

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Igor da Silva Knierin

**ESTUDO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS NA VILA
MEDIANEIRA - ÁREA URBANA DE FAXINAL DO SOTURNO - RS**

Santa Maria, RS
2018

Igor da Silva Knierin

**ESTUDO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS NA VILA MEDIANEIRA - ÁREA
URBANA DE FAXINAL DO SOTURNO - RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Geografia**.

Orientador: Prof. Dr. Luís Eduardo de Souza Robaina

Santa Maria, RS
2018

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Knierin, Igor da Silva
ESTUDO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS NA VILA
MEDIANEIRA - ÁREA URBANA DE FAXINAL DO SOTURNO - RS /
Igor da Silva Knierin.- 2018.
166 p. ; 30 cm

Orientador: Luís Eduardo de Souza Robaina
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Geografia e Geociências, RS, 2018

1. Desastres Naturais 2. Área de Risco 3. Espaço
Urbano 4. Movimento de Massa 5. Enxurrada I. Robaina,
Luís Eduardo de Souza II. Título.

Igor da Silva Knierin

**ESTUDO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS NA VILA MEDIANEIRA - ÁREA
URBANA DE FAXINAL DO SOTURNO - RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Geografia**.

Aprovado em 24 de janeiro de 2018:



Luís Eduardo de Souza Robaina, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Romario Trentin, Dr. (UFSM)



Sandro Sidnei Vargas de Cristo, Dr. (UFT)

Santa Maria, RS
2018

DEDICATÓRIA

*Dedico à minha mãe Rita de Cássia da Silva (In
memoriam) e ao meu pai Régis Freitas Knierin pelo
incentivo e por acreditarem nesta jornada.*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de crescimento acadêmico e profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida durante o desenvolvimento inicial deste trabalho.

Aos meus pais, Régis Freitas Knierin e Rita de Cássia da Silva, por todo incentivo e suporte que tornaram possível a realização de mais esta etapa acadêmica e realização pessoal.

Ao professor Dr. Luís Eduardo de Souza Robaina, pela orientação, incentivo e amizade desde o início do curso de graduação em Geografia.

Ao professor Dr. Romario Trentin e ao professor Dr. Sandro Sidnei Vargas de Cristo pelas contribuições na banca de defesa de dissertação.

À professora Dr^{ra}. Andrea Valli Nummer e ao professor Dr. António José Bento Gonçalves pelas contribuições na banca de qualificação de dissertação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria (PPGGEO - UFSM).

Ao professor Dr. Romario Trentin pela orientação, incentivo e amizade.

À Daniéli Flores Dias pelas contribuições ao ler este trabalho.

Aos amigos Lucas Maurício Willecker, Vinicius Silveira dos Santos, Daniéli Flores Dias, Ana Justina Ziegler e Daniela Feyh Wagner pelo incentivo e contribuições durante os períodos da graduação e pós-graduação.

À Nathalia Valle, fundamental nos momentos finais deste trabalho.

Ao André Ricardo Furlan pelas contribuições e suporte durante os trabalhos de campo.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Geologia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (LAGEOLAM - UFSM).

Aos amigos, colegas e alunos da Escola Municipal de Ensino Fundamental Waldemar Carlos Jaeger.

Aos amigos e colegas do curso de graduação e pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram comigo e com a presente dissertação.

EPÍGRAFE

*Imagine there's no heaven
It's easy if you try
No hell below us
Above us only sky*

*Imagine all the people
Living for today*

*Imagine there's no countries
It isn't hard to do
Nothing to kill or die for
And no religion too*

*Imagine all the people
Living life in peace*

*You may say, I'm a dreamer
But I'm not the only one
I hope someday you'll join us
And the world will be as one*

*Imagine no possessions
I wonder if you can
No need for greed or hunger
A Brotherhood of man*

*Imagine all the people
Sharing all the world*

*You may say, I'm a dreamer
But I'm not the only one
I hope someday you'll join us
And the world will live as one*

(Imagine, John Lennon)

RESUMO

ESTUDO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS NA VILA MEDIANEIRA - ÁREA URBANA DE FAXINAL DO SOTURNO - RS

AUTOR: Igor da Silva Knierin
ORIENTADOR: Luís Eduardo de Souza Robaina

Nas áreas urbanas, o processo de uso e ocupação, associado a diferentes fatores socioeconômicos e à falta de planejamento territorial ocasionam, muitas vezes, a ocupação de áreas suscetíveis a processos naturais e caracterizam áreas de risco de desastres naturais. Essa é uma problemática recorrente na Vila Medianeira, localizada na área urbana do município de Faxinal do Soturno, na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. A área de estudo caracteriza-se por apresentar a ocupação urbana localizada na base de uma encosta declivosa e junto a um curso fluvial de primeira ordem, tributário do rio Soturno, fatores que tornam o local suscetível a movimentos de massa e enxurradas. Frente a isso, a pesquisa possuiu como objetivo realizar um estudo de risco de desastres naturais na Vila Medianeira. A metodologia de trabalho consistiu na revisão da literatura, de modo que contemplasse o estado da arte acerca dos temas perigo e vulnerabilidade, e sucedeu-se a elaboração de duas fichas cadastrais com a definição de graus (baixo, médio, alto e muito alto) para as duas variáveis. O estudo de risco, por sua vez, realizou-se a partir do cruzamento dessas informações cadastrais e permitiu a distinção de quatro graus de risco: baixo, médio, alto e muito alto. Ao total, foram cadastradas 70 edificações na Vila Medianeira, 27,15% apresentaram-se em situação de perigo baixo, 25,71% de perigo médio, 25,71% de perigo alto e 21,43% de perigo muito alto. Em relação a vulnerabilidade, 34,28% das edificações foram identificadas como de vulnerabilidade baixa, 32,86% de vulnerabilidade média, 20% de vulnerabilidade alta e 12,86% de vulnerabilidade muito alta. Para o risco aferiu-se que 35,71% das edificações se encontram em situação de risco baixo, 24,29% de risco médio, 15,71% de risco alto e 24,29% de risco muito alto. Com base nos dados, identificou-se os locais em que o risco é presente, assim sendo, necessárias ações de gestão e gerenciamento de risco de desastres naturais, seja por meio da mitigação da condição do perigo ou da vulnerabilidade dos sujeitos. Por fim, esta dissertação, visou contribuir com a temática de risco de desastres naturais a partir de uma metodologia de trabalho, assim como, com os sujeitos envolvidos que se inserem na área de estudo e com uma ferramenta que a prefeitura municipal de Faxinal do Soturno e Defesa Civil podem utilizar para gestão e gerenciamento de risco de desastres naturais no município.

Palavras-chave: Desastres Naturais. Área de Risco. Espaço Urbano. Movimento de Massa. Enxurrada.

ABSTRACT

STUDY OF RISK OF NATURAL DISASTERS IN VILA MEDIANEIRA - URBAN AREA OF FAXINAL DO SOTURNO - RS

AUTHOR: Igor da Silva Knierin
ADVISOR: Luís Eduardo de Souza Robaina

In urban areas, the process of use and occupation, associated with different socioeconomic factors and the lack of territorial planning, oftentimes, the occupation of areas susceptible to natural processes and characterize areas at risk of natural disasters. This is a recurring problem in Vila Medianeira, located in the urban area of the municipality of Faxinal do Soturno, in the central region of Rio Grande do Sul, Brazil. The study area is characterized by localized urban occupation at the base of a sloping hill and next to a fluvial course of first order, tributary of the river Soturno, factors that make the site susceptible to mass movements and flash floods. Thus, the study aimed to carry out a risk study of natural disasters in Vila Medianeira. The working methodology consisted of in the literature review, so that they contemplate the state of the art on the subjects hazard and vulnerability, and the creation of two registration form with the definition of degrees (low, medium, high and very high) for the two variables. The risk study, on the other hand, was carried out from the crossing of this cadastral information and allowed the distinction of four degrees of risk: low, medium, high and very high. In total, 70 buildings were registered in Vila Medianeira, 27.15% were in low hazard situation, 25.71% medium hazard, 25.71% high hazard and 21.43% very high hazard. Concerning the vulnerability, 34.28% of the buildings were identified as low vulnerability, 32.86% medium vulnerability, 20% high vulnerability and 12.86% very high vulnerability. For the risk it was verified that 35.71% of the buildings are at low risk, 24.29% medium risk, 15.71% high risk and 24.29% very high risk. Based on the data, identified where the risk is present, therefore, necessary actions of management of the risk of natural disasters, either by mitigating the condition of the hazard or the vulnerability of the persons. Finally, this dissertation aims to contribute to the thematic of natural disaster risk based on a methodology of work, as also, with the persons involved in the study area and with a tool that the city hall of Faxinal do Soturno and Civil Defense can use for management of risk of natural disasters in the municipality.

Keywords: Natural Disasters. Risk Area. Urban Space. Mass Movement. Flash Flood.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização da área de estudo ao norte da área urbana do município de Faxinal do Soturno - RS - Brasil.....	31
Figura 2 - Relação do sistema social e de um evento natural que dará origem ao <i>hazard</i>	42
Figura 3 - Os riscos ambientais e suas ramificações.....	50
Figura 4 - Movimento de massa do tipo rastejo.....	54
Figura 5 - Movimentos de massa do tipo escorregamento.....	55
Figura 6 - Movimentos de Massa do tipo queda.....	56
Figura 7 - Perfil esquemático do processo de inundação e cheia ou enchente.....	60
Figura 8 - Hidrógrafa com diferenças entre inundação gradual e brusca.....	62
Figura 9 - Hidrologia na superfície em função da declividade.....	67
Figura 10 - Combinação dos perfis e planos de curvatura das vertentes.....	69
Figura 11 - Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa.....	79
Figura 12 - Mapa dos municípios que pertencem a Microrregião de Restinga Sêca - Rio Grande do Sul.....	99
Figura 13 - Visão oblíqua da área urbana do município de Faxinal do Soturno - RS.....	101
Figura 14 - Mapa que retrata a expansão da área urbana do município de Faxinal do Soturno - RS e localiza a área de estudo.....	101
Figura 15 - Cenários (A, B, C, D, E e F) da organização espacial na Vila Medianeira, área urbana de Faxinal do Soturno - RS.....	102
Figura 16 - Mapa geomorfológico do município de Faxinal do Soturno - RS.....	104
Figura 17 - Mapa geológico do município de Faxinal do Soturno - RS.....	105
Figura 18 - Área de descontinuidade com a presença de depósitos de tálus e colúvio e vegetação densa, localizada ao norte da área urbana de Faxinal do Soturno - RS.....	106
Figura 19 - Mapa da rede fluvial do município de Faxinal do Soturno - RS.....	107
Figura 20 - Mapa hipsométrico do município de Faxinal do Soturno - RS e recorte da área de estudo.....	108
Figura 21 - Mapa de declividade do relevo do município de Faxinal do Soturno - RS, localização do perfil topográfico A-B e recorte da área de estudo.....	110
Figura 22 - Perfil topográfico A-B, localizado na Vila Medianeira ao norte da área urbana de Faxinal do Soturno - RS.....	111
Figura 23 - Mapa de processos superficiais que ocasionam danos da Vila Medianeira.....	112
Figura 24 - Mapa de perigo de processos que ocasionam danos, com área suscetível a enxurradas e cicatrizes de movimentos de massa na Vila Medianeira.....	114
Figura 25 - Situações de perigo baixo na Vila Medianeira (A, B e C).....	117
Figura 26 - Situações de perigo médio na Vila Medianeira (A, B e C).....	118
Figura 27 - Situações de perigo alto na Vila Medianeira (A, B e C).....	119
Figura 28 - Situação (I) de perigo alto em área com (re)ocorrência de enxurradas (A - área em situação normal; B - área quando ocorreu evento que ocasionou danos).120	
Figura 29 - Situação (II) de perigo alto em área de corte com intervenções estruturais.....	121
Figura 30 - Situação (III) de perigo alto em área próxima ao vale declivoso e intervenções de corte, aterro, descarte de lixo, lançamento de águas servidas e inserção de espécies exóticas (A, B e C).....	122

Figura 31 - Situação (IV) de perigo alto com intervenções antrópicas de corte e aterro suscetível a escorregamentos (A e B).	123
Figura 32 - Situação (V) de perigo alto em área próxima à base da encosta declivosa, com cortes e presença de árvores de grande porte isoladas (A, B e C).	124
Figura 33 - Situações de perigo muito alto na Vila Medianeira (A, B e C).	125
Figura 34 - Situação (I) de perigo muito alto em área com presença de cortes e aterros suscetível a escorregamentos.	126
Figura 35 - Situação (II) de perigo muito alto em área onde ocorreu processo de escorregamento rotacional (A e B).	127
Figura 36 - Situações (III) de perigo muito alto na qual observou-se rachaduras nas edificações, ocupação próxima a base da encosta, presença de cortes e aterros e de árvores de grande porte isoladas (A, B, C, D, E, F e G).	128
Figura 37 - Situação (IV) de perigo muito alto em setor de reincidência de enxurradas e intervenções antrópicas de corte e aterro (A, B, C, D e E).	129
Figura 38 - Mapa da vulnerabilidade dos sujeitos em áreas de perigo da Vila Medianeira.	132
Figura 39 - Situações de vulnerabilidade baixa (A, B, e C).	135
Figura 40 - Situações de vulnerabilidade média (A, B e C).	136
Figura 41 - Situações de vulnerabilidade alta (A, B e C).	137
Figura 42 - Situações de vulnerabilidade muito alta (A, B e C).	138
Figura 43 - Mapa de risco de desastres naturais da Vila Medianeira.	141
Figura 44 - Situações de risco baixo na Vila Medianeira (A, B, C, D, E e F).	145
Figura 45 - Situações de risco médio na Vila Medianeira (A, B, C, D, E e F).	146
Figura 46 - Situações de risco alto na Vila Medianeira (A, B, C, D, E e F).	148
Figura 47 - Situações de risco muito alto na Vila Medianeira (A, B, C, D, E, F, G, H, I e J).	150

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantificação do cadastro de perigo na Vila Medianeira.	116
Tabela 2 - Quantificação do cadastro da vulnerabilidade na Vila Medianeira.	134
Tabela 3 - Quantificação do cadastro de risco de desastres naturais na Vila Medianeira.....	144

LISTA DE GRÁFICOS

Gráficos 1 - Porcentagem de distribuição dos desastres naturais registrados no Brasil no período entre 1960-2016.....	39
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definições de desastre apresentadas por diferentes autores.	36
Quadro 2 - Classificação de desastres segundo a Cobrade.	37
Quadro 3 - Classificação de perigo, baseado na UNISDR (2004).....	43
Quadro 4 - Classificações de movimentos de massa propostas por Freire (1965), Guidicini e Niebli (1984), IPT (1991) e Augusto Filho (1992).	52
Quadro 5 - Principais tipos de movimentos de massa em encostas.	53
Quadro 6 - Diferenças conceituais de inundação, enchente ou cheia, enxurrada ou inundação brusca e alagamento.	59
Quadro 7 - Síntese de indicadores condicionantes para processos que ocasionam danos apresentados por diferentes autores.	83
Quadro 8 - Ficha de cadastro de perigo para processos que ocasionam danos para Vila Medianeira, área urbana de Faxinal do Soturno - RS.	88
Quadro 9 - Metodologia para o cálculo do perigo.....	89
Quadro 10 - Graus de perigo de processos que ocasionam danos.	90
Quadro 11 - Síntese de indicadores de vulnerabilidade apresentados por diferentes autores.	91
Quadro 12 - Ficha de cadastro de vulnerabilidade para Vila Medianeira, área urbana de Faxinal do Soturno - RS.	94
Quadro 13 - Metodologia para o cálculo da vulnerabilidade.	95
Quadro 14 - Graus de vulnerabilidade.	96
Quadro 15 - Matriz de cruzamento para obtenção dos graus de risco.....	97
Quadro 16 - Graus de risco de desastres naturais.....	97
Quadro 17 - Síntese das informações cadastrais de perigo na Vila Medianeira.	115
Quadro 18 - Síntese das informações cadastrais da vulnerabilidade na Vila Medianeira.....	133
Quadro 19 - Síntese das informações cadastrais de perigo, vulnerabilidade e risco na Vila Medianeira.....	142

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CODAR	Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EIRD	Estratégia Internacional para Redução de Desastres
GPS	Global Position System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo
km	Quilômetro
km ²	Quilômetro Quadrado
LAGEOLAM	Laboratório de Geologia Ambiental
m	Metro
MDE	Modelo Digital de Elevação
MUNIC	Pesquisa de Informações Básicas Municipais
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PPG GEO	Programa de Pós-Graduação em Geografia
RADAR	Radio Detection and Ranging
RS	Rio Grande do Sul
SEDEC	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UNISDR	United Nations System for Disaster Risk Reduction

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	29
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	35
2.1	DESASTRES NATURAIS.....	35
2.2	SUSCETIBILIDADE.....	40
2.3	PERIGO, AMEAÇA OU <i>HAZARD</i>	41
2.4	VULNERABILIDADE	45
2.5	RISCO	47
2.6	PROCESSOS NATURAIS POTENCIALIZADORES DE RISCO.....	51
2.6.1	Processos de dinâmica gravitacional de encosta - movimentos de massa	51
2.6.2	Processos de dinâmica fluvial	58
2.6.3	Fatores condicionantes de processos que ocasionam danos	63
2.7	ESPAÇO URBANO E A OCUPAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO.....	73
2.8	GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS...	75
3	METODOLOGIA	79
3.1	MATERIAIS E BANCO DE DADOS.....	80
3.2	TRABALHO DE CAMPO	81
3.3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	81
3.4	CADASTRO DE PERIGO.....	83
3.5	CADASTRO DA VULNERABILIDADE.....	90
3.6	CADASTRO DE RISCO	96
4	RESULTADOS.....	99
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	99
4.2	PERIGO DE PROCESSOS SUPERFICIAIS CAUSADORES DE DANOS...	113
4.3	VULNERABILIDADE DOS SUJEITOS EM ÁREAS DE PERIGO.....	130
4.4	RISCO DE DESASTRES NATURAIS.....	139
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	153
	REFERÊNCIAS.....	155

1 INTRODUÇÃO

A Geografia é definida como uma ciência que estuda as relações entre o homem e a natureza. Nesse contexto, é plausível a essa área do conhecimento a abordagem do tema desastres naturais, que conceitualmente representam as consequências de um fenômeno natural adverso que afeta um meio social, causando-lhes danos e consequências superiores à sua capacidade de se reestabelecer e conviver com os impactos.

No Brasil, os desastres naturais são significativos, em especial, no espaço urbano em áreas suscetíveis a processos naturais como movimentos de massa e inundações. Esses locais passaram a ser ocupados por comunidades, geralmente mais vulneráveis, em função de diferentes fatores socioeconômicos, o que reflete no processo de segregação residencial nas cidades e, por conseguinte, na gênese das áreas de risco.

A urbanização acentuou a desigualdade socioeconômica e territorial de alguns grupos populacionais, e isso ocasiona a exclusão dos sujeitos, principalmente em relação ao acesso a áreas seguras para habitar e à edificação de moradias de qualidade (SAITO, SORIANO e LONDE, 2015).

Áreas naturalmente suscetíveis a ocorrência de eventos naturais, como os movimentos de massa nas encostas e inundações próximas aos cursos fluviais, oferecem um perigo quando ocupadas e, a partir disso uma situação de risco configura-se em função da probabilidade ou possibilidade de ocorrência de um processo destrutivo com registro de consequências sociais e/ou econômicas (NOGUEIRA, 2006).

Nesse sentido, processos que ocasionam danos dessa natureza passam a assumir, frequentemente, proporções catastróficas no espaço urbano das cidades, uma vez que as interferências antrópicas nas encostas naturais e nos cursos d'água, como também a densidade de ocupação dessas áreas, geram novas relações com os seus condicionantes naturais. Desse modo, emergem áreas de conflito socioambiental, bem como em locais com diferentes graus de risco de desastres naturais as comunidades que (re)produzem esses espaços.

No tocante a essa temática, ampliaram-se as pesquisas voltadas para o conhecimento e previsão de desastres naturais com a definição de áreas de risco. Tais estudos vêm sendo inspirados pelas elevadas perdas sociais e materiais

resultantes de eventos catastróficos, inclusive nos casos em que os processos naturais são potencializados por ações sociais (MAIA, 2002; TOMINAGA, 2015b).

A ocorrência/recorrência de desastres naturais de grande magnitude em diversos países fez com que a Organização das Nações Unidas (ONU) instituísse, em 2000, a Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD), com a finalidade de promover a sinergia e coordenar as atividades socioeconômicas, humanitárias e de desenvolvimento relacionadas à redução dos desastres no mundo (GREGORIO, SAITO e SAUSEN, 2015).

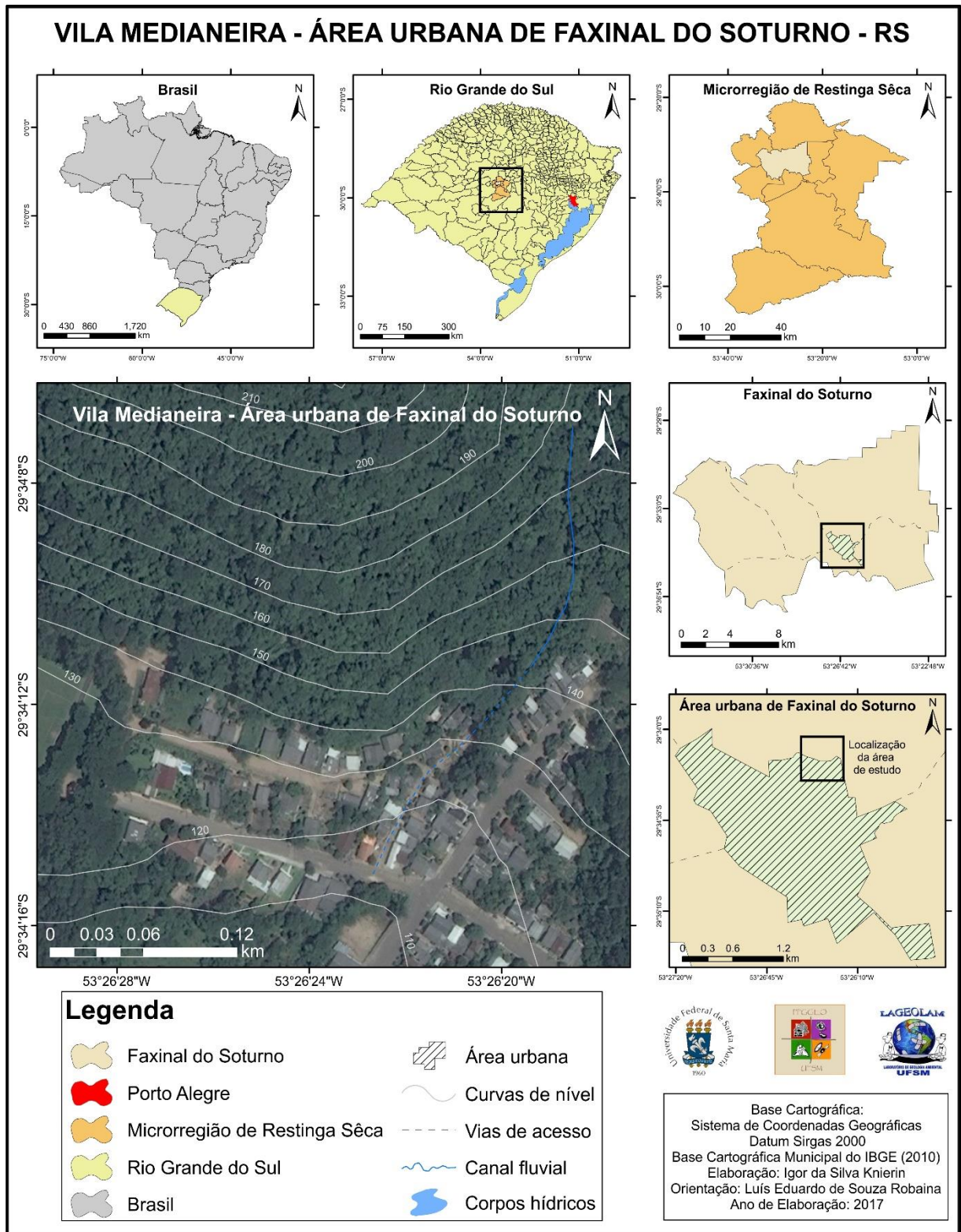
No Brasil, historicamente, as principais iniciativas de minimização das consequências geradas pelos desastres naturais foram realizadas na década de 1990, especialmente, por órgãos públicos municipais e estaduais. Entretanto, no decorrer dos últimos anos, com a finalidade de construir no Brasil uma prática em gestão de risco de desastres, e não somente a gestão de desastres, destaca-se a Lei nº 12.608 (2012) que instituiu uma Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC (NOGUEIRA, 2008; BRASIL, 2012a; OLIVEIRA e WIGGERS, 2013; GREGORIO, SAITO e SAUSEN, op. cit.).

Integrado a esse tema, apresenta-se a área de estudo dessa pesquisa que se localiza ao norte da área urbana do município de Faxinal do Soturno - RS, na Microrregião de Restinga Sêca, região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, a aproximadamente 275,6 km da capital do estado Porto Alegre, de acordo com a Figura 1.

A área de estudo corresponde a um recorte do espaço urbano do município de Faxinal do Soturno denominado Vila Medianeira que se caracteriza por apresentar uma encosta naturalmente suscetível a movimentos de massa e inundações bruscas ou enxurradas. Nesse local, a ocupação urbana se localiza na base de uma encosta declivosa e junto a um curso fluvial de primeira ordem, tributário do rio Soturno. A ação antrópica desempenha diferentes formas de intervenção na área de estudo (cortes, aterros, retirada da cobertura vegetal, lançamento de águas servidas, etc.), o que condiciona e agrava a potencialidade para ocorrência de desastres naturais, e em razão da vulnerabilidade dessa comunidade caracteriza o local como uma área de risco de desastres naturais.

A pesquisa apresenta como problema a seguinte questão: Existe risco de desastres naturais na Vila Medianeira - área urbana de Faxinal do Soturno - RS?

Figura 1 - Localização da área de estudo ao norte da área urbana do município de Faxinal do Soturno - RS - Brasil.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Como justificativa para o desenvolvimento da pesquisa corrobora-se que em diferentes oportunidades foi necessário o decreto de Situação de Emergência¹ (2009, 2010, 2013, 2015 e 2017) por parte do município em questão para atender os acontecimentos pós-desastres na área de estudo, como também a realocação de sujeitos da comunidade e desocupação de uma residência que ficou comprometida no local. Agregado a isso, existe a colaboração do Laboratório de Geologia Ambiental (LAGEOLAM/UFSM) junto a Defesa Civil municipal de Faxinal do Soturno para análise das condições de risco de desastres naturais na área de estudo, na qual existe a necessidade de um estudo de risco com a finalidade de servir como ferramenta para contribuir com as ações do município para a gestão e gerenciamento de risco de desastres naturais.

Desse modo, essa pesquisa apresenta como objetivo geral: Estudar o risco de desastres naturais na Vila Medianeira - área urbana de Faxinal do Soturno - RS. Para atender a isso, destacam-se como objetivos específicos:

- Analisar os parâmetros que indicam perigo ou ameaça a ocorrência de processos superficiais que ocasionam danos.
- Determinar a vulnerabilidade dos sujeitos em áreas de perigo.
- Identificar diferentes graus de risco para ocorrência de movimentos de massa e inundações bruscas ou enxurradas.

Para a apresentação das informações dessa pesquisa a dissertação foi segmentada em cinco capítulos:

No primeiro capítulo, introdução, buscou-se apresentar o tema tratado, como também, sua problematização e justificativa, apresentação da área de estudo, objetivos geral e específicos.

O segundo capítulo, revisão bibliográfica, apresenta os conceitos fundamentais da pesquisa delimitados em: desastres naturais; suscetibilidade; perigo, ameaça ou *hazard*; vulnerabilidade; risco; processos naturais potencializadores de risco; espaço urbano e a ocupação de áreas de risco; e gestão e gerenciamento de risco de desastres naturais.

O terceiro capítulo, metodologia, expõe os procedimentos que nortearam o desenvolvimento da pesquisa e foi segmentado em: materiais e banco de dados;

¹ “Situação anormal, decretada em razão de desastre, que embora não excedendo a capacidade inicial de resposta do município ou do estado atingido, requer auxílio complementar do estado ou da União para as ações de socorro e de recuperação” (BRASIL, 2012b, p. 3).

trabalho de campo; caracterização da área de estudo; cadastro de perigo; cadastro da vulnerabilidade; e cadastro de risco.

O quarto capítulo, resultados, é estruturado em quatro itens, caracterização da área de estudo, perigo de processos superficiais causadores de danos, vulnerabilidade dos sujeitos em áreas de perigo e por fim risco de desastres naturais. Nesse capítulo, busca-se apresentar e discutir de maneira sequencial os mapeamentos e análises desenvolvidos sobre os respectivos temas na área de estudo.

Por fim, no quinto capítulo, considerações finais, são apresentadas as ponderações e considerações acerca da pesquisa desenvolvida.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, busca-se apresentar os principais conceitos que fundamentaram e subsidiaram o desenvolvimento da pesquisa. Dessa forma, estruturou-se o capítulo em oito unidades: desastres naturais; suscetibilidade; perigo, ameaça ou *hazard*; vulnerabilidade; risco; processos naturais potencializadores de risco; espaço urbano e a ocupação de áreas de risco; e gestão e gerenciamento de risco de desastres naturais.

2.1 DESASTRES NATURAIS

Os desastres naturais podem ser compreendidos como o resultado do impacto de fenômenos naturais extremos ou intensos sobre um sistema social. Dessa forma, ocasionam danos e prejuízos que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade atingida em conviver com o impacto (TOBIN e MONTZ, 1997; MARCELINO, 2008; NUNES, 2015; TOMINAGA, 2015b).

Ao longo do tempo, ocorrem no globo terrestre processos físicos de diferentes intensidades que fazem parte de sua dinâmica natural, como, por exemplo, movimentos de massa, terremotos, erupções vulcânicas e inundações. Esses processos sempre ocorreram, independentemente das ações antrópicas. Entretanto, quando existe a interação desses processos com um meio social, causando prejuízo às atividades econômicas, ambientais ou humanas, acontecem os desastres naturais. Por “natural” indica que a força motriz dos processos provém de um ou mais componentes geológico, hidrológico, climatológico e meteorológico. Já os impactos ocasionados podem ser acentuados por fatores socioeconômicos, como a falta de planejamento urbano e de políticas públicas efetivas para a prevenção de desastres (SAITO, SORIANO e LONDE, 2015).

Além da intensidade desses processos naturais, destaca-se também o acelerado processo de urbanização verificado nas últimas décadas, nas diferentes regiões do mundo e inclusive no Brasil. Isso acarretou no crescimento das cidades, muitas vezes em áreas impróprias à ocupação, o que converge no aumento das situações de perigo e de risco a desastres naturais (TOMINAGA, op. cit.).

Conforme Saito, Soriano e Londe (2015) os desastres naturais podem ser caracterizados e conceituados de várias formas, em função das diferentes linhas de pensamento a respeito do tema, o que pode ser observado a partir do Quadro 1.

Quadro 1 - Definições de desastre apresentadas por diferentes autores.

Autor(es)	Definição de desastre
Porfiriev (1998)	Um estado ou condição desestabilizante do sistema social que se manifesta como mau funcionamento ou ruptura de conexões e comunicações entre seus elementos ou unidades sociais (comunicações, grupos sociais e individuais); destruição/demolição parcial ou total; ou sobrecargas físicas e psicológicas sofridas por alguns desses elementos. Torna-se necessário tomar medidas extraordinárias ou emergenciais para recuperar o estado de estabilidade.
Castro (1999, p. 2)	"Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado".
Butzke e Mattedi (2001)	Um acontecimento ou série de acontecimentos que altera o modo de funcionamento rotineiro de uma sociedade. Esses acontecimentos são provocados por grande variedade de agentes naturais ou criados pelo homem.
Valencio (2005)	A concretização do risco, isto é, uma interação deletéria entre um evento natural ou tecnológico e a organização social, que coloca em disrupção as rotinas de um lugar e gera elevados custos (temporais, materiais e psicossociais) de reabilitação e reconstrução.
UNISDR (2009, p. 9)	"Uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou sociedade, envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou sociedade afetada de arcar com seus próprios recursos".
Nunes (2009)	Forte modificação e, por vezes, ruptura do funcionamento do território. É o ápice de um processo contínuo, revelando desequilíbrio brusco e significativo entre as forças compreendidas pelo sistema natural e as forças do sistema social, o que sublinha que suas consequências podem estar mais relacionadas às formas como se dá a ocupação do espaço pela sociedade do que à magnitude do fenômeno desencadeado.
EM-DAT (s.d.a)	Situação ou evento que supera a capacidade local, sendo necessário um pedido de assistência externa em nível nacional ou internacional.

Fonte: Adaptado de Saito, Soriano e Londe (2015, p. 25).

No Brasil, ao longo da história, a temática dos desastres naturais encontra-se associada às ações de resposta as emergências. Em função disso, a Defesa Civil sempre desempenhou no país papel importante no desenvolvimento de material técnico e termos legais, embora sua atuação não restringisse apenas a resposta e reconstrução. Nesse sentido, em termos de classificação de desastres naturais, até o ano de 2012 a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) adotava a Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos (CODAR). Posteriormente, com a finalidade de aproximar a classificação brasileira de desastres naturais as normas

internacionais, a CODAR foi substituída pela Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) (Quadro 2), que teve como base a classificação adotada pelo *Emergency Events Database (EM-DAT)* (SAITO, SORIANO e LONDE, 2015).

Quadro 2 - Classificação de desastres segundo a Cobrade.

Classificação		
	Grupo	Subgrupo
Desastres Naturais	Geológico	Terremoto
		Emanação vulcânica
		Movimento de massa
		Erosão
	Hidrológico	Inundações
		Enxurradas
		Alagamentos
	Meteorológico	Sistemas de grande escala/escala regional
		Tempestades
		Temperaturas extremas
	Climatológico	Seca
	Biológico	Epidemia
Infestações/pragas		
Desastres Tecnológicos	Desastres relacionados a substâncias radioativas	Desastres siderais com riscos radioativos
		Desastres com substâncias e equipamentos radioativos de uso em pesquisas, indústrias e usinas nucleares
		Desastres relacionados com riscos de intensa poluição ambiental provocada por resíduos radioativos
	Desastres relacionados a produtos perigosos	Desastres em plantas e distritos industriais, parques e armazenamentos com extravasamento de produtos perigosos
		Desastres relacionados à contaminação da água
		Desastres relacionados a conflitos bélicos
		Desastres relacionados a transporte de produtos perigosos
	Desastres relacionados a incêndios urbanos	Incêndios urbanos
	Desastres relacionados a obras civis	Colapso de edificações
		Rompimento/colapso de barragens
	Desastres relacionados a transporte de passageiros e cargas não perigosas	Transporte rodoviário
		Transporte ferroviário
		Transporte aéreo
		Transporte marítimo
		Transporte aquaviário

Fonte: Adaptado de Brasil (2012a).

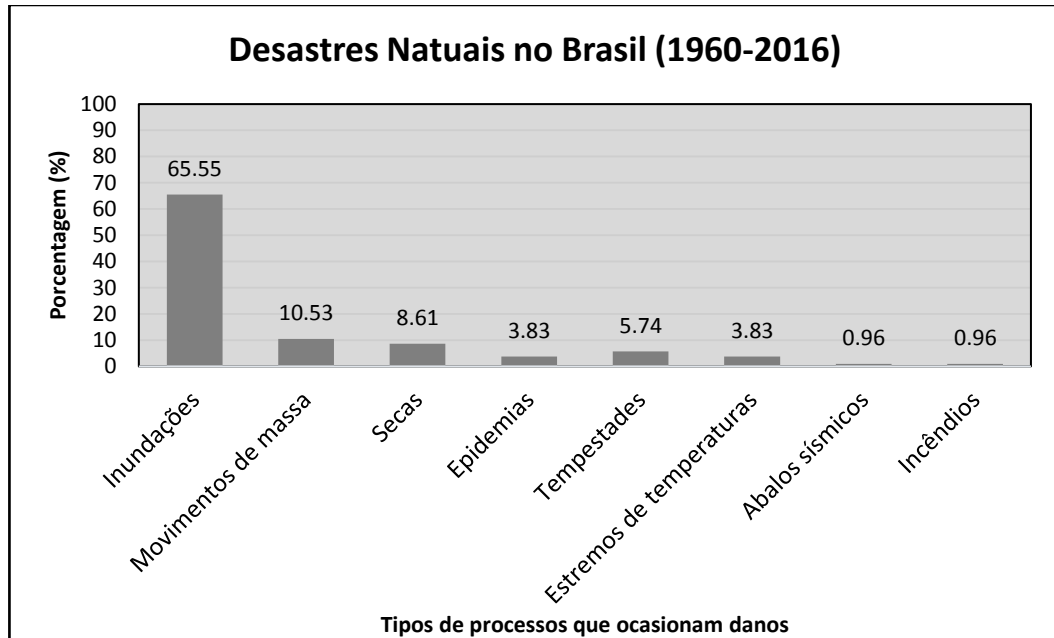
Por sua vez, o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) classifica os desastres em quatro categorias: em relação a sua origem, periodicidade, evolução e intensidade. Quanto a origem os desastres podem ser naturais e tecnológicos. Em relação a sua periodicidade podem ser classificados em esporádicos; e cíclicos ou sazonais. Já com relação a sua evolução em desastres súbitos ou de evolução aguda; e desastres graduais ou de evolução crônica. Por fim, em relação a sua intensidade em dois níveis, com nível I, relativo a desastres de média intensidade; e nível II com desastres de grande intensidade (SEDEC, 2012).

Dados sobre desastres naturais no Brasil podem ser obtidos na Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), realizada pelo IBGE em 2002 e publicada em 2005. Essa pesquisa, apresenta a ótica do gestor municipal, e retrata que no Brasil os maiores desastres relacionam-se a inundações, movimentos de massa e erosão, e que esses processos estão fortemente associados à degradação de áreas frágeis, potencializada pelo desmatamento e formas de ocupação irregular (MAFFRA e MAZZOLA, 2007).

Em termos de números no Brasil, de acordo com os dados da EM-DAT (s.d.b) (Gráfico 1), obtidos em uma escala temporal de 1960 a 2016, as inundações e os movimentos de massa representam importante histórico em relação aos desastres naturais no território nacional. Juntos correspondem a 76,08% do total dos incidentes ocorridos, sendo que os dois apresentaram a maior recorrência e deixaram a marca de 24.399.588 pessoas afetadas e de 9.445 óbitos.

Frente a isso, corrobora-se a importância de estudos que contribuam para o gerenciamento das áreas de risco de desastres naturais, com a finalidade de se obter melhores êxitos nessa questão. O território brasileiro é marcado por sua suscetibilidade natural para gênese de processos que ocasionam danos, em razão das características do clima e geomorfologia. No entanto, os elevados números associados a desastres naturais como processos de inundações e movimentos de massa, respondem na maioria das vezes a forma de ocupação conflituosa do espaço geográfico nas cidades, em áreas de suscetibilidade natural a processos dessa natureza e por populações de alta vulnerabilidade.

Gráficos 1 - Porcentagem de distribuição dos desastres naturais registrados no Brasil no período entre 1960-2016.



Fonte: EM-DAT (s.d.b); elaborado pelo autor (2017).

Quanto a delimitação conceitual, na presente pesquisa, entende-se por desastre natural a ocorrência de um evento adverso que atue sobre um meio social ocasionando danos, e de maneira que ele não possua capacidade de se reestabelecer ou conviver com as consequências da perturbação. Ainda, adota-se a terminologia desastre natural em relação aos eventos e processos que ocasionam danos, como de dinâmica gravitacional de encostas e dinâmica fluvial que, por sua vez, causam um efeito negativo sobre uma comunidade ou população.

Por fim, associado a esse tema, é necessário a discriminação conceitual dos termos suscetibilidade, perigo, vulnerabilidade e risco, os quais serão tratados nos itens seguintes dessa revisão bibliográfica. No viés dos processos que podem ocasionar os desastres naturais, também serão abordados, a partir do item processos naturais potencializadores de risco, segmentando-se em processos de dinâmica gravitacional de encosta (movimentos de massa) e processos de dinâmica fluvial, como também seus fatores condicionantes.

2.2 SUSCETIBILIDADE

O estudo de áreas suscetíveis a desastres naturais apresenta como finalidade a indicação dos locais que, em razão de diferentes fatores e condicionantes naturais e/ou induzidos, estão associados a ocorrência de processos de dinâmica natural, sejam movimentos de massa, inundações, enxurradas, erosão de solos, entre outros.

Guidicini e Nieble (1984) adotam a terminologia “agentes predisponentes”, o que corresponde ao conjunto de condições geológicas, topográficas e ambientais da área onde se desenvolve o processo que ocasiona dano. Nesse sentido, atribuem-se as condições naturais dadas pelas características intrínsecas dos materiais, sem a ação antrópica. Os autores também fazem referência aos “agentes efetivos”, que se caracterizam pelo conjunto de fatores diretamente responsáveis pelo desencadeamento dos processos, dentre os quais está incluso a ação antrópica.

Conforme o Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT (BRASIL, 2007) a suscetibilidade pode ser compreendida como a predisposição a um evento de uma dada área, e indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em áreas de interesse ao uso e ocupação do solo, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência.

Pfaltzgraff (2007), discrimina que a suscetibilidade pode ser diferenciada em natural e/ou induzida. Enquanto a suscetibilidade natural serve como ferramenta para o planejamento da ocupação de áreas ainda livres e apresenta, portanto, um caráter eminentemente preventivo. A suscetibilidade induzida, por sua vez, é determinada para áreas já urbanizadas, onde as atividades humanas alteraram extensivamente o terreno e, conseqüentemente, a suscetibilidade natural.

Segundo Brito (2014), a avaliação da suscetibilidade é essencial para o planejamento territorial, pois a partir da mesma é possível ponderar vantagens e/ou desvantagens da ocupação de diferentes áreas e identificar o tipo de ocupação mais apropriado às condições de cada uma. Ainda segundo a autora, a suscetibilidade constitui-se no primeiro passo para a avaliação de risco, indicando os locais onde devem ser realizados mapeamentos mais detalhados.

Integrado a isso, podem ser adotadas diferentes metodologias para tentativa de previsão de processos que ocasionam danos, ou seja, avaliação da suscetibilidade, conforme retratado na literatura, e elencados a partir de quatro grupos: I) análise da distribuição dos processos no campo; II) análise baseada em mapeamentos

geomorfológicos e/ou geotécnicos; III) aplicação de modelos com bases estatísticas; e IV) aplicação de modelos matemáticos (MONTGOMERY e DIETRICH, 1994; FERNANDES et al., 2001; GUIMARÃES et al., 2008).

Quando se aborda a temática dos desastres naturais, geralmente são realizados estudos de suscetibilidade de ocorrência dos processos que potencializam danos. Isso ocorre, em função da escala de abordagem dos estudos de caso, como também a disponibilidade de informações primárias para o desenvolvimento dos mesmos, ou ainda são utilizados como uma primeira aproximação aos processos naturais das áreas para estudos mais complexos como de risco.

Dessa forma, para o estudo de risco de desastres naturais na Vila Medianeira a avaliação da suscetibilidade é indicada a partir da caracterização física da área de estudo, integrada ao registro de eventos pretéritos e tem o propósito de subsidiar posteriormente a identificação das áreas de perigo aos processos superficiais causadores de danos.

2.3 PERIGO, AMEAÇA OU HAZARD

Integrado ao tema desastres naturais, o conceito de perigo (do inglês *hazard*), muitas vezes, não é tratado como unanimidade quanto a sua definição entre os pesquisadores, o que é resultado da formação e/ou concepção metodológica do autor, como também a tradução equivocada do termo em inglês “*hazard*” para os demais idiomas. Dessa forma, entende-se a necessidade da definição de um conceito de perigo para a presente pesquisa.

No Glossário de Defesa Civil (CASTRO, 1998) o perigo é observado com equivalência a ameaça, em que condiz uma tendência moderna de substituição deste primeiro pelo segundo. De maneira conceitual, é definido como condição potencial ou real que pode vir a causar morte, ferimento ou dano à propriedade, ou seja, atingir a um meio social.

Ao tratar a Geografia dos riscos, Castro (2000, s.p.) apresenta no idioma espanhol o conceito de *peligro* como um equivalente ao aqui tratado como perigo, ameaça ou *hazard*. Para a autora é “[...] *un evento capaz de causar pérdidas de gravedad en donde se produzca*”, e que processos como “[...] *inundaciones, sequías, tormentas, terremotos, erupciones volcánicas, huracanes y otros, son fenómenos naturales, que solo se convierten en peligros si ocurren donde vive la gente*”.

Conforme Mattedi e Butzke (2001), um *hazard* é composto de uma dimensão natural e outra social, ou seja, constitui uma ameaça a sociedade. Dessa forma, pode-se dizer que o *hazard* existe somente por que as atividades humanas se encontram expostas as forças naturais (Figura 2).

Figura 2 - Relação do sistema social e de um evento natural que dará origem ao *hazard*.



Fonte: Adaptado de Tobin e Montz (1997, p. 5).

O Ministério das Cidades, juntamente com o IPT definem que o perigo (*hazard*), pode ser compreendido como a condição ou fenômeno que apresenta potencial para causar uma consequência desagradável (BRASIL, 2007).

A UNISDR (2009), em seu relatório mais recente, define *hazard* como:

A dangerous phenomenon, substance, human activity or condition that may cause loss of life, injury or other health impacts, property damage, loss of livelihoods and services, social and economic disruption, or environmental damage (UNISDR, 2009, p. 17).

Em conformidade a isso, Tominaga (2015a) baseando-se em uma revisão conceitual, define perigo ou *hazard* como à possibilidade de um processo ou fenômeno natural potencialmente danoso que pode ocorrer em um determinado local e em um período de tempo especificado.

Já Veyret (2015, p. 24) conceitua o *hazard* como equivalente a “álea”, diferentemente de perigo. Sendo assim, a álea corresponde a um “acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico e sua probabilidade de realização [...]”. Enquanto o termo perigo é empregado “[...] para

definir as consequências objetivas de uma álea sobre um indivíduo, um grupo de indivíduos [...]”.

Castro (2000) segmenta o entendimento do vocábulo de perigo hierarquizando-o em três categorias, sendo elas: perigo natural (*peligro natural*), antrópico (*peligro antrópico*) e ambiental (*peligro ambiental*). Nesse contexto, o perigo natural apresenta a própria natureza como responsável por causar os danos; enquanto o perigo antrópico apresenta o homem como gerador dos danos; e por fim, o perigo ambiental caracterizado pela combinação dos perigos natural e antrópico.

Já a UNISDR (2004), apresenta o conceito de perigo segmentado quanto a sua natureza em perigo natural (*natural hazard*) e perigo tecnológico (*technological hazard*), sendo ainda que o primeiro pode ser individualizado quanto a sua origem em perigo geológico, perigo hidrometeorológico e perigo biológico, conforme é apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação de perigo, baseado na UNISDR (2004).

PERIGOS NATURAIS (NATURAL HAZARDS)	
Processos ou fenômenos que ocorrem na biosfera e que podem constituir-se em um evento danoso.	
Origem	Exemplos de fenômenos
<p>Perigos geológicos Processos ou fenômenos naturais que podem ser de origem endógena ou exógena.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Terremotos, tsunamis; - Atividade e emissões vulcânicas; - Movimentos de massa, escorregamentos, queda de blocos rochosos, liquefação; - Colapso superficial, atividade de falha geológica.
<p>Perigos hidrometeorológicos Processos ou fenômenos naturais de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inundações/enchentes, corridas de lama/detritos; - Ciclones tropicais, tempestades marinhas, ventanias, chuvas de tempestades, nevasca, relâmpagos; - Secas, desertificação, fogo, temperaturas extremas, tempestade de areia; - <i>Permafrost</i>, avalanches de neve.
<p>Perigo biológico Processo de origem biológica ou aqueles transmitidos por vetores biológicos, incluindo exposição aos microrganismos patogênicos, tóxicos e substâncias bioativas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ecloração de doenças epidêmicas, contágios de plantas ou animais e de infestações extensivas.
PERIGO TECNOLÓGICO (TECHNOLOGICAL HAZARDS)	
Perigo associado com acidentes tecnológicos ou industriais, rompimento de infraestrutura ou atividades humanas que podem causar perda de vidas ou ferimentos a pessoa, danos às propriedades, rupturas socioeconômicas ou degradação ambiental. Exemplos: poluição industrial, radioativa, resíduo tóxico, queda de barragens, acidentes industriais, etc.	

Fonte: Adaptado de Tominaga (2015a, p. 150).

A partir da identificação das áreas de perigo, torna-se possível indicar locais sujeitos a determinados processos que podem ser mais ou menos severos e impactantes, em razão de alguns elementos e que ocupados podem causar danos em função de sua ocorrência (MENEZES, 2014).

Nesse sentido, o mapa de perigo representa a probabilidade espacial e temporal de ocorrer um processo ou um fenômeno com potencial de causar danos. Os métodos para avaliação de perigos são bastante diferenciados, uma vez que são condicionados ao tipo de processo e as características da área de estudo (TOMINAGA, 2015a).

Com base nessa revisão conceitual, entende-se a definição de perigo/ameaça (*hazard* ou ainda *peligro*), para a presente pesquisa como a possibilidade de (re)ocorrência de um evento adverso com potencial de causar danos sejam de ordem social, econômica, entre outros, a uma determinada população. Com isso, compreende-se que para a existência do perigo, é imprescindível a necessidade do fator social, ou seja, sujeitos que estejam submetidos a uma situação de perigo.

Diferentes autores apresentam a relevância de alguns elementos necessários para se abordar no estudo de perigo de movimentos de massa e inundações bruscas ou enxurradas, como: sinais de movimentação da encosta, uso e cobertura, distância da edificação ao local de perigo, lançamento/descarte de lixo/entulho, presença de feições erosivas e/ou indício de processo de erosão, concentração de água pluvial em superfície, sistema de drenagem superficial deficiente, lançamento de água servida e/ou vazamento de água/esgoto das tubulações, presença de blocos de rocha, declividade da encosta ou talude, presença de discontinuidades, perfil e plano de curvatura da encosta, área desmatada, presença de vegetação de grande porte isolada e cultivo de espécies exóticas (AUGUSTO FILHO e VIRGILI, 1998; ALHEIROS, 1998; CERRI e AMARAL, 1998; ZUQUETTE e NAKAZAWA, 1998; BANDEIRA, 2003; BIGARELLA, 2003; TOMINAGA, 2007; 2015c; BRASIL, 2007; CERRI et al.; 2007; GUIMARÃES et al., 2008; JULIÃO et al., 2009; FARIA, 2011; FERNANDES e AMARAL, 2012; LISTO e VIEIRA, 2012; RECKZIEGEL, 2012; NUMMER e PINHEIRO, 2013; WIGGERS, 2013; AMARAL e FEIJÓ, 2014; HENRIQUE, 2014; KORMANN, 2014; PAMPLONA e VALENTE, 2014; AVILA, 2015; RODRIGUES e LISTO, 2016).

Desse modo, para se mensurar os danos potenciais na Vila Medianeira foi proposto uma análise de situações de perigo com base nos respectivos elementos

apresentados. Nesse entendimento, propôs-se identificar e atribuir graus de perigo as áreas suscetíveis a processos que podem ocasionar danos. Para integrar o estudo de risco de desastres naturais, no próximo item é abordado a vulnerabilidade dos sujeitos em áreas de perigo.

2.4 VULNERABILIDADE

Os elementos em risco, sociedade e/ou estruturas físicas, podem se apresentar expostos de diferentes maneiras a um mesmo perigo ou ameaça. Essa realidade não está condicionada exclusivamente a condições econômicas, mas também a fatores culturais, sociais e ambientais próprios desses elementos. A partir disso, advém o entendimento do conceito de vulnerabilidade (SAITO, SORIANO e LONDE, 2015).

A UNISDR (2009, p. 30) define por vulnerabilidade (*vulnerability*) o conjunto de “[...] *characteristics and circumstances of a community, system or asset that make it susceptible to the damaging effects of a hazard*”.

Em nível nacional, o Ministério das Cidades e o IPT (BRASIL, 2007) a conceituam como o grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade que esteja situado em uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo.

Segundo Tominaga (2015a) a vulnerabilidade representa a totalidade de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, que potencializam o aumento da suscetibilidade de uma comunidade (elemento em risco) em sofrer com o impacto de perigos. Assim, corresponde tanto os aspectos físicos (resistência de construções e proteções da infraestrutura), como também fatores humanos (econômicos, sociais, políticos, técnicos, culturais, educacionais e institucionais).

Para Saito, Soriano e Londe (op. cit.), a vulnerabilidade remete a uma qualidade do momento, ou seja, uma condição atual, extremamente dinâmica. Tornar as populações menos vulneráveis é não apenas prover infraestrutura física, como melhorar a qualidade estrutural de suas moradias ou construir muros de contenção ou diques, mas também aumentar sua percepção de risco e resiliência para o enfrentamento de desastres naturais. Por resiliência, Nunes (2015, p. 14) entende “[...] o nível de mudança que um sistema pode suportar sem alterar seu estado, revelando

sua capacidade de se restabelecer e ainda melhorar sua reatividade perante ocorrências similares futuras”.

Veyret (2015, p. 24) define a vulnerabilidade como a relação da "magnitude do impacto previsível de uma álea sobre os alvos²". Ainda, mede “os impactos danosos do acontecimento sobre os alvos afetados” e “pode ser humana, socioeconômica e ambiental”.

Conforme a autora

[...] ser vulnerável é estar fisicamente exposto a uma álea (natural ou outra), é apresentar certa fragilidade diante do sinistro (em razão, por exemplo, de uma má qualidade das construções, de um desconhecimento da álea, de elevadas densidades humanas, da estrangulação de redes de serviços...). É, de igual modo, não ter em vista os meios disponíveis para enfrentar a crise que pode sobrevir. Ora, em inúmeros casos, o despreparo da população é a regra, a acessibilidade dos meios de socorro a certos bairros permanece insuficiente. Reduzir a vulnerabilidade não consiste em tentar reduzir a frequência da álea, o que é, em certos casos, totalmente impossível (terremotos, vulcanismo, inundações...) mas em diminuir os efeitos possíveis da crise por meio do conhecimento dos processos e pela instalação de dispositivos adequados (VEYRET, 2015, p. 43).

Inúmeros estudos que abordam a vulnerabilidade social diante dos riscos mostram que, na maioria das vezes, os processos de dinâmica natural que a comunidade está exposta é uniforme próximo de um curso fluvial ou de uma encosta, por exemplo, e sendo assim a suscetibilidade ao processo é similar ao longo de uma área abrangente. Entretanto, o acesso desse meio social aos serviços, recursos e informações varia em espaços muito menores: em um bairro, uma comunidade, um setor ou até mesmo em uma rua (AVILA, 2015).

Dessa forma, são as disparidades socioeconômicas das comunidades e dos locais, infraestruturas e governamentais que se deve considerar ao se trabalhar com a vulnerabilidade, uma vez que são elas que, de forma geral, as que mais influenciam na severidade de um desastre e, por conseguinte, no enfrentamento dos efeitos danosos provocados por ele (AVILA, op. cit.).

Frente a essa revisão conceitual, compreende-se a importância da variável vulnerabilidade acerca da temática dos desastres naturais e para o estudo de áreas de risco. Assim, entende-se por vulnerabilidade a capacidade seja ela

² Veyret (2015, p. 24) define alvos como “elementos ou sistemas que estão sob ameaça de aléas de natureza variada. Os alvos são pessoas, bens, equipamentos, meio ambientes. Ameaçados pela álea, esses diferentes elementos são suscetíveis de sofrer danos e prejuízos”.

socioeconômica, cultural, de estrutura física, infraestrutura urbana, entre outros, dos elementos em risco para atuarem diante de um evento adverso e se reestabelecerem no momento pós-desastre.

Para representar a vulnerabilidade diferentes autores destacam a relevância de alguns elementos necessários para se utilizar no estudo da vulnerabilidade, seja relacionado as características físicas da edificação e seu entorno, expressos por meio do tipo de material, obras estruturais de contenção, número de pavimentos, grau de acabamento e tamanho aproximado da edificação, como também a partir da infraestrutura urbana disponível no local, associados a forma do processo de ocupação, tipo de uso, a presença de rede de águas servidas/esgoto, de sistema de rede pluvial, densidade da ocupação e condições de acesso (CUTTER et al., 2003; PAPATHOMA e DOMINEY-HOWES, 2003; OLIVEIRA, 2004; PAPATHOMA-KÖHLE et al., 2007; ALMEIDA, 2010; KAPPES et al., 2011; RIGHI e ROBAINA, 2012; TRENTIN, ROBAINA e SILVEIRA, 2013; WIGGERS, 2013; KORMANN, 2014; HENRIQUE, 2014; MEDEIROS, 2014, GALVÃO, 2014, TRENTIN e DIAS, 2014; MENEZES, 2014; MATOS, 2014, PRINA, 2015; AVILA, 2015; SANTOS, 2015; AIMON, 2017).

Com base no que foi apresentado, analisou-se os itens características físicas das edificações e seus entornos, como também a infraestrutura urbana disponível, na Vila Medianeira com o fim de caracterizar a vulnerabilidade dos sujeitos, a qual foi expressa em diferentes graus. A partir disso, foi possível mensurar graus de risco de desastres naturais que essa comunidade está submetida.

2.5 RISCO

O risco de desastres naturais tem sido muito grande, em razão de práticas antrópicas que desconsideram as características físicas dos locais (NUNES, 2015). Integrado a isso, é adotado pelos geógrafos como uma situação, que traz consigo uma incerteza e insegurança, em função de estar suscetível à ocorrência de um perigo ou *hazard* (MARANDOLA JR. e HOGAN, 2004).

Dessa forma, pode ser entendido como a relação entre a possibilidade de que ocorram consequências prejudiciais ou danosas, em razão de um perigo ou *hazard* de um sistema em risco que, por sua vez vai corresponder com uma vulnerabilidade. Assim, considera-se o Risco (R) como uma função do Perigo (P), da Vulnerabilidade

(V) e do Dano Potencial (DP), que pode ser expresso de acordo com a Equação 1 (TOMINAGA, 2015a).

$$R = P \times V \times DP \quad (1)$$

Segundo Lourenço (2003) a noção de risco apresenta relação com “o perigo que se corre”, ou seja, o risco representa a probabilidade da ocorrência de um perigo. Dessa forma, corresponde a uma situação potencial que pode vir, ou não, a manifestar-se sobre uma comunidade.

A UNISDR (2004; 2009) define risco como sendo a probabilidade de consequências prejudiciais, ou danos esperados, como morte, ferimentos a pessoas e prejuízos econômicos, resultantes da interação entre perigos naturais ou induzidos pela ação antrópica e as condições de vulnerabilidade. Ou ainda, como a combinação da probabilidade de um evento e suas consequências negativas.

Na gestão de risco para municípios Nogueira (2006) apresenta que o risco representa a probabilidade de ocorrer um perigo, em um local e intervalo de tempo específicos com características determinadas o que, por sua vez, ocasiona consequências, em razão da vulnerabilidade dos elementos expostos, que pode ser modificado pelo grau de gestão. Nessa relação, o grau de gerenciamento de riscos atua como uma variável que possibilita a indicação de um grau menor ou maior para o risco, ou seja, ele se torna menor à medida que aumenta o gerenciamento de riscos.

O Ministério das Cidades e o IPT (BRASIL, 2007, p. 26) conceituam o risco como a “relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade”. Nessa relação, quanto maior a vulnerabilidade dos elementos em perigo, maior será o risco presente.

Conforme Zêzere (2007)

[...] a Perigosidade (*Hazard*), entendida como a probabilidade de ocorrência de um fenômeno com uma determinada magnitude (a que está associado um potencial de destruição), num determinado período de tempo e numa dada área; os Elementos em Risco, ou Elementos Vulneráveis, representados pela população, equipamentos, propriedades e actividades económicas que se encontram expostos no território e que são portadores de um determinado Valor; a Vulnerabilidade, correspondente ao grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos vulneráveis, resultante da ocorrência de um fenômeno (natural ou induzido pelo Homem) com determinada magnitude ou intensidade; e o Risco, entendido como a possibilidade de ocorrência, e a

respectiva quantificação em termos de custos, de consequências gravosas, económicas ou mesmo para a segurança das pessoas, em resultado do desencadeamento de um fenómeno natural ou induzido pela atividade antrópica (ZÉZERE, 2007, p. 60).

Veyret (2015, p. 30) define o risco “[...] como a representação de um perigo ou âlea (reais ou supostos) que afetam os alvos e que constituem indicadores de vulnerabilidade”. Nesse entendimento, a autora expõe ainda como a “percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele” (VEYRET, 2015, p. 24).

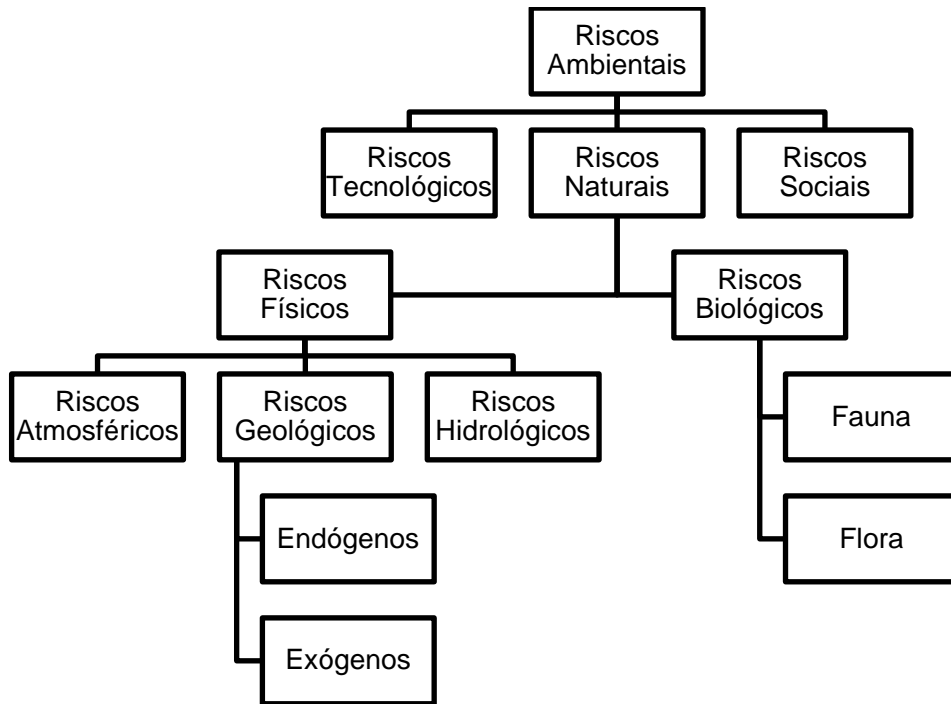
Quanto a classificação, os riscos podem ser discriminados de diferentes formas, a Defesa Civil (CASTRO, 1998) segmenta o conceito de risco em:

1. Medida de dano potencial ou prejuízo económico expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis.
2. Probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos.
3. Probabilidade de danos potenciais dentro de um período especificado de tempo e/ou ciclos operacionais.
4. Fatores estabelecidos, mediante estudos sistematizados, que envolvem uma probabilidade significativa de ocorrência de um acidente ou desastre.
5. Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente determinado se concretize e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos (CASTRO, 1998, p. 147).

Cerri e Amaral (1998), mencionam os riscos ambientais, os quais podem ser subdivididos em classes e subclasses, conforme é apresentado na Figura 3. Nesse contexto, destacam-se os riscos geológicos, classificados em riscos endógenos e exógenos, sendo que nesse último estão inclusos os movimentos de massa, e ainda os riscos hidrológicos, dentre os quais se inserem os processos de dinâmica fluvial.

Lourenço (2007) segmenta o conceito de risco em natural, antrópico e/ou misto. O natural refere-se ao risco em que os fenômenos que produzem os danos possuem sua origem na natureza, podendo segmentar-se em risco geofísico, climático, hidrológico e geomorfológico. Antrópico, sendo o risco em que o fenômeno causador apresenta sua gênese nas ações humanas, ramificando-se entre os riscos tecnológicos, sociais e biofísicos. Por fim, os riscos mistos, sendo aqueles, em que os fenômenos que o desencadeiam e provocam prejuízos possuem causas combinadas, ou seja, ocorrem por meio de condições naturais e ações antrópicas e segmentam-se em riscos mistos de componente atmosférica, geodinâmica e dendrocaustológico.

Figura 3 - Os riscos ambientais e suas ramificações.



Fonte: Adaptado de Cerri e Amaral (1998, p. 302).

Guerra e Guerra (2008) apresentam os riscos naturais, em que sua terminologia serve para caracterizar riscos causados por forças da natureza, mas que também podem ser alterados pela ação antrópica. Atribuído a esses riscos estão inclusos escorregamentos, erosão acelerada, inundações, entre outros. Segundo os autores, quanto maior for o grau de intervenção antrópica no meio ambiente, sem considerar os riscos naturais, maiores serão as possibilidades da ocorrência de catástrofes.

Veyret (2015, p. 63) retoma a terminologia riscos ambientais, mas também apresenta os riscos industriais e tecnológicos, e os riscos econômicos, geopolíticos e sociais. Segundo a autora, os riscos ambientais, “resultam da associação entre os riscos naturais e os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação do território”, nesse sentido, discriminam-se os riscos naturais e os riscos naturais agravados ou provados por ações antrópicas.

Com base na revisão conceitual apresentada, o conceito de risco atribuído a essa pesquisa remete a condição de ocorrência de um acidente potencializado por um perigo (*hazard*), causando danos e perturbação a um elemento em risco representado por uma comunidade ou meio social que é expressa por sua

vulnerabilidade. Essa relação atribuída ao perigo e vulnerabilidade permite indicar graus diferenciados de risco.

Dessa forma, para área de estudo, propõe-se identificar graus de risco com base no cruzamento de uma matriz obtida a partir do resultado das informações de perigo de processos causadores de danos e da vulnerabilidade da comunidade localizada em situação de perigo. Frente a isso, foi possível reconhecer o risco agregado aos processos potencializadores de danos e a comunidade inserida nesses locais, e assim contribuindo para ações mais efetivas na gestão e gerenciamento das áreas de risco de desastres naturais.

Por fim, entende-se a necessidade da revisão conceitual dos processos naturais que ocasionam danos, segmentados nessa pesquisa em processos de dinâmica gravitacional de encosta, ou seja, os movimentos de massa e os processos de dinâmica fluvial, assim como, seus fatores condicionantes.

2.6 PROCESSOS NATURAIS POTENCIALIZADORES DE RISCO

2.6.1 Processos de dinâmica gravitacional de encosta - movimentos de massa

Os movimentos de massa são definidos como todo e qualquer movimento coletivo de materiais terrosos e/ou rochosos, independentemente da sua diversidade de processos, causas, velocidades, formas e demais características (CASTRO, 1998).

São reconhecidos como os mais importantes processos geomorfológicos modeladores da superfície terrestre. Constituem-se, a partir do deslocamento de materiais (solo e rocha) encosta abaixo, sob influência da gravidade, e são desencadeados pela interferência direta de vários fatores condicionantes (BIGARELLA, 2003).

Na literatura internacional existe diferentes formas para a denominação dos movimentos que ocorrem nas encostas sob ação da gravidade como, por exemplo, *landslides*, *landslips*, *slope movements*, *mass movements* e *mass wasting* (SKEMPTON e HUTCHINSON, 1969; BATES e JACKSON, 1984; CROZIER, 1986; SUMMERFIELD, 1997; BLOOM, 1991). Os conceitos atribuídos aos mesmos são diferentes de modo geral, uma vez que são condicionados a área de formação dos profissionais que os adotam, seja, engenheiro, geólogo, geomorfólogo e/ou o geógrafo (NUMMER, 2003; NUMMER e PINHEIRO, 2013).

Nummer (2003) ao analisar estes conceitos considera coerente a utilização do termo *landslides* como escorregamentos, observando-o semelhante ao termo movimentos de massa (*mass movements*), que significa, em termos mais amplos, “[...] todo e qualquer movimento de materiais terrosos ou rochosos, sob ação da gravidade, na presença, ou não, de água, gelo ou ar, não importando sua forma, velocidade e nem o processo que o gerou” (NUMMER, op. cit., p. 50).

Atribuído a isso, é adotado a denominação **movimentos de massa** para as referências futuras apresentadas nesta dissertação, com a finalidade de uma definição genérica aos referidos processos geomorfológicos de dinâmica gravitacional de encostas, sem apresentar uma discriminação quanto ao tipo de material, categoria e de processos atuantes.

Na literatura encontram-se disponíveis inúmeras referências a trabalhos que propuseram classificações para os movimentos de massa. Entre as classificações adotadas para a avaliação desses processos no Brasil, destacam-se as propostas por Freire (1965), Guidicini e Nieble (1984), Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT, 1991) e Augusto Filho (1992) (GUIMARÃES et al., 2008; FERNANDES e AMARAL, 2012; NUMMER e PINHEIRO, 2013; MACIEL FILHO e NUMMER, 2014). O Quadro 4 apresenta de maneira resumida estas classificações usualmente aplicadas as características físico-naturais e de dinâmica dos movimentos de massa no Brasil.

Quadro 4 - Classificações de movimentos de massa propostas por Freire (1965), Guidicini e Niebli (1984), IPT (1991) e Augusto Filho (1992).

Freire (1965)	Guidicini e Niebli (1984)	IPT (1991) e Augusto Filho (1992)
Escoamentos: Rastejos e Corridas	Escoamentos: Rastejos e Corridas	Rastejos
Escorregamentos: Rotacionais e Translacionais	Escorregamentos: Rotacionais, Translacionais, Quedas de Blocos e Quedas de Detritos	Corridas de Massa Escorregamentos
Subsidências e Desabamentos	Subsidências: Subsidências, Recalques e Desabamentos	Quedas/Tombamentos
	Formas de Transição: Movimentos Complexos	

Fonte: Adaptado de Fernandes e Amaral (2012, p. 128) e Nummer e Pinheiro (2013, p. 74).

Para este trabalho é adotado como referência a proposta de classificação de Augusto Filho (1992), na qual o autor propõe a subdivisão dos movimentos de massa em: rastejo (*creep*), corrida (*flow*), escorregamento (*slides*) e queda (*falls*). O Quadro 5, apresenta de maneira resumida as características relacionadas a dinâmica, geometria e material envolvido para os referidos processos geomorfológicos.

Quadro 5 - Principais tipos de movimentos de massa em encostas.

Processos	Dinâmica, geometria e material
Rastejos	Vários planos de deslocamento (internos); Velocidades muito baixas (cm/ano) e baixas e decrescentes com a profundidade; Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes; Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada; Geometria indefinida.
Escorregamentos	Poucos planos de deslocamento (externos); Velocidades médias (m/h) a altas (m/s); Pequenos a grandes volumes de materiais; Geometria e materiais variáveis; Escorregamentos translacionais ou planares - solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza; Escorregamentos rotacionais ou circulares - solos espessos homogêneos e rochas mais fraturas; Escorregamentos em cunha - solos e rochas com dois planos de fraqueza.
Quedas	Sem planos de deslocamento; Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado; Velocidades muito altas (vários m/s); Material rochoso; Pequenos e médios volumes; Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.; Rolamento; Tombamento.
Corridas	Muitas superfícies de deslocamento; Movimento semelhante ao de um líquido viscoso; Desenvolvimento ao longo das drenagens; Velocidades médias e altas; Mobilização de solo, rocha, detritos em água; Grandes volumes de materiais; Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

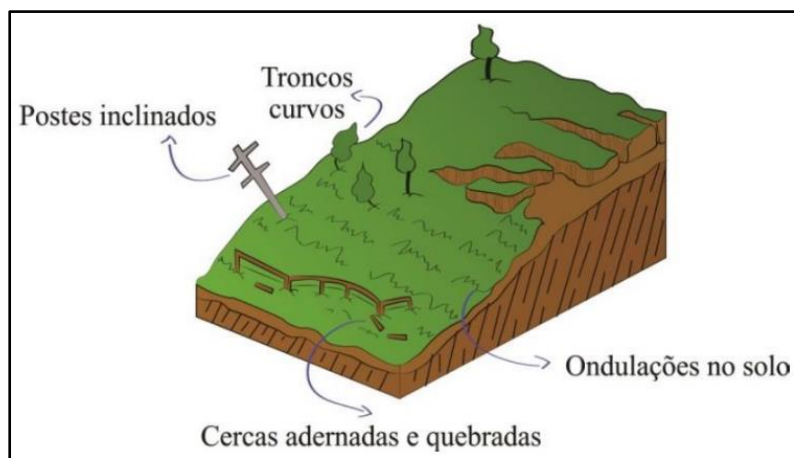
Fonte: Adaptado de Augusto Filho (1992).

Os **rastejos** são movimentos de massa lentos e contínuos (cm/ano) de material que compõe as encostas. De modo geral, ocorrem em depósitos de colúvios e tálus ou rocha muito fraturada com limites, comumente, indefinidos. Podem envolver grandes massas de solo sem que haja, diferenciação entre material em movimento e material estacionário na área de interesse (MACIEL FILHO e NUMMER, 2014).

Atingem predominantemente solo e horizontes de transição entre o solo e a rocha subjacente. Entretanto, podem atingir também níveis de rochas alteradas e fraturadas e depósitos detríticos em regiões de talvegue e sopé das encostas. Este tipo de processo pode ocasionar danos a obras e estruturas humanas situadas nas encostas, inclusive podendo evoluir para escorregamentos (VEDOVELLO e MACEDO, 2007).

Na Figura 4, pode ser identificado alguns dos sinais que evidenciam a presença de rastejo como, por exemplo: árvores inclinadas ou troncos recurvados; deslocamento de postes e cercas; trincas e rupturas em elementos rígidos, como muretas, muros, paredes; eixos de estradas e ferrovias sofrendo inflexões no alinhamento; deformação de elementos estruturais de rocha ou solo (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, 1998; VEDOVELLO e MACEDO, op. cit.; MACIEL FILHO e NUMMER, 2014).

Figura 4 - Movimento de massa do tipo rastejo.

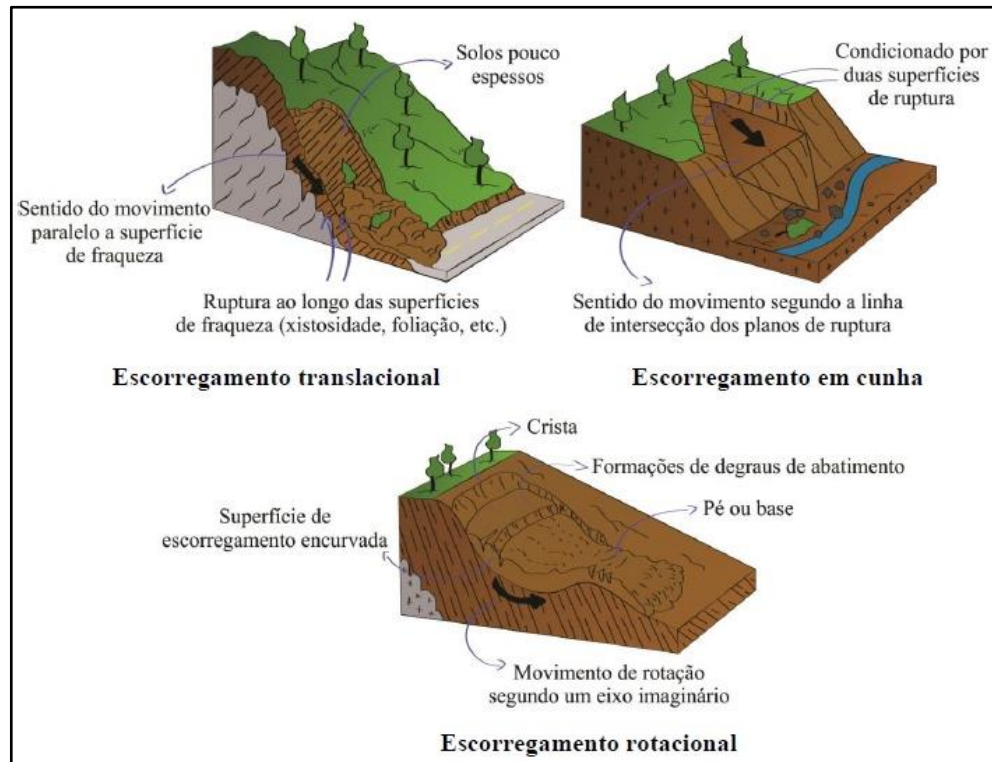


Fonte: Brito (2014, p. 28).

Os **escorregamentos**, por sua vez, constituem-se em movimentos rápidos, de porções de terreno (solos e rochas), em geral bem definidos quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora de um talude ou vertente (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, op. cit.; MACIEL FILHO e NUMMER, op. cit.). Em função da geometria e a natureza dos materiais instabilizados, os escorregamentos podem ser individualizados em três tipos: escorregamentos

rotacionais ou circulares, escorregamentos translacionais ou planares e escorregamentos em cunha, conforme observado na Figura 5.

Figura 5 - Movimentos de massa do tipo escorregamento.



Fonte: Brito (2014, p. 29).

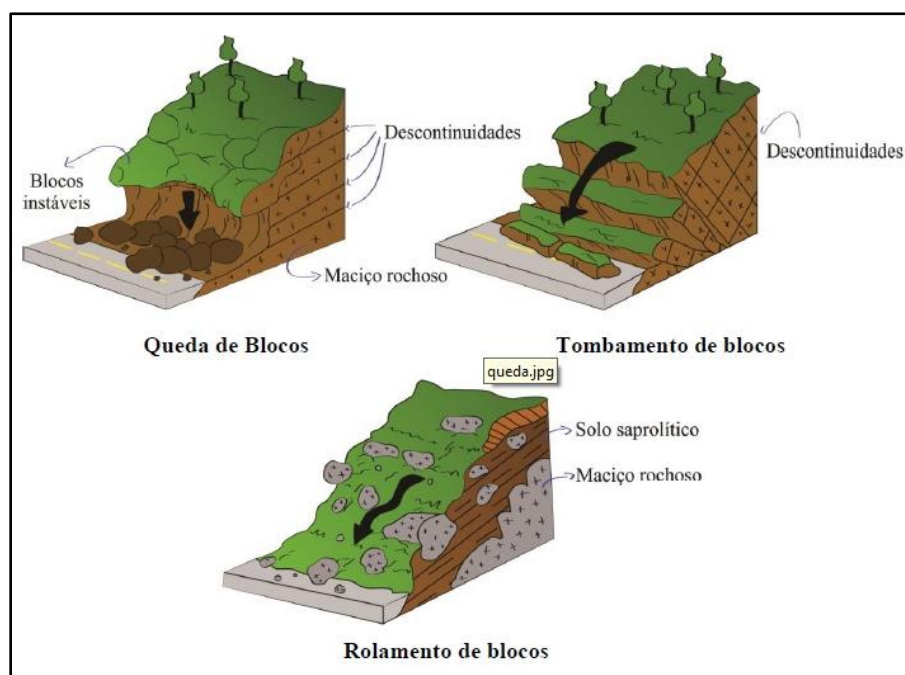
- *Escorregamentos rotacionais ou circulares:* são escorregamentos com uma superfície de ruptura curva ao longo da qual se desenvolve o movimento. Está associado, em geral, a existência de solos espessos e homogêneos, como os decorrentes de alteração de rochas argilosas. O início do processo muitas vezes é provocado pela execução de cortes na base destes materiais ou ainda pela erosão fluvial no sopé da vertente (FERNANDES e AMARAL, 2012; TOMINAGA, 2015c).
- *Escorregamentos translacionais ou planares:* são escorregamentos cuja superfície de ruptura é planar associada às heterogeneidades dos solos e rochas que representam descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas derivadas de processos geológicos, geomorfológicos ou pedológicos. Pode ser um escorregamento translacional de rocha; escorregamento translacional de

solo; escorregamento translacional de rocha e solo; escorregamento translacional remontante. Esses se desenvolvem em etapas sucessivas rumo à montante da encosta (MACIEL FILHO e NUMMER, 2014; TOMINAGA, 2015c).

- *Escorregamentos em cunha*: são escorregamentos associados aos maciços rochosos pouco ou muito alterados nos quais a existência de duas estruturas planares, desfavoráveis à estabilidade, condicionam o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de intersecção destes planos (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, 1998; TOMINAGA, op. cit.).

As **quedas** constituem-se em movimentos de fragmentos de rocha a partir da queda, tombamento ou rolamento, com altas velocidades (m/s) (CRUDEN e VARNES 1996; BRITO, 2014). Aqui apresentam-se divididos em queda de blocos, tombamento de blocos e rolamento de blocos, de acordo com a Figura 6.

Figura 6 - Movimentos de Massa do tipo queda.



Fonte: Brito (2014, p. 30).

- *Queda de blocos*: são movimentos rápidos de blocos de rocha que caem em queda livre pela ação da gravidade sem a presença de uma superfície de escorregamento (GUIDICINI E NIEBLE, 1984). Esse processo ocorre em

encostas íngremes de paredões rochosos e contribuem para a formação dos depósitos de tálus e sua ocorrência é favorecida pela presença de descontinuidades na rocha, como fraturas e bandamentos composicionais, assim como pelo avanço dos processos de intemperismo físico e químico (FERNANDES e AMARAL, 2012).

- *Tombamento de blocos*: são movimentos que ocorrem a partir da rotação dos blocos rochosos, condicionados pela presença de estruturas geológicas no maciço rochoso, com grande mergulho (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, 1998; REIS, 2001).
- *Rolamento de blocos*: são movimentos de blocos rochosos ao longo de superfícies inclinadas. Esses blocos, de maneira geral, apresentam-se parcialmente imersos em uma matriz terrosa, e destacam-se nos taludes e encostas a partir da perda de apoio, em função da atuação de processos erosivos (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, op. cit.; REIS, op. cit.).

Por fim, as **corridas**, são movimentos de massa de grandes proporções, com forma de escoamento rápido (m/h), de caráter essencialmente hidrodinâmico. São ocasionadas pela perda do atrito interno, em virtude da destruição da estrutura em presença de excesso de água. Mobilizam grande volume de material e apresentam um extenso raio de alcance (até alguns quilômetros), o que resulta em grande potencial destrutivo (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, op. cit.; MACIEL FILHO e NUMMER, 2014).

Conforme Infanti Jr. e Fornasari Filho (op. cit.) podem ser identificados dois mecanismos de geração para este tipo de processo:

- Origem primária: quando as corridas de massa envolvem somente os materiais procedentes das encostas (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, op. cit.).
- Origem secundária: quando as formações das corridas de massa ocorrem nas drenagens principais, formadas pela remobilização de detritos acumulados no leito e por barramentos naturais, envolvendo ainda o material de escorregamentos de encostas e grandes volumes de água gerados em picos de cheias das drenagens (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, op. cit.).

As corridas ainda podem ser classificadas em função das características do material mobilizado e da velocidade de deslocamento do mesmo (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, op. cit.; REIS, op. cit.).

- *Corrida de lama*: constitui-se em um processo com fluxo de solo com alto teor de água e média velocidade relativa (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, 1998; REIS, 2001).
- *Corrida de terra*: constitui-se em um processo com fluxo de solo com menor teor de água e baixa velocidade relativa (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, op. cit.; REIS, op. cit.).
- *Corrida de detritos*: constitui-se em um processo em que o material é predominantemente grosseiro, como blocos e fragmentos de rocha de vários tamanhos e se caracteriza por um maior poder destrutivo (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, op. cit.; REIS, op. cit.).

Na área de estudo, os processos de movimentos de massa estão relacionados predominantemente a escorregamentos rotacionais ou circulares, com registro de eventos dessa natureza, assim como, rolamento de blocos e rastejo. Existe também a potencialidade para corridas, as quais se associam a área de nascente de curso fluvial com processos constantes de inundações bruscas ou enxurradas em eventos de chuva, que podem vir a evoluir ao processo em questão, integrado as características naturais e intervenções antrópicas atuantes na encosta.

Nesse sentido, observa-se na área de estudo diferentes situações de suscetibilidade de processos que ocasionam danos, que podem atuar de maneira individual ou simultânea, e estão ligados a dinâmica gravitacional de encostas o que corrobora a importância do estudo. Outro tipo de processo remete a dinâmica fluvial, especialmente, relacionada a processos de inundação brusca ou enxurrada.

2.6.2 Processos de dinâmica fluvial

Quando as margens e a planície de inundação dos cursos d'água são ocupadas e modificadas pelo ser humano, os processos ligados ao sistema fluvial causam acidentes e desastres associados a inundações e escorregamentos rotacionais de margens fluviais pela ação erosiva (ROBAINA, 2013). Nesse sentido, os processos ligados a dinâmica fluvial quando interagem de maneira desequilibrada com o meio social, resultam em grande potencial para gênese de áreas de risco no espaço urbano das cidades.

O processo de transbordamento das águas dos canais fluviais é um fenômeno natural, característico das áreas de baixo curso dos rios, sendo responsável pela

formação das planícies e terraços fluviais. Estas são controladas pelo volume e distribuição das águas das chuvas; pelo tipo e densidade da cobertura vegetal; pela diferenciação na cobertura pedológica; pelo substrato litológico; pelas características do relevo, como declividade e forma, e pela geometria do canal fluvial (BOTELHO, 2011).

As inter-relações dinâmicas entre as encostas e os vales fluviais, incluindo a calha do rio, permitem constantes trocas de causa e efeito entre esses elementos. Atribuído a isso, as mudanças decorrentes do uso e ocupação da terra nas encostas influenciam os processos erosivos que, por sua vez, poderão promover a alteração na dinâmica fluvial contribuindo para o desencadeamento dos processos derivados da dinâmica fluvial, como enchentes, inundações, alagamentos e erosões de margens (CUNHA e GUERRA, 1996).

Agregado a esse contexto, entende-se necessário a definição e discriminação conceitual dos termos ligados aos processos de dinâmica fluvial que potencializam danos em ambiente urbano, como inundação, enchente ou cheia, inundação brusca ou enxurrada e alagamento. No Quadro 6, pode ser observado o processo potencializador de risco e a sua descrição, conforme definição apresentada pelo Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (BRASIL, 2007) o qual é adotado como referência para essa pesquisa.

Quadro 6 - Diferenças conceituais de inundação, enchente ou cheia, enxurrada ou inundação brusca e alagamento.

Processo	Descrição
Inundação	Representa o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea.
Enchentes ou cheias	São definidas pela elevação do nível de água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar.
Enxurrada ou inundação brusca	É o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais.
Alagamento	É um acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem.

Fonte: Adaptado de Brasil (2007).

O processo de inundação corresponde ao extravasamento das águas de um curso d'água para as áreas marginais, quando a vazão a ser escoada é superior à capacidade de descarga da calha (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, 1998). A

magnitude e frequência desse processo ocorre em função da intensidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração d'água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia hidrográfica (AMARAL e RIBEIRO, 2015).

Quando as águas da chuva, escoam para um curso d'água, e ocasionam o aumento na sua vazão por certo período de tempo, este acréscimo na descarga d'água pode ser denominado de cheia ou enchente. No entanto, quando as vazões atingem tal magnitude que podem superar a capacidade de descarga da calha do curso d'água e extravasar para áreas marginais, passa a caracterizar o processo denominado de inundação (BRASIL, 2007).

Para Veyret (2015) a cheia ou enchente é definida pela elevação do nível d'água até o leito menor de um rio, sem que ocorra o extravasamento das águas. Quando o rio extravasa essa área, atingindo o leito maior, ocorre o processo de inundação. Isso pode ser exemplificado na Figura 7, em que é apresentado um perfil transversal de um rio em uma situação normal, de enchente ou cheia e de inundação.

Figura 7 - Perfil esquemático do processo de inundação e cheia ou enchente.



Fonte: Adaptado de Brasil (2007, p. 92).

Segundo Santos (2007) não existe rio em que não ocorram enchentes, entretanto pode vir a ter um aumento na elevação d'água e assim resultar em uma enchente e não necessariamente uma inundação. Esse segundo processo pode se desenvolver, por exemplo, em função do excesso de chuvas, por barreiras formadas no canal do rio como os assoreamentos e lixos, comuns em áreas urbanas.

Tucci (1995) conceitua dois tipos de inundações que podem ocorrer de forma isolado ou integrada, que são as inundações naturais em áreas ribeirinhas e as inundações incrementadas ou provocadas pela urbanização:

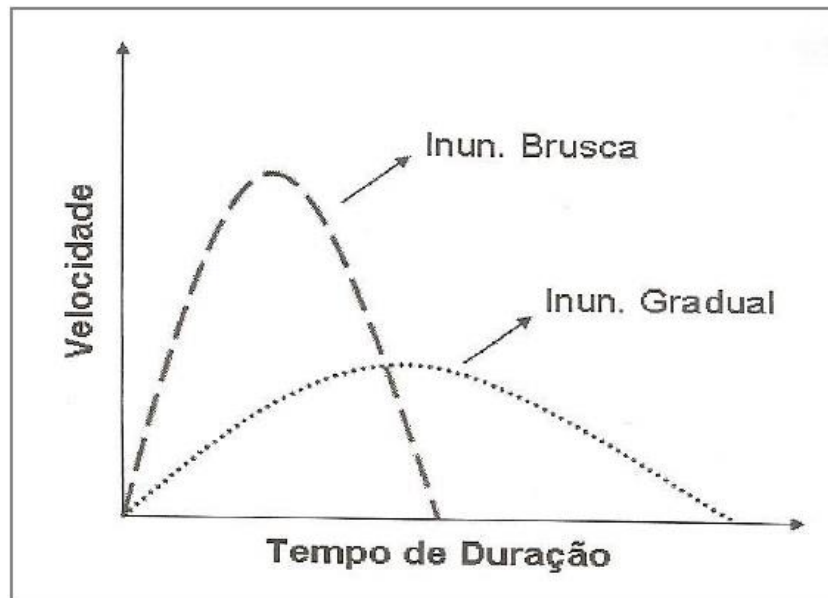
As **inundações ribeirinhas** são processos naturais e ocorrem em geral em bacias de grande e médio porte, onde a declividade é baixa e a seção de escoamento é pequena. Uma precipitação intensa que chega simultaneamente ao rio é superior à sua capacidade de drenagem que resulta em inundação nas áreas ribeirinhas. Os problemas gerados por esse tipo de inundação dependem do grau de ocupação da várzea pela população e da frequência com a qual as mesmas ocorrem. [...] As **inundações devido à urbanização** são processos influenciados por diversas atividades humanas realizadas nas áreas urbanas. Ocorrem em bacias pequenas com exceção para as grandes cidades. Esse tipo de inundação acontece à medida que a população impermeabiliza o solo, o que acelera o escoamento, ou seja, aumenta a quantidade de água que passa nos condutos e canais ao mesmo tempo e chega ao sistema de drenagem. Essa quantidade de água no sistema de drenagem elevada produz inundações mais frequentes do que as que existiam quando a superfície era permeável e o escoamento se dava pelo ravinamento natural (REIS et al. 2012, p. 35).

Castro (1998), ao considerar o padrão evolutivo do processo de inundação, segmenta as inundações em graduais e bruscas ou enxurradas. Na Figura 8 é apresentado uma hidrógrafa, em que demonstra a diferença quanto a vazão e tempo de duração em uma mesma área para um processo de inundação gradual e brusca.

As inundações graduais ocorrem quando o nível d'água se eleva de maneira mais lenta e previsível, mantêm-se em situação de cheia durante algum tempo, e em sequência escoam gradualmente. A esse tipo de processo, estão associadas às precipitações frontais, que geralmente, são de maior duração e atuam sobre grandes áreas (MENEZES, 2014). As inundações bruscas, por sua vez, são provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, que escoam de forma rápida e intensa (REIS et al., 2012).

De acordo com Amaral e Ribeiro (2015), inundações bruscas ou enxurradas são caracterizadas pelo escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais. É comum a ocorrência desse tipo de processo ao longo de vias implantadas sobre antigos cursos d'água com alto gradiente hidráulico e em terrenos com alta declividade natural.

Figura 8 - Hidrógrafa com diferenças entre inundação gradual e brusca.



Fonte: Kobiyama et al. (2006, p. 47).

Outro tipo de processo são os alagamentos que podem ser definidos como acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ou não ter relação com processos de natureza fluvial (BRASIL, 2007).

Nesse sentido, o extravasamento das águas depende muito mais de uma drenagem deficiente, que dificulta a vazão das águas acumuladas, do que das precipitações locais (CASTRO et al., 2003). Esse tipo de processo é mais frequente nas cidades mal planejadas ou quando estas crescem rapidamente, de modo que dificulta a realização de obras de drenagem e de esgotamento para as águas pluviais (REIS, 2011).

Processos ligados a dinâmica fluvial se associam a perdas econômicas, mas também, a fome, doenças e óbitos, por dificultarem ou até mesmo impossibilitarem práticas agrícolas e favorecem a proliferação de vetores transmissores de enfermidades. Nos centros urbanos, a substituição da vegetação por materiais impermeáveis, infraestruturas de drenagem insuficientes, ineficientes ou mesmo inexistentes e a canalização de rios são fortes contribuintes para ocorrência desses processos superficiais causadores de danos (NUNES, 2015).

Na área de estudo, é identificado processo do tipo inundação brusca ou enxurrada, que se associa no estudo de caso a eventos de precipitação intensa e concentrada, como também acumulada. Agregado a isso, existe a ocupação antrópica em uma rua onde um canal fluvial foi canalizado. A área é naturalmente suscetível aos processos de dinâmica fluvial em razão das características do relevo que condicionam a convergência de águas pela forma e declividade da encosta, o que acaba desencadeando o processo que ocasiona dano.

Baseado nos itens processos de dinâmica gravitacional de encosta e processos de dinâmica fluvial, será discutido no item seguinte, os fatores condicionantes de processos que ocasionam danos: chuva e atuação da água, condicionantes geológicos, relevo, vegetação e o uso e ocupação da terra e intervenções antrópicas.

2.6.3 Fatores condicionantes de processos que ocasionam danos

2.6.3.1 Chuva e atuação da água

As chuvas relacionam-se diretamente com a dinâmica das águas de superfície e, portanto, influenciam a deflagração dos processos de instabilização de taludes e encostas (AUGUSTO FILHO e VIRGILI, 1998; BIGARELLA, 2003). Ademais, eventos de chuvas intensas e/ou de longa duração favorecem a saturação dos solos, o que resulta no aumento do escoamento superficial e a concentração de água (AMARAL e RIBEIRO, 2015), conflagrando também em processos de dinâmica fluvial.

A exemplo disso, Tucci (2005) menciona que quando precipitações intensas ocorrem, o solo passa a apresentar menor capacidade de infiltração, em seguida, passa a haver um maior volume de escoamento das águas, excedendo dessa forma o volume máximo de vazão do leito menor do rio, e, por consequência, no extravasamento das águas ocasionando um processo de inundação.

A dinâmica das águas superficiais e subterrâneas relaciona-se diretamente com as chuvas e, em razão disso, influenciam sobre os processos de instabilização de taludes e encostas. O efeito das águas superficiais e subsuperficiais está relacionado com a saturação do solo e redução dos parâmetros de resistência ao cisalhamento por eliminação da sucção, com o desenvolvimento de poropressões e, secundariamente com o aumento do peso do solo (NUMMER, 2003; NUMMER e PINHEIRO, 2013).

Segundo Pio Fiori (2015)

Existe estreito vínculo [...], como o aumento do grau de saturação do solo, que leva a perda da “coesão aparente” desenvolvimento de pressão neutra, que leva a perda da pressão efetiva, aumento do peso do solo pelo acréscimo do grau de saturação, desenvolvimento de pressões hidrostáticas sobre a massa de solo ou rocha pelo acúmulo de água em fendas ou trincas, aumento da força de percolação por causa do fluxo subterrâneo da água, entre outros efeitos (PIO FIORI, 2015, p. 267).

É importante mencionar que os movimentos de massa não ocorrem somente diante de grandes índices pluviométricos, também se deve considerar o tempo de duração das chuvas, a condutividade hidráulica dos solos e a variação do grau de saturação. Por exemplo, uma forte chuva de curta duração, antecedida por dias secos, apresenta maior probabilidade de provocar escorregamentos do que a mesma quantidade distribuída ao longo de um período maior. Já uma forte chuva que ocorra sobre uma superfície onde o solo já se encontra saturado sua capacidade de armazenamento apresenta-se reduzida (em decorrência dos dias consecutivos de chuvas), e isso propicia eventos mais frequentes de movimentos de massa (BIGARELLA, 2003).

Dessa forma, pode-se considerar a chuva e atuação da água como fatores fundamentais para a ocorrência de processos superficiais que ocasionam danos, tanto relacionado a intensidade como seu acúmulo. Na área de estudo, a chuva torna-se fator condicionante para processos de dinâmica fluvial como inundações bruscas ou enxurradas e movimentos de massa.

2.6.3.2 *Condicionantes geológicos*

Os condicionantes geológicos relacionam-se ao tipo e distribuição de materiais que compõem o substrato das encostas como, os solos, depósitos superficiais, rochas e estruturas geológicas (acamadamento, xistosidade, fratura, etc.) (NUMMER, 2003; NUMMER e PINHEIRO, 2013).

Em taludes terrosos o ângulo de atrito e a coesão, são parâmetros determinantes na resistência ao cisalhamento, e variam de acordo com a gênese e as características dos solos. A coesão se relaciona com a capilaridade, denominada coesão aparente, que varia com o grau de saturação do solo, comportamento que tem

papel importante no mecanismo dos escorregamentos em material terroso (AUGUSTO FILHO e VIRGILI, 1998; NUMMER e PINHEIRO, 2013).

Ainda, uma série de outros parâmetros e propriedades dos solos influenciam direta e/ou indiretamente, os movimentos de massa e o tipo de mecanismo da instabilização atuante. Entre estes, pode-se mencionar o peso específico, porosidade, índice de vazios; mineralogia; granulometria; plasticidade, atividade, permeabilidade, compressibilidade e história de tensões (AUGUSTO FILHO e VIRGILI, op. cit.).

Os solos transportados ou depósitos superficiais comumente encontrados nas encostas são os colúvios e os tálus (NUMMER e PINHEIRO, op. cit.). Estes depósitos apresentam mecanismos de instabilização próprios, ditados pela sua origem de materiais mobilizados por movimentos de encosta (escorregamentos, quedas, corridas) (AUGUSTO FILHO e VIRGILI, op. cit.).

Os colúvios são depósitos de encosta que se deslocaram pela ação do próprio peso e por ação das águas da chuva, incluindo-se nessa definição, os depósitos de tálus, constituídos por fragmentos de rocha em maiores proporções (NUMMER e PINHEIRO, op. cit.; MACIEL FILHO e NUMMER, 2014).

Em relação às descontinuidades no solo, estas podem estar presentes dentro do saprólito e do solo residual, incluindo feições estruturais relíquias do embasamento rochoso (fraturas, falhas, bandamentos, etc.) e horizontes de solo formados pela atuação de processos pedogenéticos, podendo atuar diretamente na distribuição das poropressões no interior da encosta e, conseqüentemente, na sua estabilidade. A presença de fraturas relíquias, por exemplo, podem gerar planos preferenciais ao longo dos quais o intemperismo avança de maneira mais rápida (FERNANDES e AMARAL, 2012).

Nos taludes rochosos, conforme Augusto Filho e Virgili (op. cit.), a instabilização é controlada pelo grau de alteração e anisotropias existentes no maciço, como, xistosidade, juntas, falhas, etc., cujas relações com os mecanismos de instabilização são regidas pelos seguintes fatores:

- Distribuição espacial das descontinuidades, relação entre suas altitudes (direção e mergulho) e a geometria dos taludes e encostas.
- Presença e natureza dos materiais de preenchimento dessas descontinuidades.
- Irregularidades nas superfícies das descontinuidades.
- Cisalhamentos e movimentos anteriores.

Fraturas e falhas representam importantes descontinuidades, tanto em termos mecânicos quanto hidráulicos. Quando as fraturas se apresentam de forma sub-verticais e com pouco espaçamento entre si, condicionam movimentos de blocos sob a forma de tombamentos. Outro tipo de fratura, são as de alívio de tensão, originadas principalmente, pela expansão da rocha em direção à superfície, em função da redução da pressão confinante após processos de soerguimento e/ou erosão das camadas subjacentes (FERNANDES e AMARAL, 2012).

As falhas, por sua vez, podem atuar como caminhos preferenciais para alteração do material, o que possibilita que a frente de intemperismo avance ao interior do maciço, de maneira muito mais efetiva. Já, a foliação e/ou bandamento composicional exercem influência na estabilidade de encostas em que afloram rochas metamórficas (FERNANDES e AMARAL, op. cit.), uma vez que, potencializam linhas preferenciais para o intemperismo junto aos planos de falha.

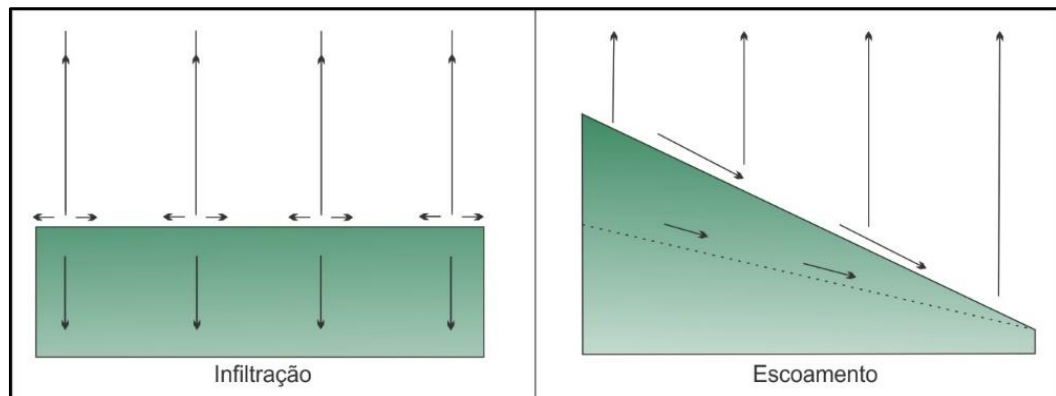
Os condicionantes geológicos são fundamentais na compreensão dos processos de risco geomorfológico, a medida em que correspondem ao tipo e distribuição de materiais que compõem as encostas. Na área de estudo, os condicionantes geológicos atuam, especialmente na forma dos depósitos de colúvios e tálus associados as intervenções antrópicas. Dessa forma, potencializam áreas de perigo para movimentos de massa.

2.6.3.3 *Relevo*

A declividade é um dos fatores que contribuem para a instabilização das encostas. De uma maneira geral, encostas íngremes geralmente são mais instáveis, entretanto podem ser constatados movimentos de massa em declividades menores quando associadas a depósitos superficiais (WICANDER e MONROE, 2009; NUMMER e PINHEIRO, 2013).

Valeriano (2008) esquematiza a relação que a declividade desempenha sobre o equilíbrio entre os processos de escoamento superficial e de infiltração de água na encosta (Figura 9). Nesse sentido, a declividade reflete nas atividades de intemperismo e pedogênese, uma vez que, em encostas muito íngremes os processos são atenuados pelo escoamento superficial o que dificulta a formação de solos e, por conseguinte, refletirá nos processos de movimentos de massa.

Figura 9 - Hidrologia na superfície em função da declividade.



Fonte: Adaptado de Valeriano (2008, p. 86).

No Brasil, segundo Bigarella (2003), os eventos catastróficos relacionados a movimentos de massa ocorrem em áreas de declividades elevadas. Áreas críticas, como aquelas dos terrenos montanhosos, observadas na Serra do Mar.

Em estudo realizado nas bacias hidrográficas dos rios Quitite e Papagaio, no estado do Rio de Janeiro, Fernandes et al. (2001), expõem que, embora exista influência da declividade no condicionamento de escorregamentos, é possível indicar a existência de limites críticos desse parâmetro. Segundo os autores, o potencial de ocorrência de processos cresce com o aumento da declividade até a classe $37,0^{\circ}$ - $55,5^{\circ}$. A partir desse limite, novos incrementos na declividade, de maneira contrária, acarretam em uma diminuição no potencial de escorregamentos.

Corroborando com isso, Vanacôr e Rolim (2012), em um estudo realizado na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo os municípios de São Vendelino e Alto Feliz, indicam as classes entre 45% a 100% ($26,9^{\circ}$ - 45°) como as mais suscetíveis.

Atribuído a isso, identifica-se a significativa importância que o atributo de relevo declividade confere na potencialização de movimentos de massa e na dinâmica fluvial. Fica evidente também, que não somente esse parâmetro serve para a indicação de áreas potenciais para ocorrência de processos, uma vez que, podem variar de acordo com seu valor, a medida em que outros condicionantes passam a exercer maior influência.

Outro fator condicionante para processos que ocasionam danos atribuído ao relevo que merece destaque são as curvaturas das vertentes. Fornecem informações

básicas e necessárias para a caracterização de determinada área, e são realizadas através da análise do perfil ou do plano de curvatura (CHRISTOFOLETTI, 1974).

Conforme Gallant e Wilson (2000), o perfil de curvatura é importante para caracterização das mudanças na velocidade do fluxo de água e dos processos relacionados ao transporte de sedimentos, enquanto que o plano de curvatura demonstra a propensão de divergências ou convergência de água no terreno.

Nesse sentido, Valeriano (2008) destaca que o perfil e o plano de curvatura, conferem indicativos de como ocorrem os fluxos nas vertentes, os quais associam-se as propriedades hidrológicas e de transporte de materiais. O primeiro confere um caráter convexo/retilíneo/côncavo do terreno quando analisado em perfil, por sua vez, o segundo apresenta caráter divergente/planar/convergente dos fluxos de matéria analisados em uma projeção horizontal.

A partir da combinação destes parâmetros Summerfield (1997) apresenta a combinação de nove vertentes compostas, que possibilitam indicar os locais na vertente onde os processos são mais significativos, como também, as direções dos fluxos (Figura 10).

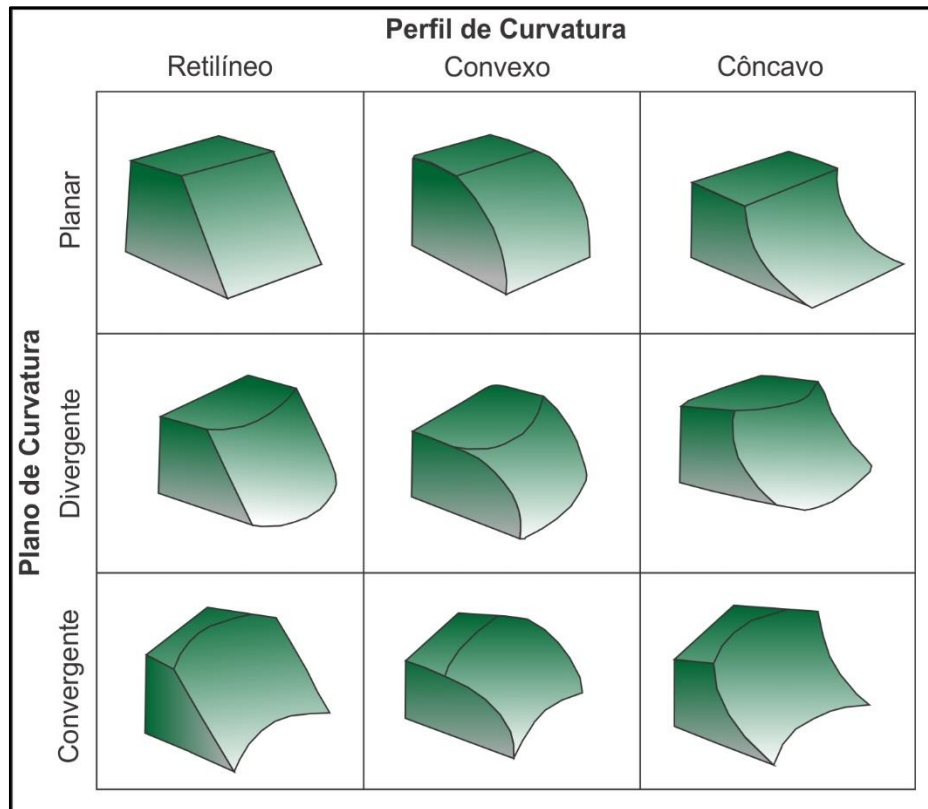
Áreas suscetíveis a processos de dinâmica fluvial, possuem forte relação com as curvaturas das vertentes, uma vez que, refletem nos locais onde haverá a maior ou menor concentração dos fluxos superficiais e subsuperficiais, como também de maior ou menor velocidade dos mesmos. Isso potencializa, considerando apenas esse parâmetro, em locais preferenciais para formação de linhas de fluxo que podem resultar, por exemplo, em inundações bruscas ou enxurradas.

Conforme Amaral e Ribeiro (2015) em vales encaixados (em V) e vertentes de altas declividades, ocorre a predisposição para as águas atingirem grandes velocidades em curto tempo, o que acarreta em inundações bruscas (enxurradas) e mais destrutivas. Por sua vez, em vales abertos, com extensas planícies e terraços fluviais passa a haver a predisposição de inundações mais lentas (graduais), devido ao menor gradiente de declividade das vertentes do entorno.

Fernandes e Amaral (2012), a partir de revisão da literatura, mencionam que a forma da encosta, em especial em planta, atua na geração de zonas de convergência e divergência dos fluxos da água superficiais e subsuperficiais. Neste aspecto, merece destaque o papel desempenhado pelas porções côncavas do relevo, também conhecidas por *hollows* onde ocorre a concentração dos fluxos de água e de sedimentos. Segundo os autores, diversos estudos apresentam que tais condições de

convergência indicam os *hollows* como segmentos preferenciais para ocorrência dos escorregamentos.

Figura 10 - Combinação dos perfis e planos de curvatura das vertentes.



Fonte: Adaptado de Summerfield (1997, s.p.).

A exemplo disso, Reneau e Dietrich (1987), ao mapearem 61 escorregamentos na Califórnia (EUA), identificaram que 62% das cicatrizes dos processos geomorfológicos se localizavam no interior dos *hollows*. Corroborando essa premissa, Fernandes et al. (2001) identificaram nas bacias hidrográficas dos rios Quitite e Papagaio, no estado do Rio de Janeiro, que embora as porções convexas de vertentes fossem mais frequentes nas áreas de estudo, o potencial de escorregamentos das porções côncavas do relevo foi cerca de três vezes maior do que aquele associado às feições convexas e retilíneas.

Com base nessa revisão conceitual, corrobora-se a importância do atributo do relevo quanto a declividade e as formas das vertentes no estudo de movimentos de massa e dinâmica fluvial.

2.6.3.4 Vegetação

Existem opiniões divergentes sobre o efeito favorável ou desfavorável desempenhado pela vegetação em taludes e encostas nos processos de instabilização. Há estudos que destacam o papel estabilizador da vegetação enquanto outros demonstram que ela contribui para a instabilização das encostas. Atribuído a isso, deve-se levar em consideração que a função diferenciada exercida pela vegetação pode resultar da variabilidade de solos e rochas, associado as diferentes condições meteorológicas e do próprio tipo de cobertura vegetal (PINHEIRO, 2000).

Gray e Leiser (1982), atribuem efeitos favoráveis e desfavoráveis a respeito da cobertura vegetal e a estabilidade das encostas:

- Efeitos favoráveis: redistribuição da água proveniente das chuvas e acréscimo da resistência do solo devido às raízes.
- Efeitos desfavoráveis: efeito alavanca, efeito em cunha e sobrecarga vertical.

Segundo Pio Fiori (2015) as raízes e rizomas da vegetação integram o solo para produzir um material composto, no qual as raízes atuam como fibras de resistência relativamente alta, embebidas de uma matriz de menor resistência à tensão. A resistência ao cisalhamento do solo é, assim, aumentada pela resistência das raízes.

Ademais, a presença da vegetação controla o escoamento superficial e a infiltração das águas no manto de intemperismo, o que contribui para diminuir a penetração excessiva da água no solo. A perda de vegetação expõe o solo aos processos de erosão permitindo, após chuvas prolongadas, a infiltração de excesso de água no subsolo, favorecendo o relaxamento dos esforços internos através da lubrificação dos planos de cisalhamento e, conseqüentemente, dando início aos processos de dinâmica de encosta (BIGARELLA, 2003).

No entanto, observa-se que a vegetação pode atuar como um agente negativo na ocorrência de movimentos de massa, especialmente em áreas urbanas, onde ela não se apresenta com os três estratos (arbóreo, arbustivo e herbáceo) e se localiza no meio das ocupações (grande porte e isolada). As árvores de grande porte ocasionam aumento de peso sobre a encosta e a conseqüente sobrecarga vertical no talude. As raízes também são responsáveis pelo efeito alavanca, transmitindo força

cisalhante ao solo, e pelo efeito cunha, atuando nas fraturas das rochas e nas áreas de contato entre solo-rocha (WIGGERS, 2013).

A este respeito Maciel Filho e Nummer (2014) complementam que as árvores introduzem suas raízes em fraturas já existentes, provocando o deslocamento dos blocos diaclasados e propiciando o surgimento de novos fraturamentos, devido ao crescimento das raízes. Esta força, muitas vezes, provem da ação do vento sobre a árvore que, por sua vez, transmite as tensões as raízes. Enfim, a ação dos ventos contribui para a desestabilização e o tombamento das árvores, podendo favorecer a ocorrência de movimentos de massa posteriores.

Para dinâmica fluvial, por sua vez, é observado especialmente o papel negativo que a retirada da vegetação acarreta, uma vez que sua presença, auxilia na retenção de água no solo e diminui a velocidade do escoamento superficial, o que minimiza as taxas de erosão (AMARAL e RIBEIRO, 2015).

Nesse sentido, conforme Infanti Jr. e Fornasari Filho (1998), quando a cobertura vegetal se apresenta com expressão em área, facilita a infiltração das águas pluviais, como também, serve de barreira ao seu escoamento, o que reduz a quantidade de água que poderia chegar bruscamente às calhas dos rios.

Na área de estudo, identificam-se diferentes condições relativas a presença e distribuição da vegetação, ora que contribuem para o equilíbrio e estabilização da encosta, como também em situações de conflito que podem potencializar processos que ocasionam danos.

2.6.3.5 Uso e ocupação da terra e intervenções antrópicas

O processo de ocupação desenfreado, que altera e até mesmo suprime as paisagens naturais, são condicionantes para a gênese de processos que ocasionam danos, entre os quais potencializam movimentos de massa e inundações. Isso tem sido bastante frequente, em diferentes regiões do globo, e apresenta relação com a ocupação desregrada de áreas de risco associado as diversas ações humanas (NUNES, 2015).

Nesse contexto, a ação antrópica é vista por diversos autores como importante agente modificador da dinâmica natural do relevo e, por conseguinte, da instabilidade das vertentes (AUGUSTO FILHO e VIRGILI, 1998; BIGARELLA, 2003; TOMINAGA,

2015c). Isso acarreta na gênese de áreas, que anteriormente eram estáveis, em locais com elevados graus de perigo.

Conforme Nunes et al. (1990) e Nakazawa e Cerri (1990), no evento de escorregamentos ocorrido no Rio de Janeiro, em 1988 que resultou na morte de 171 pessoas, observou-se que mais de 90% dos processos geomorfológicos foram induzidos por meio da ocupação desordenada nas encostas.

Dessa forma, um grande problema presente em áreas ocupadas, em especial, por assentamentos precários urbanos é a implantação de obras que alteram a estabilidade da encosta, a medida em que provocam a obstrução da drenagem natural, levando a saturação do solo e à redução de sua resistência, o que é agravado pelo lançamento de detritos e lixo, e pela ação das chuvas de verão (BRASIL, 2007).

Augusto Filho e Virgili (1998) buscam apresentar as principais interferências antrópicas indutoras de movimentos de massa em encostas ocupadas:

- Remoção da cobertura vegetal.
- Vazamentos na rede de abastecimento, esgoto e presença de fossas.
- Execução de cortes com geometria inadequada.
- Execução deficiente de aterros.
- Lançamento de entulho e lixo nas encostas.
- Vibrações produzidas por tráfego pesado, explosões, etc.

Considerando a dinâmica fluvial, a urbanização pode intensificar estes processos a medida em que ocasionam modificações no ciclo hidrológico, e seus efeitos refletem na infiltração e velocidade do escoamento superficial. Com o acréscimo de áreas impermeáveis, associadas as construções e pavimentações nas áreas urbanas, o não manejo das águas pluviais condiciona o aumento na frequência do escoamento superficial (REIS, 2011).

Acrescido a isso, o processo de ocupação de áreas naturalmente suscetíveis a estes processos convergem em conflito ambiental e novas áreas de risco. Tal fato é muito comum nos centros urbanos, onde populações de maior vulnerabilidade se instalam, em razão de fatores socioeconômicos, em locais próximos a cabeceiras de drenagem, margens de rios e/ou setores a jusantes destes.

Amaral e Ribeiro (2015) mencionam como principais condicionantes antrópicas para as inundações:

- Uso e ocupação irregular nas planícies e margens de cursos de água.

- Disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos de água.
- Alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos de água.
- Intenso processo de erosão dos solos e de assoreamento dos cursos de água.

Atribuído a isso, diferentes autores adotam como variável em estudos de risco a avaliação do uso e ocupação da terra nas áreas suscetíveis e de perigo a processos que ocasionam danos. Esse tipo de análise possibilita indicar os potenciais de alteração que cada tipo de uso antrópico pode representar no ambiente (REIS et al., 2012; WIGGERS, 2013; KORMANN, 2014; RODRIGUES e LISTO, 2016).

Porém, quando existe necessidade de escalas de maior detalhe, esse tipo de análise pode não responder de maneira satisfatória em seu produto final. Seguindo tal pressuposto é que na presente pesquisa propõe-se uma avaliação cadastral das intervenções antrópicas na área de estudo e que, por sua vez, possam potencializar algum perigo.

2.7 ESPAÇO URBANO E A OCUPAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO

O Brasil experimentou o fenômeno da urbanização de forma muito rápida, especialmente a partir da metade do século XX. Entre as décadas de 1940 e 1980, ocorreu uma inversão quanto ao lugar de residência da população brasileira. Em 1940, a taxa de urbanização era de 26,35%, enquanto que em 1980 alcançava 68,86% e esse processo trouxe consigo severas consequências de ordem socioeconômica e ambiental (ROSSATO, 1993; ROBAINA e TRENTIN, 2013), que podem ser expressas na gênese das áreas de risco no espaço urbano das cidades.

O rápido processo de urbanização do país somado à expropriação da terra no campo, resultou na migração de massas de trabalhadores que, sem alternativa de renda, ou que a conquistam em valores baixos, não conseguem pagar pela moradia nas cidades. Como alternativa, ocupam áreas consideradas inadequadas e se expõem com muita frequência a situações de risco como, por exemplo, de movimentos de massa e de dinâmica fluvial (RIBEIRO, 2010).

Nesse sentido, o espaço passa a dialogar e se representar de outras formas, quando se torna apenas mais uma mercadoria, com a função de ganho de capital, perdendo com isso o significado de morar. Dessa forma, aparece e é vivido de maneira distinta quando, o ato de habitar passa a ser destituído de sentido, decorrente do fato de que os sujeitos se tornam instrumentos no processo de reprodução espacial, e

suas casas se reduzem à mercadoria passíveis de ser trocadas ou derrubadas (em função da necessidade do crescimento econômico) (CARLOS, 2011).

Conforme Corrêa (2004), o espaço urbano da cidade é “um campo de lutas”, no qual, cada vez mais, se concentra a maioria da população, apreciando-se assim uma condição necessária para a reprodução do capital e dos grupos sociais. Regido, em função do capital, é promovido pelos proprietários dos meios de produção como, os proprietários latifundiários, os promotores imobiliários e o Estado; havendo ainda, alheio aos poderosos capitalistas, as massas, representantes dos grupos sociais excluídos.

Disso emerge a segregação residencial, que implica necessariamente na separação espacial das diferentes classes sociais fragmentadas. A separação, por sua vez, origina padrões espaciais, ou seja, as áreas sociais que emergem da segregação estão dispostas espacialmente conforme uma certa lógica que não é de modo aleatório (CORRÊA, op. cit.; 2016).

A elevada concentração de riqueza gera um quadro de instabilidade social que se reflete na organização do espaço urbano. A paisagem urbana acaba espelhando as desigualdades sociais, por exemplo, por meio de edifícios luxuosos muito próximos a habitações subnormais, como as favelas, cortiços e palafitas, que acabam sendo o abrigo das camadas pobres da população (RIBEIRO, 2010) e, por conseguinte, mais vulneráveis.

Dessa forma, a ordem de ocupação socioespacial nas cidades mostra que as áreas consideradas seguras do ponto de vista do risco a desastres naturais são valorizadas economicamente e incluídas na lógica da especulação imobiliária urbana em razão de sua localização geográfica. Assim sendo, o desastre natural passa a expressar a materialização da vulnerabilidade da população local (ZAMPARONI, 2012).

A partir disso duas cidades emergem no espaço urbano: uma formal ou legal, caracterizada por uma ocupação pautada em preceitos urbanísticos, e outra informal ou ilegal, na qual compreende ocupações com diversas situações fundiárias e características espaciais de distribuição e construção das moradias (FARAH, 2003). A cidade informal é constituída predominantemente pelas classes sociais de baixa renda e, invariavelmente, localiza-se em áreas de morros ou planícies de inundação tanto nos vazios urbanos, no centro das cidades, quanto em suas periferias (ROBAINA e OLIVEIRA, 2013).

Com base no que foi exposto, entende-se o espaço urbano das cidades como o palco em que a vida ocorre, um campo de lutas produto dos meios sociais responsáveis pela sua gênese, organização e reprodução. Esse espaço é complexo e desigual, que tem no capital sua força motriz e reflete a partir disso, na exclusão dos sujeitos que passam a ocupar as áreas marginais, de menor valor aquisitivo ou mesmo de maneira informal. Na maioria das vezes, são locais com diferentes situações de perigos naturais (movimentos de massa, inundações, etc.) que agregado a alta vulnerabilidade desses sujeitos originam as áreas de risco no espaço urbano das cidades.

2.8 GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS

As áreas de risco no espaço urbano das cidades podem ser equacionadas através de instrumentos eficientes de gestão e gerenciamento de risco. Essas decisões são fundamentais para que ocorra a redução das perdas materiais e humanas (ROBAINA e OLIVEIRA, 2013).

Dessa forma, o gerenciamento de risco de desastres naturais responde a um dos instrumentos de gestão urbana, que integrado a outras políticas públicas, tem finalidade de reduzir, prevenir e controlar de forma permanente o risco de desastres naturais para uma sociedade (NOGUEIRA, 2002; LAVELL, 2003; FARIA e SANTORO, 2015).

Com a intensão de fazer frente aos desastres, as sociedades organizadas de todo o mundo possuem serviços públicos voltados para proteção e defesa das populações. No Brasil, essas ações são desempenhadas pelo Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), e podem ser agrupadas nos macroprocessos: Prevenção; Preparação para emergências e desastres; Resposta; e Reconstrução (BRASIL, 2007; GREGORIO, 2013; FARIA e SANTORO, op. cit.).

- Prevenção: avaliação de riscos; redução de riscos (FARIA e SANTORO, op. cit.).
- Preparação para emergências e desastres: desenvolvimento institucional; desenvolvimento de recursos humanos; desenvolvimento científico e tecnológico; mudança cultural; motivação e articulação empresarial; informações e estudos epidemiológicos sobre desastres; monitoramento, alerta e alarme; planejamento operacional e de contingência; planejamento de

proteção de populações contra risco de desastres; mobilização; aparelhamento logístico (FARIA e SANTORO, 2015).

- Resposta ao desastre: socorro às vítimas; assistência as populações vitimadas; reabilitação do cenário de desastre (FARIA e SANTORO, op. cit.).
- Reconstrução: reestabelecer serviços públicos; a economia da área; o moral social; o bem-estar da população (FARIA e SANTORO, op. cit.).

Nesse contexto, essa pesquisa possui como finalidade contribuir com o gerenciamento e gestão das áreas de risco de desastres naturais na esfera municipal de Faxinal do Soturno e compreende a primeira etapa do processo, ou seja, de prevenção. Normalmente, as medidas preventivas são classificadas em dois tipos como estruturais e não estruturais, a essas duas a pesquisa contempla a segunda.

As medidas estruturais possuem como objetivo aumentar a segurança das comunidades, por meio de atividades construtivas. Existem várias possibilidades técnicas de engenharia que podem diminuir os riscos geológicos de determinada área. Uma delas é a construção de obras de contenção de encostas, dentre as quais pode-se citar os retaludamentos, aterros e estruturas de arrimo; essas construções são exemplos que reduzem especialmente os riscos de movimentos de massa (RODRIGUES, 2002; CARDOSO e CARDOSO, 2016).

Por sua vez, as medidas não estruturais envolvem a aplicação de políticas públicas, que buscam a mudança cultural e comportamental. Esse tipo de ação, apresenta um custo de execução menor que as medidas estruturais e produzem bons resultados. Como exemplos pode-se mencionar: implementação de normas técnicas e de regulamentos de segurança, educação e capacitação, elaboração de planos de contingência, mapeamento de áreas de risco, entre outros (BRASIL, 2007; CERRI et al., 2007; CARDOSO e CARDOSO, op. cit.).

Essas medidas propõem intervenções de médio e longo prazo que passam pelo planejamento, gestão territorial, implantação de sistemas de alerta e ações junto à população afetada, assim como, toda a comunidade, e possui como base o desenvolvimento de percepção de riscos e, assim, a busca pela sua mitigação. Ademais, envolvem a implementação de políticas públicas que visem às melhorias em habitação e aspectos socioeconômicos dos contingentes populacionais mais segregados, reduzindo a população que está em situação de risco (AIMON, 2017).

Nesse contexto, agregado as medidas não estruturais destacam-se o mapeamento de áreas de risco, que permitem elaborar medidas preventivas, planificar

as situações de emergência e estabelecer ações conjuntas entre a comunidade e o poder público, com o intuito de promover a defesa permanente contra os desastres naturais. Dessa forma, propiciam a identificação das áreas com maior potencial de serem afetadas, onde são hierarquizados os cenários de risco e a proposição de medidas corretivas (MARCELINO, NUNES e KOBİYAMA, 2006).

A esse respeito, Cerri et al. (2007) corroboram, a medida em que um mapeamento de risco permite avaliar a possibilidade de ocorrer um determinado fenômeno físico (processo adverso) em um local e período de tempo definidos, considerando as características do processo, sua tipologia, mecanismo, material envolvido, magnitude, velocidade, tempo de saturação, trajetória, severidade, poder destrutivo, etc.

No município de Faxinal do Soturno a gestão e gerenciamento de risco de desastres naturais ocorre por meio da atuação dos órgãos municipais como Defesa Civil municipal, Secretaria da Agricultura e Departamento do Meio Ambiente, Secretaria de Assistência Social e Promotoria de Justiça de Faxinal do Soturno. As instituições atuam com ações respectivamente na assistência em episódios de danos nas áreas de maior perigo e no cadastro e assistência social dos sujeitos em maior condição de vulnerabilidade. Agregado a isso, existe a colaboração dos respectivos órgãos com o Laboratório de Geologia Ambiental (LAGEOLAM/UFMS) no estudo de risco de desastres naturais na área de estudo.

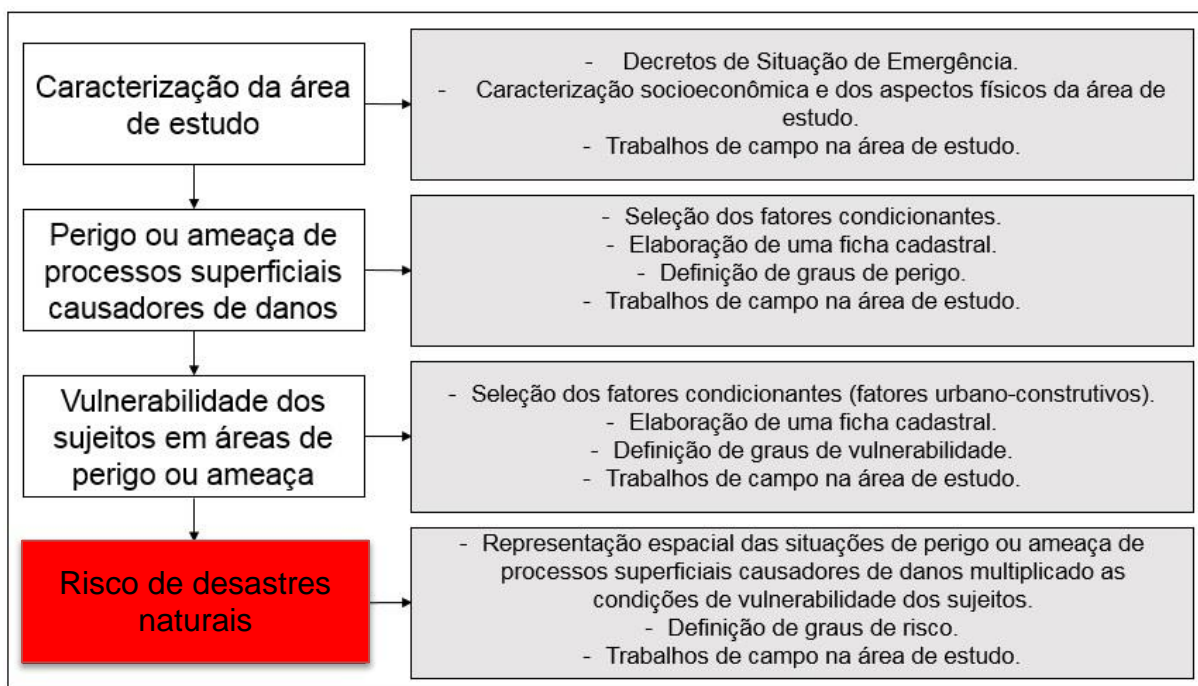
A partir disso, o mapeamento das áreas de risco, possui a finalidade de contribuir na gestão e gerenciamento de risco de desastres naturais na Vila Medianeira, no sentido indicar os locais que se caracterizam por apresentar maior risco potencial para a população. Assim sendo, servirá como uma ferramenta para ação mais efetiva dos órgãos municipais frente aos riscos recorrentes no local e, também para o planejamento, a fim de que não se ocupem mais áreas de alta suscetibilidade a ocorrência de processos naturais que ocasionam danos.

3 METODOLOGIA

A metodologia para o desenvolvimento dessa pesquisa foi individualizada em seis itens de modo que contemplem a execução da coleta e compilação de dados e, por conseguinte, na elaboração dos produtos cartográficos. Desse modo, apresenta-se de maneira cronológica as atividades desenvolvidas na pesquisa: materiais e banco de dados; trabalho de campo; caracterização da área de estudo; cadastro de perigo; cadastro da vulnerabilidade; e cadastro de risco.

O fluxograma da Figura 11, apresenta a organização das etapas de caracterização da área de estudo, o estudo de perigo ou ameaça de processos superficiais causadores de danos, o estudo da vulnerabilidade dos sujeitos em áreas de perigo ou ameaça e o estudo de risco de desastres naturais.

Figura 11 - Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

3.1 MATERIAIS E BANCO DE DADOS

Os materiais utilizados para o desenvolvimento dessa dissertação foram:

- Bases Cartográficas do IBGE (2010a; 2010b; 2015a) nas escalas 1:50.000 e 1:250.000, Carta Topográfica de Faxinal do Soturno - RS, na escala 1:50.000, folha SH.22-V-C-IV-I e Mapa Geológico do Rio Grande do Sul (CPRM, 2006) na escala de 1:750.000: bases cartográficas utilizadas como dados primários na elaboração dos mapas temáticos.
- Cena de imagem de RADAR da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução espacial 1 *arcsec* (30 m), obtida junto ao USGS (*United States Geological Survey*): a cena de RADAR foi utilizada como Modelo Digital de Elevação (MDE) e para a extração de curvas de nível para caracterização da área de estudo.
- Imagens de satélite ópticas disponíveis por meio do ArcGIS® 10.1 desenvolvido pela ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) com o serviço *Basemap - World Imagery*, o qual constitui-se em um banco de dados que integra diferentes tipos de imagens de satélite com escalas de até alta resolução espacial: as imagens foram utilizadas para vetorização de edificações, canal fluvial canalizado, cicatrizes de movimentos de massa, área suscetível a enxurrada e, por conseguinte, cadastro de perigo, vulnerabilidade e risco.
- ArcGIS® 10.1; Google Earth Pro; Corel DRAW X5 e Excel 2013: *softwares* utilizados, respectivamente para a geração do banco de dados georreferenciado e elaboração de mapas temáticos; análises e interpretação de resultados; na elaboração e tratamento final de *layout* de figuras e croquis; e por fim, na elaboração de gráficos e cruzamento da matriz de risco de desastres naturais.
- GPS Garmin Etrex: Sistema de Posicionamento Global utilizado para localização espacial dos pontos de controle durante a realização dos trabalhos de campo.

A elaboração dos mapas temáticos do trabalho apresentou como primeiro procedimento a estruturação de um banco de dados georreferenciado. Para isso, foi utilizado o ArcGIS® 10.1 e em sua interface foi criado um *New File Geodatabase*³. No

³ Novo banco de dados.

novo banco de dados foi definido como referência o Sistema de Coordenadas Geográficas com o *Datum* SIRGAS 2000.

3.2 TRABALHO DE CAMPO

Nos meses de julho de 2016 e dezembro de 2017 foram realizados trabalhos de campo na área de estudo com objetivo o (re)conhecimento do local e das diferentes características físicas e sociais das áreas suscetíveis a processos que ocasionam danos e validação dos mapeamentos e cadastros realizados. Essa atividade contou com o suporte logístico da Defesa Civil municipal e recurso financeiro disponibilizado do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) da Universidade Federal de Santa Maria.

Foram realizados registros fotográficos, coleta de pontos de controle, descrição e identificação de condições que potencializavam a suscetibilidade, perigo, vulnerabilidade e risco aos processos superficiais causadores de danos e entrevista não estruturada com a população residente localizada nesses locais.

Por fim, houve a consulta a Secretaria de Assistência Social quanto a situação da população residente nas áreas em questão e a Secretaria da Agricultura e Departamento do Meio Ambiente, responsável pelas ações da Defesa Civil municipal, em relação ao registro de eventos e ações realizadas pelo município frente aos desastres naturais na área de estudo.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A caracterização da área de estudo foi realizada a partir da análise dos aspectos socioeconômicos do município de Faxinal do Soturno por meio da consulta de dados em órgãos oficiais como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Prefeitura municipal de Faxinal do Soturno. Já as características físicas foram obtidas por meio de revisão da literatura, elaboração e análise de mapas temáticos e observações *in loco* durante os trabalhos de campo.

Síntese do processo de elaboração dos mapas temáticos para caracterização da área de estudo:

- O mapa da Microrregião de Restinga Sêca foi elaborado no ArcGIS® 10.1 e teve como dado primário as Bases Cartográficas do IBGE (2010a; 2010b) na escala 1:50.000.
- O mapa de expansão urbana de Faxinal do Soturno foi elaborado no ArcGIS® 10.1 e teve como dados primários a Carta Topográfica de Faxinal do Soturno - RS, na escala 1:50.000, folha SH.22-V-C-IV-I e imagens de satélite ópticas disponíveis no serviço *Basemap - World Imagery* do SIG para vetorização manual da área urbana de Faxinal do Soturno nos anos de 1975 e 2017.
- O mapa geomorfológico do município de Faxinal do Soturno foi elaborado no ArcGIS® 10.1 e teve como dados primários a Base Cartográfica do IBGE (2010b) na escala 1:50.000 e mapeamento geomorfológico disponibilizado pelo IBGE (2015b) na escala 1:250.000.
- O mapa geológico do município de Faxinal do Soturno foi elaborado no ArcGIS® 10.1 e teve como dados primários a Base Cartográfica do IBGE (2010b) na escala 1:50.000 e Mapa Geológico do Rio Grande do Sul (CPRM, 2006) na escala de 1:750.000.
- O mapa da rede fluvial do município de Faxinal do Soturno foi elaborado no ArcGIS® 10.1 e teve como dados primários a Base Cartográfica do IBGE (2010b) na escala 1:50.000 e imagens de satélite ópticas disponíveis no serviço *Basemap - World Imagery* do SIG.
- O mapa hipsométrico foi elaborado no ArcGIS® 10.1 e teve como dados primários a Base Cartográfica do IBGE (2010b) na escala 1:50.000 e uma cena de imagem de RADAR SRTM com resolução espacial de 1 *arcsec* (30 m). As classes hipsométricas foram definidas no *software* com finalidade representativa por meio de *Stretched values along a colour ramp*.
- O mapa de declividade foi elaborado com base nos referidos dados cartográficos e altimétricos do mapa hipsométrico, também no ArcGIS® 10.1 a partir da ferramenta *Slope*. Os valores das classes de declividade foram definidos com base na Lei nº 6.766 (BRASIL, 1979), que atribuiu limites para ocupação em áreas com declividades superiores a 30%, e de uma adaptação das classes utilizadas pelo IPT (1981), sendo assim definido as classes: < 2%, 2-5%, 5-15%, 15-30% e > 30%.

- O perfil topográfico da encosta foi elaborado no ArcGIS® 10.1, com base nos dados altimétricos do mapa hipsométrico, a partir das ferramentas *Interpolate Line* e *Profile Graph*. O *layout* final do mesmo, cálculo das escalas horizontal e vertical, e do exagero vertical foi realizado *software* CorelDRAW X5, desenvolvido pela Corel Inc.
- O mapa dos processos superficiais que ocasionam danos foi elaborado no ArcGIS® 10.1 e teve como dados primários a Base Cartográfica do IBGE (2010b) na escala 1:50.000, curvas de nível com equidistância de 10 m extraídas a partir de uma cena de imagem de RADAR SRTM com resolução espacial de 1 arcsec (30 m). As cicatrizes de movimentos de massa, a área suscetível as enxurradas e o canal fluvial canalizado foram vetorizados manualmente por meio de imagens de satélite ópticas disponíveis no serviço *Basemap - World Imagery* do SIG e validados nos trabalhos de campo.

3.4 CADASTRO DE PERIGO

O cadastro de perigo foi realizado com base na revisão da literatura a partir de artigos científicos, capítulos de livros, dissertações de mestrado, teses de doutorado e publicações de órgãos oficiais de forma que contemplasse o estado da arte a respeito do tema processos potencializadores de danos (movimentos de massa e enxurradas), o que permitiu definir o Quadro 7.

Quadro 7 - Síntese de indicadores condicionantes para processos que ocasionam danos apresentados por diferentes autores.

(continua)

Autor/Ano de publicação	Resumo dos indicadores condicionantes para processos que ocasionam danos
Augusto Filho e Virgili (1998)	Característica climática (regime pluviométrico); solos; rochas; depósitos; estruturas geológicas (xistosidade, fraturas, etc.); declividade; amplitude; forma do perfil da encosta (retilíneo, convexo, côncavo); regime das águas de superfície e subsuperfície; uso e ocupação, incluindo cobertura vegetal e as diferentes formas de intervenção antrópica das encostas, como cortes, aterros, concentração de água pluvial e servida, etc.

Quadro 7 - Síntese de indicadores condicionantes para processos que ocasionam danos apresentados por diferentes autores.

(continuação)

Autor/Ano de publicação	Resumo dos indicadores condicionantes para processos que ocasionam danos
Alheiros (1998)	<ul style="list-style-type: none"> - Fatores Topográficos: altura da encosta (< 5 m; 5-10 m; 10-20 m; 20-30 m; > 30 m); perfil da encosta (côncavo; retilíneo; convexo; côncavo-convexo); morfologia da encosta; extensão da encosta (< 100; 100-250; 250-350; 350-500; > 500); declividade da encosta (< 20%; 20-30%; 30-40%; 40-50%; > 50%). - Fatores Geológicos: litologia; textura; estrutura; evidências de movimento (ravinamento superficial; ravinamento profundo; cicatrizes; erosão no pé da encosta; voçorocas; fendas; surgências N.A.; ausentes). - Fatores Ambientais: vegetação; drenagem; cortes; densidade populacional (hab./ha); tratamento.
Cerri e Amaral (1998)	<p>Condicionantes predisponentes: encostas de inclinação elevada; depósitos de tálus e coluviões; concentração do escoamento da água de superfície e subsuperfície; pluviometria média anual elevada.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exemplos de intervenções antrópicas desencadeadoras: eliminação da cobertura vegetal; cortes estabilizadores; lançamento de lixo; aterro construído sem controle; lançamento de água não controlado; construção de reservatórios (instabilização de margens). - Feições indicativas: trincas no terreno; degraus de abatimento; postes, árvores e muros inclinados ou tombados.
Zuquette e Nakazawa (1998) - Metodologia Zermos (Zonas expostas a riscos de movimentos de solo)	<ul style="list-style-type: none"> - Topografia: topografia geral (inclinação, orientação); morfologia (forma e evolução das vertentes); vegetação natural (floresta, etc.); ocupação humana (habitações, cultivos); particularidades climáticas. - Materiais inconsolidados: natureza e idade; extensão e espessura de cada tipo. - Substrato rochoso: litologia e estratigrafia; estruturas; falhas, fraturas, foliações, xistosidade e outras; alteração geral; detalhes geológicos. - Hidrogeologia: águas superficiais, variações de uso; águas subterrâneas; erosão ligada às águas (ravinamento, dissoluções). - Movimento dos terrenos: aspectos gerais (estágio, estabilidade, outros); características (comprimento, largura, altura, inclinação, forma, etc.); estado do terreno movimentado; natureza das superfícies já existentes (estrias, veios, de água, etc.); outras características. - Relações com a geologia e hidrogeologia: as superfícies de rupturas estão associadas a alguma descontinuidade; descrição da descontinuidade; há relação entre hidrogeologia, ravinamento e erosão.
Bandeira (2003)	<ul style="list-style-type: none"> - Topografia: altura da encosta; perfil; morfologia; extensão da encosta; declividade da encosta; altura do corte; largura do corte. - Geologia: litologia; textura; estrutura; evidência de movimento. - Ambiental: vegetação; drenagem; cortes; densidade demográfica (hab./ha); tratamento.
Bigarella (2003)	<p>Estrutura geológica; declividade da vertente (forma topográfica); regime pluvial, especialmente episódios intensos; perda de vegetação e atividade antrópica; existência de mantos de intemperismo espessos; presença de níveis ou faixas impermeáveis que atuam como planos de escorregamentos.</p>
Tominaga (2007; 2015c)	<ul style="list-style-type: none"> - Relevo: declividade; forma de vertente; grau de dissecação. - Estrutura geológica: densidade de lineamentos. - Material de cobertura inconsolidada: textura do solo. - Disponibilidade hídrica: pluviosidade; excedente hídrico. - Construções em encostas muito íngremes e próximas a cursos de água. - Cortes em encostas. - Desmatamento das encostas dos morros. - Lançamento de lixo ou entulho nas encostas ou drenagens. - Presença de fissuras e rachaduras na casa, muros e terrenos.

Quadro 7 - Síntese de indicadores condicionantes para processos que ocasionam danos apresentados por diferentes autores.

(continuação)

Autor/Ano de publicação	Resumo dos indicadores condicionantes para processos que ocasionam danos
Ministério das Cidades e IPT (BRASIL, 2007)	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterização do local: tipo de talude - natural ou corte; tipo de material - solo, aterro, rocha; presença de materiais - blocos de rocha e matacões, bananeiras, lixo e entulho; inclinação da encosta ou corte; distância da moradia ao topo ou base dos taludes. - Água: concentração de água da chuva em superfície (enxurrada); lançamento de água servida em superfície (a céu aberto ou no quintal); sistema de drenagem superficial (inexistente; precário; satisfatório); para onde vai o esgoto? (fossa; canalizado; lançamento em superfície - céu aberto); de onde vem a água para uso na moradia? (prefeitura; mangueira); existe vazamento na tubulação?; minas d'água no barranco (talude). - Vegetação no talude ou proximidades: presença de árvores; vegetação rasteira (arbustos, capim, etc.); área desmatada; área de cultivo. - Sinais de movimentação (feições de instabilidade): trincas (no terreno; na moradia); degraus de abatimento; inclinação (árvores; postes; muros); muros/paredes "embarrigados"; cicatriz de escorregamento próxima à moradia. - Tipos de processos de instabilização esperados ou ocorridos: escorregamento (no talude natural; no talude de corte; no aterro); queda de blocos; rolamento de blocos.
Cerri et al. (2007)	<ul style="list-style-type: none"> - Condicionantes geológicos e geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, entre outros). - Nível de intervenção antrópica. - Sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamentos, feições erosivas, entre outros).
Guimarães et al. (2008)	Estrutura geológica; tipo dos materiais; declividade; orientação e forma da vertente; área de contribuição; intensidade e distribuição das precipitações.
Julião et al. (2009)	Inventário de movimentos de massa; litologia; formações superficiais; declividade; exposição das vertentes; curvatura das vertentes; cobertura vegetal e uso do solo.
Faria (2011)	Declividade ($\leq 17^\circ$; 17° - 30° ; $> 30^\circ$); amplitude (≤ 10 m; 10-20 m; > 20 m); uso/cobertura; nível da água (surgência); água superficial; material (solo residual; depósito natural); estrutura geológica.
Fernandes e Amaral (2012)	Fraturas; falhas; foliação e bandamento composicional; descontinuidades no solo; morfologia da encosta com declividade (20° - 35°) e curvatura (convergente, divergente e côncavo - <i>hollows</i>); depósitos de encosta.
Reckziegel (2012), Wiggers (2013) e Kormann (2014)	Espacialização do registo de eventos (cicatrizes); hipsometria; rede hidrográfica; declividade; solos/litologia/geologia; uso do solo e cobertura vegetal; pluviometria.

Quadro 7 - Síntese de indicadores condicionantes para processos que ocasionam danos apresentados por diferentes autores.

(continuação)

Autor/Ano de publicação	Resumo dos indicadores condicionantes para processos que ocasionam danos
Listo e Vieira (2012); Rodrigues e Listo (2016)	<p>- Indicadores naturais: vegetação (presença de árvores; vegetação rasteira; área desmatada; área de cultivo (bananeiras)); cobertura superficial (solo maduro; solo saprolítico; rocha alterada; rocha sã; colúvio); tipo de encosta (encostas naturais; encostas com corte; encostas com aterro); perfil da encosta (côncavo; convexo; retilíneo; côncavo-convexo); declividade da encosta (0°-10°; 11°-17°; $> 18^{\circ}$).</p> <p>- Indicadores antropogênicos, indicadores de instabilidade e escorregamentos: distância entre as casas e a encosta; liberação de água (concentração da água de chuva; águas residuais nas encostas, vazamento de tubulações; minas de água); indicadores de instabilidade (fissuras; paredes tortas; árvores, postes e paredes inclinadas; subsidência; cicatrizes de escorregamentos); tipo de escorregamento (sem escorregamento; escorregamento em taludes naturais; escorregamento em talude de corte; escorregamento em taludes com aterros).</p>
Nunmer e Pinheiro (2013)	<p>Condicionantes geológicas (efeitos dos solos e maciços rochosos); águas superficiais e subsuperficiais; geomorfologia (efeitos da declividade e das curvaturas das vertentes); e efeitos da vegetação.</p>
Amaral e Feijó (2014, p. 206)	<p>Execução de cortes (taludes escavados com geometria - altura e inclinação - superior ao que o material geológico pode suportar); aterros inadequados (não compactados e de baixa resistência); impermeabilização dos terrenos (devido ao aproveitamento de toda área útil para construção, com a concentração das águas pluviais); lançamento de águas servidas (tubulações não se prolongam em um sistema adequado de drenagem superficial e coleta de esgotos); lançamento e concentração de lixo doméstico (material de sem coesão e alta porosidade, que atinge rapidamente alto grau de saturação e excessivo aumento de peso).</p>
Pamplona e Valente (2014)	<p>- Geomorfologia: declividade (0-10°; 10-25°; $> 25^{\circ}$); forma da vertente (plana; convexa; côncava); comprimento da vertente; orientação da vertente; presença de blocos.</p> <p>- Geologia: grau de alteração; espessura de alteração; litologias e contatos; ocorrência de falhas; ocorrência de pequenos movimentos/movimentos anteriores; erosão diferencial e/ou risco de erosão.</p> <p>- Hidrologia: precipitação anual; escoamento superficial; proximidade de talvegues.</p> <p>- Geografia: proximidade de agregados populacionais e/ou vias de comunicação; uso do solo; área ardida.</p>
Henrique (2014)	<p>- Geológico-Geotécnico: formação geológica; estrutura; cobertura superficial; textura/perfil; evidências de movimentos.</p> <p>- Geomorfologia: relevo; curvatura; altura da encosta; extensão da encosta; inclinação da encosta; altura do talude de corte; altura do talude de aterro; inclinação do talude de aterro.</p> <p>- Uso e ocupação do solo: cobertura vegetal; porcentagem de cobertura superficial; condição de tratamento; categoria de ocupação.</p> <p>- Antrópico: sistema de drenagem superficial; destino do esgoto; outros fatores (concentração de água em superfície; encanamento exposto; vazamento de água/esgoto; presença de surgências de água nos taludes; sobrecarga de edificações; escavação de talude; escavação do pé do talude; presença de lixo/entulho).</p>

Quadro 7 - Síntese de indicadores condicionantes para processos que ocasionam danos apresentados por diferentes autores.

(conclusão)

Autor/Ano de publicação	Resumo dos indicadores condicionantes para processos que ocasionam danos
Avila (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Características do local e entorno: talude natural ou de corte; altura do talude; aterro compactado/lançado; distância das moradias em relação ao talude; declividade; estruturas em solo/rocha desfavoráveis; presença de blocos de rocha; presença de lixo/entulho; tipos de aterro, se existir. - Vegetação no talude e proximidades: presença de árvores de grande porte; mata ciliar original; espécies cultivadas; espécies rasteiras/arbustivas. - Evidências de movimentação no terreno: trincas nas moradias e/ou terreno; inclinação de árvores/postes/muros; degraus de abatimento; cicatrizes de escorregamento; feições erosivas; muros e paredes "embarrigados". - Situação da água em superfície e subsuperfície: concentração da água da chuva; lançamento de águas servidas; presença de fossas/rede de esgoto; surgências de água e vazamentos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A finalidade foi identificar diferentes indicadores condicionantes de perigo para serem adotados na pesquisa. Como incremento a isso foram realizadas avaliações *in loco*, por meio de trabalhos de campo e entrevista não estruturada com os sujeitos residentes na área de estudo.

Assim, foram estipulados os indicadores com pesos e notas de perigo que convergissem em conformidade as características da área de estudo, escala de trabalho e o tempo disponível para execução do mesmo. Dessa forma, puderam, em um segundo momento subsidiar a elaboração de uma ficha cadastral de perigo (Quadro 8).

Para o cálculo do perigo individualizou-se a ficha de cadastro em quatro itens que apresentam seus respectivos pesos (P) de influência no desencadeamento de processos de que ocasionam danos: indícios de processos que ocasionam danos (peso 35%), presença de água (peso 30%), litologia e relevo (peso 20%) e vegetação (peso 15%). Em cada item foram contabilizados um número N de questões, as quais, apresentam a partir do seu somatório total a nota 10.

Quadro 8 - Ficha de cadastro de perigo para processos que ocasionam danos para Vila Medianeira, área urbana de Faxinal do Soturno - RS.

FICHA DE CADASTRO DE PERIGO PARA PROCESSOS QUE OCASIONAM DANOS			
DADOS GERAIS:			
Equipe:		Número de cadastro:	
Data:		Coordenadas UTM	
Local:		Lat.:	Long.:
Rua:		Número de fotografias:	
INDICADORES DE PERIGO:			
INDÍCIOS DE PROCESSOS QUE OCASIONAM DANOS (PESO 35%)			
Sinais de movimentação da encosta (Nota 5,5) 0 - () Não / 5,5 - () Sim		Distância da moradia para o local de perigo (Nota 2) 0 - () \geq que a amplitude da encosta / 2 - () $<$ que a amplitude da encosta	
Lançamento/descarte de lixo/entulho (Nota 1) 0 - () Não / 1 - () Sim		Feição erosiva e/ou indício de processo de erosão na base da edificação (Nota 1) 0 - () Não / 1 - () Sim	
Uso e cobertura da terra no quintal (Nota 0,5) 0 - () Impermeável / 0,5 - () Permeável			
PRESENÇA DE ÁGUA (PESO 30%)			
Concentração de água pluvial em superfície (inundação brusca ou enxurrada) (Nota 4) 0 - () Não / 4 - () Sim		Sistema de drenagem superficial (Nota 3) 0 - () Satisfatório / 1 - () Precário / 2 - () Inexistente	
Lançamento de água servida em superfície (Nota 2) 0 - () Não / 2 - () Sim		Vazamento de água/esgoto das tubulações (Nota 1) 0 - () Não / 1 - () Sim	
LITOLOGIA E RELEVO (PESO 20%)			
Talude (Nota 3) 0 - () Natural / 3 - () Com corte e aterro		Presença de blocos de rocha (Nota 3) 0 - () Não / 3 - () Sim	
Declividade da encosta ou talude (Nota 2) 0 - () Leve a plana / 0,5 - () Moderada / 1,5 - () Acentuada		Presença de descontinuidades (Nota 1) 0 - () Não / 1 - () Sim	
Encosta convergente que potencialize processos de dinâmica fluvial (Nota 1) 0 - () Não / 1 - () Sim			
VEGETAÇÃO (PESO 15%)			
Vegetação de grande porte isolada (Nota 4) 0 - () Não / 4 - () Sim		Área desmatada (Nota 3) 0 - () Não / 3 - () Sim	
Área de cultivo de espécies (ex: bananeira) (Nota 3) 0 - () Não / 3 - () Sim			
PROCESSOS QUE OCASIONAM DANOS:			
Qual/ quais tipo(s) de processo(s)?			
() Rastejo / () Escorregamento planar / () Escorregamento em cunha / () Escorregamento rotacional / () Queda de blocos / () Tombamento de blocos / () Rolamento de blocos / () Corrida de lama / () Corrida de terra / () Corrida de detritos / () Inundação brusca ou enxurrada			
GRAU DE PERIGO:			
() Perigo Baixo	() Perigo Médio	() Perigo Alto	() Perigo Muito Alto
Observações:			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Dessa forma, para se chegar ao valor de perigo são somadas todas as notas de cada item, multiplicadas pelo seu peso e dividido pelo denominador 10, sendo assim identificado um valor X para cada um. Sequencialmente são somados os valores (X) dos quatro itens e assim obtendo-se o valor final do perigo para a edificação, conforme exemplificado no Quadro 9.

Quadro 9 - Metodologia para o cálculo do perigo.

<p>Cálculo do Perigo:</p> $\frac{(N + N \dots) * P}{10} = X$ <p>N = Nota de cada questão dos itens (a soma das notas de cada item é 10) P = Peso do item (ex.: litologia e relevo - peso 20%) X = Item (ex.: litologia e relevo)</p> <p style="text-align: center;">X + X + X + X = Valor de Perigo (Soma dos itens)</p>

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Com base na ficha cadastral e das observações realizadas na área de estudo das situações de perigo de danos, chegou-se na definição de quatro graus de perigo: perigo baixo, perigo médio, perigo alto e perigo muito alto, conforme apresentado no Quadro 10.

Para se definir os referidos graus de perigo convencionou-se os valores ≤ 20 para perigo baixo, > 20 a ≤ 40 para perigo médio, > 40 a ≤ 60 para perigo alto e > 60 para perigo muito alto. Esses valores foram definidos com base na modelagem dos dados cadastrais e observações *in loco* durante os trabalhos de campo, de forma que correspondem as diferentes situações de perigo na área de estudo.

O mapa de cadastro de perigo foi elaborado no ArcGIS® 10.1 com base nas fichas cadastrais, juntamente com imagens de satélite ópticas disponíveis no serviço *Basemap - World Imagery* do ArcGIS® 10.1, que permitiram vetorizar de maneira pontual todas as edificações que apresentam algum perigo a processos que ocasionam danos na área de estudo, e agregado a isso foram adotados os pontos de controle coletados nos trabalhos de campo. Por fim, o produto final desse cadastro foi validado em novo trabalho de campo na área de estudo e entrevista não estruturada com os sujeitos residentes nos locais de perigo.

Quadro 10 - Graus de perigo de processos que ocasionam danos.

PERIGO	
Grau de perigo	Descrição:
Perigo baixo (≤ 20)	<ul style="list-style-type: none"> - Os condicionantes naturais predisponentes e o nível de intervenção antrópica são de potencialidade baixa para o desenvolvimento de processos que ocasionam danos. - Poucos indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas ou de inundações bruscas ou enxurradas.
Perigo médio (> 20 a ≤ 40)	<ul style="list-style-type: none"> - Os condicionantes naturais predisponentes e o nível de intervenção antrópica são de potencialidade média para o desenvolvimento de processos que ocasionam danos. - Observa-se a presença de indícios de instabilidade de encostas e/ou de (re)ocorrência de inundações bruscas ou enxurradas, entretanto incipiente(s). - Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento.
Perigo alto (> 40 a ≤ 60)	<ul style="list-style-type: none"> - Os condicionantes naturais e o nível de intervenção antrópica são de potencialidade alta para o desenvolvimento de processos que ocasionam danos. - Observa-se a presença significativa de indícios de instabilidade de encostas (trincas no solo, árvores inclinadas e/ou isoladas, entre outros) e/ou de (re)ocorrência de inundações bruscas ou enxurradas. - Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, no entanto, sendo ainda possível monitorar sua evolução e/ou com reincidência de inundações bruscas ou enxurradas.
Perigo muito alto (> 60)	<ul style="list-style-type: none"> - Os condicionantes naturais predisponentes e o nível de intervenção antrópica são de potencialidade muito alta para o desenvolvimento de processos que ocasionam danos. - Os indícios de instabilidade de encostas (trincas no solo, trincas em moradias ou em muros, árvores inclinadas e/ou isoladas, cicatrizes de escorregamentos, feições erosivas, presença de blocos, entre outros) são expressivos e estão presentes em grande número, ou ainda existe a recorrência (re)ocorrência de inundações bruscas ou enxurradas. - Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento e/ou reincidência constante de inundações bruscas ou enxurradas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

3.5 CADASTRO DA VULNERABILIDADE

O cadastro da vulnerabilidade seguiu processo semelhante ao estudo realizado para o perigo. Nesse sentido, foi realizada a revisão na literatura com base em artigos científicos, capítulos de livros, dissertações de mestrado e teses de doutorado de forma que contemplasse o estado da arte a respeito do tema (Quadro 11).

Isso possuiu como objetivo identificar diferentes indicadores de vulnerabilidade para serem adotados no trabalho e como incremento também foram realizadas avaliações *in loco*, a partir de trabalhos de campo e entrevista não estruturada com os sujeitos residentes na área de estudo, além de consulta junto a Secretária de

Assistência Social do município de Faxinal do Soturno a respeito do perfil social dessa população.

Quadro 11 - Síntese de indicadores de vulnerabilidade apresentados por diferentes autores.

(continua)

Autor/Ano de publicação	Resumo de indicadores utilizados para o estudo da vulnerabilidade
Cutter et al. (2003)	Nível socioeconômico (renda, poder e prestígio político); raça e etnia; idade; desenvolvimento comercial e industrial; desemprego; zona rural/urbana; imóveis residenciais; infraestrutura; locatários; ocupação; estrutura familiar; educação; crescimento populacional; serviços médicos; dependência social; necessidades especiais da população.
Papathoma e Dominey-Howes (2003)	Material de construção; linha de percurso do processo; entorno; condições de piso térreo; número de andares; defesa marinha; ambiente natural.
Oliveira (2004)	<ul style="list-style-type: none"> - Malha viária: pavimentada ou não pavimentada. - Esgoto: canalizado ou lançado direto no ambiente. - Rede pluvial: apresenta ou não apresenta. - Padrão construtivo: alto/médio ou baixo. - Ocupação: organizada ou desordenada. - Obras de contenção: apresenta ou não apresenta.
Papathoma-Köhle et al. (2007)	Tipo de material; entorno; andares; inclinação lateral; aviso/sinal (presença de sinais de aviso à escorregamentos, trincas e etc.).
Almeida (2010)	Educação; condições de habitação e infraestrutura; estrutura etária; educação e estrutura etária; renda; gênero e estrutura etária; gênero e educação; educação e estrutura etária.
Kappes et al. (2011)	<ul style="list-style-type: none"> - Informações específicas das construções: material; andares; condições; aberturas na direção da vertente inclinada; altura da menor abertura; presença de sinais de avisos de escorregamentos; porão; material do telhado; tipo de função. - Construções do entorno: localização da área construída (<i>row</i>) - direção da encosta e do rio; proteção da vegetação; medidas de proteção; presença de objetos móveis que podem ser levados pela água ou neve. - Características relacionadas a população: uso; vulnerabilidade da população (escolas, hospitais, etc.); densidade da população no inverno/dia; densidade da população no inverno/noite; densidade da população no verão/dia; densidade da população no verão/noite.
Righi e Robaina (2012)	<ul style="list-style-type: none"> - Padrão construtivo: uso de técnicas de engenharia adequadas segundo as normas construtivas. - Tipo de material: alvenaria, madeira (base em alvenaria) e materiais variados. - Infraestrutura local: malhas viárias, obras de engenharia para contenção dos processos naturais, rede de drenagem pluvial e redes de água. - Quantidade de habitantes por setores censitários a partir dos dados de população em órgãos oficiais.
Trentin, Robaina e Silveira (2013)	<ul style="list-style-type: none"> - Padrão construtivo: tipo de material utilizado nas construções (alvenaria, madeira ou outro material); estado de conservação; construções de acordo com normas técnicas de engenharia ou autoconstruídas pelos próprios moradores. - Infraestrutura pública disponível: estrutura das vias com relação a existência ou não de pavimento, calçamento ou não calçada, iluminação pública e água encanada.
Wiggers (2013)	<ul style="list-style-type: none"> - Adensamento de moradias: muito alto, alto, médio e baixo. - Padrão construtivo: tamanho e tipologia construtiva das moradias. - Infraestrutura local: existência ou não de calçamento das vias.

Quadro 11 - Síntese de indicadores de vulnerabilidade apresentados por diferentes autores.

(continuação)

Autor/Ano de publicação	Resumo de indicadores utilizados para o estudo da vulnerabilidade
Kormann (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Infraestrutura urbana: largura das vias, pavimentação e ordenamento. - Saneamento: aterro no terreno e esgoto. - Moradias: tamanho, acabamento e tipo de material.
Henrique (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Físico-Ambiental: quantidade de edificações; características da edificação; características do acesso à edificação; características do acesso ao subsetor; localização da edificação/infraestrutura; saneamento básico/energia elétrica. - Sócio, econômico e cultural: Densidade demográfica (hab./ha); renda domiciliar; capacidade de mobilidade/autonomia das pessoas; grau de escolaridade; acesso dos meios de comunicação; problemas sociais.
Medeiros (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Características gerais dos domicílios/concentração por domicílio/gênero: domicílios sem abastecimento de água canalizada; domicílios com banheiro sem esgotamento sanitário adequado; domicílios sem banheiro; domicílios sem coleta de lixo; domicílios sem energia elétrica ou com ligações clandestinas; domicílios com mais de 6 moradores; domicílios sem morador do sexo masculino; mulher responsável por domicílio com 5 moradores ou mais; domicílios do tipo casa em outra condição (terrenos invadidos). - Gênero/faixa etária: responsáveis do sexo feminino; responsáveis de 10 a 19 anos de idade; crianças de 0 a 9 anos de idade; e domicílios improvisados. - Renda: domicílio com rendimento mensal per capita até 2 salários mínimos; e responsável do sexo feminino com rendimento mensal até 2 salários mínimos. - Infraestrutura dos logradouros: domicílios em logradouro sem iluminação pública; domicílios em logradouros sem pavimentação; domicílios em logradouros sem bueiros/boca-de-lobo; domicílios em logradouros com esgoto a céu aberto; e domicílios em logradouros com acúmulo de lixo. - Analfabetismo: analfabetos por setor censitário.
Galvão (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Padrão construtivo: tipo de material (alvenaria, madeira e misto); - Acabamento: com reboco, sem reboco, com sapata e sem sapata. - Infraestrutura próxima: via asfaltada, calçada e não pavimentada. - Adensamento: quantidade de edificações em cada segmento da área de estudo.
Trentin e Dias (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Padrão construtivo das moradias. - Adensamento populacional. - Capacidade de ações contra os processos de perigo.
Menezes (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Padrão de urbanização: presença ou não de medidas estruturais, padrão das construções, e ainda o uso. - Condicionantes que cercam as residências: tipo de capeamento das vias, carências de saneamento básico, análise do padrão geral das residências encontradas nestas áreas, considerando-se o tipo de material e estado de conservação. - Nível e tipo de intervenções presentes nas drenagens: construção de diques e a presença de bacias de contenção.
Matos (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de blocos na área mapeada; tamanho dos blocos; presença de portas e janelas grades/largas nas moradias; número de andares; terrenos largos (campos, clubes, terrenos baldios) próximos as construções; material de construção (concreto, misto, material pobre/madeira); muros altos envolvendo as construções.
Prina (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Acabamento das construções: básico; simples; alto. - Condição da construção: velha; intermediária; nova. - Tipos de materiais das construções: madeira; misto; alvenaria. - Densidade de construções: alta densidade; média densidade; baixa densidade. - Número de andares das residências: térreo; um andar; mais que um andar.

Quadro 11 - Síntese de indicadores de vulnerabilidade apresentados por diferentes autores.

(conclusão)

Autor/Ano de publicação	Resumo de indicadores utilizados para o estudo da vulnerabilidade
Avila (2015)	<p>Variáveis urbano-constructivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ocupação: ordenada ou desordenada. - Moradias: Tamanho das moradias (< 50 m²; 50-100 m²; > 100 m²); grau de acabamento (com acabamento; acabamento precário; sem acabamento); tipo de material - resistência ao impacto/dano (alvenaria; madeira; misto; material reciclado). - Infraestrutura urbana disponível: rede de águas servidas/esgoto (existente ou não existente); vias urbanas (pavimentada ou não pavimentada). <p>Variáveis socioeconômicas conforme os Setores Censitários:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Soma da porcentagem da população com até um salário mínimo mensal e população sem rendimento. - Soma da porcentagem da população acima de 65 e abaixo de 15 anos no setor. - Porcentagem de pessoas alfabetizadas acima de 15 anos. - Porcentagem de moradias em cada área de perigo.
Santos (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Saneamento: percentual de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água inadequado ou ausente; e de domicílios particulares permanente com esgotamento sanitário inadequado ou ausente. - Educação: percentual de pessoas analfabetas; e de chefes de família com 4 anos ou menos de estudo. - Renda: percentual de chefes de família com renda de até 2 salários mínimos; e renda média do chefe de família. - Social: proporção de chefes de famílias de 10 a 19 anos; e proporção de mulheres chefe de família.
Aimon (2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Infraestrutura pública: vias urbanas (asfaltada; não asfaltada); esgotamento (presente; não presente). - Característica das residências: tipo de material (alvenaria; madeira; misto; sobra de materiais); presença de estruturas preventivas ou adaptações para o processo de risco.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Com base no levantamento foram estipulados os indicadores de vulnerabilidade, associados as características da área de estudo, a escala de trabalho e o tempo disponível para sua execução. Frente a isso, tornou-se possível elaborar uma ficha cadastral para a vulnerabilidade (Quadro 12). Nela, foram adotados pesos e notas para os indicadores, os quais foram estipulados de acordo com a literatura analisada e o conhecimento das características da área de estudo.

Para o cálculo da vulnerabilidade individualizou-se a ficha de cadastro em dois itens que apresentam seus respectivos pesos (p) de influência no enfrentamento aos processos que ocasionam danos: características físicas da edificação e entorno (peso 65%) e infraestrutura urbana disponível (peso 35%). Nos respectivos itens foram contabilizados um número N de questões, as quais, no seu somatório a nota é 10.

Quadro 12 - Ficha de cadastro de vulnerabilidade para Vila Medianeira, área urbana de Faxinal do Soturno - RS.

FICHA DE CADASTRO DE VULNERABILIDADE			
DADOS GERAIS:			
Equipe:		Número de cadastro:	
Data:		Coordenadas UTM	
Local:		Lat.:	Long.:
Rua:		Número de fotografias:	
INDICADORES DE VULNERABILIDADE:			
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA EDIFICAÇÃO E ENTORNO (PESO 65%)			
Tipo de material (Nota 3,5) 0 - () Alvenaria / 1 - () Madeira ou Misto / 2,5 - () Material reciclado		Obras estruturais de contenção (Nota 2, 5) 0 - () Sim / 2,5 - () Não	
Número de pavimentos da edificação (Nota 1,5) 0 - () Mais de um / 1,5 - () Um		Grau de acabamento (Nota 1,5) 0 - () Com bom acabamento / 0,50 - () Acabamento precário / 1 - () Sem acabamento	
Tamanho aproximado da edificação (Nota 1) 0 - () > 100 m ² / 0,25 - () 50-100 m ² / 0,75 - () < 50 m ²			
INFRAESTRUTURA URBANA DISPONÍVEL (PESO 35%)			
Forma do processo de ocupação (Nota 2) 0 - () Ocupação ordenada / 2 - () Ocupação desordenada		Tipo de uso (Nota 2) 0,75 - () Residencial / 1,25 - () Comercial ou Instituição pública	
Rede de águas servidas/esgoto (Nota 2) 0 - () Satisfatório / 0,75 - () Precário / 1,25 - () Inexistente		Sistema de rede pluvial (Nota 1,5) 0 - () Satisfatório / 0,5 - () Precário / 1 - () Inexistente	
Densidade da ocupação (Nota 1,25) 0 - () Não é uma área densamente ocupada 1,25 - () Área densamente ocupada		Condições de acesso (Nota 0,75) 0 - () Asfalto ou rua calçada (paralelepípedo) / 0,25 - () Sem calçamento / 0,5 - () Trilha/caminho	
Iluminação pública (Nota 0,5) 0 - () Satisfatória / 0,5 - () Inexistente			
GRAU DE VULNERABILIDADE:			
() vulnerabilidade baixa	() vulnerabilidade média	() vulnerabilidade alta	() vulnerabilidade muito alta
Observações:			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Para se obter o valor da vulnerabilidade foram somadas todas as notas de cada item, multiplicadas pelo seu peso e dividido pelo denominador 10, dessa forma é identificado um valor X para cada um. Após esse processo, são somados os valores (X) dos dois itens e assim obtendo-se o valor final da vulnerabilidade, conforme exemplificado no Quadro 13.

Quadro 13 - Metodologia para o cálculo da vulnerabilidade.

Cálculo da Vulnerabilidade:	
$\frac{(N + N \dots) * P}{10} = X$	
N = Nota de cada questão dos itens (a soma das notas de cada item é 10)	
P = Peso do item (ex.: características físicas da edificação e entorno - peso 65%)	
X = Item (ex.: características físicas da edificação e entorno)	
X + X = Valor da Vulnerabilidade (Soma dos itens)	

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

De posse dessas características identificadas definiu-se quatro graus de vulnerabilidade para as edificações situadas em locais de perigo na área de estudo, definidos em: vulnerabilidade baixa, vulnerabilidade média, vulnerabilidade alta e vulnerabilidade muito alta (Quadro 14).

Para se estabelecer os referidos graus convencionou-se os valores ≤ 20 para vulnerabilidade baixa, > 20 a ≤ 40 para vulnerabilidade média, > 40 a ≤ 60 para vulnerabilidade alta e > 60 para vulnerabilidade muito alta. Os respectivos valores foram estabelecidos a partir da modelagem em gabinete dos dados cadastrais da vulnerabilidade e observações durante os trabalhos de campo de forma que correspondem aos diferentes graus de vulnerabilidade presentes na área de estudo.

O mapa da vulnerabilidade foi elaborado no ArcGIS® 10.1, a partir das fichas cadastrais de vulnerabilidade, com a base cartográfica elaborada durante o cadastro de perigo e juntamente com imagens de satélite ópticas disponíveis no Google Earth Pro e no serviço *Basemap - World Imagery* do ArcGIS® 10.1, para avaliação visual complementar do adensamento populacional. Por fim, foram adotados pontos de controle coletados durante trabalhos de campo e o produto final desse cadastro foi validado em novo trabalho de campo na área de estudo e entrevista não estruturada com os sujeitos que lá residem.

Quadro 14 - Graus de vulnerabilidade.

VULNERABILIDADE	
Grau de vulnerabilidade	Descrição:
Vulnerabilidade baixa: (≤ 20)	<ul style="list-style-type: none"> - Processo de ocupação ordenado, pode apresentar diferentes usos, com rede de águas servidas/esgoto e sistema de rede pluvial satisfatórios, ruas calçadas ou pavimentadas e com iluminação pública. - Moradias constituídas por material de alvenaria ou misto, com bom acabamento, tamanho médio a grande, com um ou mais pavimentos e podem apresentar estruturas de contenção. - Apresentam plenas condições e capacidade de intervenção ou resposta caso ocorra um desastre natural.
Vulnerabilidade média: (> 20 a ≤ 40)	<ul style="list-style-type: none"> - Processo de ocupação ordenado, pode apresentar diferentes usos, a rede de águas servidas/esgoto e sistema de rede pluvial são precários e/ou satisfatórios, ruas calçadas ou pavimentadas e com iluminação pública. - Moradias com material de alvenaria, madeira ou misto, podem apresentar ou não acabamento, tamanho pequeno a médio, um a dois pavimentos e podem apresentar estruturas de contenção. - Apresentam uma capacidade média de intervenção ou resposta caso ocorra um desastre natural.
Vulnerabilidade alta: (> 40 a ≤ 60)	<ul style="list-style-type: none"> - Processo de ocupação desordenado, de uso residencial, a rede de águas servidas/esgoto e sistema de rede pluvial são inexistentes e/ou precários, as ruas são calçadas ou sem calçamento e a iluminação pública é precária ou satisfatória. - Moradias com material de alvenaria, madeira ou misto, sem acabamento, tamanho pequeno, um pavimento e sem a presença de estruturas de contenção. - Apresentam pouca capacidade de intervenção ou resposta caso ocorra um desastre natural.
Vulnerabilidade muito alta: (> 60)	<ul style="list-style-type: none"> - Processo de ocupação desordenado, de uso residencial, a rede de águas servidas/esgoto e sistema de rede pluvial são inexistentes e/ou precários, as ruas são sem calçamento ou os acessos devem ser realizados por trilha/caminho e a iluminação pública é inexistente ou precária. - Moradias de madeira ou de material reciclado, sem acabamento, tamanho pequeno, um pavimento e sem a presença de estruturas de contenção. - Não apresentam capacidade de intervenção ou resposta caso ocorra um desastre natural.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

3.6 CADASTRO DE RISCO

O cadastro do risco na área de estudo foi obtido a partir do cruzamento das informações cadastrais de perigo e vulnerabilidade. Para isso, foi elaborada uma matriz que agregou as duas variáveis conforme é apresentado no Quadro 15.

Para esse estudo, considerou-se que o perigo apresenta um peso maior para a ocorrência do desastre natural do que a vulnerabilidade. Nesse sentido, foram atribuídos os pesos 2 para perigo baixo, 4 para perigo médio, 8 para perigo alto e 16 para perigo muito alto, enquanto que para vulnerabilidade pesos 1 para

vulnerabilidade baixa, 2 para vulnerabilidade média, 3 para vulnerabilidade alta e 4 para vulnerabilidade muito alta.

Quadro 15 - Matriz de cruzamento para obtenção dos graus de risco.

RISCO				
Vulnerabilidade Perigo	Vulnerabilidade baixa (1)	Vulnerabilidade média (2)	Vulnerabilidade alta (3)	Vulnerabilidade muito alta (4)
Perigo baixo (2)	Risco baixo (2)	Risco baixo (4)	Risco médio (6)	Risco médio (8)
Perigo médio (4)	Risco baixo (4)	Risco médio (8)	Risco médio (12)	Risco alto (16)
Perigo alto (8)	Risco médio (8)	Risco alto (16)	Risco alto (24)	Risco muito alto (32)
Perigo muito alto (16)	Risco alto (16)	Risco muito alto (32)	Risco muito alto (48)	Risco muito alto (64)

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Isso se corrobora, uma vez que, em condições de baixa possibilidade para que ocorra um evento natural, a vulnerabilidade alta pode ser apenas um problema social e não de risco, dessa maneira apresentaria um perigo baixo e um risco, por sua vez, médio no máximo.

A partir disso propôs-se quatro graus de risco: risco baixo, risco médio, risco alto e risco muito alto, conforme apresentado no Quadro 16.

Quadro 16 - Graus de risco de desastres naturais.

RISCO	
Grau de Risco	Descrição:
Risco baixo (1-4)	Compreende áreas de perigo baixo agregado a vulnerabilidade baixa e média, e de perigo médio com vulnerabilidade baixa.
Risco médio (6-12)	Compreende áreas de perigo baixo com vulnerabilidade alta e muito alta, perigo médio com vulnerabilidade média e alta, e perigo alto com vulnerabilidade baixa.
Risco alto (16-24)	Compreende áreas de perigo médio com vulnerabilidade muito alta, perigo alto com vulnerabilidade média e alta, e perigo muito alto com vulnerabilidade baixa.
Risco muito alto (32-64)	Compreende áreas de perigo alto com vulnerabilidade muito alta, e perigo muito alto com vulnerabilidade média, alta e muito alta.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Por fim, o mapa de cadastro de risco foi elaborado no ArcGIS® 10.1, com a mesma base cartográfica adotada nos cadastros de perigo e vulnerabilidade. A

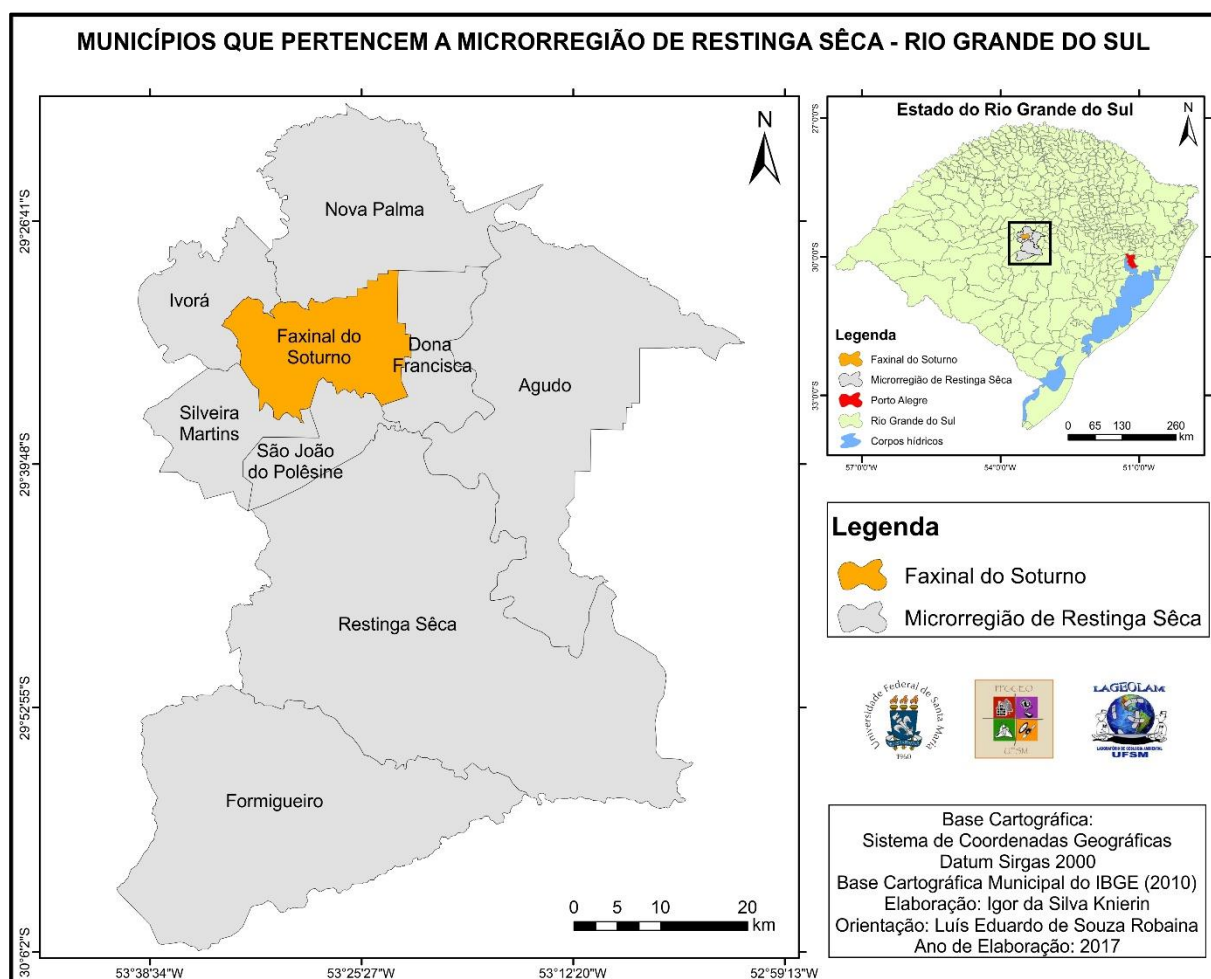
validação do produto final foi realizada por meio de trabalhos de campo na área de estudo com avaliações *in loco* e entrevista não estruturada com os sujeitos.

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Faxinal do Soturno possui área total de 169,51 km² e compõe a Microrregião de Restinga Sêca (Figura 12), junto com os municípios de Restinga Sêca, Nova Palma, Ivorá, Silveira Martins, São João do Polêsine, Dona Francisca, Agudo e Formigueiro. Os limites administrativos municipais são estabelecidos ao norte com o município de Nova Palma, a leste com Dona Francisca, ao sul com São João do Polêsine, a sudoeste com Silveira Martins e a noroeste com Ivorá.

Figura 12 - Mapa dos municípios que pertencem a Microrregião de Restinga Sêca - Rio Grande do Sul.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

O município integra a Quarta Colônia de Imigração Italiana e emancipou-se de Cachoeira do Sul, em plebiscito realizado dia 30 de novembro de 1958, oficializado então município pela Lei Estadual nº 3.711, de 12 de fevereiro de 1959. Atualmente comemora-se como o Dia do município na data de realização do referido plebiscito em 30 de novembro (IBGE, s.d.; SCHIRMER, 2012).

Sua economia baseia-se nos setores primário, secundário e terciário. Entretanto, apresenta destaque o setor terciário com comércio e prestação serviços, seguido pelo e o setor primário, especialmente com a agricultura, na qual caracteriza-se pela mão de obra familiar. No ano de 2015, o PIB *per capita* de Faxinal do Soturno foi de R\$ 22.847,82 e figurou posição 319, entre os 497 municípios do Rio Grande do Sul (ROSSATO, 2010; IBGE, 2015a).

A população total do município é de 6.672 habitantes e a densidade demográfica de 39,27 hab./km². A maior parte dessa população distribui-se na área urbana com 4.175 habitantes, enquanto que na área rural encontram-se 2.497 habitantes, sendo assim, 62,57% da população reside no espaço urbano enquanto 37,43% no espaço rural (IBGE, 2010c).

No espaço urbano (Figura 13), ainda são poucas as obras verticalizadas, predominando edificações de uso residencial, prestação de serviços e comércio. Segundo o IBGE (2010d), 69,2% dos domicílios possuem esgotamento sanitário adequado, 97,2% situam-se em vias públicas com arborização e 42,6% em vias públicas que possuem urbanização adequada, ou seja, com a presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio.

No mapa da Figura 14 pode ser observado a expansão da área urbana de Faxinal do Soturno no período entre 1975 e 2017. Nesse sentido, é possível visualizar que no intervalo de 42 anos analisado, o avanço da urbanização se deu em todas as direções (norte, sul, leste e oeste). No entanto, em alguns setores o processo de habitação ocorreu em áreas naturalmente suscetíveis a processos superficiais que ocasionam danos, como em margens de cursos fluviais, tributários do rio Soturno e de encosta declivosa, como é o caso da área de estudo.

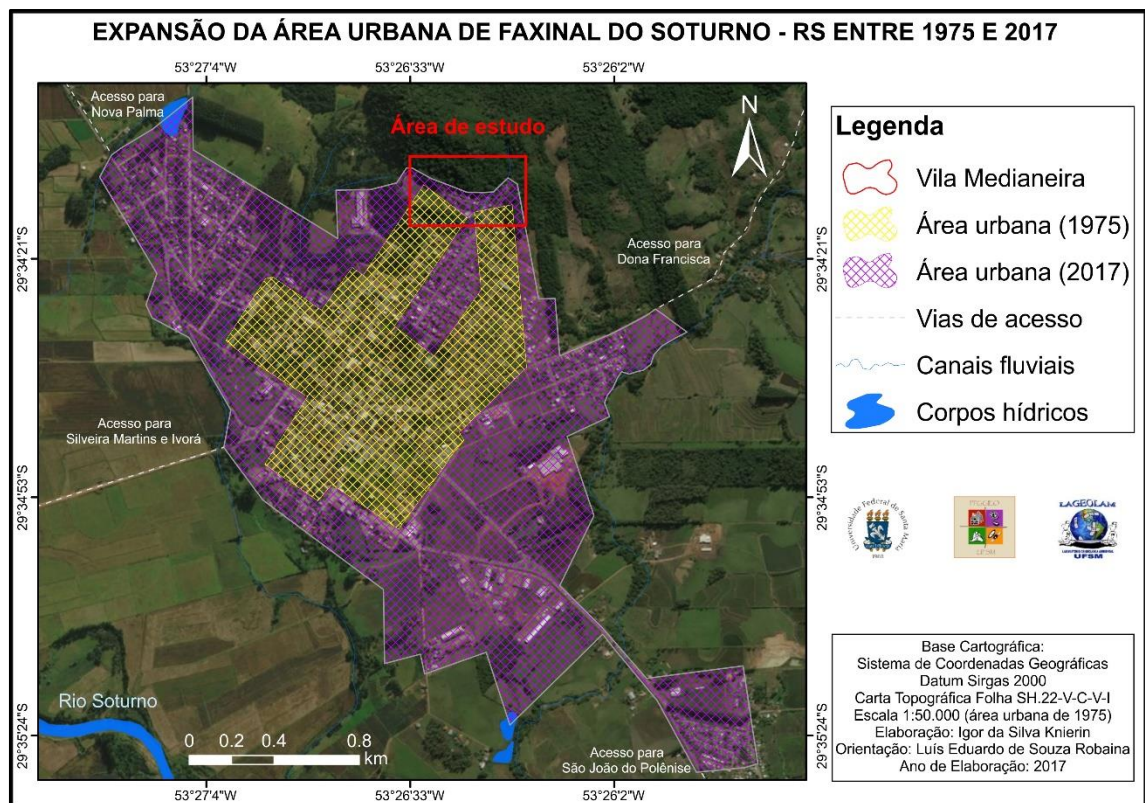
A ocupação dessas áreas corresponde aos locais em que os serviços urbanos, em especial, de saneamento básico e urbanização adequada, são mais contraditórios e/ou insatisfatórios. Agregado a isso, passaram a caracterizar na gênese das áreas de risco de desastres naturais com áreas suscetíveis a processos de enxurrada e movimentos de massa.

Figura 13 - Visão oblíqua da área urbana do município de Faxinal do Soturno - RS.



Fonte: Prefeitura Municipal de Faxinal do Soturno - RS (s.d.).

Figura 14 - Mapa que retrata a expansão da área urbana do município de Faxinal do Soturno - RS e localiza a área de estudo.

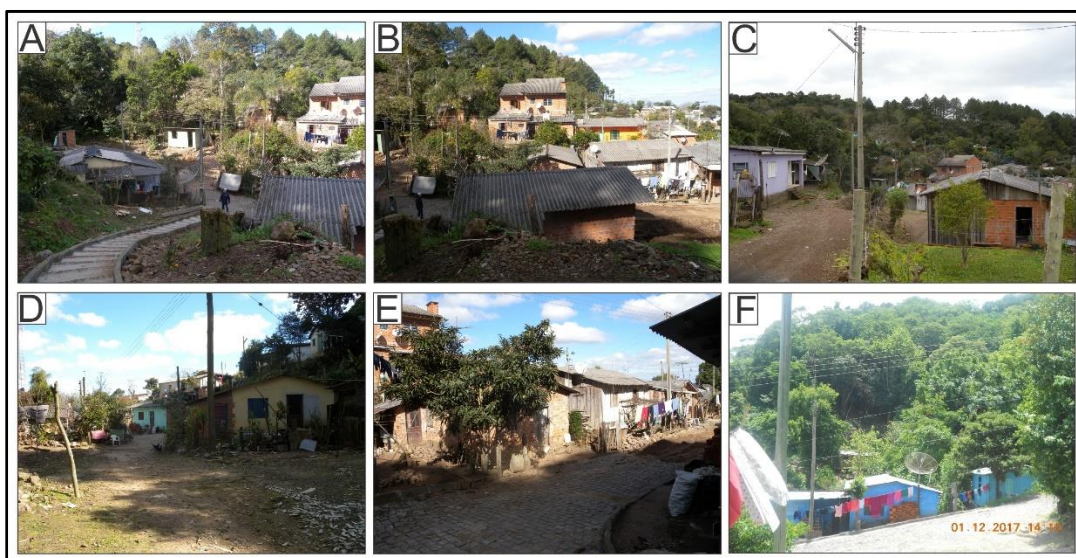


Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A expansão urbana sobre esses locais remete a fatores socioeconômicos e a falta de planejamento e ordenamento do espaço urbano. Em razão da condição socioeconômica dos sujeitos, os mesmos passam a ocupar áreas com características ambientais frágeis, não adequadas ao processo habitacional e, por consequência, que não possuem interesse para o mercado imobiliário. Por outro lado, remete também a deficiência no planejamento e organização do espaço urbano a medida em que são ocupadas áreas sem que sejam realizados estudos prévios em que se considerem suas características naturais (FREITAS, 2017).

A área de estudo, Vila Medianeira (Figura 15), localiza-se ao norte da área urbana de Faxinal do Soturno, os serviços urbanos, em especial, de saneamento básico e urbanização adequada, apresentam-se de maneira heterogênea (satisfatórios ou insatisfatórios) e relacionam-se a vulnerabilidade dos sujeitos que (re)produzem aquele espaço geográfico. Nos locais mais próximos as situações de perigo, como de enxurrada e movimentos de massa, correspondem onde a vulnerabilidade dos sujeitos é mais significativa, seja em relação a distribuição dos serviços urbanos disponíveis ou ao padrão construtivo das edificações, e isso reproduz o fenômeno de segregação residencial.

Figura 15 - Cenários (A, B, C, D, E e F) da organização espacial na Vila Medianeira, área urbana de Faxinal do Soturno - RS.



Fonte: Fotografias A, B, C, D e E obtidas no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016 e fotografia F obtida no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

Como incremento ao processo de (re)produção desordenado do espaço urbano, emergem situações de conflito socioambiental ligado as intervenções antrópicas sobre os ambientes naturais, como retirada da cobertura vegetal, impermeabilização dos solos, lançamento de águas servidas e o descarte de lixo e/ou dejetos em locais inadequados. Dessa forma, questões ambientais também passam a ser problematizadas como a poluição de recursos hídricos, dos solos e atração a vetores de doenças.

A compreensão da dinâmica, processo de ocupação e expansão da área urbana, são importantes para compreensão da gênese e, por conseguinte, espacialização das áreas de risco de desastres naturais na área urbana de Faxinal do Soturno e, especialmente, na Vila Medianeira. Nesse sentido, apresenta-se como uma análise primária para compreensão das condições de risco de desastres naturais dessa pesquisa.

Quanto aos aspectos físicos (clima, geologia, geomorfologia, hidrografia, relevo e vegetação) no município e área de estudo, os mesmos contribuem com as condições de suscetibilidade natural para o desencadeamento de processos superficiais que ocasionam danos, como movimentos de massa e enxurradas. Agregado a essa suscetibilidade natural o uso e ocupação da terra realizado pelos sujeitos tornam a área com potencial para diferentes situações de risco de desastres naturais.

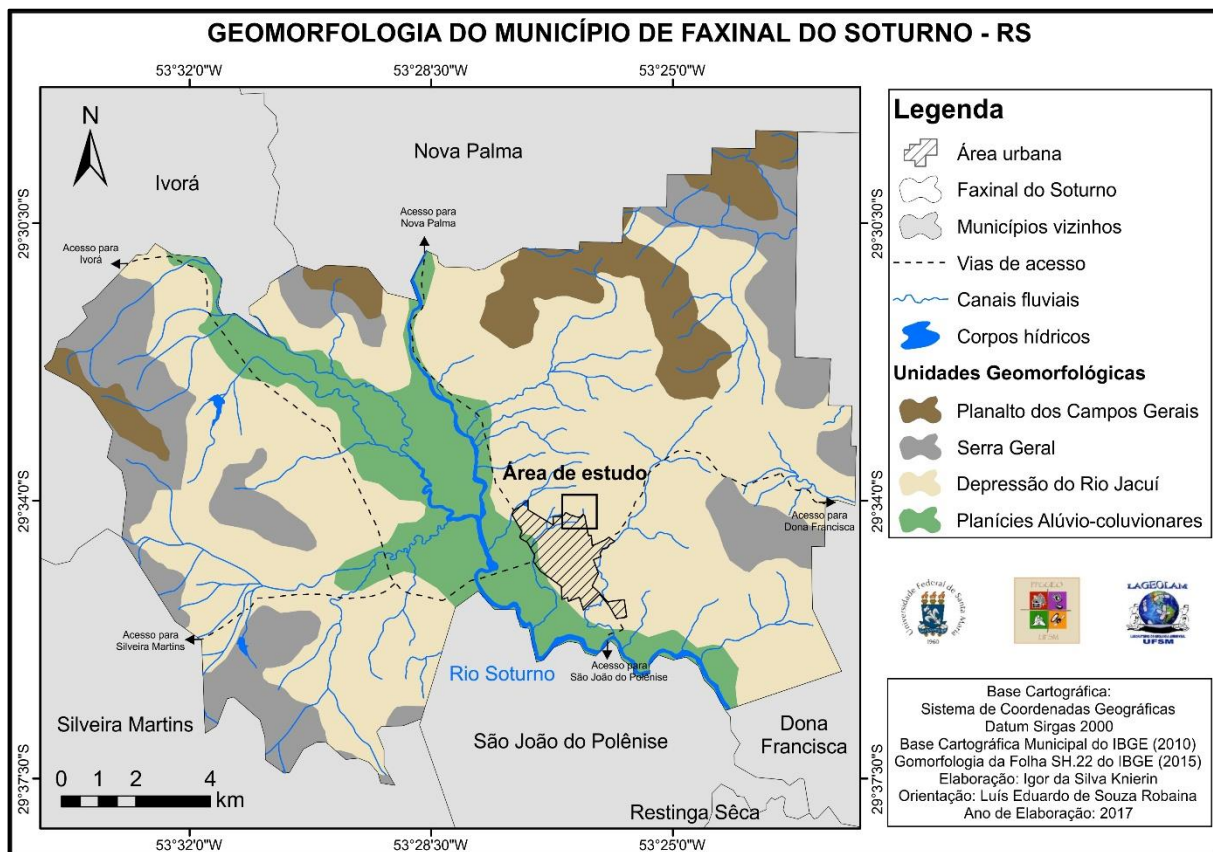
O clima regional caracteriza-se pelo tipo climático Subtropical II mediantemente úmido com variação longitudinal das temperaturas médias, em que apresenta precipitações entre 1500-1700 mm distribuídas ao ano em 90-110 dias de chuva e mensalmente em 6-9 dias, podendo aumentar para 9-12 dias. A temperatura média anual varia entre 17-20°C, enquanto que para o mês mais frio oscila entre 11-14°C e para o mês mais quente entre 23-26°C (ROSSATO, 2011).

Na área de estudo eventos de precipitação intensa e concentrada associam-se a processos de movimentos de massa e de enxurrada conforme evidenciado em diferentes episódios recentes (2009, 2010, 2013, 2015 e 2017). Em relação ao primeiro, a água atua como agente na deflagração dos processos de instabilização das encostas associado as demais características físicas do local como relevo, litologia, vegetação, entre outros e a ocupação antrópica. No segundo processo, potencializam enxurradas que podem ocorrer em razão da precipitação acumulada em mais de um dia, que atua na saturação dos solos, assim como no escoamento

superficial que desencadeia o processo de dinâmica fluvial, mas principalmente, em episódios de precipitação intensa e concentrada.

Em Faxinal do Soturno a geomorfologia (Figura 16) se caracteriza pela transição de unidades, em áreas de maior altitude com o Planalto dos Campos Gerais e Serra Geral e em áreas de menor altitude a Depressão do Rio Jacuí e as Planícies Alúvio-coluvionares. A área de estudo, localizada na Depressão do Rio Jacuí, marca o recuo da Serra Geral, sendo considerado um morro testemunho que apresenta alterações litológicas e revela a antiga posição dessas unidades hoje situadas em maiores altitudes.

Figura 16 - Mapa geomorfológico do município de Faxinal do Soturno - RS.

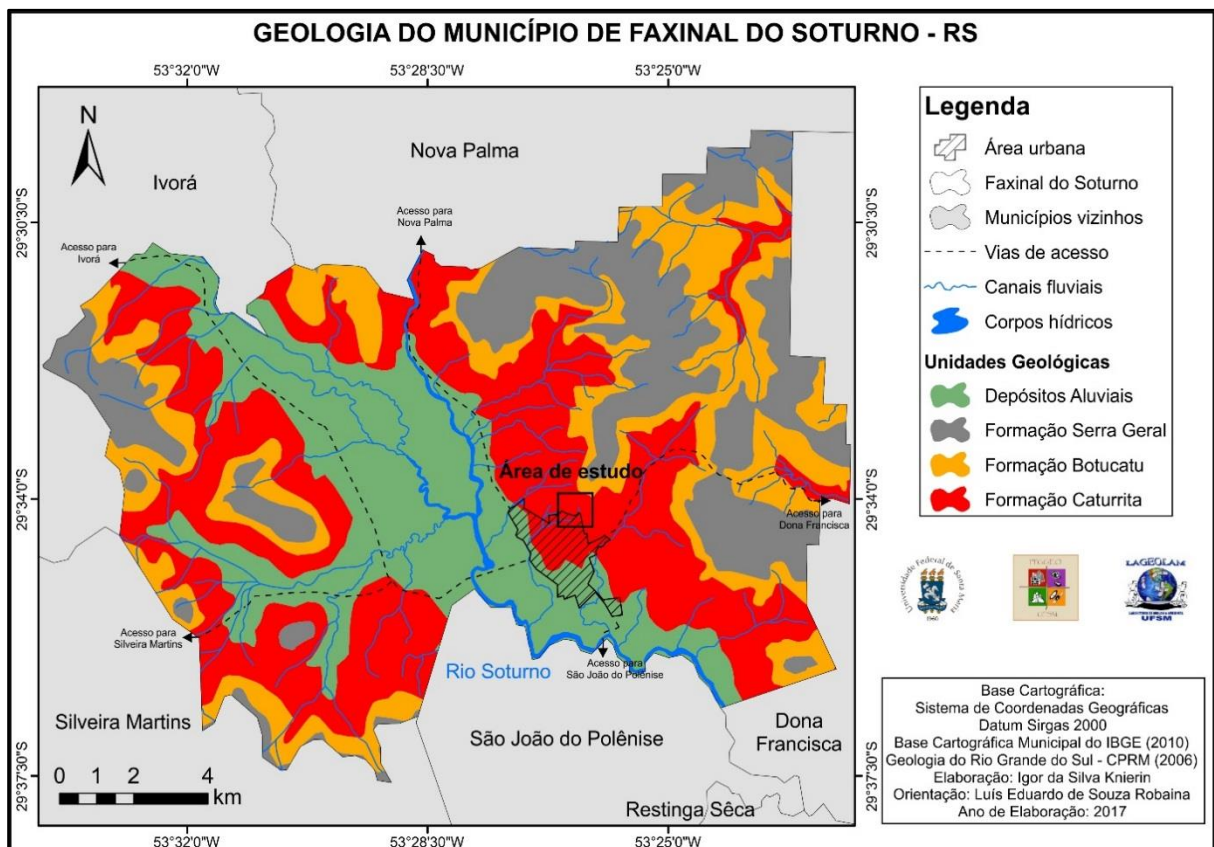


Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Agregado a isso, na geologia (Figura 17) observam-se formações sedimentares de Depósitos Aluviais associados predominantemente as margens e planícies de inundação dos rios Jacuí e Soturno e seus afluentes, oriundos a processos de deposição mais recente (CPRM, 2006).

Também sedimentares, destacam-se as Formações Botucatu e Caturrita que datam de Era Mesozóica, enquanto a primeira caracteriza-se por apresentar arenitos de grãos bem selecionados, cor rosa, despostos em sets de estratificação cruzada, característico de depósitos eólicos, a segunda é de origem fluvial, apresenta arenitos de grãos finos, cor branca, lenticulares, maciços e com laminação horizontal e cruzada acanalada de médio e grande porte, o qual é predominante na área urbana do município. Em locais de altitudes mais elevadas e de relevo mais ondulado, encontram-se rochas vulcânicas da Formação Serra Geral de Fácies Gramado, datada de Era Mesozóica, apresentam derrames basálticos de cor cinza e associam-se a depósitos de arenitos intertrápicos da Formação Botucatu (CPRM, 2006; SCHIRMER, 2012).

Figura 17 - Mapa geológico do município de Faxinal do Soturno - RS.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Na área de estudo, a litologia observada *in loco* é constituída predominantemente por depósitos de tálus e colúvio de rocha vulcânica da Formação

Serra Geral, conforme na Figura 18, que cobrem a estrutura da encosta na qual destacam-se predominantemente formações sedimentares de origem fluvial, pertencentes a Formação Caturrita (CPRM, 2006; SCHIRMER, 2012).

Figura 18 - Área de descontinuidade com a presença de depósitos de tálus e colúvio e vegetação densa, localizada ao norte da área urbana de Faxinal do Soturno - RS.



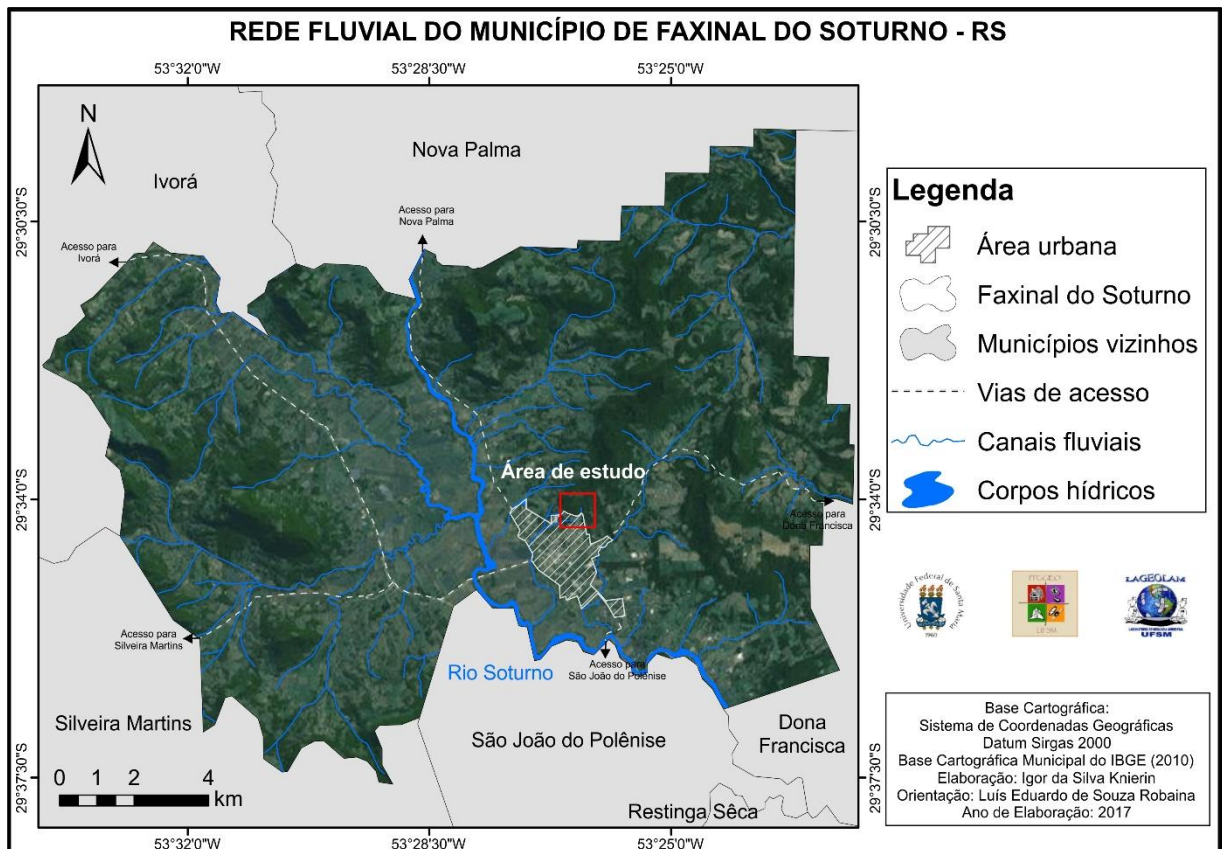
Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografia obtida no trabalho de campo realizado dia 28 de julho de 2016.

Conforme Maciel Filho (1990), nestes segmentos da encosta marcam porções de descontinuidade entre rocha e os depósitos que, por sua vez podem condicionar situações de suscetibilidade e perigo de movimentos de massa. Agregado a isso, tem-se as formas de intervenção antrópica que agravam a suscetibilidade natural na área de estudo para a potencialidade e desencadeamento de novos processos que ocasionam danos.

A rede fluvial no município (Figura 19) insere-se integralmente na Bacia Hidrográfica do Rio Jacuí, sendo que o rio Soturno e seus afluentes são os tributários do município a referida bacia hidrográfica, com exceção da rede fluvial localizada na porção leste do município que pertencem ao arroio Trombudo. A área urbana, localizada na planície de inundação de afluentes do rio Soturno, identifica em uma de

suas cabeceiras de drenagem, ao norte da área urbana, local suscetível a processos de enxurrada mediante processos de precipitação intensa e concentrada, como também de precipitação acumulada que se refere a localização da Vila Medianeira.

Figura 19 - Mapa da rede fluvial do município de Faxinal do Soturno - RS.



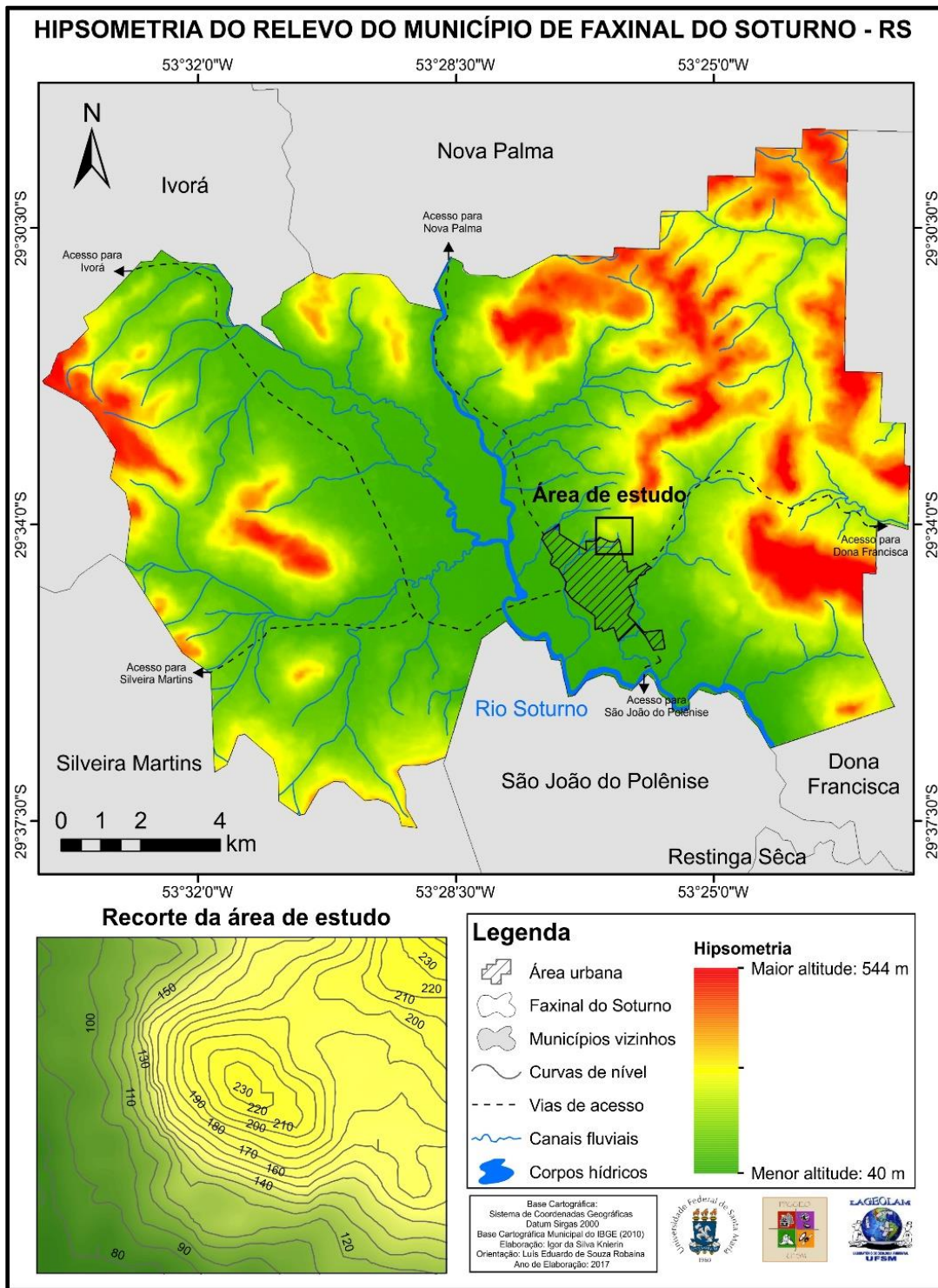
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Em Faxinal do Soturno há grande variação das altitudes (Figura 20), com cota máxima que chega aos 544 m em locais de associação de morros e morrotes no segmento centro-oeste a leste e nordeste do município e cota mínima de 40 m junto as margens do rio Soturno, ao sul do município. Na área de estudo, conforme recorte da Figura 20, a cota máxima é de aproximadamente 230 m e a mínima inferior aos 120 m, e conferem a encosta amplitude altimétrica superior a 100 m que, por sua vez, atribuem condição de risco de desastres naturais em função da ocupação antrópica de sua base.

No setor leste da encosta, potencializado pela forma da vertente (com plano de curvatura convergente) existe a gênese de um curso fluvial de primeira ordem,

tributário do rio Soturno, e está associado aos processos de dinâmica fluvial do tipo enxurrada como já mencionado.

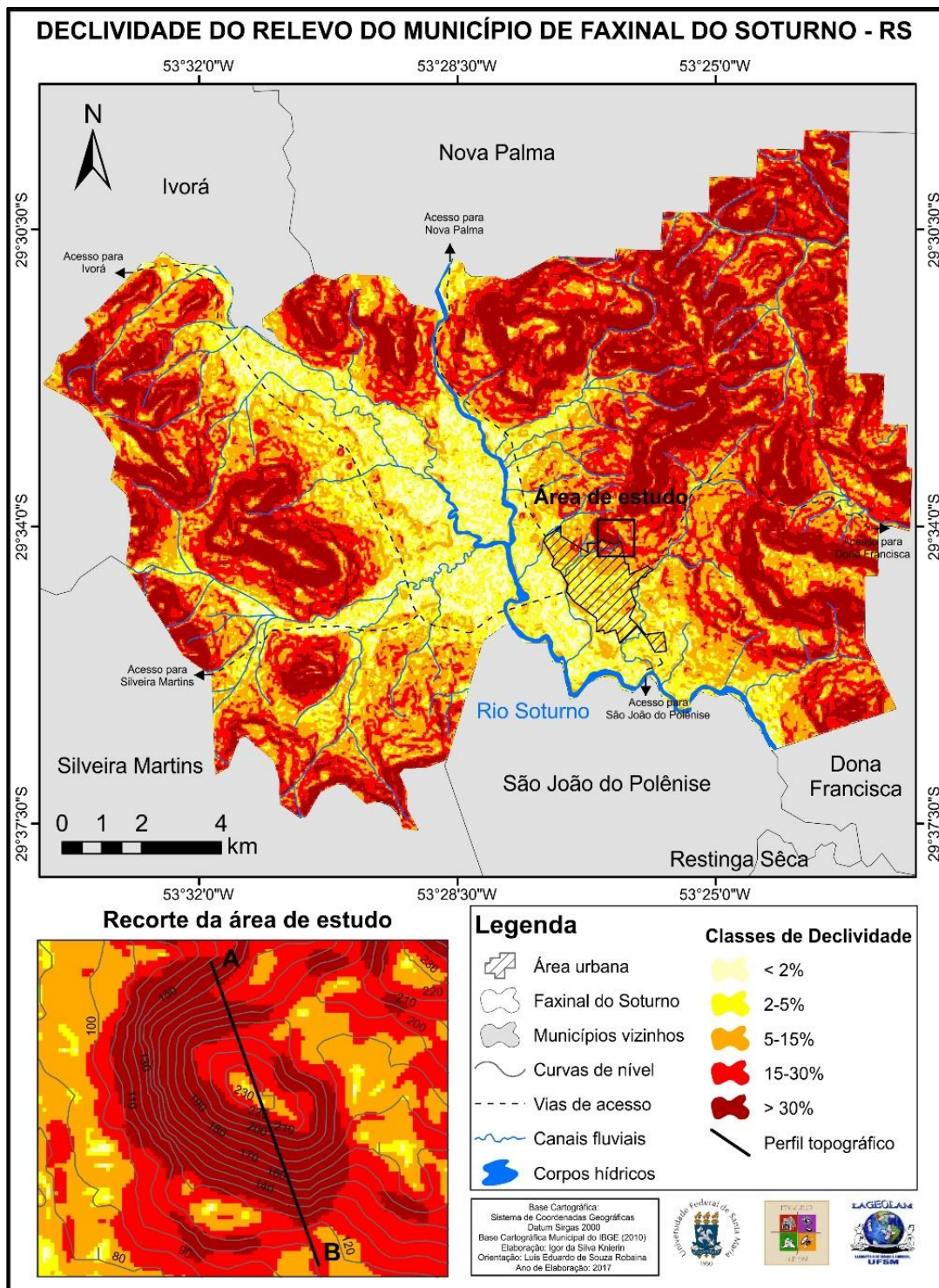
Figura 20 - Mapa hipsométrico do município de Faxinal do Soturno - RS e recorte da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

As declividades do relevo se apresentam de maneira variada no município, conforme pode ser observado na Figura 21. As áreas com declividades inferiores a 2% se associam aos canais principais da rede fluvial em planícies fluviais, locais em que o relevo é mais plano e predominam processos deposicionais. As áreas com declividades entre 2 e 5%, marcam vertentes levemente onduladas, enquanto declividades entre 5 e 15%, associam-se a vertentes onduladas, e passam a predominar os processos de erosão aos de deposição. Já nas áreas em que as declividades se distribuem entre 15 e 30%, assim como em áreas de declividades superiores a 30% observam-se formas de relevo escarpado e ondulado em que ocorrem processos de movimentos de massa e o uso e ocupação da terra passa a ser restrito devido as declividades mais acentuadas do relevo.

Figura 21 - Mapa de declividade do relevo do município de Faxinal do Soturno - RS, localização do perfil topográfico A-B e recorte da área de estudo.



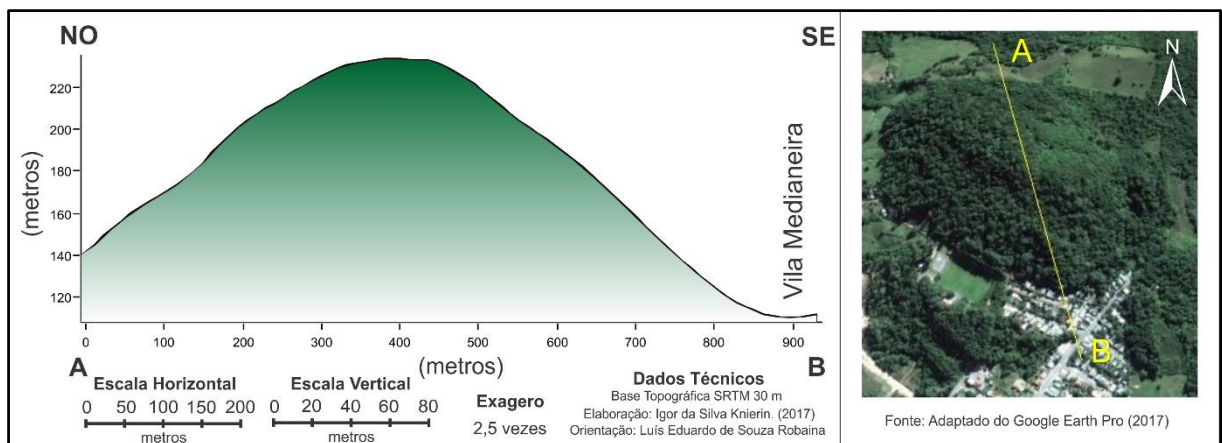
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Na área de estudo (recorte em destaque na Figura 21), a encosta possui declividade que supera os 30%, com exceção da sua faixa nordeste que é inferior a

isso. Nesse sentido, a área é naturalmente suscetível para ocorrência de danos associados a movimentos de massa, além de indicar maior potencialidade para o escoamento superficial que, por sua vez, contribui para processos de enxurrada associado a uma cabeceira de drenagem tributária do rio Soturno.

No perfil topográfico A-B (Figura 22), é possível observar a encosta em estudo por meio de um recorte transversal, sua base apresenta formato côncavo, o que condiz na suscetibilidade natural em receber materiais transportados de locais mais próximos do topo e depositar-se nas faixas de base em razão da ação da gravidade, por sua vez são esses locais que se encontram ocupados pelos sujeitos e isso potencializado pela suscetibilidade natural configura locais de perigo a ocorrência de processos que ocasionam danos.

Figura 22 - Perfil topográfico A-B, localizado na Vila Medianeira ao norte da área urbana de Faxinal do Soturno - RS.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Por fim, a vegetação caracteriza-se pela transição entre Bioma Pampa e Mata Atlântica, onde observam-se campos associados a áreas de colinas, e nas áreas onde há maiores índices de umidade, seja associado aos cursos d'água ou encostas mais declivosas como é o caso da área de estudo, observa-se vegetação florestal de maior porte, especialmente com as matas ciliares ou então com capões-de-mato e matas de encosta, muito embora em diversos locais já tenham sido intensamente alterados pela ocupação antrópica. De acordo com Marchiori (2004), mais do que os aspetos edáficos ou do clima atual, a explicação para a coexistência e o limite brusco entre

essas áreas de florestas e campos deve ser associada a biologia das plantas, como também a vinculações com o relevo.

Agregado as características físicas descritas da área de estudo, pode-se definir a mesma como sendo naturalmente suscetível a processos potencializadores de danos, em razão da geomorfologia, geologia, morfometria do relevo, hidrografia, climatologia e vegetação. Nesse sentido, observa-se no mapa da Figura 23 a espacialização de cicatrizes de movimentos de massa e/ou instabilização de encosta observadas *in loco*, assim como, área suscetível a dinâmica fluvial com processos de enxurrada mediante eventos de precipitação.

Figura 23 - Mapa de processos superficiais que ocasionam danos da Vila Medianeira.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A ocupação urbana nessas áreas ocorre de forma heterogênea, distribui-se de maneira formal e informal, agregado as discriminações sociais da população que (re)produz aquele espaço. No entanto, nos locais de maior suscetibilidade, perigo e

risco, por sua vez, quase que invariavelmente repetem-se com a população que apresenta maior vulnerabilidade.

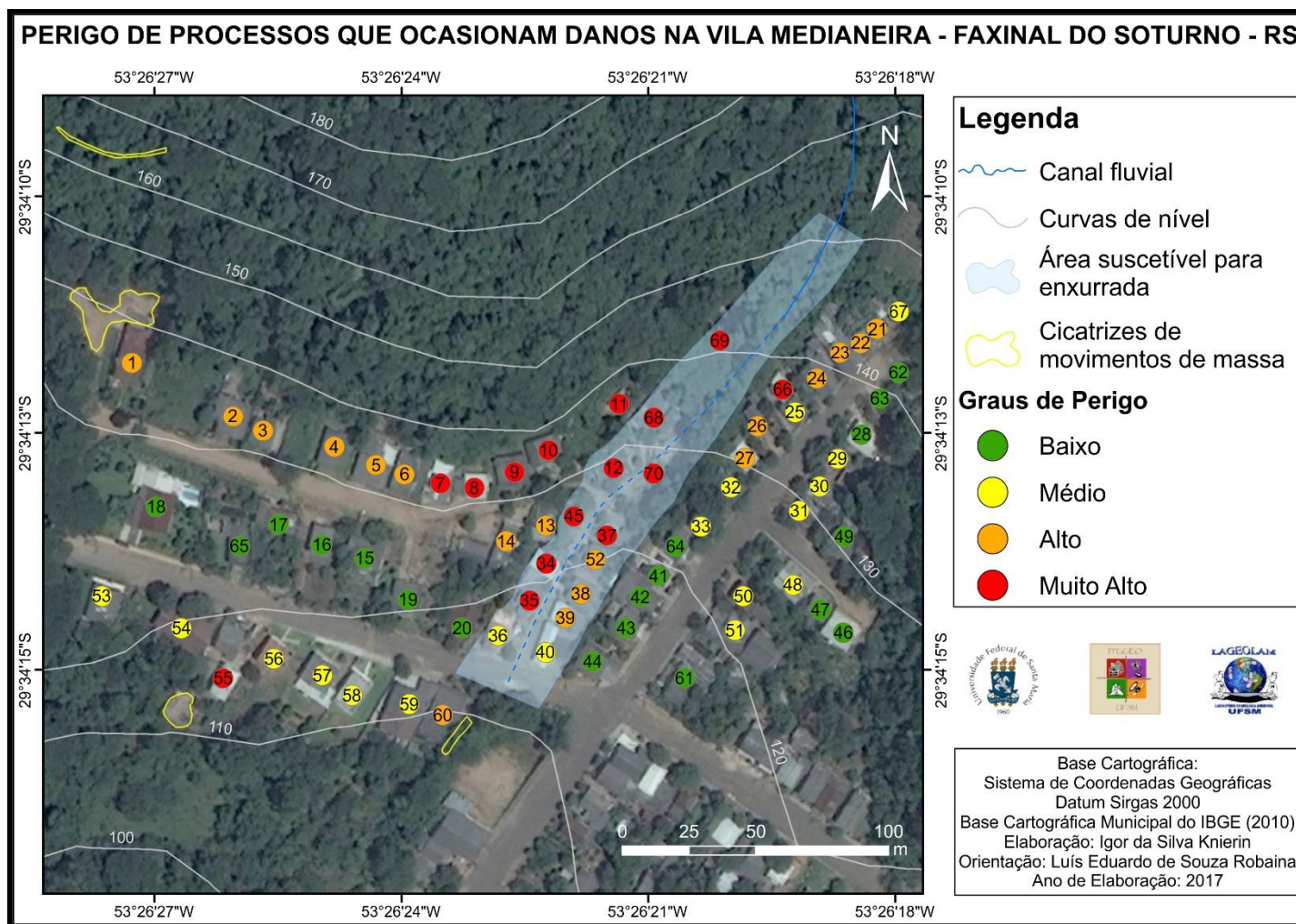
Segundo informações da Defesa Civil do Rio Grande do Sul, no período de 10 anos, entre 2007 e 2017, foram decretadas ao menos cinco vezes Situação de Emergência (2009, 2010, 2013, 2015 e 2017) por parte do município de Faxinal do Soturno para atender os acontecimentos pós-desastres. Nesses locais, é identificado processo de ocupação desordenado, assim como, situações pontuais de intervenção antrópica como construção da edificação junto a área de concentração pluvial, fluvial e/ou na base da encosta declivosa, realização de cortes e aterros, retirada da cobertura vegetal, lançamento e descarte de desejos ou lixo, lançamento de águas servidas, inserção de espécies exóticas, entre outras formas de intervenção.

Desse modo, as ações antrópicas na Vila Medianeira potencializam e agravam as condições de suscetibilidade e, por conseguinte, de perigo de movimentos de massa e enxurradas. Integrado a isso, são analisadas as condições de perigo que relacionam a ocupação dos sujeitos em áreas naturalmente suscetíveis a processos superficiais causadores de danos e a vulnerabilidade dos sujeitos que ocupam essas áreas para se mensurar o risco de desastres naturais.

4.2 PERIGO DE PROCESSOS SUPERFICIAIS CAUSADORES DE DANOS

Em razão da ocupação urbana na área de estudo expandir-se as áreas naturalmente suscetíveis a processos superficiais que ocasionam danos (movimentos de massa e enxurradas), como em encostas declivosas e margens de cursos fluviais, caracterizam locais que atribuem perigo a população presente que (re)produz esses espaços. Dessa maneira, o estudo do perigo busca retratar as situações de ameaça reproduzidas na área de estudo, segmentado em quatro graus de potencialidade para ocorrência dos processos que ocasionam danos, espacializados de acordo com o mapa da Figura 24.

Figura 24 - Mapa de perigo de processos que ocasionam danos, com área suscetível a enxurradas e cicatrizes de movimentos de massa na Vila Medianeira.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

No Quadro 17, são apresentadas as edificações cadastradas com seu respectivo grau de perigo para processos superficiais que ocasionam danos na Vila Medianeira.

Quadro 17 - Síntese das informações cadastrais de perigo na Vila Medianeira.

Nº da edificação no cadastro	Grau de perigo	Nº da edificação no cadastro	Grau de perigo
Coluna I		Coluna II	
1	Alto	36	Médio
2	Alto	37	Muito Alto
3	Alto	38	Alto
4	Alto	39	Alto
5	Alto	40	Médio
6	Alto	41	Baixo
7	Muito Alto	42	Baixo
8	Muito Alto	43	Baixo
9	Muito Alto	44	Baixo
10	Muito Alto	45	Muito Alto
11	Muito Alto	46	Baixo
12	Muito Alto	47	Baixo
13	Alto	48	Médio
14	Alto	49	Baixo
15	Baixo	50	Médio
16	Baixo	51	Médio
17	Baixo	52	Alto
18	Baixo	53	Médio
19	Baixo	54	Médio
20	Baixo	55	Muito Alto
21	Alto	56	Médio
22	Alto	57	Médio
23	Alto	58	Médio
24	Alto	59	Médio
25	Médio	60	Alto
26	Alto	61	Baixo
27	Alto	62	Baixo
28	Baixo	63	Baixo
29	Médio	64	Baixo
30	Médio	65	Baixo
31	Médio	66	Muito Alto
32	Médio	67	Médio
33	Médio	68	Muito Alto
34	Muito Alto	69	Muito Alto
35	Muito Alto	70	Muito Alto

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

No cadastro contabilizou-se um total de 70 edificações, destas 19 encontra-se em condição de perigo baixo, 18 em perigo médio, 18 em perigo alto e 15 em perigo muito alto. Na Tabela 1, pode ser observado a distribuição das edificações por graus de perigo segundo seu número total e nos respectivos valores percentuais.

Tabela 1 - Quantificação do cadastro de perigo na Vila Medianeira.

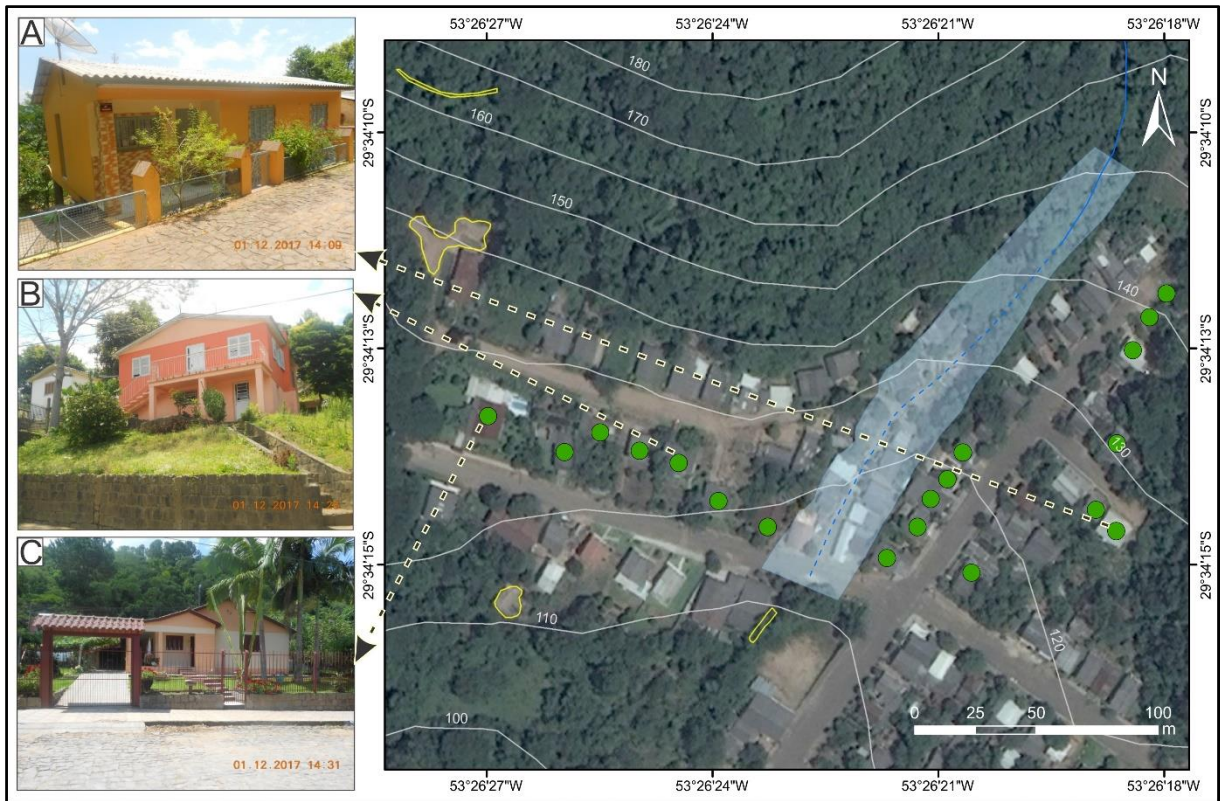
Graus de perigo	Número de edificações	Percentual de edificações
Perigo baixo	19	27,15%
Perigo médio	18	25,71%
Perigo alto	18	25,71%
Perigo muito alto	15	21,43%

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

As áreas de perigo baixo somam ao total 27,15% edificações cadastradas (Figura 25), caracterizam-se por apresentar os condicionantes naturais predisponentes e o nível de intervenção antrópica de potencialidade baixa para o desenvolvimento de processos que ocasionam danos. Sendo assim, não foram constatados indícios significativos de instabilidade de encosta nem de ocorrência de enxurradas nesses locais.

Nesse sentido, configura-se nas áreas de maior segurança diante a eminência de desastres naturais no recorte espacial em estudo. A concentração espacial das edificações em situação de perigo baixo está disposta na meia encosta, locais onde a declividade é mais amena, com características naturais e nível de intervenção antrópica menos agressivo o que, por sua vez, vem a corroborar o grau de perigo adotado.

Figura 25 - Situações de perigo baixo na Vila Medianeira (A, B e C).

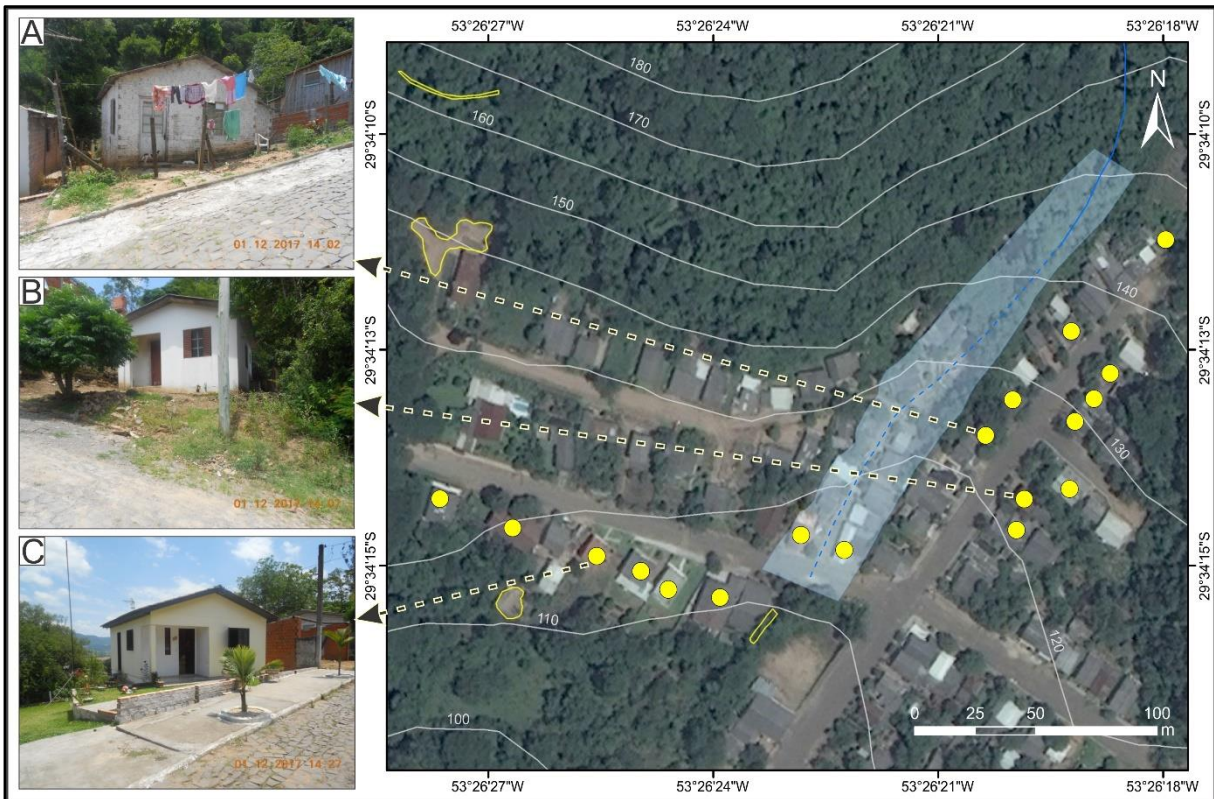


Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografias A, B e C obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

As áreas de perigo médio correspondem a 25,71% das edificações cadastradas (Figura 26), apresentam os condicionantes naturais predisponentes e o nível de intervenção antrópica com potencialidade média para o desenvolvimento de processos que ocasionam danos e, por conseguinte, para ocorrência de um desastre natural. Nesse sentido, observa-se a presença de indícios de potencialidade e/ou instabilidade de encostas em estágio inicial de desenvolvimento, como também de (re)ocorrência de enxurradas, entretanto incipientes.

A disposição espacial do perigo médio ocorre em locais mais afastados da base da encosta declivosa e do vale de maior declividade. A execução de cortes e aterros nos lotes para a construção das edificações caracterizam uma situação de perigo, assim como a (re)ocorrência de enxurradas, porém em local de menor grau de severidade em relação as classes de perigo alto e muito alto.

Figura 26 - Situações de perigo médio na Vila Medianeira (A, B e C).

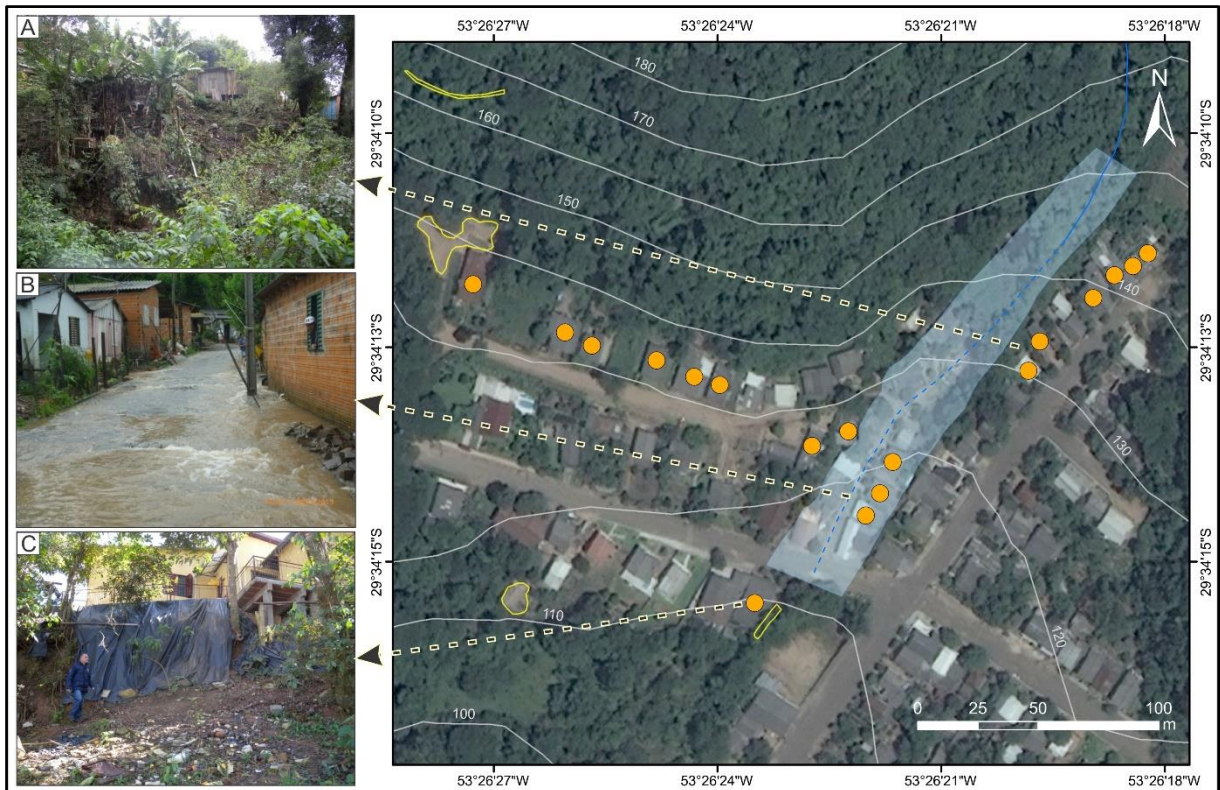


Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografias A, B e C obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

As áreas de perigo alto totalizam o cadastro de 25,71% das edificações (Figura 27), apresentam os condicionantes naturais predisponentes e o nível de intervenção antrópica com potencialidade alta para o desenvolvimento de processos que ocasionam danos. Observa-se a presença significativa de indícios de instabilidade de encostas ou há a (re)incidência de enxurradas.

A disposição espacial dos locais de perigo alto ocorre na base da encosta declivosa e na meia encosta em áreas suscetíveis a enxurradas decorrentes do extravasamento fluvial de uma cabeceira de drenagem tributária do rio Soturno que foi canalizada. Em áreas próximas ao vale fluvial são suscetíveis processos de escorregamento rotacional, como também a disposição de árvores de grande porte isoladas que se tornam em outro fator de perigo em função da proximidade das mesmas as edificações e suas consequências como efeito alavanca, tombamento ou queda de galhos.

Figura 27 - Situações de perigo alto na Vila Medianeira (A, B e C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografias A e C obtidas no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016 e fotografia B disponibilizada pela Defesa Civil Municipal de Faxinal do Soturno (2013).

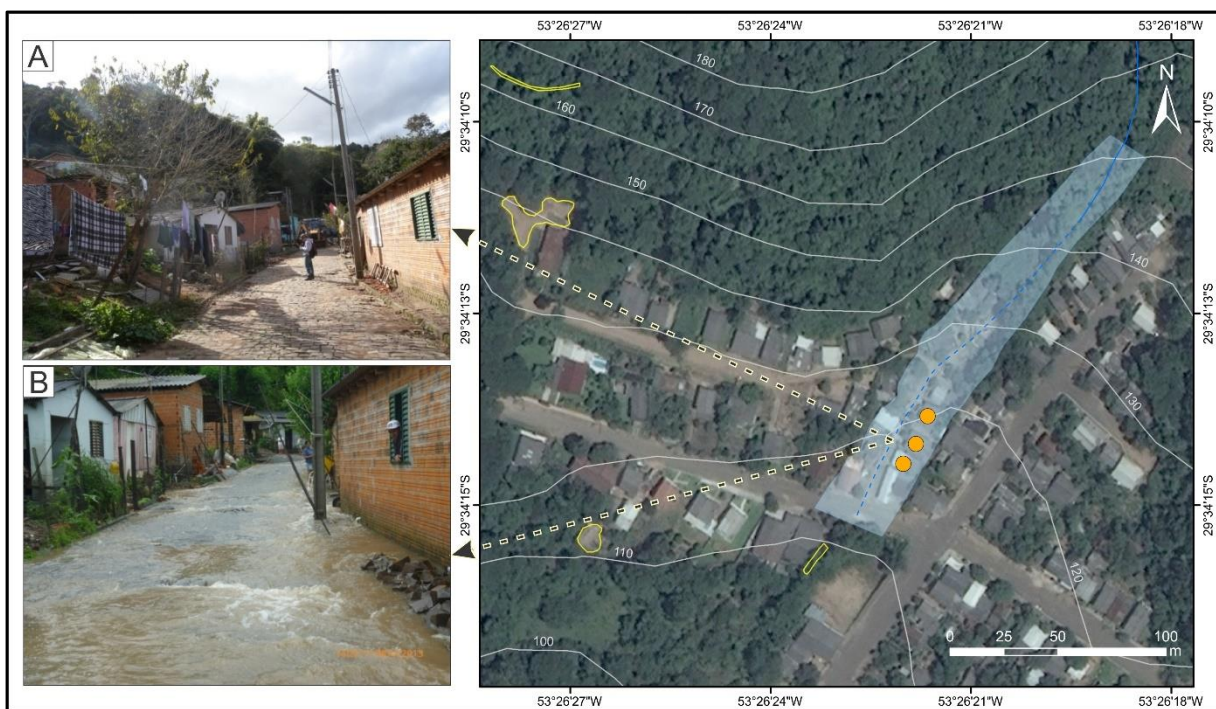
Quanto as ações antrópicas cabem mensurar o descarte de lixo e inserção de espécies exóticas como de bananeiras que podem atribuir peso aos taludes, próximo as áreas de vale, como também o lançamento de águas servidas que agrega maior umidade de maneira constante a esses locais. Ademais, a execução de cortes e aterros para o nivelamento dos lotes e assentamento das edificações, assim como, a construção das mesmas próximo aos locais de perigo como de vale, encosta declivosa e de cortes de talude.

No grau de perigo alto foram setorizadas 5 situações de perigo, que convergem as edificações cadastradas similaridade em relação as condições de danos potenciais:

I) Como primeira situação de perigo alto destaca-se uma área suscetível a processos de dinâmica fluvial do tipo enxurrada que afeta 3 edificações. Os processos são recorrentes mediante precipitação intensa e concentrada ou ainda acumulada. Caracteriza-se por ser uma rua calçada em local jusante a uma cabeceira de drenagem que foi canalizada.

Dessa forma, mediante o aumento da vazão fluvial em eventos de precipitação o sistema de drenagem pluvial torna-se ineficiente, resultando no processo que ocasiona danos. Quando ocorrem eventos mais intensos, como no ano de 2013 no qual decretou-se Situação de Emergência e houve a desocupação das edificações desses locais de perigo até o final do evento. Pode ser visualizado na Figura 28 - A, a área em situação normal e na Figura 28 - B quando ocorreu o referido evento.

Figura 28 - Situação (I) de perigo alto em área com (re)ocorrência de enxurradas (A - área em situação normal; B - área quando ocorreu evento que ocasionou danos).



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografia A obtida no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016 e fotografia B disponibilizada pela Defesa Civil Municipal de Faxinal do Soturno (2013).

II) Uma segunda situação de perigo alto configura em área de corte e aterro na qual localiza-se uma residência e ponto comercial. Identifica-se a edificação sobre um talude com aproximadamente 3 m de amplitude, observou-se a necessidade de intervenções estruturais e impermeabilização do local em razão de processos de instabilização conforme pode-se observar na Figura 29. Na base desse talude observou-se depósitos de tálus e colúvio, raízes expostas e indícios de concentração de água oriunda dos excedentes pluviais da rua perpendicular a edificação a qual é afetada por processos de enxurrada.

Figura 29 - Situação (II) de perigo alto em área de corte com intervenções estruturais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografia obtida no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016.

III) Uma terceira situação de perigo alto faz referência ao cadastro de 6 edificações localizadas próximas ao vale fluvial, em setor de declividade mais acentuada (Figura 30). A ação antrópica atua de maneira negativa, por meio do descarte e/ou lançamento de dejetos e águas servidas na encosta e no curso d'água, retirada da cobertura vegetal, como também a inserção de espécies exóticas (bananeiras) que atribuem peso ao talude. Nesse sentido, os sujeitos encontram-se expostos a processos de escorregamento, queda ou tombamento de árvores de grande porte isoladas ou de galhos que podem atingir as edificações.

Observou-se cortes e aterros laterais nos lotes para a construção das edificações, os quais podem variar de pequena amplitude até medidas superiores a amplitude da parede da edificação em locais muito próximos as mesmas (Figura 30 - A e B). A atuação individual e/ou agregada desses fatores atribui situações de perigo alto neste setor da encosta, que podem evoluir para novas situações de perigo e desencadear processos de maior severidade caso não sejam revistas as formas de uso e ocupação da área considerando sua suscetibilidade natural.

Figura 30 - Situação (III) de perigo alto em área próxima ao vale declivoso e intervenções de corte, aterro, descarte de lixo, lançamento de águas servidas e inserção de espécies exóticas (A, B e C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografia A obtida no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016 e fotografias B e C obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

IV) A quarta situação de perigo alto (Figura 31) identificada na área de estudo remete a 2 edificações localizadas em área de cortes e aterros laterais e ao fundo dos lotes, próximos as edificações. Observou-se indícios de feições erosivas e blocos de rochas, como tálus e colúvio, além de descarte de dejetos e/ou lixo na área de corte, o que potencializa processos de escorregamento rotacional do material de aterro e descarte. Ações de não descarte de materiais e de impermeabilização do local podem atenuar a condição de perigo.

Figura 31 - Situação (IV) de perigo alto com intervenções antrópicas de corte e aterro suscetível a escorregamentos (A e B).



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografia A obtida no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017 e fotografia B obtida no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016.

V) Por fim, a quinta situação de perigo alto atribui-se a condição de 6 edificações localizadas na base da encosta declivosa (morro testemunho), conforme podem ser observadas a partir da Figura 32. No local as edificações encontram-se próximas a encosta, que apresenta grande amplitude (superior a 100 m), foram realizados cortes e aterros para o nivelamento dos lotes e construção das edificações, como também a retirada da cobertura vegetal. Nesse sentido, constatou-se árvores de grande porte isoladas e presença de blocos rochosos de diferentes dimensões oriundos de porções superiores da encosta.

Ademais, observou-se indícios de concentração de água pluvial que escoava da encosta, especialmente, em episódios de precipitação, feições erosivas, como também uma situação na qual ocorreu processo de escorregamento próximo a uma edificação, conforme delimitado na cicatriz do movimento de massa apresentada na Figura 32.

Figura 32 - Situação (V) de perigo alto em área próxima à base da encosta declivosa, com cortes e presença de árvores de grande porte isoladas (A, B e C).

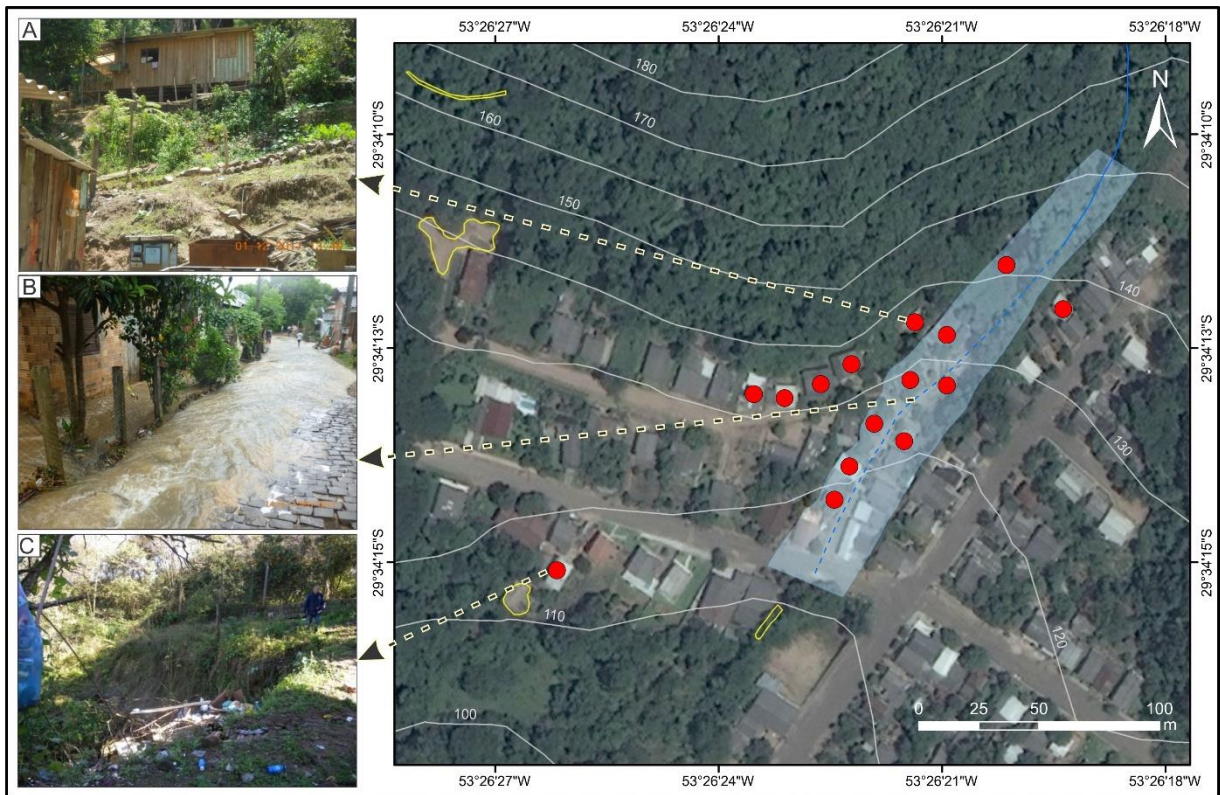


Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografias A e C obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017 e fotografia B obtida no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016.

As áreas de perigo muito alto correspondem a 21,43% das edificações cadastradas (Figura 33), se caracterizam em apresentar os condicionantes naturais predisponentes e o nível de intervenção antrópica com potencialidade muito alta para o desenvolvimento de processos que ocasionam danos e, por conseguinte, desencadear um desastre natural. Dessa forma, observam-se indícios de instabilidade de encostas como trincas no solo, trincas em edificações ou em muros, árvores inclinadas, cicatrizes de escorregamentos, feições erosivas, presença de blocos de rochas, entre outros.

Os respectivos indícios são expressivos nos locais de perigo muito alto e estão presentes em grande número, ou ainda existe, em algumas situações a (re)ocorrência de enxurradas com maior magnitude sobre os sujeitos. Assim sendo, os processos de instabilização de encostas apresentam-se em avançado estágio de desenvolvimento e/ou as enxurradas caracterizam-se como processos recorrentes, além disso, os respectivos processos causadores de danos podem atuar de maneira simultânea.

Figura 33 - Situações de perigo muito alto na Vila Medianeira (A, B e C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografia A obtida no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017, fotografia B disponibilizada pela Defesa Civil Municipal de Faxinal do Soturno (2013) e fotografia C obtida no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016.

Para o grau de perigo muito alto foram setorizadas 4 situações de perigo, que atribuem as edificações cadastradas semelhança em relação as condições de danos potenciais:

I) Como primeira situação de perigo muito alto destaca-se uma edificação localizada próxima ao vale fluvial canalizado ao fundo de um lote, de acordo com a Figura 34. A condição de perigo remete a um corte lateral e atrás da edificação, próximos a mesma, além da presença de árvores de grande porte isoladas, presença de raízes expostas e o descarte de lixo e/ou dejetos. Em razão disso, a área torna-se suscetível a processos de escorregamento tanto na lateral quanto ao fundo da edificação.

Figura 34 - Situação (I) de perigo muito alto em área com presença de cortes e aterros suscetível a escorregamentos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografia obtida no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

II) Outra condição de perigo muito alto remete-se a uma área em que ocorreu processo de escorregamento rotacional associado a depósitos e descarte de lixo em local inadequado agregado ao lançamento de águas servidas (Figura 35). A área em que ocorreu o processo, localiza-se próxima a edificação, aproximadamente 2 m, e apresenta trincas no terreno.

No local ainda persistem ações de descarte de lixo e lançamento de águas servidas, as quais atribuem peso ao talude e potencializam novos eventos como os já ocorridos. Nesse sentido, ações como a limpeza da área, o não lançamento de águas servidas, não descarte de dejetos e/ou lixo e a impermeabilização do local são ações que podem atenuar os processos que ocasionam danos.

Figura 35 - Situação (II) de perigo muito alto em área onde ocorreu processo de escorregamento rotacional (A e B).

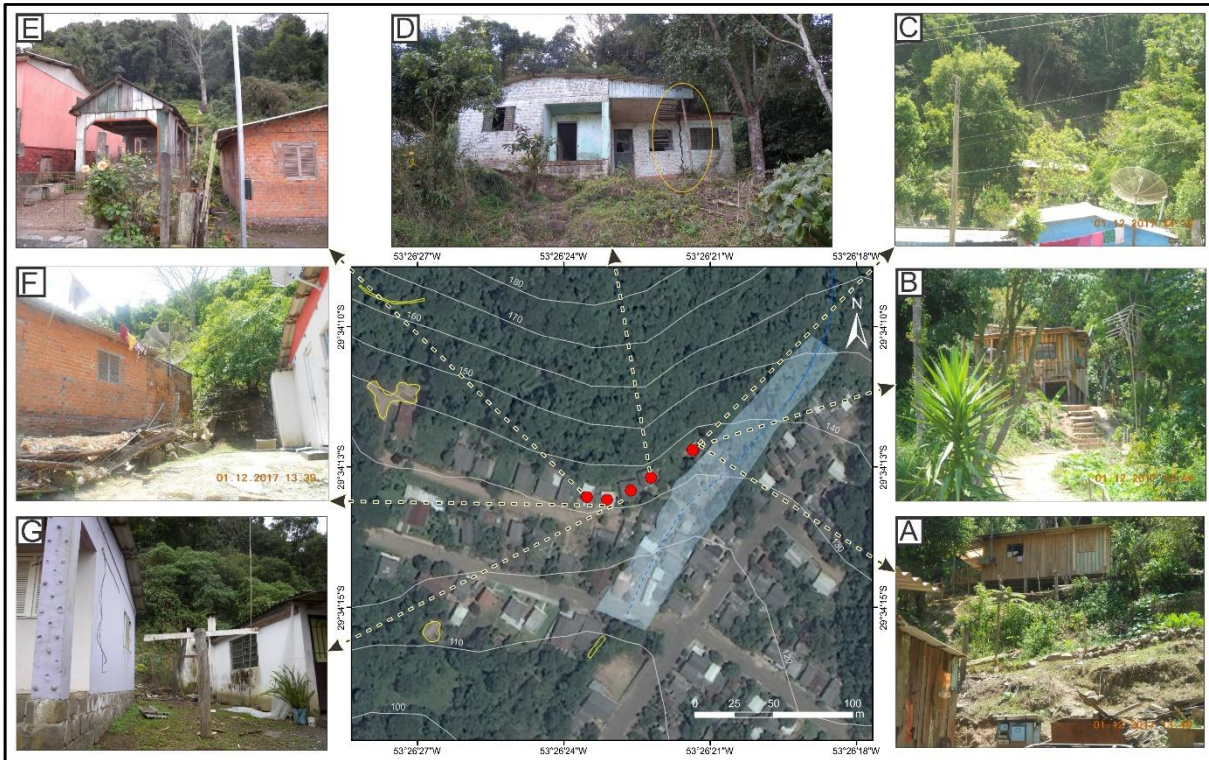


Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografia A obtida no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016 e fotografia B disponibilizada pela Defesa Civil Municipal de Faxinal do Soturno (2015).

III) A terceira situação de perigo muito alto corresponde a 5 edificações localizadas na base da encosta declivosa (morro testemunho) e próximas a árvores de grande porte isoladas (Figura 36). A área é suscetível a processos de escorregamento, rolamento de blocos e ao tombamento ou queda de árvores e de galhos. No local observaram-se ações antrópicas como cortes e aterros para construção das edificações no fundo e nas laterais dos lotes, como também e retirada da cobertura vegetal, com presença de árvores de grande porte isoladas e inserção de espécies exóticas como bananeiras que atribuem peso aos taludes.

Em razão da movimentação da encosta, possível processo de rastejo, foram identificadas edificações com rachaduras, em um dos casos foi necessária a desocupação da edificação, conforme pode ser observado na Figura 36 - D. Ademais, observou-se a presença de blocos de rocha de diferentes dimensões de segmentos superiores da encosta, mediante eventos de precipitação intensa e concentrada, ou acumulada ocorrem processos de enxurrada oriundo ao escoamento de água da encosta.

Figura 36 - Situações (III) de perigo muito alto na qual observou-se rachaduras nas edificações, ocupação próxima a base da encosta, presença de cortes e aterros e de árvores de grande porte isoladas (A, B, C, D, E, F e G).



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografias A, B, C e F obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017 e fotografias D, E e G obtidas no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016.

IV) Por fim, em uma quarta situação de perigo muito alto, agrega-se o conjunto de 8 edificações situadas em local de reincidência de enxurradas, em função da ocupação localizar-se sobre um curso fluvial canalizado em área jusante a uma cabeceira de drenagem. Em eventos pluviométricos a área torna-se inundável, sendo necessário, por vezes, a realocação dos sujeitos (Figura 37 - A e B), conforme evento ocorrido no ano de 2013.

Em função de uma obra estrutural realizada em suas imediações (construção de uma escada de acesso para uma rua em patamar superior), em eventos de precipitação também se torna um elemento de concentração pluvial, que em razão de sua declividade, acentua a energia das águas (Figura 37 - D). O local ainda se torna suscetível a possíveis processos do tipo corridas de lama e detritos em razão de caracterizar uma área de convergência de um vale fluvial.

Figura 37 - Situação (IV) de perigo muito alto em setor de reincidência de enxurradas e intervenções antrópicas de corte e aterro (A, B, C, D e E).



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografias A e B disponibilizadas pela Defesa Civil Municipal de Faxinal do Soturno (2013) e fotografias C, D e E obtidas no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016.

Ainda, observam-se ações antrópicas de cortes laterais e ao fundo de alguns dos lotes, muito próximos às edificações, em alguns casos, com dimensões de aproximadamente 2,5 m de amplitude tornando a área suscetível a processos de escorregamento, além da identificação de indícios de solapamento do terreno e feições erosivas na base das edificações (Figura 37 - E).

No local intervenções estruturas podem atenuar as situações de perigo como, por exemplo, um sistema pluvial eficiente e a construção de muros de contenção nas áreas de corte dos taludes. Entretanto o processo de uso e ocupação dessa área

apresenta expansão muito dinâmica e em pouco período de tempo (2016-2017), conforme observado nos trabalhos de campo, isso torna as ações estruturais pontuais ineficientes, uma vez que, a cada condição de inserção de uma nova edificação, novas condições de perigo são criadas.

Com base na observação das diferentes situações de perigo de processos superficiais causadores de danos na área de estudo, corrobora-se a necessidade da análise da vulnerabilidade dos sujeitos inseridos nesses locais com a finalidade de mensurar o risco potencial de desastres naturais. Em relação ao perigo presente, ele acontece, em função, da área ser naturalmente suscetível as ameaças (movimentos de massa e enxurradas) e o fator antrópico atribuir a área situações de perigo, seja devido apenas ao processo de ocupar esses espaços ou pelas intervenções desempenhadas de maneira localizada pelos sujeitos que potencializam ou acentuam as condições de perigo.

Desse modo, enfatiza-se a necessidade do uso e ocupação de maneira equilibrada, na qual considere as características naturais e, por conseguinte, limites empenhados pelos componentes físicos da geomorfologia, geologia, relevo, vegetação, clima, entre outros na área de estudo. Assim sendo, o modelo de ocupação e reprodução do espaço geográfico nessas áreas, também passa a desempenhar ações que acentuam a suscetibilidade natural da área para que ocorram processos potencialmente danosos.

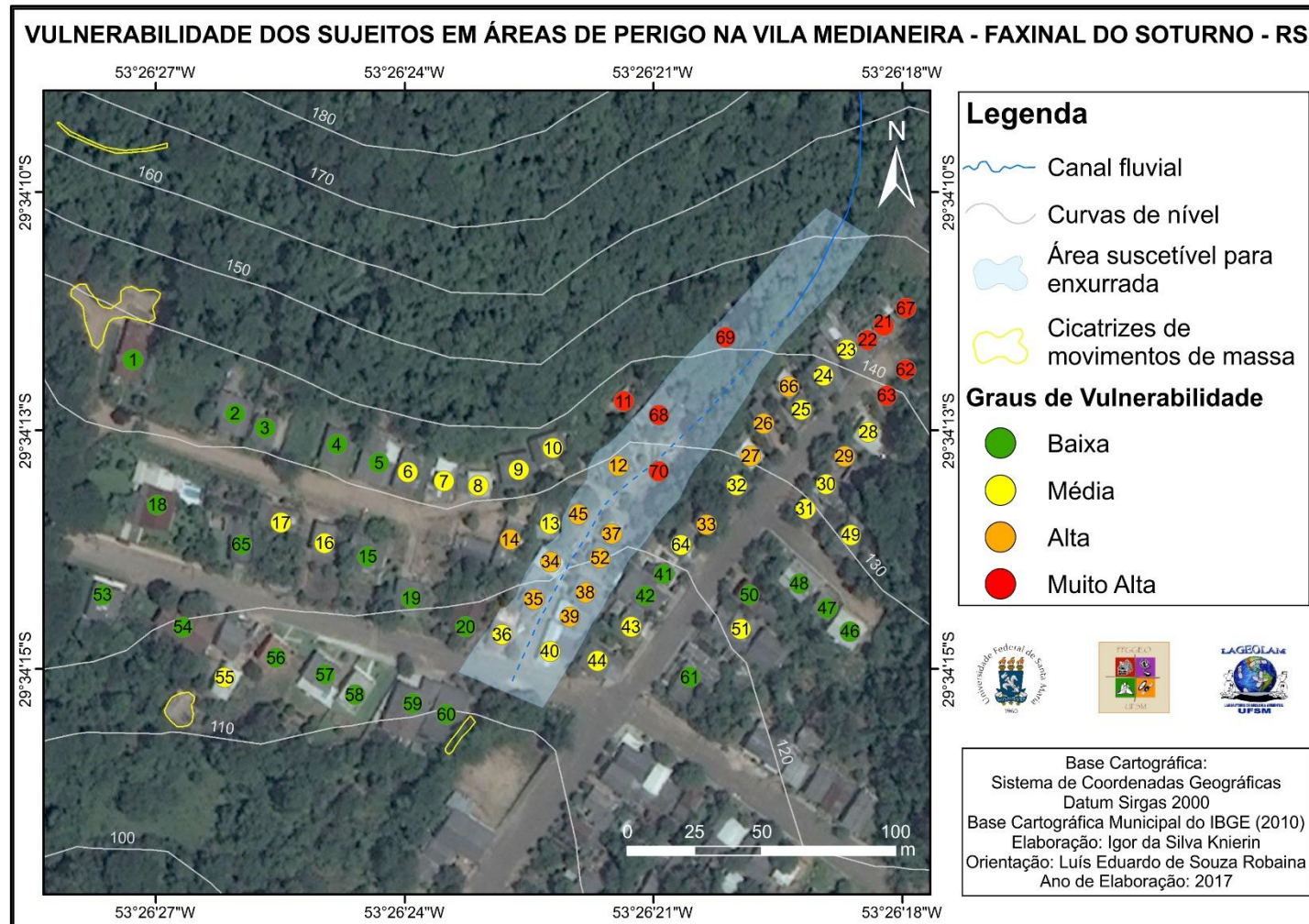
4.3 VULNERABILIDADE DOS SUJEITOS EM ÁREAS DE PERIGO

O processo de produção e reprodução no espaço urbano reflete padrões de organização socioespacial que, por sua vez se associam as características sociais e econômicas dos sujeitos, como também de infraestrutura urbana ordenada pelo poder público e em alguns casos privado. Esses aspectos apreciam-se conjuntamente e refletem no fenômeno de segregação residencial.

Na área de estudo, essa dinâmica não é diferente, de modo que foi possível discriminar, baseando-se na disponibilidade de infraestrutura urbana e das características físicas das edificações dos sujeitos daquele espaço geográfico diferentes padrões de organização e vulnerabilidade. A partir desse contexto, foram representados quatro graus de vulnerabilidade - baixa, média, alta e muito alta - (Figura 38) que se constitui na variável que busca mensurar a capacidade seja ela

socioeconômica, cultural, estrutural da edificação, de infraestrutura urbana, entre outros, em que os elementos em perigo possuem para atuar diante de um evento adverso, como também de se reestabelecerem no momento pós-desastre.

Figura 38 - Mapa da vulnerabilidade dos sujeitos em áreas de perigo da Vila Medianeira.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

No Quadro 18, apresenta-se o cadastro e os respectivos graus de vulnerabilidade das edificações dos sujeitos situados em áreas de perigo de processos superficiais que ocasionam danos na Vila Medianeira.

Quadro 18 - Síntese das informações cadastrais da vulnerabilidade na Vila Medianeira.

Nº da edificação no cadastro	Grau da vulnerabilidade	Nº da edificação no cadastro	Grau da vulnerabilidade
Coluna I		Coluna II	
1	Baixa	36	Média
2	Baixa	37	Alta
3	Baixa	38	Alta
4	Baixa	39	Alta
5	Baixa	40	Média
6	Média	41	Baixa
7	Média	42	Baixa
8	Média	43	Média
9	Média	44	Média
10	Média	45	Alta
11	Muito Alta	46	Baixa
12	Alta	47	Baixa
13	Média	48	Baixa
14	Alta	49	Média
15	Baixa	50	Baixa
16	Média	51	Média
17	Média	52	Alta
18	Baixa	53	Baixa
19	Baixa	54	Baixa
20	Baixa	55	Média
21	Muito Alta	56	Baixa
22	Muito Alta	57	Baixa
23	Média	58	Baixa
24	Média	59	Baixa
25	Média	60	Baixa
26	Alta	61	Baixa
27	Alta	62	Muito Alta
28	Média	63	Muito Alta
29	Alta	64	Média
30	Média	65	Baixa
31	Média	66	Alta
32	Média	67	Muito Alta
33	Alta	68	Muito Alta
34	Alta	69	Muito Alta
35	Alta	70	Muito Alta

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Na Tabela 2 apresenta-se a quantificação com o número total e percentual das edificações e graus de vulnerabilidade na área de estudo, a qual segmentou-se com 24 edificações de vulnerabilidade baixa, 23 de vulnerabilidade média, 14 de vulnerabilidade alta e 9 de vulnerabilidade muito alta.

Tabela 2 - Quantificação do cadastro da vulnerabilidade na Vila Medianeira.

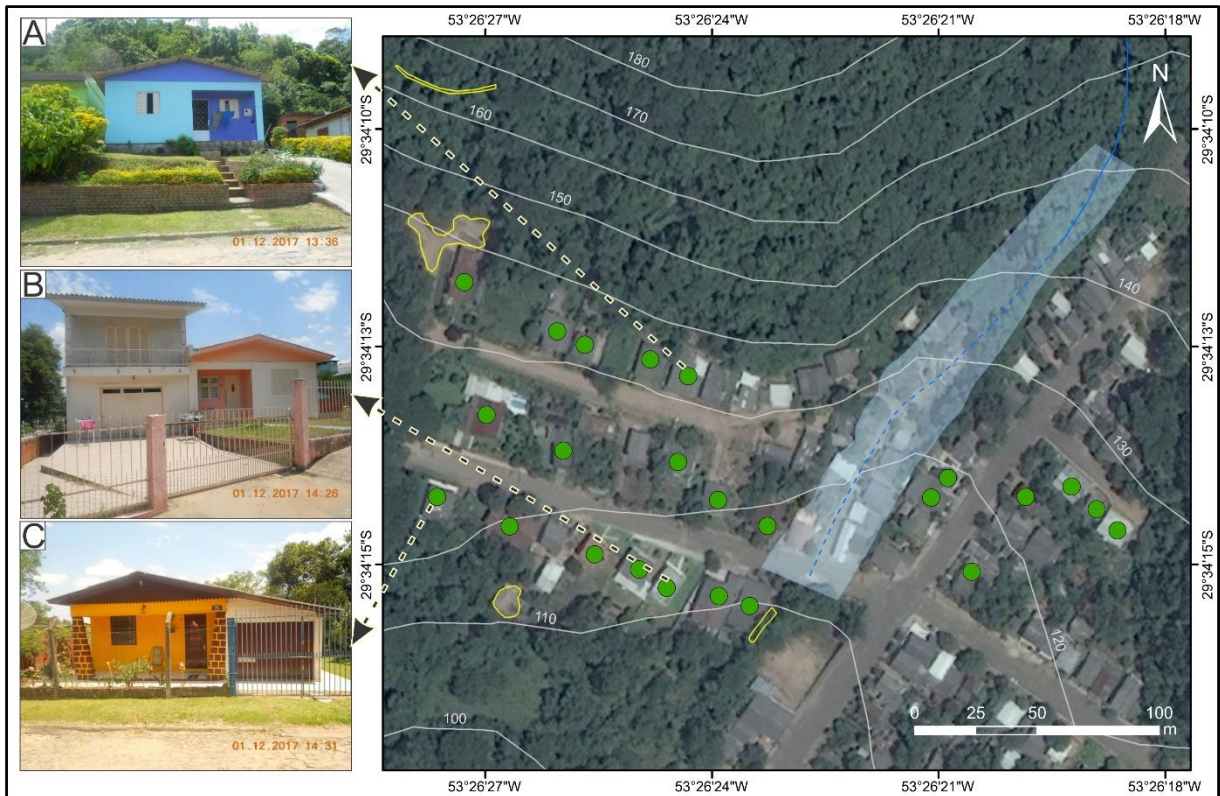
Graus de vulnerabilidade	Número de edificações	Percentual de edificações
Vulnerabilidade baixa	24	34,28%
Vulnerabilidade média	23	32,86%
Vulnerabilidade alta	14	20%
Vulnerabilidade muito alta	9	12,86%

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Na vulnerabilidade baixa (Figura 39) foram cadastradas 34,28% das edificações e encontram-se localizadas na meia encosta, as quais caracterizam um processo de ocupação ordenado e formal, em área em que o fator densidade não é significativo. A infraestrutura pública é adequada com rede de águas servidas, rede de águas pluviais, vias calçadas e iluminação pública satisfatória, observando ainda o uso do tipo residencial ou com atividade comercial de pequeno porte.

Agregado a isso, as características físicas das edificações e entorno corroboram para segurança dos sujeitos mediante um processo que potencialize danos como, por exemplo, edificações de um ou mais pavimentos, com dimensões médias a amplas, tipo de material como alvenaria ou misto, entretanto com bom acabamento e podendo haver ainda obras estruturais de contenção como muros em áreas de corte. Dessa forma, caracterizam aos sujeitos plenas condições e capacidade de intervenção ou resposta caso ocorra um desastre natural na área de estudo.

Figura 39 - Situações de vulnerabilidade baixa (A, B, e C).



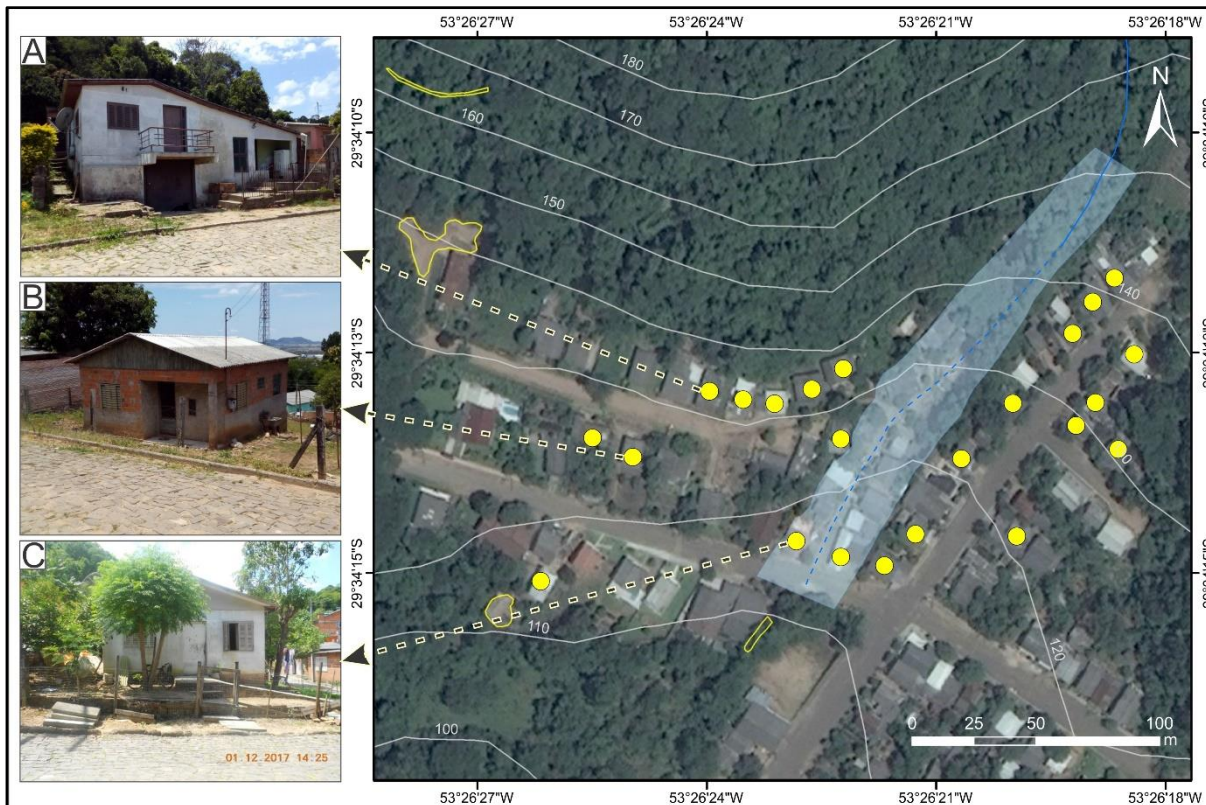
Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografias A, B e C obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

A vulnerabilidade média (Figura 40) corresponde a 32,86% do total das edificações cadastradas e caracterizam-se com processo de ordenamento e ocupação do espaço geográfico de modo ordenado e formal. Localizam-se na base da encosta declivosa, em via próxima a um grande vale fluvial e inseridas a jusante no referido vale. O uso e ocupação é predominantemente residencial e os serviços, por sua vez, podem ocorrer de maneira satisfatória, porém, com algumas contradições, como sistema de rede pluvial e de águas servidas satisfatório ou precário em alguns casos, via calçada ou sem calçamento e a iluminação pública satisfatória.

As edificações constituem-se em um ou dois pavimentos, com material de alvenaria, madeira e/ou misto, além disso podem apresentar ou não acabamento. Suas dimensões são médias a pequenas e em alguns casos podem apresentar estruturas de contenção de maneira localizada. Frente a isso, caracterizam aos

sujeitos uma capacidade média de intervenção ou resposta caso ocorra um processo que ocasione dano e, por conseguinte, desencadeie um desastre natural.

Figura 40 - Situações de vulnerabilidade média (A, B e C).

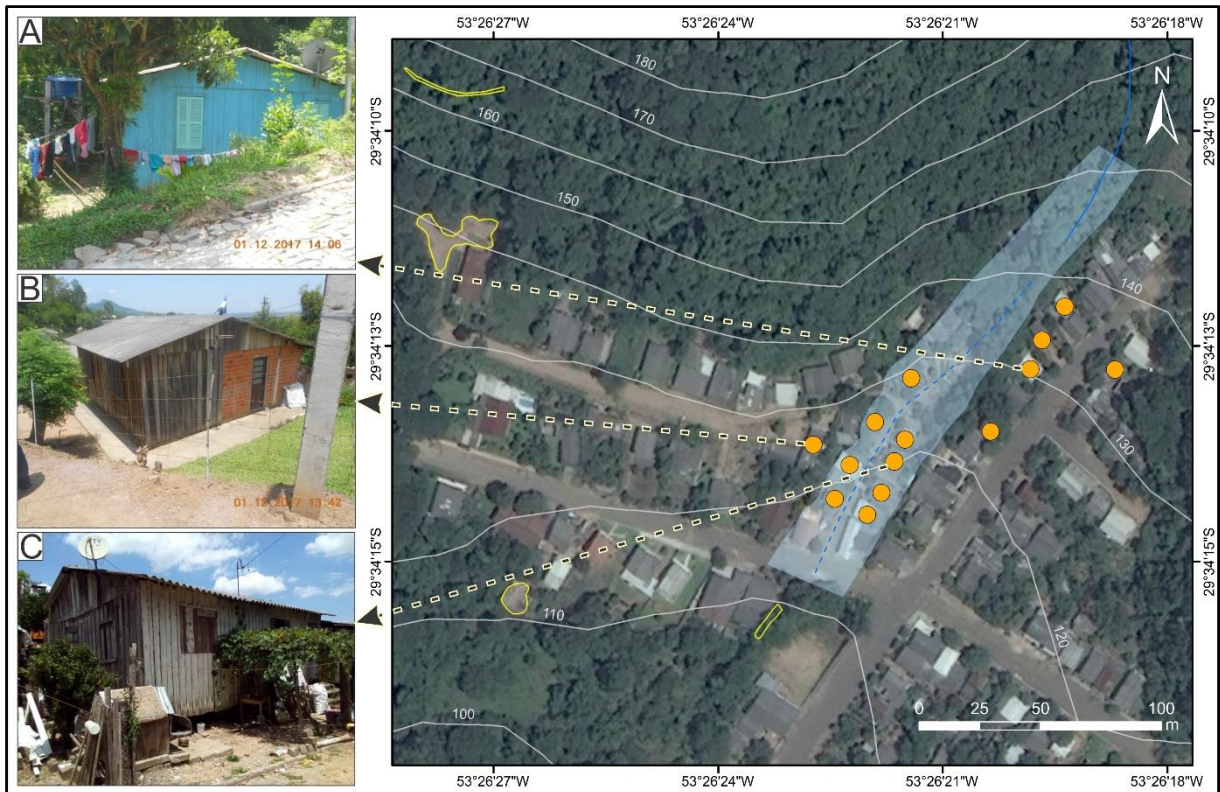


Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografias A, B e C obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

A vulnerabilidade alta (Figura 41) se distribui em 20% das edificações cadastradas e se apresenta na área de estudo expressando um processo desordenado e de maneira informal do uso e ocupação do espaço geográfico. Localizam-se predominantemente nos locais em que os maiores graus de perigo são presentes, ou seja, na base da encosta declivosa, dentro do vale fluvial e na margem declivosa do mesmo.

O uso e ocupação é residencial e os serviços públicos, na sua maioria, não são satisfatórios, no qual evidencia-se a rede de águas servidas ou esgoto e sistema de rede pluvial precários e/ou inexistentes, as vias podem ser com ou sem calçamento e a iluminação pública satisfatória em alguns casos ou precária.

Figura 41 - Situações de vulnerabilidade alta (A, B e C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografias A, B e C obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

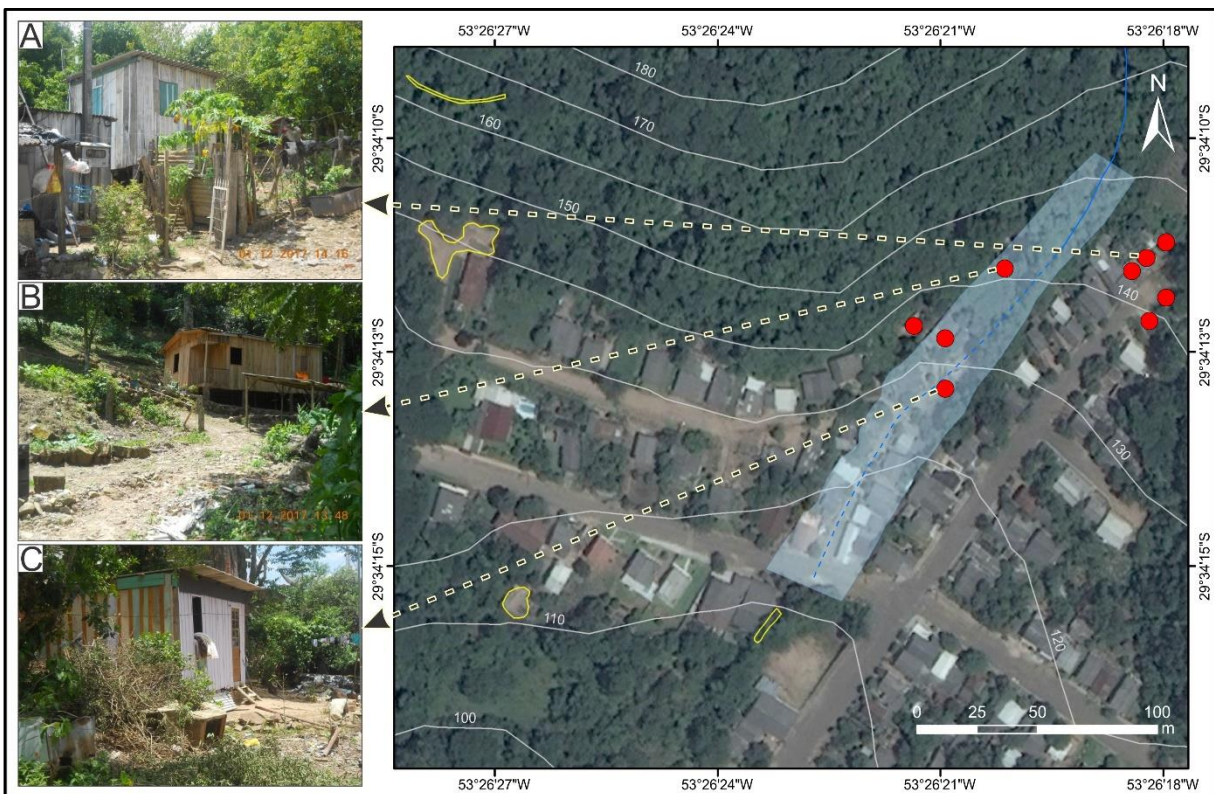
As edificações são de um pavimento e tamanho pequeno, constituídas com material de alvenaria, madeira ou misto, porém, com acabamento precário ou inexistente e sem a presença de obras estruturais de contenção. Em razão desses fatores, conferem aos sujeitos pouca capacidade de intervenção ou resposta caso ocorram processos que causem danos e, por conseguinte, um desastre natural.

Por fim, as áreas de vulnerabilidade muito alta (Figura 42) representam 12,86% das edificações cadastradas e caracterizam-se por apresentar o processo uso e ocupação de maneira desordenada e informal no espaço geográfico. Na sua maioria repetem os locais onde os graus de perigo alto e muito alto ocorrem, localizados na base da encosta declivosa, no vale fluvial, em sua margem declivosa ou em locais de cortes e aterros.

O uso é exclusivamente residencial e a disponibilidade de serviços públicos não é satisfatória, no qual não são presentes rede de águas servidas ou esgoto e sistema de rede pluvial, o acesso as edificações é sem calçamento ou realizado por trilha e/ou caminhos e a iluminação pública insatisfatória ou inexistente.

As edificações são de um pavimento e tamanho pequeno, constituídas de madeira ou com material reciclado, sem acabamento e sem obras estruturais de contenção. Agregado aos fatores de entorno juntamente as características das edificações, indica-se que na eventualidade de processos que ocasionem danos os sujeitos não apresentem capacidade alguma de intervenção e/ou resposta aos mesmos e, por conseguinte, de enfrentamento e recuperação frente a um desastre natural.

Figura 42 - Situações de vulnerabilidade muito alta (A, B e C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografias A, B e C obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

Conforme informações da Secretaria de Assistência Social da prefeitura municipal de Faxinal do Soturno e constatado nos trabalhos de campo realizados no período de 2016 e 2017. Na área de estudo, predominantemente, onde cadastrou-se graus de vulnerabilidade alta e muito alta, as condições de saneamento básico não são satisfatórias e as famílias são chefiadas por mulheres, com grau de escolaridade máximo de ensino fundamental completo. Nas edificações residem em média três habitantes, com renda inferior a um salário mínimo e ocupação profissional

predominantemente informal, com atuação na construção civil e reciclagem, enquanto que nos períodos de colheita das lavouras temporárias do município e região ocorre a migração das atividades para o espaço rural.

A vulnerabilidade representa variável fundamental para mensurar o risco de desastres naturais, entretanto sua avaliação associa-se muito mais ao aspecto socioeconômico e cultural da população do que um indicativo de risco de desastres naturais. Dessa forma, para se chegar ao estudo de risco, conforme proposto ao presente estudo, agregou-se as informações de perigo de processos superficiais que ocasionam danos as informações da vulnerabilidade da população e assim propondo-se diferentes graus de risco de desastres naturais na área de estudo.

4.4 RISCO DE DESASTRES NATURAIS

O risco de desastres naturais associados a processos que ocasionam danos como movimentos de massa e enxurradas na Vila Medianeira, expressam as relações entre as condições de perigo e vulnerabilidade presentes na área de estudo. Atribuído a isso, com a finalidade de mensurar o risco presente, foram definidos quatro graus de risco: baixo, médio, alto e muito alto.

Nesse sentido, o perigo representa a relação entre os componentes do meio físico, que relacionam os condicionantes naturais para ocorrência de movimentos de massa e enxurradas em áreas ocupadas por uma comunidade. A vulnerabilidade, por sua vez, representa o fator social, como os sujeitos em situação de perigo podem atuar mediante a ocorrência eventos danosos e é condicionada as características sociais e econômicas dessa comunidade.

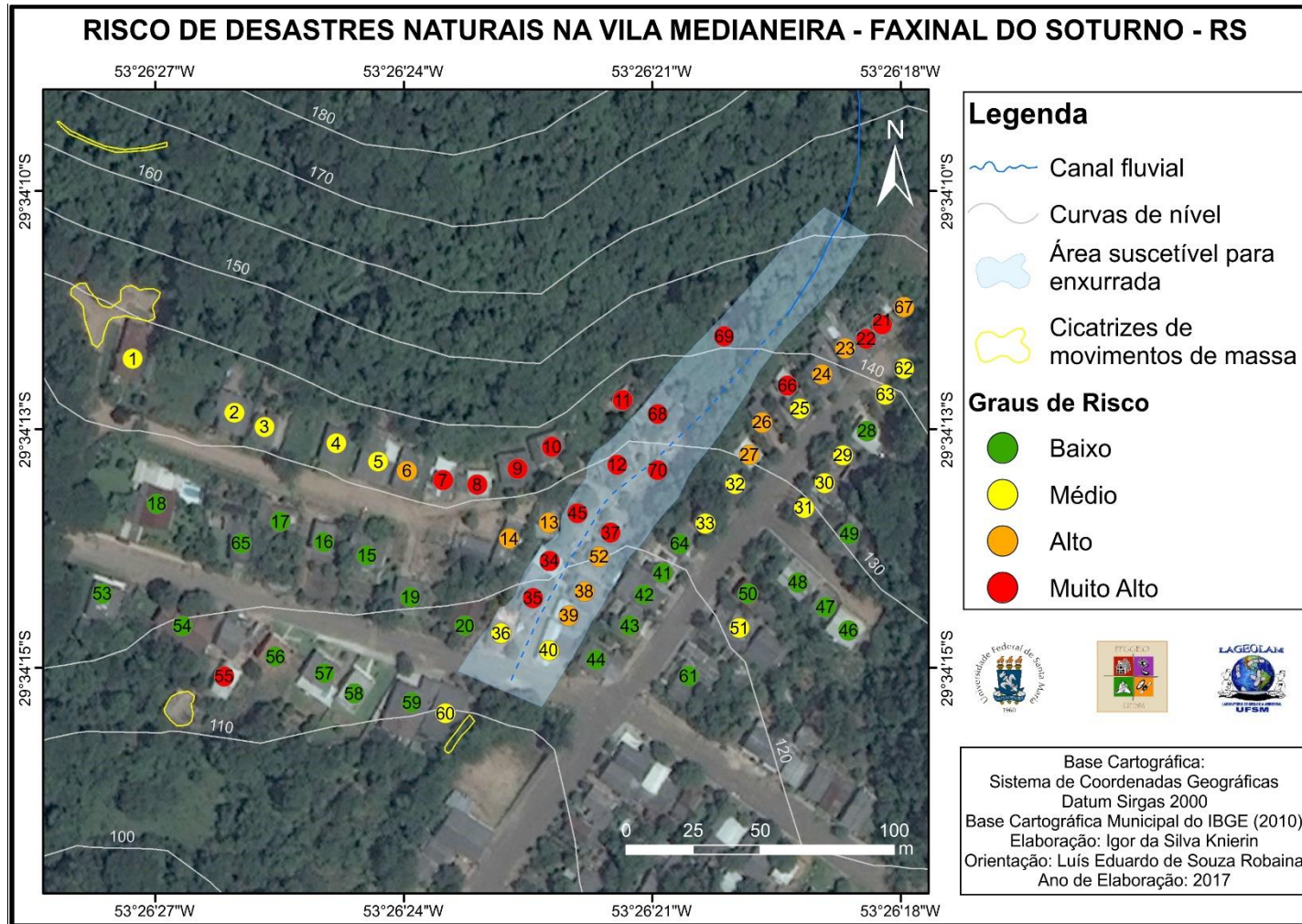
Assim sendo, o risco é mais significativo nos locais em que as combinações dos componentes naturais da área de estudo atuam com maior potencial para danos, combinado a baixa capacidade que os sujeitos inseridos nessas áreas possuem para enfrentar e se restabelecer após a ocorrência de processos e eventos que ocasionem danos.

Considerando a correspondência dos pesos entre o perigo e a vulnerabilidade, atribuiu-se maior condição ao perigo para se mensurar o risco, uma vez que, ele está diretamente associado ao desencadeamento dos processos que ocasionam danos e, por conseguinte, na eventualidade de um desastre natural. A vulnerabilidade, por sua vez, remete a uma reprodução da condição social e econômica, e que se isolada aos

eventos danosos não torna possível a ocorrência de um desastre natural, mas sim uma questão de ordem social.

Na Figura 43 apresenta-se a distribuição espacial das edificações cadastradas com risco de desastres naturais associados a movimentos de massa e enxurradas na Vila Medianeira, expresso segundo os graus de risco (baixo, médio, alto e muito alto).

Figura 43 - Mapa de risco de desastres naturais da Vila Medianeira.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

No Quadro 19 apresenta-se a síntese dos dados cadastrais da Vila Medianeira, no qual segmenta-se o número da edificação e as informações dos graus de perigo, vulnerabilidade e risco identificados.

Quadro 19 - Síntese das informações cadastrais de perigo, vulnerabilidade e risco na Vila Medianeira.

(continua)

Número da edificação no cadastro	Grau de perigo	Grau da vulnerabilidade	Grau de risco
1	Alto	Baixa	Médio
2	Alto	Baixa	Médio
3	Alto	Baixa	Médio
4	Alto	Baixa	Médio
5	Alto	Baixa	Médio
6	Alto	Média	Alto
7	Muito Alto	Média	Muito Alto
8	Muito Alto	Média	Muito Alto
9	Muito Alto	Média	Muito Alto
10	Muito Alto	Média	Muito Alto
11	Muito Alto	Muito Alta	Muito Alto
12	Muito Alto	Alta	Muito Alto
13	Alto	Média	Alto
14	Alto	Alta	Alto
15	Baixo	Baixa	Baixo
16	Baixo	Média	Baixo
17	Baixo	Média	Baixo
18	Baixo	Baixa	Baixo
19	Baixo	Baixa	Baixo
20	Baixo	Baixa	Baixo
21	Alto	Muito Alta	Muito Alto
22	Alto	Muito Alta	Muito Alto
23	Alto	Média	Alto
24	Alto	Média	Alto
25	Médio	Média	Médio
26	Alto	Alta	Alto
27	Alto	Alta	Alto
28	Baixo	Média	Baixo
29	Médio	Alta	Médio
30	Médio	Média	Médio
31	Médio	Média	Médio
32	Médio	Média	Médio
33	Médio	Alta	Médio
34	Muito Alto	Alta	Muito Alto
35	Muito Alto	Alta	Muito Alto

Quadro 19 - Síntese das informações cadastrais de perigo, vulnerabilidade e risco na Vila Medianeira.

(conclusão)

Número da edificação no cadastro	Grau de perigo	Grau da vulnerabilidade	Grau de risco
36	Médio	Média	Médio
37	Muito Alto	Alta	Muito Alto
38	Alto	Alta	Alto
39	Alto	Alta	Alto
40	Médio	Média	Médio
41	Baixo	Baixa	Baixo
42	Baixo	Baixa	Baixo
43	Baixo	Média	Baixo
44	Baixo	Média	Baixo
45	Muito Alto	Alta	Muito Alto
46	Baixo	Baixa	Baixo
47	Baixo	Baixa	Baixo
48	Médio	Baixa	Baixo
49	Baixo	Média	Baixo
50	Médio	Baixa	Baixo
51	Médio	Média	Médio
52	Alto	Alta	Alto
53	Médio	Baixa	Baixo
54	Médio	Baixa	Baixo
55	Muito Alto	Média	Muito Alto
56	Médio	Baixa	Baixo
57	Médio	Baixa	Baixo
58	Médio	Baixa	Baixo
59	Médio	Baixa	Baixo
60	Alto	Baixa	Médio
61	Baixo	Baixa	Baixo
62	Baixo	Muito Alta	Médio
63	Baixo	Muito Alta	Médio
64	Baixo	Média	Baixo
65	Baixo	Baixa	Baixo
66	Muito Alto	Alta	Muito Alto
67	Médio	Muito Alta	Alto
68	Muito Alto	Muito Alta	Muito Alto
69	Muito Alto	Muito Alta	Muito Alto
70	Muito Alto	Muito Alta	Muito Alto

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Na Tabela 3 apresenta-se a quantificação em valores totais e percentuais do cadastro de risco, contabilizou-se que 25 das edificações cadastradas encontram-se

em condição de risco baixo, 17 de risco médio, 11 de risco alto e 17 de risco muito alto.

Tabela 3 - Quantificação do cadastro de risco de desastres naturais na Vila Medianeira.

Graus de risco	Número de edificações	Percentual de edificações
Risco baixo	25	35,71%
Risco médio	17	24,29%
Risco alto	11	15,71%
Risco muito alto	17	24,29%

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

No risco baixo foram cadastradas 35,71% das edificações (Figura 44) na área de estudo, e estão localizadas predominantemente na meia encosta, em locais onde o perigo é baixo combinados a vulnerabilidade baixa e média, ou de perigo médio combinados com vulnerabilidade baixa.

O grau de risco baixo reflete nas condições em que o perigo agregado é de baixo ou médio potencial danoso aos sujeitos, onde os processos superficiais tornam-se insipientes ou de baixo potencial na área de estudo. As condições naturais e/ou as intervenções antrópicas são pontuais e não corroboram grande potencial para que ocorram desastres naturais.

A vulnerabilidade baixa e média, por sua vez, conferem aos sujeitos capacidade boa ou suficiente de enfrentamento ou de recuperação mediante a ocorrência de eventos danosos. Localizam-se em área de infraestrutura urbana adequada, com arruamento calçado, rede de água, esgoto e pluvial satisfatórias e iluminação pública satisfatória. As edificações possuem bom padrão construtivo, tamanho de amplo a médio, um ou dois pavimentos e/ou também com obras estruturais de contenção.

Figura 44 - Situações de risco baixo na Vila Medianeira (A, B, C, D, E e F).



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografias A, B, C, D, E e F obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

No grau de risco médio foram cadastradas 24,29% das edificações (Figura 45) da área de estudo, localizadas na base da encosta declivosa ou na meia encosta. Compreendem áreas de perigo baixo combinados com vulnerabilidade alta ou muito alta, perigo médio com vulnerabilidade média ou alta, e perigo alto com vulnerabilidade baixa.

Figura 45 - Situações de risco médio na Vila Medianeira (A, B, C, D, E e F).



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografias A, B, C, D e E obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017 e fotografia F obtida no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016.

Nessa classe as condições de perigo podem ser expressas de maneira insipiente ou de baixo potencial para ocorrência de danos, chegando a graus de perigo médio e alto, onde os indícios de instabilidade de encostas ou a (re)incidência de enxurradas são significativas. Nesse sentido, o grau de intervenção antrópica também passa a ser mais atuante, por meio da retirada da cobertura vegetal, execução de cortes e aterros nos lotes, como também o descarte de lixo e/ou dejetos e lançamento de águas servidas.

A vulnerabilidade apresenta-se com variações entre baixa a muito alta, sua amplitude entre os graus (baixa, média, alta e muito alta), remete a sua combinação

com o grau de perigo a qual é associada. Assim sendo, atribui aos sujeitos boa ou média capacidade de enfrentamento nas situações em que o perigo passa a ser mais considerável. Por sua vez, quando a vulnerabilidade dos sujeitos é alta ou muito alta, o grau de perigo passa a ser menos agressivo, tornando a condição de risco com potencial médio.

O grau de risco alto é presente em 15,71% das edificações cadastradas (Figura 46), espacializa-se na área de estudo próximo a base da encosta declivosa (do morro testemunho), em locais de cortes e aterros e na área de vale fluvial, seja inserido no mesmo ou em suas margens. Essa classe corresponde as áreas de perigo médio com vulnerabilidade muito alta, perigo alto com vulnerabilidade média ou alta, e perigo muito alto com vulnerabilidade baixa.

Nesse sentido, o risco alto caracteriza-se na variação de perigo médio a muito alto, no qual os processos que ocasionam danos se expressam pelo perigo de escorregamentos associados a encosta declivosa, como também a presença de árvores de grande porte isoladas e as ações de cortes e aterros nos lotes, próximos as edificações (Figura 46 - A, B, C, D e E).

Ademais, também se concretiza por meio da localização de edificações em locais próximos a margem do vale fluvial, com a atuação antrópica que condiciona e potencializa novos danos, como o lançamento de águas servidas, realização de cortes e aterros laterais e ao fundo dos lotes, próximos das edificações, inserção de espécies exóticas que atribuem peso aos taludes, presença de árvores de grande porte isoladas, entre outros (Figura 46 - A e B). Assim como, a localização de edificações inseridas em local a jusante do vale fluvial, onde os processos de enxurradas são recorrentes e de magnitude danosa (Figura 46 - F).

A vulnerabilidade dos sujeitos agrega-se ao perigo e varia entre baixa a muito alta. Dessa forma, destacam-se, especialmente, as edificações cadastradas com graus de vulnerabilidade alta e muito alta, no qual, associam-se a uma capacidade baixa ou insuficiente dos sujeitos como resposta aos eventos danosos. Sendo assim, caracterizam-se como locais em que os serviços são precários ou insatisfatórios como, por exemplo, falta de saneamento básico, iluminação pública insatisfatória e vias de acesso não calçadas.

Figura 46 - Situações de risco alto na Vila Medianeira (A, B, C, D, E e F).



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografias A, C e E obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017, fotografias B e E obtidas no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016 e fotografia F disponibilizada pela Defesa Civil Municipal de Faxinal do Soturno (2013).

Agregado a isso, as características físicas das edificações corroboram na fragilidade dos sujeitos, na qual constituem-se em tamanhos médios a pequenos, de um pavimento, material misto, de madeira ou reciclado, sem acabamento, de uso residencial e sem a presença de estruturas de contenção. Como incremento a isso, observam-se ações antrópicas incompatíveis com a suscetibilidade natural da área de estudo como o lançamento de águas servidas na encosta, descarte em local inadequado de lixo ou dejetos, realização de cortes e aterros, retirada da cobertura vegetal e inserção de espécies exóticas que atribuem peso aos taludes. Desse modo,

a convergência de todos esses fatores corrobora a classe uma condição de risco alto para que ocorram desastres naturais.

Por fim, o risco muito alto apresenta-se em 24,29% das edificações cadastradas (Figura 47), na área de estudo estão localizadas, predominantemente, na base da encosta declivosa (morro testemunho), na margem do vale fluvial e inseridas no vale fluvial, em locais onde o perigo é alto combinado com a vulnerabilidade muito alta, e de perigo muito alto combinado a com vulnerabilidade média, alta ou muito alta. Dessa forma, as condições de perigo atribuídas nessa classe remetem aos maiores potenciais danosos na área de estudo, expressos em graus de perigo alto e muito alto.

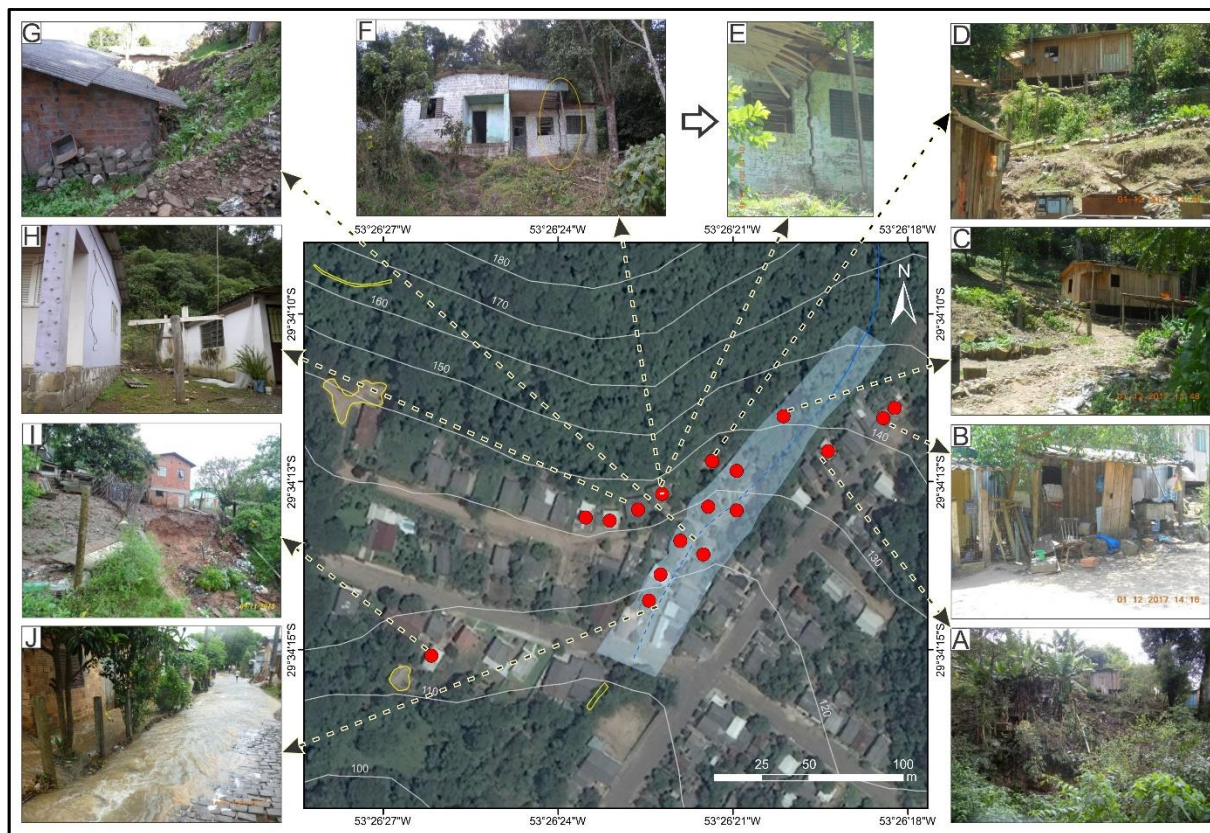
Nesse sentido, configuram a setorização de 4 situações de risco muito alto na Vila Medianeira e apresentam-se descritas de maneira segmentada:

I) A primeira situação remete a 5 edificações localizadas na base da encosta declivosa (Figura 47 - E, F e H), onde são suscetíveis processos de escorregamento, rolamento de blocos e a queda ou tombamento de árvores e galhos. Essas condições, são agregadas a ações como a realização de cortes e aterros laterais e ao fundo dos lotes para a construção das edificações e retirada da cobertura vegetal.

A vulnerabilidade varia de média e muito alta, na qual as condições de vulnerabilidade média, remetem a local de arrumamento calçado com saneamento básico, moradias de alvenaria de tamanho médio e pequeno, em um ou dois pavimentos. Por sua vez, a condição de vulnerabilidade muito alta, refere-se a uma edificação localizada em local sem via de acesso, sendo o mesmo realizado a partir de trilha ou caminho, a iluminação pública é insatisfatória e não são presentes condições de saneamento básico. A edificação é constituída em um pavimento, de madeira, tamanho pequeno, sem acabamento e sem a presença de estruturas de contenção.

II) A segunda situação de risco muito alto remete a 3 edificações localizadas próximas a margem declivosa do vale fluvial (Figura 47 - A e B), agregadas a presença de cortes e aterros laterais nos lotes, próximos as edificações, como também a presença de árvores de grande porte isoladas. Como ações antrópicas, destacam-se o lançamento de águas servidas, descarte ou lançamento de lixo em locais inadequados, retirada da cobertura vegetal e inserção de espécies exóticas.

Figura 47 - Situações de risco muito alto na Vila Medianeira (A, B, C, D, E, F, G, H, I e J).



Fonte: Elaborado pelo autor (2017), fotografias A, E, F, G e H obtidas no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016, fotografias B, C e D obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017 e fotografias I e J disponibilizadas pela Defesa Civil Municipal de Faxinal do Soturno (2013; 2015).

A vulnerabilidade, associa-se em graus de alta e muito alta, na qual constituem-se em local onde os serviços não são plenamente satisfatórios, especialmente, em relação ao saneamento básico. As edificações são de um pavimento, pequenas, constituídas de madeira ou material reciclado, sem acabamento e sem a presença de estruturas de contenção.

III) A terceira situação de risco muito alto remete a condição de 8 edificações localizadas no vale fluvial (Figura 47 - C, D, G e J), tributário do rio Soturno que foi canalizado. Nessa área ocorrem condições de perigo muito alto, associado a processos de enxurradas, queda ou tombamento de árvores ou galhos, potencial de escorregamentos associados a cortes ao fundo de alguns lotes e a possível processo de corrida de lama ou detritos associados à convergência fluvial do vale. Agregado a isso, os sujeitos atuam com intervenções como a realização de cortes e aterros para

construção das edificações, retirada da cobertura vegetal, descarte de lixo ou dejetos em local inadequado e lançamento de águas servidas.

A vulnerabilidade expressa-se como alta ou muito alta, no qual as condições de acesso as edificações ocorre por meio de via calçada ou sem via sendo realizado por trilha ou caminho, a iluminação pública não é satisfatória em toda a área e as condições de saneamento básico são precárias ou inexistentes. As edificações são de um pavimento, tamanho pequeno, constituídas de alvenaria, madeira, material misto ou reciclado, sem acabamento e sem a presença de estruturas de contenção.

IV) Por fim, a quarta situação de risco muito alto refere-se a uma edificação na qual o perigo é muito alto, em que ocorreu um processo de escorregamento rotacional associado ao depósito e descarte de lixo ou dejetos em local inadequado juntamente ao lançamento de águas servidas (Figura 47 - I).

A vulnerabilidade é média, em local com distribuição de serviços públicos adequados, a edificação é de um pavimento, tamanho médio, de alvenaria sem acabamento e sem a presença de estruturas de contenção. Um fator agravante são as ações de descarte de lixo e dejetos em local inadequado, como também o lançamento de águas servidas no local onde ocorreu o movimento de massa.

As condições de risco de desastres naturais na Vila Medianeira expressam a interação, muitas vezes, conflituosa dos componentes do meio físico na área de estudo (geologia, relevo, vegetação, climatologia, hidrografia, entre outros) com o elemento social, aqui representado pelo ser humano, e o processo de ocupação daquele espaço geográfico. A relação ser humano e natureza retratada, expõe o objeto da Geografia e as contradições que a intervenção antrópica, ou meramente ocupação daquele espaço pode desencadear são expressas por meio de diferentes situações de risco de desastres naturais associadas a movimentos de massa ou enxurradas.

A questão social também se evidencia por meio do processo de segregação residencial, no qual reproduz os sujeitos com menor condição socioeconômica inserindo-se em áreas não adequadas ao processo de habitação, com falta de saneamento básico ou expostos a diferentes situações de danos, por exemplo. Agregado a isso, observa-se gênese de novas áreas de risco, com processo de uso e ocupação desordenado e de modo informal do ponto de vista legal.

Assim sendo, discrimina-se no recorte espacial em estudo a gênese de duas formas de produção e reprodução do espaço geográfico, uma delas formal, onde os

serviços públicos são adequados ou satisfatórios e as edificações de bom padrão construtivo. Por outro lado, observa-se um processo de ocupação de maneira desordenada e informal, na qual os serviços públicos apresentam-se insatisfatórios ou inexistentes e as edificações de baixo padrão construtivo. Esses elementos atribuem-se a variação da vulnerabilidade de baixa a muito alta dos sujeitos na área de estudo.

Frente a isso, entende-se que o estudo de risco apresentado conseguiu mensurar o risco potencial que os sujeitos estão expostos. Sendo assim, analisou-se de maneira conjunta as condições de danos possíveis, com base nas características naturais da área de estudo, como também as formas de intervenções antrópicas e a vulnerabilidade dos sujeitos para o enfrentamento e recuperação mediante os eventos danosos como movimentos de massa e enxurradas. Desse modo, permitiu a discriminação dos diferentes graus de risco de desastres naturais apresentados para a Vila Medianeira.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O risco de desastres naturais associado a movimentos de massa e inundações é presente em diferentes situações no processo de (re)produção do espaço urbano das cidades, muito embora, apresentem relação com as condições de suscetibilidade natural, como da geologia, geomorfologia, climatologia, vegetação, entre outros. Tais situações são agravadas e potencializadas em função do processo de uso e ocupação de maneira desordenada, o que corresponde na gênese das áreas de risco de desastres naturais e no processo de segregação residencial.

A esse respeito, buscou-se apresentar um estudo de risco de desastres naturais, relacionados a movimentos de massa e enxurradas na Vila Medianeira. Para isso, agregou-se o estudo do perigo para que ocorressem danos, vulnerabilidade dos sujeitos e o risco potencial, o qual expressou a relação das variáveis perigo e vulnerabilidade permitindo a discriminação de diferentes graus.

A metodologia apresentada para mensuração das variáveis foi julgada satisfatória, na qual, possibilitou se obter o perigo para que ocorressem danos, a vulnerabilidade dos sujeitos inseridos nas áreas potenciais de danos e o risco de desastres naturais. Em função das dimensões da área de estudo e do tempo disponível para o desenvolvimento da pesquisa, optou-se pelo cadastro de risco de desastres naturais.

Para isso, foram consideradas informações disponíveis na literatura, e permitiram a partir de uma revisão do estado da arte, estabelecer atributos que potencializam o perigo e a vulnerabilidade. Por conseguinte, desenvolveu-se duas fichas cadastrais que agregaram pesos e notas as situações de perigo e vulnerabilidade observadas em trabalhos de campo na Vila Medianeira.

Os estudos de perigo, vulnerabilidade e risco, foram estruturados com quatro graus, entre baixo, médio, alto e muito alto. Desse modo, expressaram por meio de uma cartografia quantitativa os locais que demandam de atenção mais eminente e situações em que os sujeitos possuem condições plenas de conviver com o risco.

Ademais, observou-se que a utilização de técnicas de geoprocessamento, tornaram possível o mapeamento e cadastro das áreas afetadas de modo dinâmico, com representações cartográficas que corroboraram com as informações validadas durante os trabalhos de campo. O banco de dados cartográfico, ainda possibilita atualizações constantes o que contribui para gestão e gerenciamento dessas áreas.

Ao total, foram cadastradas 70 edificações na área de estudo, dessas 27,15% apresentaram-se em condição de perigo baixo, 25,71% de perigo médio, 25,71% de perigo alto e 21,43% de perigo muito alto. Quanto a vulnerabilidade, 34,28% das edificações foram identificadas como de vulnerabilidade baixa, 32,86% como de vulnerabilidade média, 20% como de vulnerabilidade alta e 12,86% como de vulnerabilidade muito alta. Por fim, em relação ao risco contabilizou-se que 35,71% das edificações encontram-se em condição de risco baixo, 24,29% de risco médio, 15,71% de risco alto e 24,29% de risco muito alto.

Com base nos dados, foi possível identificar na Vila Medianeira, os locais onde o risco é evidente, assim sendo, onde são necessárias ações de gestão e gerenciamento de risco de desastres naturais, seja na mitigação da condição do perigo ou da vulnerabilidade dos sujeitos. Um ponto necessário, é que ocorra o planejamento e ordenamento do espaço urbano, com a finalidade de que não haja expansão urbana de forma desordenada e reproduzam novas situações de risco.

Desse modo, o estudo contribuiu com uma metodologia para o estudo de áreas risco de desastres naturais, com os sujeitos inseridos na área de estudo, como também com uma ferramenta para gestão e gerenciamento de risco de desastres naturais e para o planejamento urbano municipal de Faxinal do Soturno. Assim sendo, torna possível aos agentes empenhados no planejamento e ordenamento do espaço urbano da cidade, como também da Defesa Civil municipal ações mais efetivas, cumprindo o papel social, para o planejamento e organização do espaço geográfico.

Por fim, propõe-se que novos estudos possam ser desenvolvidos na área de estudo como, a realização de ensaios de fatores de segurança ao cisalhamento de taludes, em locais onde foram identificados graus de risco alto e muito alto, por exemplo. Além disso, quando novas atualizações ao presente estudo tornarem-se necessárias, em razão da dinâmica empenhada a produção e reprodução do espaço geográfico no decorrer do tempo e novas ocupações e ações antrópicas ocorrerem na área de estudo.

REFERÊNCIAS

- AIMON, J. G. S. **Análise espaço-temporal do risco à inundação na área urbana do município de Uruguaiana/RS**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências (PPGGEO). Santa Maria, RS, Brasil, p. 109, 2017.
- ALHEIROS, M. M. **Riscos de escorregamentos na região metropolitana do Recife**. Tese (Doutorado), Curso de Pós-Graduação em Geologia Área de Geologia Sedimentar - UFBA, Salvador - BA, p. 135, 1998.
- ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Região metropolitana de Fortaleza, Ceará**. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista - UNESP, Rio Claro, p. 278, 2010.
- AMARAL, C.; FEIJÓ, R. L. Aspectos ambientais dos escorregamentos em áreas urbanas. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Reflexões sobre geografia física no Brasil**. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.
- AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundações e enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3 ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015.
- AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: COBRAE, 1., 1992, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABMS/ABGE, v.2, p.721-733, 1992.
- AUGUSTO FILHO, O.; VIRGILI, J. C. Estabilidade de taludes. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Orgs.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.
- AVILA, L. O. **Vulnerabilidade das áreas sob ameaça de desastres naturais na cidade de Santa Maria/RS**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS, Brasil, 250 f., 2015.
- BANDEIRA, A. P. **Mapa de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no município de Camaragibe-PE**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 209, 2003.
- BATES, R. L.; JACKSON, J. A. (Ed.). **Dictionary of geological terms**. New York: American Geological Institute, p. 571, 1984.
- BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, v. 3, p. 877-1436, 2003.
- BLOOM, A. L. **Geomorphology: a systematic analysis of Late Cenozoic landforms**. London: Prentice Hall, p. 348, 1991.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. **Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 de maio de 2012a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm>. Acesso em: 20 de fev. 2017.

_____. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. **Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de dezembro de 1979. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm>. Acesso em: 20 de mai. 2016.

_____. **Reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública**. Defesa Civil - Ministério da Integração Nacional. 2012b. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=f8d7817c-fc50-4b0a-b643-b686ef26cd32&groupId=185960>. Acesso em: 20 de fev. 2017.

_____. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. (Org.). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

BRITO, M. M. **Geoprocessamento aplicado ao mapeamento da suscetibilidade a escorregamentos no município de Porto Alegre, RS**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 166 f., 2014.

CARDOSO, G.; CARDOSO, C. Gestão de riscos associados a movimentos de massa. **Revista Ordem Pública**, v. 9, n. 1, p. 261-270, 2016.

CARLOS, A. F. A. **A Condição Espacial**. São Paulo: Contexto, p. 157, 2011.

CASTRO, A. L. C. de. **Glossário de Defesa Civil: Estudos de riscos e medicina de desastres**. 2ª Edição, Revista e Ampliada. Ministério do Planejamento e Orçamento - Secretaria Especial de Políticas Regionais - Departamento de Defesa Civil. Brasília, 1998.

CASTRO, L. A. **Manual de planejamento em defesa civil**. Brasília: Imprensa Nacional, 1999.

CASTRO, S. D. A. de. Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. **Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. Universidad de Barcelona, ISSN 1138-9788, nº 60, p.15, 2000.

CASTRO, A. L. C.; CALLHEIROS, L. B.; CUNHA, M. I. R.; BRINGEL, M. L. N. C. **Manual de Desastres Naturais**. Volume I. Brasília: Ministério da Integração Nacional, p. 174, 2003.

CERRI, L. E. S.; AMARAL, C. P. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Orgs.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

CERRI, L. E. S.; NOGUEIRA, F. R.; CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; AUGUSTO FILHO, O. Mapeamento de risco em assentamentos precários no município de São Paulo (SP). São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 26, n. 2, p. 143-150, 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo. p. 147, 1974.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. São Paulo: Ática S. A., 2004.

_____. Segregação residencial: classes sociais e espaço urbano. In: VASCONCELOS, P. A.; CORRÊA, R. L.; PINTAUDI, S. M. (Orgs.). **A cidade contemporânea: segregação espacial**. São Paulo: Contexto, 2016.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico do Rio Grande do Sul**. Escala 1:750.000, 2006. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/>>. Acesso em 18 jan. 2017.

CROZIER, M. J. **Landslides: causes, consequences and environment**. London: Croom Helm, p. 304, 1986.

CRUDEN, D. M.; VARNES, D. J. Landslide Types and Processes. In: TURNER, A. K.; SCHUSTER, R. L. (Eds.), **Landslides: Investigation and Mitigation**. Transportation Research Board, Special Report 247, National Academy Press, Washington D.C., cap. 2, p. 36-75, 1996.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 337-379.

CUTTER, S. L.; BORUFF, B. J.; LYNN SHIRLEY, W. Social Vulnerability to Environmental Hazards. **Social Science Quarterly**, v. 84, n. 2, 2003.

DEFESA CIVIL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Faxinal do Soturno**. Disponível em: < <http://www2.defesacivil.rs.gov.br/SGDC/MConvenios/ConvInterMuniNew.asp?msg=&iddecreto=&idopm=0&idmunicipio=165&idtpevento=0&dtinicial=01/01/2011&dtfinal=27/12/2017&idtpsolicitacao=&nopred=&popatingida=>>>. Acesso em 18 jul. 2017.

EM-DAT - EMERGENCY EVENTS DATABASE. **Criteria and definition**. [s.d.]a. Disponível em: <<http://www.emdat.be/criteria-and-definition>>. Acesso em 18 jan. 2017.

_____. **Country Profile**. The International Disaster Database. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - CRED. [s.d.]b. Disponível em: <http://emdat.be/country_profile/index.html>. Acesso em 20 fev. 2017.

FARAH, F. **Habitação e encostas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003.

FARIA, D. G. M. **Mapeamento de perigo de escorregamentos em áreas urbanas precárias brasileiras com a incorporação do processo de análise hierárquica (AHP)**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação e Área de concentração em Geotecnia - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

FARIA, D. G. M.; SANTORO, J. Gerenciamento de desastres naturais. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3 Ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B (Orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 11 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

FERNANDES, N. F.; GUIMARÃES, R. F; GOMES, R. A. T.; VIEIRA, B. C.; MONTGOMERY, D. R.; GREENBERG, H. Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos de encostas: avaliação de metodologias e aplicação do modelo de previsão de áreas susceptíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.2, n.1, p.51-71, 2001.

FREIRE, E. S. N. **Movimentos coletivos de solos e rochas e sua moderna sistemática**. Construção, Rio de Janeiro, n. 8, 1965, 10-18 p.

FREITAS, R. B. **Estudo e cadastro de áreas de risco de inundação na área urbana do município de Restinga Sêca-RS**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências (PPGGEO). Santa Maria, RS, Brasil, p. 133, 2017.

GALLANT, J. C.; WILSON, J. P. Primary topographic attributes. In: WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. (Eds.). **Terrain Analysis: Principles and applications**. New York: John Wiley, p.51-85, 2000.

GALVÃO, M. I. S. **Zoneamento de risco à inundação da área urbana de Porto Xavier/RS**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS, p. 107, 2014.

GRAY, D. H.; LEISER, A. J. Role of vegetation in stability and protection of slopes. In: **Biotechnical slope protection and erosion control**. New York: Van Nostrand Reinhold. P. 37-65, 1982.

GREGORIO, L. T. D. **Proposta de ferramentas para gestão da recuperação habitacional pós-desastre no Brasil com foco na população atingida**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ, p. 314, 2013.

GREGORIO, L. T. D.; SAITO, S. M.; SAUSEN, T. M. Sensoriamento remoto para a gestão (de risco) de desastres naturais. In: SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P.

(Orgs.). **Sensoriamento remoto para desastres**. São Paulo: oficina de textos, 2015.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 6 Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 652, 2008.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. 2ª ed. São Paulo: Edgar Blucher Ltda., p.194, 1984.

GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; FERNANDES, N. F. Movimentos de massa. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

HENRIQUE, H. M. **Mapa de risco a deslizamento e erosão do bairro de Rurópolis, município do Ipojuca-PE**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 160, 2014.

INFANTI JR. N.; FORNASARI FILHO, N. Processos de dinâmica superficial. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Orgs.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Base Cartográfica dos Setores Censitários**. Escala 1: 50.000, 2010a. Disponível em: < ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_de_setores_censitarios__divisoes_intramunicipais/censo_2010/>. Acesso em 09 ago. 2016.

_____. **Base Cartográfica Municipal**. Escala 1: 50.000, 2010b. Disponível em: < ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/UFs/RS/>. Acesso em 09 ago. 2016.

_____. **Economia**. Faxinal do Soturno - RS. 2015a. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/faxinal-do-soturno/panorama>. Acesso em 07 jan. 2017.

_____. **História**. Faxinal do Soturno - RS, [s.d.] Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/faxinal-do-soturno/historico>. Acesso em 07 jan. 2017.

_____. **Mapas temáticos do Projeto RADAMBRASIL do Rio Grande do Sul**. Escala 1:250.000, 2015b.

_____. **População**. Faxinal do Soturno - RS. 2010c. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/faxinal-do-soturno/panorama>. Acesso em 07 jan. 2017.

_____. **Território e ambiente**. Faxinal do Soturno - RS. 2010d. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/faxinal-do-soturno/panorama>. Acesso em 07 jan. 2017.

INSTITUTO DE PESQUISAS TÉCNOLÓGICAS - IPT. **Manual de ocupação de encostas**. CUNHA, M. A. (Coord.). São Paulo: IPT, 1991. n. 1.831, 216 p.

_____. **Mapeamento Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. Escala 1:500.000, v. 2. p. 130, 1981.

JULIÃO, R. P.; NERY, F.; RIBEIRO, J. L.; ZÊZERE, J. L. **Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal**. Autoridade Nacional de Protecção Civil. Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano - Instituto Geográfico Português, 2009.

KAPPES, S. M.; MALET, P. J.; REMAÎTRE, A.; HORTON, P.; JABOYEDOFF, M.; BELL, R. Assessment of debris-flow susceptibility at medium-scale in the Barcelonnette Basin, France. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, 11, p. 627-641, 2011.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Florianópolis: Ed. Organic Trading, p. 109, 2006.

KORMANN, T. C. **Ocupação de encostas no município de Blumenau - SC: estudo da formação das áreas de risco a movimentos de massa**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS, p. 147, 2014.

LAVELL, A. **La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica**. Guatemala: CEPREDENAC/PNUD, p. 101, 2003.

LISTO, F. L. R.; VIEIRA, B. C. Mapping of risk and susceptibility of shallow-landslide in the city of São Paulo, Brazil. **Geomorphology** 169-170, p. 30-44, 2012.

LOURENÇO, L. "Análise de riscos e gestão de crises. O exemplo dos incêndios florestais", **Territorium**, 10, Ed. MinervaCoimbra, Coimbra, p. 89-100, 2003.

LOURENÇO, L. Riscos Naturais, Antrópicos e Mistos. **Territorium**, Coimbra,14, p. 109-113, 2007

MACIEL FILHO, C. L. **Carta Geotécnica de Santa Maria**. Santa Maria: Imprensa Universitária UFSM, 1990.

MACIEL FILHO, C. L.; NUMMER, A. V. **Introdução à geologia de engenharia**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 5 ed. 2014.

MAFFRA, C. Q.T.; MAZZOLA, M. As razões dos desastres em território brasileiro. In: SANTOS, R. F. (org.). **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, p.192, 2007.

MAIA, L. P. Geomorfologia Aplicada: Teoria e Prática. **Mercator - Revista da Geografia da UFC**, v. 1, n. 2, p. 133-137, 2002.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. Perigos naturais: o estudo geográfico de riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, vol. VII, n. 2, 2004.

MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos**. Caderno Didático nº 1. INPE/CRE, Santa Maria, 2008.

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos**. Porto Alegre: EST, p. 110, 2004.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBIYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais no estado de Santa Catarina. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 17, p. 72-84, 2006.

MATTEDI, M. A.; BUTZKE, I. C. A relação entre o social e o natural nas abordagens de hazards e de desastres. **Ambiente & Sociedade**, ano IV, n. 9, 2001.

MATOS, L. J. **A vulnerabilidade das construções às corridas de detritos na bacia experimental do rio Guaxinduba - município de Caraguatatuba - SP**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas das Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Física. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2014.

MEDEIROS, M. D. **Vulnerabilidade socioambiental no município de Natal, RN**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Natal, RN, p. 167, 2014.

MENEZES, D. J. **Zoneamento das áreas de risco de inundação na área urbana de Santa Cruz do Sul - RS**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências (PPGGEO). Santa Maria, RS, Brasil, p. 134, 2014.

MONTGOMERY, D. R.; DIETRICH, W. E. A physically based model for the topographic control on shallow landsliding. **Water Resources Research**, v. 30, p.1153-1171, 1994.

NAKAZAWA, V. A.; CERRI, L. E. S. Os escorregamentos ocorridos em Petrópolis, RJ, em fevereiro de 1988: ações emergenciais. In: Simpósio Latino-Americano sobre Risco Geológico Urbano, São Paulo, 1990. **Anais... ABGE**, São Paulo, p. 325-333, 1990.

NOGUEIRA, F. R. **Políticas públicas municipais para gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos em áreas de ocupação subnormal**. Tese (Doutorado). Rio Claro: UNESP, p. 256, 2002.

_____. Gestão dos Riscos nos Municípios. In: CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (Orgs.). **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para**

Elaboração de Políticas Municipais. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006

_____. Curta história da gestão de riscos ambientais urbanos. **Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 1, p.125-126, 2008.

NUMMER, A. V. **Parâmetros Geológico-Geotécnicos controladores dos Movimentos de Massa na Rota do Sol/RS 486 - Itati, RS.** 2003. 241 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil-Geotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: PPGE/UFGRS, 2003.

NUMMER, A. V.; PINHEIRO, R. J. B. Dinâmica de Encosta: movimentos de massa. In: ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R. (Orgs.). **Desastres Naturais no Rio Grande do Sul.** Santa Maria: Ed. da UFSM, p. 67-96, 2013.

NUNES, A. J. C.; FERNANDES, C. E. M.; ILIESCO, M.; CID, M. R. V. S.; ALVES, R. I. V.; SILVA, L. J. R. D. B. Contribuição ao conhecimento do risco geológico da cidade de Petrópolis, RJ. In: Simpósio Latino-Americano sobre Risco Geológico Urbano, São Paulo, 1990. **Anais... ABGE**, São Paulo, p. 102-114, 1990.

NUNES, L. H. Compreensões a ações frente aos padrões espaciais e temporais de riscos e desastres. **Revista Territorium**, Coimbra, n. 16, p. 179-189, 2009.

_____. **Urbanização e desastres naturais: abrangência na América do Sul.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

OLIVEIRA, E. L. A. **Áreas de risco geomorfológico na bacia hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria/RS: zoneamento e hierarquização.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS, p. 145, 2004.

OLIVEIRA, E. L. A.; WIGGERS, M. M. Gestão e gerenciamento de áreas de risco. ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R. (Org.). **Desastres naturais no Rio Grande do Sul.** Santa Maria: Ed. da UFSM, 2013.

PAMPLONA, J.; VALENTE, T. Avaliação do risco à ocorrência de movimentos de massa: proposta de uma metodologia. **Comunicações Geológicas**, v. 101, Especial II, p. 923-926, 2014.

PAPATHOMA, M; DOMINEY-HOWES, D. Tsunami vulnerability assessment and its implications for coastal hazard analysis and disaster management planning, Gulf of Corinth, Greece. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, 3, European Geosciences Union, p. 733-747, 2003.

PAPATHOMA-KÖHLE, M.; NEUHÄUSER, B.; RATZINGR, K.; WENZEL, H.; DOMINEY-HOWES, D. Elements at risk as a framework for assessing the vulnerability of communities to landslides. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, 7, 765 e 779, 2007.

PFALTZGRAFF, P. A. S. **Mapa de suscetibilidade a deslizamentos na região metropolitana do Recife**. Tese (Doutorado em Geociências) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 120 f, 2007.

PINHEIRO, R. J. B. **Estudo de alguns casos de instabilidade da encosta da Serra Geral no estado do Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, p 318, 2000.

PIO FIORI, A. **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas: aplicações na estabilidade de taludes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

PORFIRIEV, P. **Disaster policy and emergency management in Russia**. New York: Nova Science, 1998.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FAXINAL DO SOTURNO. **Fotos do Município**. Faxinal do Soturno, RS. [s.d.] Disponível em: < <http://www.faxinaldosoturno.rs.gov.br/o-municipio/fotos-do-municipio>>. Acesso em 07 jan. 2017.

PRINA, B. Z. **Geotecnologias aplicadas no mapeamento de áreas de inundação do perímetro urbano de Jaguarí/RS**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências (PPGGEO). Santa Maria, RS, Brasil, p. 127, 2015.

RECKZIEGEL, E. W. **Identificação e mapeamento das áreas com perigo de movimentos de massa no município de Porto Alegre, RS**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS, p. 90, 2012.

REIS, F. A. G. V. **Curso de geologia ambiental via internet**. UNESP, Copyright 2001. Disponível em: < <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/inicio/pag02.html>> Acesso em Acesso em: 20 de fev. 2017.

REIS, P. E. **O escoamento superficial como condicionante de inundação em Belo Horizonte, MG: estudo de caso da sub-bacia córrego do Leitão, bacia do ribeirão Arrudas**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 134 f., 2011.

REIS, P. E.; PARIZZI, M. G.; MAGALHÃES, D. M.; MOURA, A. C. M. O Escoamento superficial como condicionante de inundações em Belo Horizonte, MG: estudo de caso da sub-bacia córrego do Leitão, bacia do ribeirão Arrudas. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 31, n. 1, p. 31-46, 2012.

RENEAU, S. L.; DIETRICH, W. E. **Size and Location of Colluvial Landslides in a Steep Forested Landscape**. Internation Association of Hidrological Scientists (IAHS), v. 165, p. 39-48, 1987.

RIBEIRO, W. C. Riscos e vulnerabilidade urbana no Brasil. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Universidad de Barcelona, v. XIV, n. 331 (65), 2010.

RIGHI, E.; ROBAINA, L. E. S. Risco à inundação no médio curso do Rio Uruguai: estudo de caso no município de São Borja - RS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n.3, p. 279-286, 2012.

ROBAINA, L. E. S. Dinâmica do sistema fluvial e desenvolvimento de áreas de risco. In: ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R. (Orgs.). **Desastres naturais no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2013.

ROBAINA, L. E. S.; OLIVEIRA, E. L. A. Bases conceituais para o estudo de áreas de risco em ambientes urbanos. In: ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R. (Orgs.). **Desastres naturais no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2013.

ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R. Áreas de risco por processos de dinâmica geomorfológica no Rio Grande do Sul: fundamentos e conceitos. **Geografia**, Rio Claro, v.38, n.3, p. 589-607, 2013.

RODRIGUES, B. B. **Proposta de sistemática para tomada de decisão relativa a movimentos de massa gravitacionais: aplicação em Ouro Preto (MG)**. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - SP, 2002.

RODRIGUES, F. S.; LISTO, F. L. R. Mapeamento de áreas de risco a escorregamentos e inundações em áreas marginais a rodovias na Região Metropolitana de São Paulo. **Eng Sanit Ambient**, v.21, n.4, p. 765-775, 2016.

ROSSATO, M. S. **Os Climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, p. 240, 2011.

ROSSATO, P. S. **O Sistema Termodinâmico do Clima Urbano de Nova Palma, RS: Contribuição ao Clima Urbano de Cidades Pequenas**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências (PPGGEO). Santa Maria, RS, Brasil, 2010.

ROSSATO, R. Cidades brasileiras: a urbanização patológica. **Ciência & Ambiente**, v. 4, n. 7, p. 23-32, 1993.

SAITO, S. M.; SORIANO, E.; LONDE, L. R. Desastres naturais. In: SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P. (Orgs.). **Sensoriamento remoto para desastres**. São Paulo: oficina de textos, 2015.

SANTOS, J. O. Relação entre fragilidade ambiental e vulnerabilidade social na susceptibilidade aos riscos. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 75-90. 2015.

SANTOS, R. F. S. (Org.). **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, p. 192, 2007.

SCHIRMER, G. J. **Mapeamento geoambiental dos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma e Pinhal Grande - RS**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências (PPGGEO). Santa Maria, RS, Brasil, p. 156, 2012.

SEDEC/MI. **Portaria n. 117, de 7 de março de 2012**. Anexo VIII – DOU de 09/03/2012 - Seção I. p. 30, 2012.

SKEMPTON, A. W.; HUTCHINSON, J. N. **Stability of natural slopes and embankment foundations**. State of the Art Report. In: ICSMFE, 7, México. Proceeding... v. State of the Art, p. 291-340, 1969.

SUMMERFIELD, M. A. **Global geomorphology an introduction to the study of landforms**. England: British Library Cataloguing in Publication Data, p. 535, 1997.

TOBIN, G. A.; MONTZ, B. E. **Natural hazards: explanation and integration**. New York: The Guilford Press, p.388, 1997.

TOMINAGA, L. K. Análise e mapeamento de risco In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3 Ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015a.

_____. Desastres naturais: por que ocorrem? In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3 Ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015b.

_____. Escorregamentos. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3 Ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015c.

_____. **Avaliação de metodologias de análise de risco a escorregamentos: aplicação de um ensaio em Ubatuba, SP**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 220, 2007.

TRENTIN, R.; DIAS, D. F. Estudos de áreas de risco: o caso de Cachoeira do Sul/RS. **Boletim Gaúcho de Geografia**, 41, p. 285-303, 2014.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S.; SILVEIRA, V. S. Zoneamento do risco de inundação do rio Vacacaí no município de São Gabriel, RS. **Geo UERJ** - Ano 15, nº. 24, v. 1, p. 161-180, 2013.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de inundações urbanas**. Ministério das Cidades - Global Water Partnership - World Bank - Unesco 2005.

TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T. (Orgs.). **Drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH, Editora da Universidade, UFRGS. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 25, 450 p., 1995.

UNISDR - INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. **Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives**. 2004. Disponível em: <www.unisdr.org>. Acesso em 20 fev. 2017.

_____. **Terminology on Disaster Risk Reduction**. 2009. Disponível em: <www.unisdr.org>. Acesso em 20 fev. 2017.

VALENCIO, N. F. L. S. Dimensões psicossociais e político-institucionais do desastre de Camará (PB): limitações da resposta da Defesa Civil frente ao rompimento de barragens. In: Encontro de Ciências Sociais e Barragens, 1., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: IPPUR/UFRJ, p. 01-20, 2005.

VALERIANO, M. M. Dados Topográficos. In: FLORENZANO, T. G. (Org.) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, pp. 72-104, 2008.

VANACÔR, R. N.; ROLIM, S. B. A. Mapeamento da suscetibilidade a deslizamentos usando técnicas de estatística bivariada e sistema de informações geográficas na região nordeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 1, p. 15-28, 2012.

VEDOVELLO, R.; MACEDO, E. S. Deslizamentos de encostas. In: SANTOS, R. F. S. (Org.). **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, p. 75-93, 2007.

VEYRET, Y. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. 2 Ed. Tradução: Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2015.

WICANDER, R.; MONROE, J. S. **Fundamentos de geologia**. Tradução de H. O. Avritcher. São Paulo: Cengage Learning, p. 508, 2009.

WIGGERS, M. M. **Zoneamento das áreas de risco a movimentos de massa no perímetro urbano do município de Caxias do Sul (RS)**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS, p. 131, 2013.

ZAMPARONI, C. A. Riscos e desastres naturais em ambiente urbano: o exemplo de Cuiabá/MT. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 8, v. 10, p. 7-20, 2012.

ZÊZERE, J. L. Riscos e ordenamento do território. **Inforgeo**, p. 59-63, 2007.

ZUQUETTE, L. V.; NAKAZAWA, V. A. Cartas de geologia de engenharia. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Orgs.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.