um acidente seria a população na qual encontraria problemas para lidar com a situação durante e após um possível evento.

#### 6) Pontos Verde – Bairros: Dois Pinheiros e João Júlio Migliorelli

Como pontos de convergência analisamos os setores tanto da CPRM como do PMRR, nos bairros Dois Pinheiros e João Júlio Migliorelli que foram enquadrados como risco médio nesses documentos e neste mapeamento também como risco

médio para risco baixo, onde foi possível verificar em campo que esta situação está em conformidade, pois a ocupação está estabelecida de forma mais ordenada com padrão construtivo superior, por exemplo, ao bairro Alvorada, em que os cortes não são tão presentes.

Figura 35 - Vertente em setor de risco do bairro Alvorada



Arquivo Pessoal da autora (2016).

Na figura 31 é possível observar o setor da CPRM no bairro Dois Pinheiros, onde há uma cicatriz de escorregamento, porém o setor está relativamente estabilizado.

## 5 CONCLUSÃO

O resultado alcançado no mapeamento desenvolvido com o método de abordagem de paisagem, método paramétrico e também das informações administrativas (Setores Censitários), constituindo assim uma metodologia híbrida, foi satisfatório indicando novas áreas de risco e pontos de atenção para medidas de gestão, cumprindo seu papel nesse sentido. A abordagem que tem como característica principal o uso do GIS com atribuições de pesos para as variáveis e da análise dos limites administrativos e posterior, checagem de campo também demonstrou benefícios enquanto aos custos empregados na elaboração deste tipo de mapeamento, especialmente em áreas que possuem poucos levantamentos ou nenhum registro identificado.

Mesmo havendo algumas discrepâncias em pelo menos dois setores de risco, a etapa posterior de identificação de campo também demonstrou-se bastante satisfatória porque confirmou a alteração de risco médio e alto, para risco alto e muito alto em algumas porções. A validação de campo é imprescindível nesses estudos, especialmente, por que a execução do mapeamento aqui proposto tem escala diferente dos outros mapeamentos analisados.

A utilização de algoritmos (atribuição de pesos para variáveis) no SIG teve como base os pesos empregados na metodologia empregada por Rossini-Penteado & Ferreira (2011; 2014) em seus estudos para o estado de São Paulo em áreas totalmente urbanas, nesse caso, as porções da área de estudo que eram totalmente urbanas demonstrou uma fiel convergência com os resultados obtidos por esses pesquisadores. Entretanto, temos como limitações, o fato de que a área de estudo aqui escolhida possui uma quantidade de áreas agrícolas, assim, para esse tipo de situação indica-se uma revisão nos pesos atribuídos, pois a condição de Uso e Cobertura da Terra presente na Sede Urbana de Santa Teresa – ES, para esse tipo de atividade socioeconômica desenvolvida pode trazer consequências para as áreas ocupadas do tipo “Residencial, Comercial e de Serviços”.

Ainda sobre esta questão de atribuição de pesos, quando gerado o mapa final de risco, o mesmo é dividido em 5 classes, Muito Alto, Alto, Médio, Baixo e Muito Baixo, com classificação de Jenks no programa ArcGis 10.3, dessa forma, os valores são divididos entre si para a área investigada. Como proposição deste estudo, no que tange a atribuição de pesos e a classificação gerada, tentando eliminar a subjetividade das variáveis analisadas seria interessante estabelecer limiares que denotem o risco para este tipo de metodologia, pois ao classificar os valores para a área entre si, pode ser que áreas que possuem valores de vulnerabilidade, perigo ou dano potencial elevados sejam classificadas como baixo, pois os valores são divididos entre si para a área analisada, o que comparado a outros lugares pode apresentar classificação de risco distinta, mesmo tendo valores semelhantes.

Como limitação para a Gestão de Risco de Desastres, este estudo apontou, que se faz necessário enquanto diretriz a manutenção de um banco de dados atualizado e que contenha o maior número de informações sobre os desastres, especialmente sobre sua localização precisa para que haja um cruzamento dos dados e fazer dessas áreas pontos de atenção, é possível que os técnicos de defesa civil saibam, mas o registro dessas informações em banco de dados digital se faz importante para que estudos possam ser fomentados.

Também se faz necessário a atualização das informações censitárias e o mapeamento da condição de Uso e Cobertura da Terra para este tipo de análise, esta condição extremamente dinâmica de ocupação altera os valores de risco na modelagem final, então quanto mais atualizado o dado maior a acurácia do mapeamento. Qualquer mudança pode imputar uma condição mais vulnerável assim, os mapeamentos de risco deveriam passar por uma revisão contínua de a cada, pelo menos, um ano para checar essas possíveis alterações.

Com o emprego desta metodologia a revisão desses documentos não demandaria custos elevados e demasiado tempo investido, o que para Gestão de Risco de Desastres é extremamente benéfico, porém esta análise não despreza o fato de que a checagens de campo e o conhecimento da área são fundamentais para a validação dessa análise.

Indica-se que a mesma seja feita em parceria com os órgãos de Defesa Civil responsáveis, sabe-se que há uma carência muito grande nesse quesito, visto que os técnicos, em geral, são cargos de confiança e que há uma rotatividade muito grande desses profissionais nesses órgãos mediante a mudanças de gestão municipal. Como esses estudos são realizados de maneira contínua em termos de gestão o mais interessante é que esses cargos pudessem ser ocupados por meio de concurso público, por recursos humanos especializados para que evitasse a descontinuidade dos trabalhos desenvolvidos e a perda dos registros.

Outra questão, no que tange o registro desses eventos, que é válido ressaltar, é o próprio documento FIDE, que apesar de ser um bom instrumento para comunicação entre os graus hierárquicos de defesa civil ainda não contempla na sua versão final um instrumento funcional para gestão em sua totalidade, pois quando o desastre é descrito, apenas o evento que desencadeou o processo entra nas estatísticas diminuindo a capacidade de identificação e quantificação das tipologias de desastre existentes de determinada localidade, o que dificulta operacionalizar políticas públicas mais específicas para todos os tipos de desastres que tem afetado os municípios devido ao cadastro.

É possível dizer que os mapeamentos realizados em campo são bastante assertivos, posto que são reativos ao considerarem sobre medida os indicadores como cicatrizes e históricos de área suscetíveis, mas que carecem da análise de outras variáveis que também podem prever um risco não perceptível de maneira proativa por intermédio do uso do SIG, caracterizada neste caso para as variáveis utilizadas no fator Vulnerabilidade.

Como exemplo disso, podemos citar o caso dos alertas emitidos pela defesa civil quanto ao quantitativo pluviométrico de uma determinada área, se um determinado setor censitário ou porção do território carece de esgotamento sanitário adequado, por exemplo, presume-se que esse alerta de monitoramento em relação a quantidade de milímetros é conservador e insuficiente, pois não considera essa informação, com impacto na segurança das pessoas expostas e



na capacidade dessas pessoas se anteciparem a um evento, como é descrito pela LEI 12.608/2012 e também disposto na campanha Cidades Resilientes na qual o Brasil é o país em que mais possui municípios aderentes ao programa até o ano de 2016.

Em relação a campanha Cidades Resilientes e ao novo marco de Sendai 2015-2030 com foco intensivo nos primeiros 5 anos, existe uma crítica a adesão de tantas cidades ao programa quando analisado os mapeamentos e a sequência desse trabalho. Atualmente, estes levantamentos estão a cargo de poucos órgãos de pesquisas regionais ou em alguns casos, não estão sendo assistidos na sua totalidade. É notável que boa parte desses órgãos de pesquisa estão situados na região sudeste do país onde há o maior concentração de estudos já consagrados (reconhecidos), ocorre um desequilíbrio nessa da gestão para todo território brasileiro no que envolve o mapeamento para reconhecimento das condições de risco.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. **Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na Geografia**. Mercator – Revista de Geografia da UFC. Vol. 10, num. 23, 2011, pp. 83-99.

BALTAZAR, Orivaldo Ferreira et al. **Folha de São Gabriel da Palha e Linhares**. Belo Horizonte: Cprm, 2010. 144 p. Geologia da folha Linhares SE.24-Y-D-I. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/rel\\_linhares.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/rel_linhares.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2015.

BITAR, Omar Yazbek; FREITAS, Carlos Geraldo Luz de; SEPE, Patrícia Marra. Cartografia geotécnica, plano diretor e prevenção de desastres. **Téchne**, v. 20, n.180, p. 68-74, mar., 2012. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/180/artigo285923-1.aspx>>. Acessado em jul. 2015

BITAR, Omar Yazbek et al. **Cartas de Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1 25 000**:Nota Técnica Explicativa. São Paulo: Cprm, 2014. 50 p.BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Diário Oficial da União, Brasília, 11 abr. 2012.

BRASIL, **Decreto nº 97.274, de 16 de dezembro de 1988**. Brasília, 1970. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D97274.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D97274.htm)> Acesso em: abril de 2015.

BRASIL. Constituição (1979). Lei nº 6.766, de 19 de janeiro de 1979. **Dispõe Sobre O Parcelamento do Solo Urbano e Dá Outras Providências**. Brasília, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/leis/L6766.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L6766.htm)>. Acesso em: 14 jul. 2015.

BRASIL. Constituição (1995). Decreto nº 40.151, de 16 de janeiro de 1995. **Reorganiza O Sistema Estadual de Defesa Civil e Dá Outras Providências**. São Paulo, 16 jan. 1995. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1995/decreto-40151-16.06.1995.html>>. Acesso em: 23 jul. 2015.

BRASIL. Sedec/mcti. Secretaria Nacional de Defesa Civil (Org.). **POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA CIVIL**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2007. 82 p. Disponível em: <[http://www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=6aa2e891-98f6-48a6-8f47-147552c57f94&groupId=10157](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=6aa2e891-98f6-48a6-8f47-147552c57f94&groupId=10157)>. Acesso em: 26 abr. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)**. [201-]a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas>>. Acesso em: 24 jul. 2015.

BRASIL, **Histórico da Defesa Civil. Brasília**. Brasília, [201-]b. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/historico-sedec>> Acesso em: março de 2015.

BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 24 de janeiro de 2012. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. **Instrução Normativa Nº 01, de 24 de Agosto de 2012**. Brasília.

BRASIL. CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25000**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - SP, 2014a. 50 p. Brasília: DF. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/suscetibilidade/Nota\\_Tecnica\\_Explicativa\\_Carta\\_Suscetibilidade.pdf](http://www.cprm.gov.br/suscetibilidade/Nota_Tecnica_Explicativa_Carta_Suscetibilidade.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

BRASIL. Rafael Pereira Machado. Ministério da Integração. **Análise de risco e plano de intervenções**. 2014b. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/observatoriodaschuvas/mapeamento/analise-risco-plano-intervencoes.html>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

BRASIL. Governo Federal do Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Global**. 2015a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>. Acesso em: 29 jul. 2015.

BRASIL. Governo Federal do Brasil. **Legislações**. 2015b. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/defesa-civil/legislacoes>>. Acesso em: 30 jul. 2015.

BRASIL. Governo Federal do Brasil. Ministério da Integração (Org.). **Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID**. Brasília. 2015c. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/defesa-civil/s2id>>. Acesso em: 24 jul. 2015.

BRASIL. Cemaden. Mcit (Org.). **O CEMADEN: Cemaden aumenta a capacidade nacional de prevenção de desastres naturais**. 2012-2016. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/cemaden.php>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

BRASIL. MCTI. (Org.). **Apresentação**. 2016a. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/defesa-civil/cenad/apresentacao>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. (Org.). **Construindo Cidades Resilientes**. 2016b. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/web/guest/cidades-resilientes>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

CARVALHO, Celso Santos; GALVÃO, Thiago. **Prevenção de Risco de Deslizamentos de Encostas**: Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Brasília: Cities Alliance, 2006. 111 p. Ministério das Cidades. Disponível em: <<http://www.defesacivil.se.gov.br/modules/tinyd0/index.php?id=26>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

CARVALHO, Celso Santos; MACEDO, Eduardo Soares de; OGURA, Agostinho Tadashi (Org.). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades, 2007. 176 p. IPT-SP. Disponível em: <[http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Livro\\_Mapeamento\\_Enconstas\\_Margens.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Livro_Mapeamento_Enconstas_Margens.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

CEPED UFSC (Org.). Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012**: Volume Brasil. 2. ed. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. 126 p.

CERRI, Leandro Eugenio da Silva et al. MAPEAMENTO DE RISCO EM ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO (SP). Geociências, v. 26, n. 2, 2007, p. 143-150. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/106837>>.

CERRI, Leandro Eugenio da Silva; NOGUEIRA, Fernando Rocha. Mapeamento e Gestão de Riscos de Escorregamentos em Áreas de Assentamentos Precários. In: GUIMARÃES, Solange T. de Lima et al (Org.). **Gestão de Áreas de Risco e Desastres Ambientais**. Rio Claro: IGCE/UNESP, 2012. Cap. 11. p. 285-304. Disponível em: <[www.rc.unesp.br/igce/geografia/pos/.../gestao/gestao\\_de\\_areas.pdf](http://www.rc.unesp.br/igce/geografia/pos/.../gestao/gestao_de_areas.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2015.

CPRM (Org.). **Geologia**: Levantamentos Geológicos Sistemáticos, Cartografia Geológica Regional e Levantamentos Geofísicos. Belo Horizonte: Cprm, 2005. 38 p. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia-06.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2015.

CPRM. Companhia de Prospecção e Recursos Minerais (Org.). **Setorização de Risco Alto e Muito Alto**: Santa Teresa - ES. Brasília: Brasil, 2012.

DALMAU, Marcos Baptista Lopez; MACHAD, Mari Angela; FRAN, Ana Carolina Vicenzi. A Campanha Cidades Resilientes e o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Desastres Naturais: avanços e perspectivas na construção de comunidades menos vulneráveis. **Cadernos Adenauer: Cidades Resilientes**, Rio de Janeiro, n. , p.95-113, ago. 2015. Fundação Konrad Adenauer. Disponível em: <<http://www.kas.de/wf/doc/16608-1442-5-30.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2015.

DINIZ, Noris Costa et al. **Cartografia geotécnica**. São Paulo: Ipt, 2012. 37 p. Disponível em: <<https://gestaorisco.files.wordpress.com/2012/11/capitulo-3-cartografia-geotecnica.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2015.

FERREIRA, Cláudio José. Gestão de riscos e desastres (relacionados a perigos) naturais. In: AL, Equipe Técnica Cpla/sma: Abílio Gonçalves Junior Et. **Zoneamento ecológico-econômico**: base para o desenvolvimento sustentável do estado de São Paulo. São Paulo: Sma, 2011. Cap. 3, p. 159-167. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/files/2013/03/Seminario\\_ZEE\\_web.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/files/2013/03/Seminario_ZEE_web.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

FERREIRA, CJ; ROSSINI-PENTEADO, D. 2011. **Mapeamento de risco a escorregamento e inundação por meio da abordagem quantitativa da paisagem em escala regional**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 11, São Paulo, 2011. Disponível em: <[http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/arquivos\\_publicacoes/Ferreira&Rossini-Penteado\\_com\\_tutorial.pdf](http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/arquivos_publicacoes/Ferreira&Rossini-Penteado_com_tutorial.pdf)>. Acesso em: 16 Jul. 2015.

FLORENZANO, Tereza Gallotti. Cartografia. In: FLORENZANO, Tereza Gallotti. **Geomorfologia**: Conceitos e Tecnologias Atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 105-128.

FREITAS, Maria Isabel Castreghini; CUNHA, Lúcio. Cartografia da vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil. **Urbe - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Paraná, v. 5, n. 1, p.15-31, jan. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/urbe/v5n1/a03v5n1.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

FURTADO, Janaina Rocha. **Gestão de Risco de Desastres**. Florianópolis: Ceped Ufsc, 2012. 14 p. Disponível em: <[http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/10/gestao\\_de\\_riscos\\_de\\_desastres\\_0.pdf](http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/10/gestao_de_riscos_de_desastres_0.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2015.

GRADIM, Camila et al. The hot back-arc zone of the Araçuaí Orogen, Eastern Brazil: From sedimentation to granite generation. **Brazilian Journal Of Geology: Formerly Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 44, n. 1, p.155-180, fev. 2014. Disponível em: <<http://ppegeo.igc.usp.br/pdf/bjg/v44n1/a12v44n1.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2015.

IBGE. Diretoria de Geociências. **Mapa de Solos do Brasil**. 2001. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/pedologia/mapas/brasil/solos.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/mapas/brasil/solos.pdf)>. Acesso em: 01 jul. 2016.

IBGE. Diretoria de Geociências (Org.). **Mapa de Climas do Brasil**. 2002. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/climatologia/mapas/brasil/clima.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/clima.pdf)>. Acesso em: 01 jul. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas Digitais Censo Demográfico 2010: Setores Censitários ES**. 2010. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas\\_digitais/censo\\_2010/setores\\_censitarios/es/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/censo_2010/setores_censitarios/es/)>. Acesso em: 28 abr. 2016.

IBGE. **Infográficos: fotos**. 2014. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/fotos.php?lang=&codmun=320460&search=espírito-santo|santa-teresa|infograficos:-fotos>>. Acesso em: 26 nov. 2015.

IJSN. **Mapeamento Geomorfológico do Estado do Espírito Santo**. Vitória: Instituto Jones dos Santos Neves, 2012. 19 p. Disponível em: <[www.ijsn.es.gov.br/component/attachments/download/1598](http://www.ijsn.es.gov.br/component/attachments/download/1598)>. Acesso em: 27 jun. 2015.

KOBIYAMA, Masato et al. **Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006. 99 p.

LOLLO, José Augusto de. **O USO DA TÉCNICA DE AVALIAÇÃO DO TERRENO NO PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE MAPEAMENTO GEOTÉCNICO : SISTEMATIZAÇÃO E APLICAÇÃO PARA A QUADRÍCULA DE CAMPINAS (SP)**. 1996. 2 v. Tese (Doutorado) - Curso de Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/jlollo/tese-de-doutorado>>. Acesso em: 14 jul. 2015.

LOUREIRO, Hugo Alves Soares; FERREIRA, Stella Mendes. O Papel das Geotecnologias no Estudo de Feições Erosivas e de Movimentos de Massa no Brasil. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira. **Processos Erosivos e Recuperação de Áreas Degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. Cap. 4. p. 95-125.

MACHIORI-FARIA, Daniela Girio; SANTORO, Jair. Gerenciamento de Desastres Naturais. In: TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela. **Desastres Naturais: Conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Cap. 10. p. 161-178. Disponível em: <[www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf](http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf)>. Acesso em: 28 jul. 2015.

MATTOS, Carlos Augusto Sangali e; NUNES, José Luiz; PEREIRA SOBRINHO, Daiane. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural: PROATER 2011-2013**. Santa Teresa: Incaper, 2011. 33 p. Vinculado ao Governo do estado do Espírito Santo à Secretaria de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. Disponível em: <[www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Noroeste/Santa\\_Teresa.pdf](http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Noroeste/Santa_Teresa.pdf)>. Acesso em: 31 out. 2015.

MARANDOLA JR, Eduardo; HOGAN, Daniel Joseph. Natural hazards: O estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 7, n. 2, p.95-110, ago. 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2004000200006&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2004000200006&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 14 jul. 2015.

MARCELINO, Emerson Vieira; NUNES, Lucí Hidalgo; KOBAYAMA, Masato. Mapeamento de Risco de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 17, n. 8, p.72-84, fev. 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/15273/8574>>. Acesso em: 08 jul. 2015.

MENDES, Sergio L.; PADOVAN, Maria da Penha. A estação biológica de Santa Lúcia, Santa Teresa, Espírito Santo. **Boletim Museu de Biologia Mello Leitão**, Santa Teresa, v. 12, n. 11, p.7-34, jun. 2000. Disponível em: <[http://museudebiologiamelloleitaogov.br/boletim/arquivos/11\\_12/Artigo1\\_Boletim\\_11\\_12.pdf](http://museudebiologiamelloleitaogov.br/boletim/arquivos/11_12/Artigo1_Boletim_11_12.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2015.

NUNES, Lucí Hidalgo. **Urbanização e Desastres Naturais: Abrangência América do Sul**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 112 p.

ONU. **8 jeitos de mudar o mundo:** O voluntariado e os objetivos de desenvolvimento da ONU. 2015. Disponível em: <<http://www.objetivosdomilenio.org.br/>>. Acesso em: 29 jul. 2015.

Prefeitura Municipal de Santa Teresa. Prefeitura Municipal de Santa Teresa (Ed.). **História.** Disponível em: <<http://santateresa.es.gov.br/pagina/5/Historia.html>>. Acesso em: 31 out. 2015.

PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos. **Mapa de Suscetibilidade a Deslizamentos Na Região Metropolitana Do Recife.** 2007. 151 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geologia, Geologia Sedimentar e Ambiental, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/dou\\_pedro\\_pfaltzgraff.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/dou_pedro_pfaltzgraff.pdf)>. Acesso em: 14 jul. 2015.

PMRR (Brasil). Zemlya (Org.). **Plano Municipal de Redução de Risco Geológico:** Santa Teresa - ES. Vitória: Brasil, 2013.

QUEIROGA, Gláucia Nascimento et al. **GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA NOVA VENÉCIA\*:** SE-24-Y-B-IV. Belo Horizonte: Cprm, 2012. 76 p. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/rel\\_nova\\_venecia.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/rel_nova_venecia.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2015.

RODRIGUES, Teresa. Notas, Notícias e Recensões: A Estratégia Internacional de Redução de Desastres. **Territorium**, Coimbra, v. 17, n. 1, p.223-227, 04 dez. 2010. Disponível em: <<http://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Territorium/t17>>. Acesso em: 29 mar. 2015.

ROSSINI-PENTEADO, D.; FERREIRA, C.J.; GIBERTI, P.P.C. **Quantificação da vulnerabilidade e dano aplicados ao mapeamento e análise de risco, escala 1:10.000, Ubatuba-SP.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS, 2, Santos SP. Anais... Santos: ABGE, 2007 (CD-ROM).

SAITO, Silvia Midori; SORIANO, Érico; LONDE, Luciana de Resende. Desastres Naturais. In: SAUSEN, Tania Maria; LACRUZ, María Silvia Pardi (Org.). **Sensoriamento Remoto para Desastres.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015. Cap. 1. p. 23-42.

SAMPAIO, Thales de Queiroz et al. A atuação do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) na gestão de riscos e resposta a desastres naturais. In: CONSAD DE GESTÃO PÚBLICA, 6., 2013, Brasília. **Painel.** Brasília: CPRM, 2013. p. 01 - 25.



Disponível em:  
 <[http://www.cprm.gov.br/gestao/Atuacao\\_CPRM\\_Programa\\_Gestao\\_Riscos.pdf](http://www.cprm.gov.br/gestao/Atuacao_CPRM_Programa_Gestao_Riscos.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

SÃO PAULO. Instituto Geológico. Secretaria de Meio Ambiente (Ed.). **O Instituto Geológico: Conheça o IG.** 2004. Disponível em:  
 <[http://www.igeologico.sp.gov.br/oi\\_conheca.asp](http://www.igeologico.sp.gov.br/oi_conheca.asp)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

SÃO PAULO. **Unidades Homogêneas de Uso e Ocupação do Solo Urbano (UHCT) do Estado de São Paulo.** Instituto Geológico/Coordenadoria de Planejamento Ambiental, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2014. Disponível em:  
 <[http://s.ambiente.sp.gov.br/cpla/Ficha\\_Tecnica\\_UHCT.pdf](http://s.ambiente.sp.gov.br/cpla/Ficha_Tecnica_UHCT.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2016.

SILVA, C. 2004. Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM. In: TOMINAGA, L. K.; PEJON, O. J & BASTOS, C. A. (Coord.) 2004. Diagnóstico preliminar da cartografia geotécnica e geoambiental no Brasil. In: PEJON, O.; ZUQUETTE, L. eds. Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental, 5: 2004: São Carlo. p. 01 – 20. Disponível em: <<http://www.redetec.org.br/wp-content/uploads/2015/02/DiagnosticoCartografiaGeotecnica.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2016.

SILVA, Sandra Fernandes da; MACHADO, Marcey Ferreira (Org.). **Mapa de Geodiversidade do Estado do Espírito Santo.** Belo Horizonte: Cprm, 2014. Disponível em:  
 <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade\\_espirito\\_santo.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_espirito_santo.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2015.

TOMINAGA, Lidia Keiko. **Avaliação de metodologias de Análise de Risco a Escorregamentos:** Aplicação de um Ensaio em Ubatuba, SP. 2007. 220 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Departamento de Geografia da Faculdade de Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Cap. 220. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-18102007-155204/pt-br.php>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

TOMINAGA, Lidia Keiko. Análise e Mapeamento de Risco. In: TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela do. **Desastres naturais: conhecer para prevenir.** São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Cap. 9, p. 147-160.

UNISDR (Org.). **International Decade for Natural Disaster Reduction:** General Assembly. 1989. Disponível em:

<<http://www.un.org/documents/ga/res/44/a44r236.htm>>. Acesso em: 01 abr. 2015.

UNISDR (Org.). **Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World: Guidelines for Natural Disaster, Prevention, Preparedness and Mitigation.** 1994. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/we/inform/publications/8241>>. Acesso em: 01 abr. 2015.

UNISDR. (Org.) **Geneva Mandate: B. Final declaration adopted by the IDNDR programme forum.** Geneva. 1999. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/2011/docs/genevamandate/Geneva-mandate-EN.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2015

UNISDR. (Org.). **International Decade for Natural Disaster Reduction: successor Arrangements.** General Assembly. Geneva. 2000. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/files/resolutions/N0027175.pdf> >. Acesso em: 08 abr. 2015

UNISDR (Ed.). **Conferencia Mundial sobre la Reducción de Desastres: Un mundo más seguro para todos.** Ginebra: Onu, 2005. 12 p. Primer Anuncio. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/2005/wcdr/preparatory-process/1st-announc/First-Announcement-WCDR-spa.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2015.

UNISDR. **Marco de Ação de Hyogo 2005-2015: Aumento da Resiliência das Nações e das Comunidades frente aos Desastres.** Ginebra: Unisdr, 2007. 6 p. Tradução de Luís Felipe Lopes de Lima Lins. Disponível em: <<http://www.defesacivil.pr.gov.br/arquivos/File/Marco/MarcodeHyogoPortugues20052015.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2015.

UNISDR (Org.). **Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres.** Geneva, UNISDR 2009. Disponível em: <[http://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf) >. Acesso em: 30 mar. 2015.

UNISDR (Org.). **Como Construir Cidades Mais Resilientes: Um Guia para Gestores Públicos Locais.** Ginebra: Onu, 2012. 102 p. Disponível em: <[http://www.preventionweb.net/files/26462\\_guiagestorespublicosweb.pdf](http://www.preventionweb.net/files/26462_guiagestorespublicosweb.pdf)>. Acesso em: 26 abr. 2016.

UNISDR. (Org.) **Summary Report. Asian Conference on Disaster Reduction 2014** . Tokyo, Japan: UNISDR, 2014. Disponível em:

<[http://www.adrc.asia/acdr/2014/documents/ACDR2014\\_Conference\\_Summary.pdf](http://www.adrc.asia/acdr/2014/documents/ACDR2014_Conference_Summary.pdf)>. Acesso em: 07 abr. 2015.

UNISDR (Ed.). **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**. Genebra: Onu, 2015a. 25 p. Only English. Disponível em: <[http://www.un.org/disabilities/documents/desa/3WCDRR/Sendai\\_2015-2030.pdf](http://www.un.org/disabilities/documents/desa/3WCDRR/Sendai_2015-2030.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2015.

UNISDR. (Org.). **The United Nations Office for Disaster Risk Reduction: Whats is the International Strategy?** Geneva. 2015b. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/who-we-are/international-strategy-for-disaster-reduction>>. Acesso em: 08 abr. 2015.

UNISDR (Org.). **Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction**. Geneva: Onu, 2015c. Disponível em: <[http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/gar-pdf/GAR2015\\_EN.pdf](http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/gar-pdf/GAR2015_EN.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2015.

UNISDR. (Org.). **Participating Local Government**. 2015d. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/home/cities>>. Acesso em: 26 abr. 2016.


VALERIANO, M. M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia, GO. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005. p. 1-8. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/10.29.11.41/doc/3595.pdf>>. Acessado em: 14 jul. 2015.

VEYRET, Yvette (Org.); [tradutor Dilson Ferreira da Cruz]. **Os Riscos: O homem como agressor e vítima do meio ambiente**. 1. Ed., São Paulo: Contexto, 2007  
BRASIL, **Decreto nº 67.347, de 5 de outubro de 1970**. Brasília, 1970. Disponível em: <<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=197651>> Acesso em: abril de 2015.

VIEIRA. V. Mapa Geológico do Espírito Santo, escala 1:400.000. CPRM 2013

# ANEXOS

**Anexo 01:** Formulário de Informações sobre Desastres, anexo II da Instrução Normativa nº1, de 24 de agosto de 2012.

SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL – S I N D E C						
		<h2>Formulário de Informações do Desastre – FIDE</h2>				
<b>1 - Identificação</b>						
UF:		Município:				
População (hab.):	PIB (R\$ anual):	Orçamento (R\$ anual):	Arrecadação (R\$ anual):			
	R\$	R\$	R\$			
<b>Receita Corrente Líquida – RCL (R\$)</b>						
Total anual: R\$		Média mensal: R\$				
<b>2 - Tipificação</b>			<b>3 - Data de Ocorrência</b>			
COBRAD E	Denominação (Tipo ou subtipo)		Dia	Mês	Ano	Horário
<b>4 – Área Afetada/Tipo de Ocupação</b>	<b>Não existe/ Não afetada</b>	<b>Urbana</b>	<b>Rural</b>	<b>Urbana e Rural</b>		
Residencial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Comercial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Industrial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Agrícola	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Pecuária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Extrativismo Vegetal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Reserva Florestal ou APA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Mineração	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Turismo e outras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		

**Descrição das Áreas Afetadas** (especificar se urbana e/ou rural)

**5 – Causas e efeitos do Desastre** - Descrição do Evento e suas Características

**6. Danos Humanos, materiais ou Ambientais**

	<b>TIPO</b>	<b>Nº de pessoas</b>
<b>6.1 – Danos Humanos</b>	Mortos	
	Feridos	
	Enfermos	
	Desabrigados	
	Desalojados	
	Desaparecidos	
	Outros	
	<b>TOTAL DE AFETADOS</b>	

Descrição dos Danos Humanos:

<b>6.2 – Danos Materiais</b>	<b>TIPO</b>	<b>Destruidas</b>	<b>Danificadas</b>	<b>valor</b>
	Unidades habitacionais			
	Instalações públicas de saúde			
	Instalações públicas de Ensino			
	Instalações públicas prestadoras de outros serviços			
	Instalações públicas de uso Comunitário			
	Obras de infra-estrutura Pública			
Descrição dos Danos Materiais:				
<b>6.3 – Danos Ambientais</b>	<b>TIPO</b>	<b>População do município atingida</b>		
	Contaminação da água	<input type="checkbox"/> 0 a 5% <input type="checkbox"/> 5 a 10% <input type="checkbox"/> 10 a 20% <input type="checkbox"/> mais de 20%		
	Contaminação do Solo	<input type="checkbox"/> 0 a 5% <input type="checkbox"/> 5 a 10% <input type="checkbox"/> 10 a 20% <input type="checkbox"/> mais de 20%		
	Contaminação do Ar	<input type="checkbox"/> 0 a 5% <input type="checkbox"/> 5 a 10% <input type="checkbox"/> 10 a 20%		

		( ) mais de 20%
		Área atingida
	Incêndio em Parques, APA's ou APP's	( ) 40%
		( ) Mais de 40%

Descrição dos Danos Ambientais:

## 7. Prejuízos Econômicos Públicos e Privados

	SERVIÇOS ESSENCIAIS PREJUDICADOS	Valor Para Restabeleciment
<b>7.1 – Prejuízos Econômicos Públicos</b>	Assistência médica, saúde pública e atendimento de	
	Abastecimento de água potável	
	Esgoto de águas pluviais e sistema de esgotos sanitários	
	Sistema de limpeza urbana e de recolhimento e destinação do	
	Sistema de desinfestação/desinfecção do habitat/controlado de	
	Geração e distribuição de energia elétrica	
	Telecomunicações	
	Transportes locais, regionais e de longo curso	
	Distribuição de combustíveis, especialmente os de uso doméstico	
	Segurança pública	
	Ensino	
	<b>VALOR TOTAL DOS PREJUÍZOS PÚBLICOS</b>	

Descrição dos Prejuízos Econômicos Públicos:

	SETORES DA ECONOMIA	Valor
<b>7.2 – Prejuízos Econômicos Privados</b>	Agricultura	
	Pecuária	
	Indústria	
	Comércio	
	Serviços	



<b>Valor total dos prejuízos privados</b>	
Descrição dos Prejuízos Econômicos Privados:	

<b>8 - Instituição Informante</b>					
Nome da Instituição: Endereço: CEP: E-mail:			Responsável		
Cargo	Assinatura e Carimbo	Telefone ( ) ( )	Dia	Mês	Ano

<b>9 - Instituições Informadas</b>		<b>SIM</b>	<b>NAO</b>
Orgão Estadual de Proteção e Defesa Civil			
Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil - SEPDEC			
SECRETARIA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL - <b>SEDEC</b> Esplanada dos Ministérios - Bloco "E" - 7º Andar - Brasília/DF CEP: 70067-901 e-mail: reconhecimentofederal@gmail.com	Telefone -(061) 3414-5869 (061) 3414-5511 (061) 3414-5546 Telefax - (061) 3414-5512		