

## ESTUDO DA VULNERABILIDADE FÍSICA DAS EDIFICAÇÕES EM ÁREAS SUSCETÍVEIS A MOVIMENTOS DE MASSA E ENXURRADAS NA VILA MEDIANEIRA - FAXINAL DO SOTURNO - RS

**Igor da Silva Knierin**

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Santa Maria, RS, Brasil  
[igorknierin@gmail.com](mailto:igorknierin@gmail.com)

**Luís Eduardo de Souza Robaina**

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Santa Maria, RS, Brasil  
[lesrobaina@yahoo.com.br](mailto:lesrobaina@yahoo.com.br)

**Romario Trentin**

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Santa Maria, RS, Brasil  
[romario.trentin@gmail.com](mailto:romario.trentin@gmail.com)

### RESUMO

Este artigo possui como objetivo apresentar um estudo da vulnerabilidade física das edificações em áreas suscetíveis a movimentos de massa e enxurradas na Vila Medianeira, localizada no município de Faxinal do Soturno, região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Como metodologia de trabalho, foi realizado a caracterização do espaço urbano do município de Faxinal do Soturno e da área de estudo, seguido pela revisão da literatura para seleção de indicadores de vulnerabilidade, como também, trabalhos de campo, entrevista não estruturada com residentes na área de estudo e consulta a órgãos municipais. A partir disso, foi elaborada uma ficha de cadastro baseada em quatro graus de vulnerabilidade (baixa, média, alta e muito alta), que consideraram as características físicas das edificações, seu entorno e a infraestrutura urbana disponível. No cadastro, contabilizou-se o total de 70 edificações, dessas 24 foram identificadas como de vulnerabilidade baixa, 23 de vulnerabilidade média, 14 de vulnerabilidade alta e 9 de vulnerabilidade muito alta. Com base nisso, busca-se contribuir, a partir do produto final deste trabalho com uma ferramenta para Defesa Civil municipal atuar na gestão e gerenciamento do risco de desastres naturais na área de estudo.

**Palavras-chave:** Desastre natural. Risco. Vulnerabilidade. Espaço urbano.

### STUDY OF THE PHYSICAL VULNERABILITY OF BUILDINGS IN AREAS SUSCEPTIBLE TO MASS MOVEMENTS AND FLASH FLOODS IN THE VILA MEDIANEIRA - FAXINAL DO SOTURNO - RS

### ABSTRACT

This article aims to present a study of the physical vulnerability of buildings in susceptible areas to mass movements and flash floods in Vila Medianeira, located Faxinal do Soturno, central region of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. As a working methodology, was carried out the characterization of the urban space of Faxinal do Soturno and the study area, followed by the literature review for the selection of vulnerability indicators, as well as fieldworks, unstructured interview with the persons residing in the study area and consultation with municipal institutions. From this, was prepared a registration form based on four degrees of vulnerability (low, medium, high and very high), who considered the physical characteristics of the buildings, their surroundings and urban infrastructure available. In the register, the total of 70 buildings was counted, of these 24 were identified as low vulnerability, 23 of medium vulnerability, 14 of high vulnerability and 9 of very high vulnerability. Based on this, the final product of this work contributed as a tool for Civil Defense for the management of the risk of natural disasters in the study area.

**Keywords:** Natural disaster. Risk. Vulnerability. Urban space.

## INTRODUÇÃO

Os desastres naturais podem ser compreendidos como o resultado do impacto de fenômenos naturais 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; NUNES, 2015; TOMINAGA, 2015b).

No Brasil, os desastres naturais são significativos, em especial, no espaço urbano em áreas suscetíveis a processos naturais como movimentos de massa e inundações. Conforme o EM-DAT (2017), entre 1960 e 2016, os movimentos de massa e as inundações afetaram 24.399.588 pessoas e ocasionaram 9.445 óbitos.

Inserido nesse contexto, a desigualdade socioeconômica e territorial de alguns grupos populacionais resultou na 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). A partir disso, ocorre o processo a segregação residencial, que implica necessariamente na separação espacial das diferentes classes sociais fragmentadas no espaço geográfico (CORRÊA, 2016) e, por conseguinte, na gênese de áreas de risco de desastres naturais.

Dessa forma, advém a necessidade de entendimento do conceito de vulnerabilidade que corresponde ao conjunto de características e circunstâncias de uma comunidade ou sistema que o tornam suscetíveis aos efeitos danosos de um perigo (UNISDR, 2009). Agregado a isso, a vulnerabilidade remete a uma qualidade do momento, ou seja, uma condição atual, extremamente dinâmica dos sujeitos (SAITO, SORIANO e LONDE, 2015).

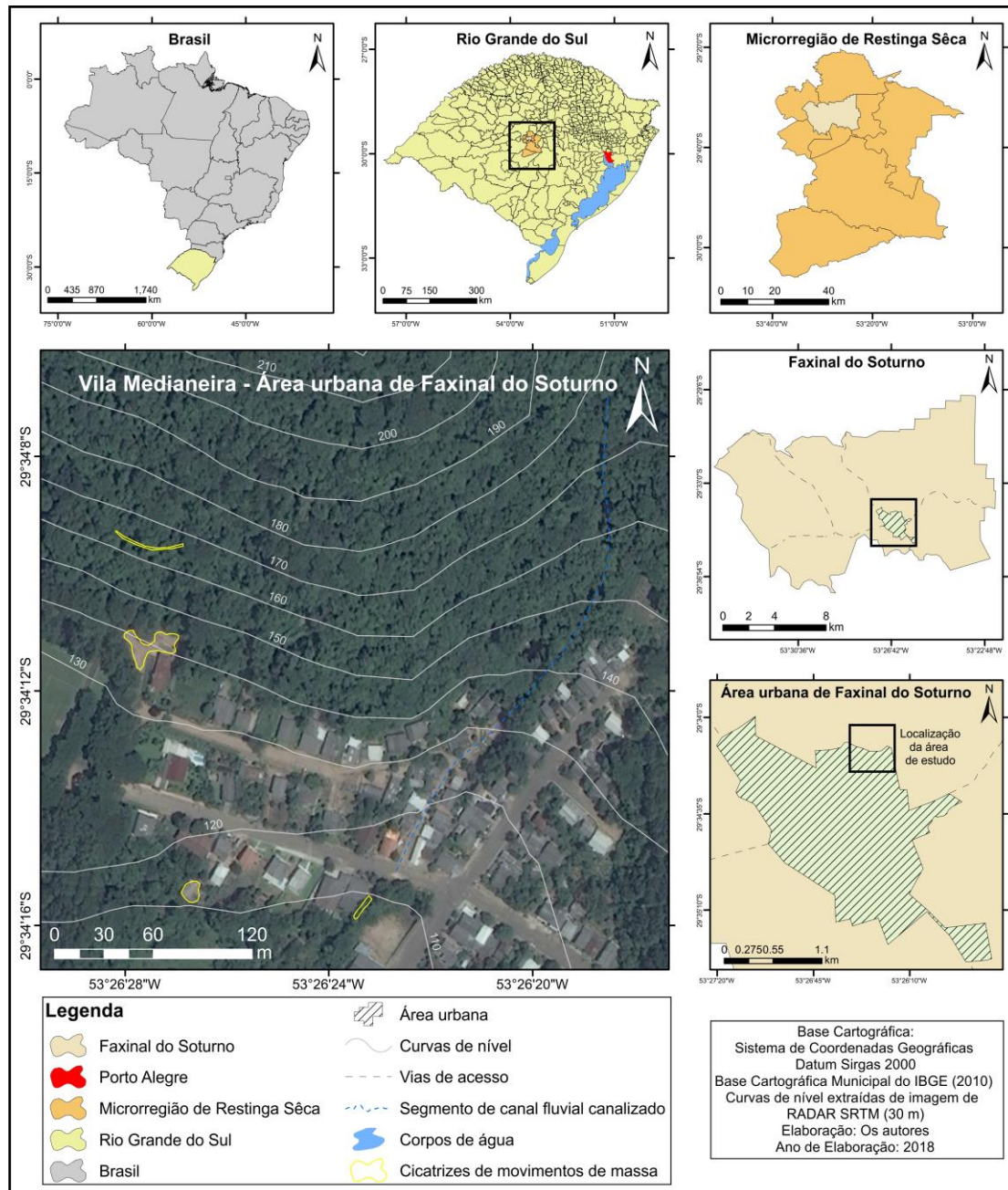
Segundo Tominaga (2015a) a vulnerabilidade representa a totalidade de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, que potencializam o aumento da suscetibilidade de uma comunidade (elemento em risco) em sofrer com o impacto de perigos. Assim, corresponde tanto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

Nesse sentido, Avila (2015) e Aimon (2017) destacam a relevância de alguns elementos necessários para se retratar 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 e densidade da ocupação.

Integrado a esse tema, o artigo possui como objetivo apresentar um estudo da vulnerabilidade física das edificações dos sujeitos em áreas suscetíveis a movimentos de massa e enxurradas na Vila Medianeira. A área de estudo se localiza ao norte da área urbana do município de Faxinal do Soturno, na Microrregião de Restinga Sêca, região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, distante aproximadamente 275,6 km da capital da estadual Porto Alegre (Figura 1).

A Vila Medianeira corresponde a um recorte do espaço urbano do município de Faxinal do Soturno e caracteriza-se por apresentar uma encosta naturalmente suscetível a processos que ocasionam danos como movimentos de massa e 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 - RS que foi canalizado. A ação antrópica desempenha diferentes formas de intervenção na área de estudo (cortes, aterros, retirada da cobertura vegetal, lançamento de águas servidas, descarte de lixo, etc.), o que condiciona e agrava a potencialidade para ocorrência de desastres naturais, e em razão da vulnerabilidade dessa comunidade caracteriza este local como uma área de risco de desastres naturais.

Figura 1 – Mapa de localização da Vila Medianeira - Área urbana de Faxinal do Soturno – RS.



Fonte – Elaborado pelos autores (2018).

## METODOLOGIA

O desenvolvimento dessa pesquisa foi realizado a partir da caracterização do espaço urbano do município de Faxinal do Soturno e da área de estudo, seguido pela organização de uma ficha cadastral e cadastro da vulnerabilidade física das edificações em áreas suscetíveis a movimentos de massa e enxurradas na Vila Medianeira.

Na área de estudo foram realizados trabalhos de campo, nos meses de julho de 2016 e dezembro de 2017. Agregado a isso, houve consulta a Secretaria de Assistência Social, Secretaria da

Agricultura e Departamento do Meio Ambiente e Defesa Civil municipal de Faxinal do Soturno. Nos trabalhos de campo foram realizados registros fotográficos, coleta de pontos de controle, descrição e identificação de condições que potencializavam a suscetibilidade de processos superficiais que ocasionam danos e a vulnerabilidade física das edificações dos sujeitos, além de conversas com a população residente localizada nessas áreas.

A análise da expansão urbana e ocupação da área de estudo foi realizada a partir da elaboração do mapa da expansão da área urbanizada de Faxinal do Soturno. O referido mapa 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 para o ano de 1975 e imagens de satélite ópticas disponíveis no serviço *Basemap - World Imagery* do Sistema de Informação Geográfica (SIG) para vetorização manual da área urbanizada para o ano de 2017. As bases cartográficas foram reprojetaadas para o sistema projetado UTM do Fuso 22 referente ao Datum Sirgas 2000. As imagens de satélite foram utilizadas com reprojeção virtual para o mesmo sistema de referência e possuem como fonte a DigitalGlobe, *WorldView-2 Satellite Images*, datadas de 29 de julho de 2017, com resolução espacial de 50-60 cm.

Para análise das áreas suscetíveis a movimentos de massa e enxurradas foi elaborado o mapa dos processos superficiais que ocasionam danos, também no ArcGIS® 10.1 e como dados primários a Base Cartográfica do IBGE (2010) na escala 1:50.000 e curvas de nível com equidistância de 10 m extraídas a partir de uma cena de imagem de RADAR SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com resolução espacial de 1 *arcsec* (30 m). A área suscetível a enxurradas foi delimitada com base nos trabalhos de campo realizados na área de estudo, consulta a Defesa Civil municipal e entrevista não estruturada com a população que reside no local. Para a identificação das áreas suscetíveis a movimentos de massa considerou-se toda a área da encosta e sua base, para isso observou-se *in loco* fatores condicionantes como declividade acentuada, presença de blocos de rocha, descontinuidades, linhas de fluxo, entre outros. Os dados foram validados a partir de trabalhos de campo e consulta a Defesa Civil municipal.

Para descrever a vulnerabilidade foi elaborado uma ficha cadastral, fundamentada em uma revisão da literatura com base em artigos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado de forma que contemplasse o estado da arte a respeito do tema (Quadro 1).

**Quadro 1** – Síntese de indicadores de vulnerabilidade apresentados por diferentes autores utilizados como base para a elaboração da ficha de cadastro.

<b>Autor/Ano de publicação</b>	<b>Resumo de indicadores utilizados para o estudo da vulnerabilidade</b>
Oliveira (2004)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Malha viária: pavimentada ou não pavimentada.</li><li>- Esgoto: canalizado ou lançado direto no ambiente.</li><li>- Rede pluvial: apresenta ou não apresenta.</li><li>- Padrão construtivo: alto/médio ou baixo.</li><li>- Ocupação: organizada ou desordenada.</li><li>- Obras de contenção: apresenta ou não apresenta.</li></ul>
Papathoma-Köhle et al. (2007)	Tipo de material; entorno; andares; inclinação lateral; aviso/sinal (presença de sinais de aviso à deslizamentos, trincas e etc.).
Kappes et al. (2011)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Informações específicas das construções: material; andares; condições; aberturas na direção da vertente inclinada; altura da menor abertura; presença de sinais de avisos de deslizamentos; porão; material do telhado; tipo de função.</li><li>- Construções do entorno: localização da área construída - direção da encosta e do rio; proteção da vegetação; medidas de proteção; presença de objetos móveis que podem ser levados pela água ou neve.</li><li>- 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</li></ul>

Autor/Ano de publicação	Resumo de indicadores utilizados para o estudo da vulnerabilidade
	população no verão/noite.
Righi e Robaina (2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Padrão construtivo: uso técnicas de engenharia adequadas segundo as normas construtivas.</li> <li>- Tipo de materiais: alvenaria, madeira (base em alvenaria) e materiais variados.</li> <li>- Infraestrutura local: malhas viárias, obras de engenharia para contenção dos processos naturais, rede de drenagem pluvial e redes de água.</li> <li>- Quantidade de habitantes por setores censitários a partir dos dados de população em órgãos oficiais.</li> </ul>
Trentin et al. (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> <li>- Infraestrutura pública disponível: estrutura das vias com relação a existência ou não de pavimento, calçamento ou não calçada, iluminação pública e água encanada.</li> </ul>
Wiggers (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adensamento de moradias: muito alto, alto, médio e baixo.</li> <li>- Padrão construtivo: tamanho e tipologia construtiva das moradias.</li> <li>- Infraestrutura local: existência ou não de calçamento das vias.</li> </ul>
Kormann (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Infraestrutura urbana: largura das vias, pavimentação e ordenamento.</li> <li>- Saneamento: aterro no terreno e esgoto.</li> <li>- Moradias: Tamanho, acabamento e tipo de material.</li> </ul>
Henrique (2014)	Quantidade de edificações; características da edificação; características do acesso à edificação; características do acesso ao subsetor; localização da edificação/infraestrutura; saneamento básico/energia elétrica.
Galvão (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Padrão construtivo: tipo de material (alvenaria, madeira e misto);</li> <li>- Acabamento: com reboco, sem reboco, com sapata e sem sapata.</li> <li>- Infraestrutura próxima: via asfaltada, calçada e não-pavimentada.</li> <li>- Adensamento: quantidade de edificações em cada segmento da área de estudo.</li> </ul>
Trentin e Dias (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Padrão construtivo das moradias.</li> <li>- Adensamento populacional.</li> <li>- Capacidade de ações contra os processos de perigo.</li> </ul>
Menezes (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Padrão de urbanização: presença ou não de medidas estruturais, padrão das construções, e ainda o uso.</li> <li>- Condicionantes que cercam as residências: tipo de capeamento das vias e carências de saneamento básico e análise do padrão geral das residências encontradas nestas áreas, considerando-se o tipo de material e estado de conservação.</li> <li>- Nível e tipo de intervenções presentes nas drenagens: construção de diques e a presença de bacias de contenção.</li> </ul>
Matos (2014)	- 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"> <li>- Acabamento das construções: básico; simples; alto.</li> <li>- Condição da construção: velha; intermediária; nova.</li> <li>- Tipos de materiais das construções: madeira; misto; alvenaria.</li> <li>- Densidade de construções: alta densidade; média densidade; baixa densidade.</li> <li>- Número de andares das residências: térreo; 1 andar; mais que um andar.</li> </ul>
Avila (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ocupação: ordenada ou desordenada.</li> <li>- Moradias: Tamanho das moradias (&lt; 50 m<sup>2</sup>; 50-100 m<sup>2</sup>; &gt; 100 m<sup>2</sup>); grau de acabamento (com acabamento; acabamento precário; sem acabamento); tipo de material - resistência ao impacto/dano (alvenaria; madeira; misto; material reciclado).</li> <li>- Infraestrutura urbana disponível: rede de águas servidas/esgoto (existente ou não existente); vias urbanas (pavimentada ou não pavimentada).</li> </ul>
Aimon (2017)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Infraestrutura pública: vias urbanas (asfaltada; não asfaltada); esgotamento (presente; não presente).</li> <li>- Característica das residências: tipo de material (alvenaria; madeira; misto; sobra de materiais); presença de estruturas preventivas ou adaptações para o processo de risco.</li> </ul>

Fonte – Elaborado pelos autores (2018).

Com base nos trabalhos analisados, foram estipulados os indicadores de vulnerabilidade, associados as características da área de estudo, a escala de trabalho e o tempo disponível para sua execução. A partir disso foi elaborado a ficha cadastral para a vulnerabilidade (Quadro 2), na qual foram adotados pesos e notas para os respectivos indicadores, com base na revisão da literatura e conhecimento das características da área de estudo. A ficha cadastral foi aplicada em 70 edificações que correspondiam a área de estudo na Vila Medianeira.

**Quadro 2 –** Ficha de cadastro de vulnerabilidade para Vila Medianeira.

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

**Fonte –** Elaborado pelos autores (2018).

Para o cálculo da vulnerabilidade individualizou-se a ficha de cadastro em dois itens que apresentam seus respectivos pesos (p) de influência no enfrentamento dos sujeitos 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 possuem no seu somatório a nota 10.

Para se obter o valor da vulnerabilidade são 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 de X dos dois itens e assim obtendo-se o valor final da vulnerabilidade para a edificação cadastrada, conforme exemplificado no Quadro 3.

**Quadro 3 – Método 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 pelos autores (2018).

De posse dessas características analisadas definiu-se quatro graus de vulnerabilidade para as edificações dos sujeitos situadas em locais suscetíveis a movimentos de massa e enxurradas, definidos em: vulnerabilidade baixa, vulnerabilidade média, vulnerabilidade alta e vulnerabilidade muito alta (Quadro 4).

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

**Quadro 4 – Graus de vulnerabilidade.**

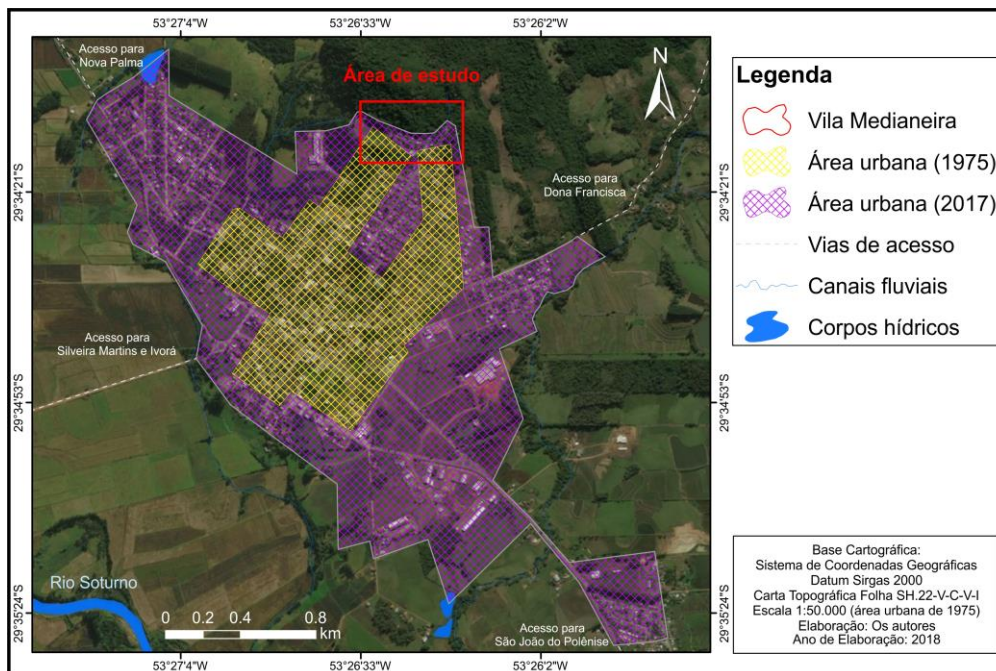
<b>VULNERABILIDADE</b>	
<b>Grau de vulnerabilidade</b>	<b>Descrição:</b>
Vulnerabilidade baixa: ( $\leq 20$ )	- Processo de ocupação ordenado, pode apresentar diferentes usos, com rede de águas servidas/esgoto e sistema de rede pluvial satisfatórios, ruas calçadas ou pavimentadas e com iluminação pública. - Moradias constituídas por material de alvenaria, com bom acabamento, tamanho médio a grande, com um ou mais pavimentos e podem apresentar estruturas de contenção.
Vulnerabilidade média: ( $> 20$ a $\leq 40$ )	- 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.
Vulnerabilidade alta: ( $> 40$ a $\leq 60$ )	- Processo de ocupação desordenado, de uso residencial, a rede de águas servidas/esgoto e sistema de rede pluvial é 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.
Vulnerabilidade muito alta: ( $> 60$ )	- Processo de ocupação desordenado, de uso residencial, a rede de águas servidas/esgoto e sistema de rede pluvial é 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 com material reciclado, sem acabamento, tamanho pequeno, um pavimento e sem a presença de estruturas de contenção.

**Fonte –** Elaborado pelos autores (2018).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No espaço urbano do município de Faxinal do Soturno, ainda são poucas as obras verticalizadas, na qual predominam edificações de uso residencial, prestação de serviços e comércio. No mapa da Figura 2 pode ser observado a expansão da área urbanizada do município no período entre 1975 e 2017.

**Figura 2** – Mapa que retrata a expansão da área urbanizada do município de Faxinal do Soturno - RS entre 1975 e 2017 e localiza a área de estudo.



Fonte – Elaborado pelos autores (2018).

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) da antiga área urbana. No entanto, em alguns setores o processo de habitação ocorreu em áreas naturalmente suscetíveis a processos superficiais, como em margens de cursos fluviais, tributários do rio Soturno e de encosta declivosa, como é o caso da Vila Medianeira.

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

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.

Na Vila Medianeira, a ocupação urbana ocorre de maneira formal e informal, agregado as discriminações sociais da população e os serviços urbanos, encontram-se de maneira heterogênea (satisfatórios ou insatisfatórios). Os locais de maior suscetibilidade para que ocorram movimentos de massa e enxurradas, associam-se aos locais onde a vulnerabilidade é mais significativa, seja em relação a distribuição dos serviços urbanos disponíveis ou ao padrão construtivo das edificações, e isso reproduz o processo de segregação residencial.

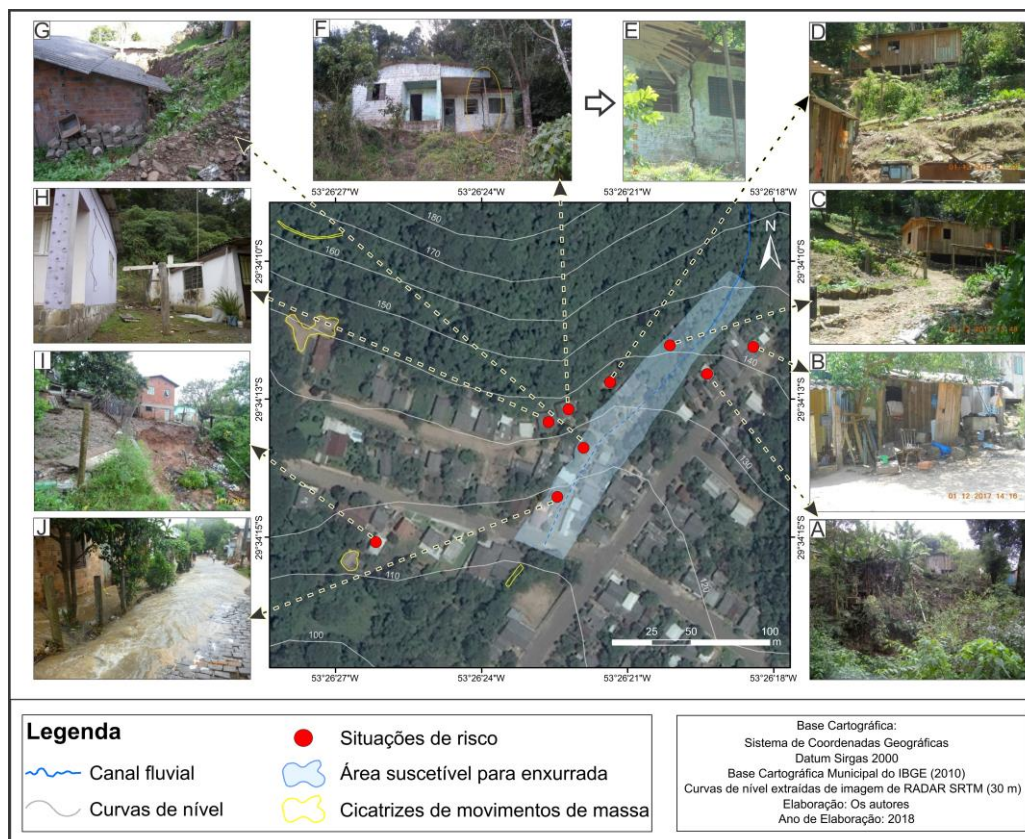


Nos locais de maior vulnerabilidade foi identificado processo de ocupação desordenado, assim como situações pontuais de intervenção antrópica como construção da edificação junto a área suscetível a enxurradas e/ou na base da encosta declivosa, realização de cortes e aterros, retirada da cobertura vegetal, lançamento e descarte de desejos ou lixo, lançamento de águas servidas, inserção de espécies exóticas, entre outras formas de intervenção. Todas essas ações potencializam e agravam as condições de suscetibilidade de movimentos de massa e de enxurradas na área de estudo.

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 para atender os acontecimentos pós-desastres. A área de estudo foi afetada por parte desses eventos e estão relacionados a ocorrência de processos de movimentos de massa identificados de maneira localizada, associados ao lançamento de água servida, ou de cortes/aterros irregulares de taludes, assim como, processos de enxurrada em eventos de precipitação intensa, concentrada ou acumulada em uma área em que um canal fluvial tributário do rio Soturno foi canalizado.

No mapa da Figura 3 pode-se observar a espacialização de cicatrizes de movimentos de massa e a área suscetível a processos de enxurrada, como também demais situações de risco de desastres naturais (Figura 3 - A, B, C, D, E, F, G, H, I e J).

**Figura 3** – Mapa de processos superficiais que ocasionam danos e situações de risco na Vila Medianeira, ao norte da área urbana de Faxinal do Soturno - RS (A e B - edificações próximas a encosta de vale declivoso; C - edificação localizada em área suscetível a enxurrada; D - edificação próxima a base de encosta declivosa; E e F - edificação desocupada próxima a base de encosta declivosa com rachaduras; G - edificação próxima a área de corte; H - edificações próximas a base de encosta declivosa; I - área com registro de escorregamento rotacional; J - área durante evento de enxurrada).

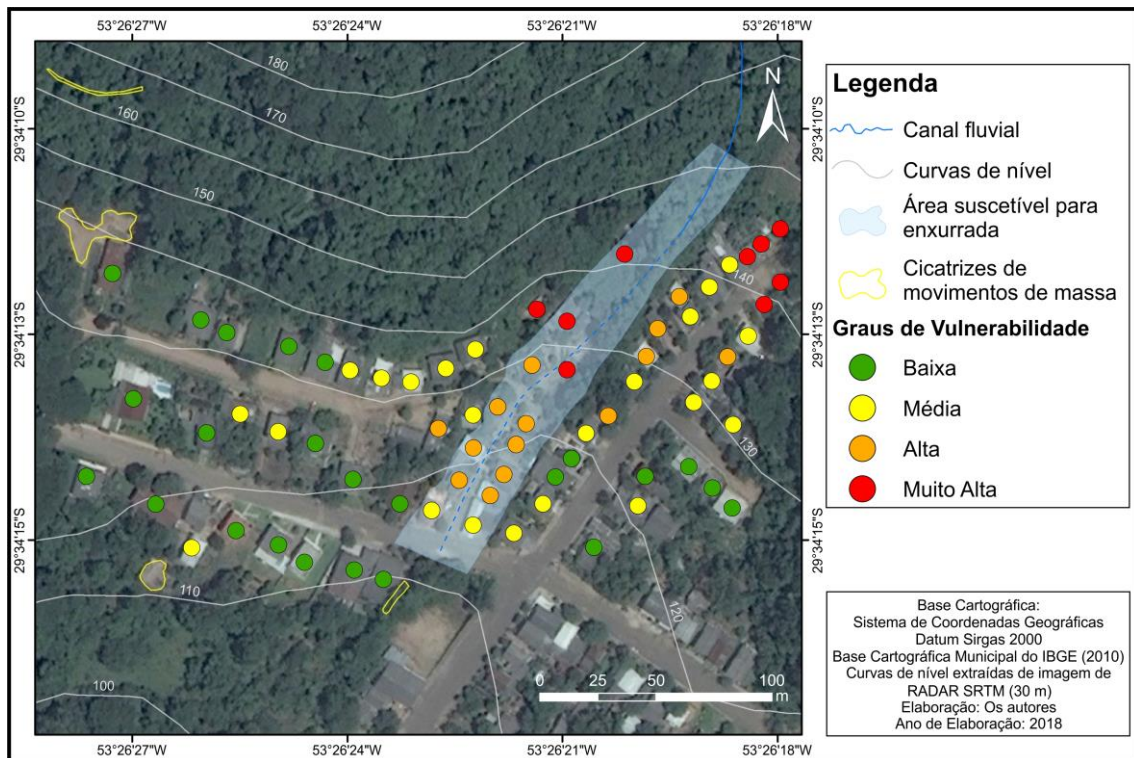


**Fonte** – Elaborado pelos autores (2018), fotografias A, E, F, G e H obtidas no trabalho de campo realizado dia 29 de julho de 2016, fotografias B, C e D obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017 e fotografias I e J disponibilizadas pela Defesa Civil Municipal de Faxinal do Soturno (2013; 2015).

### **Vulnerabilidade física das edificações em áreas suscetíveis a movimentos de massa e enxurradas**

Na Vila Medianeira foram representados quatro graus de vulnerabilidade - baixa, média, alta e muito alta - (Figura 4) que se constituiu na variável que busca mensurar a condição física das edificações e de infraestrutura urbana em áreas suscetíveis a danos ocasionados por movimentos de massa e enxurradas.

**Figura 4** – Mapa da vulnerabilidade física das edificações em áreas suscetíveis a movimentos de massa e enxurradas na Vila Medianeira, ao norte da área urbana de Faxinal do Soturno – RS.



Fonte – Elaborado pelos autores (2018).

No cadastro realizado contabilizou-se um total de 70 edificações, destas 34,28% encontram-se em condição de vulnerabilidade baixa, 32,86% de vulnerabilidade média, 20% de vulnerabilidade alta e 12,86% de vulnerabilidade muito alta. Na Tabela 1, pode ser observado a distribuição das edificações por graus de vulnerabilidade segundo seu número total e nos respectivos valores percentuais.

**Tabela 1** – Quantificação do cadastro da vulnerabilidade na Vila Medianeira - Faxinal do Soturno - RS.

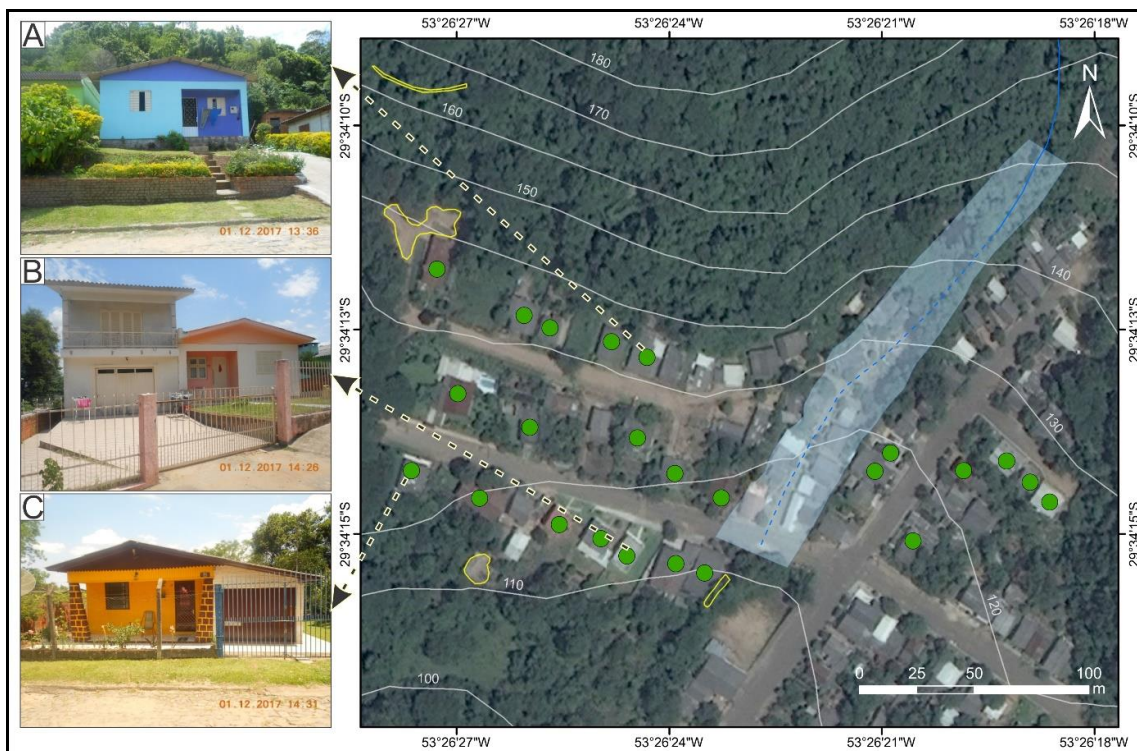
Graus de vulnerabilidade	Número de edificações	Percentual de edificações
Vulnerabilidade baixa	24	34,28%
Vulnerabilidade média	23	32,86%
Vulnerabilidade alta	14	20%
Vulnerabilidade muito alta	9	12,86%

Fonte – Elaborado pelos autores (2018).

Na vulnerabilidade baixa (Figura 5) foram cadastradas 24 edificações e encontram-se localizadas na meia encosta, as quais caracterizam um processo de ocupação ordenado e formal. 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.

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 de médias a amplas, tipo de material como alvenaria ou misto, com bom acabamento e podendo haver ainda obras estruturais de contenção como muros em áreas de corte. Dessa forma, caracterizam plenas condições e capacidade de intervenção ou resposta caso ocorra um desastre natural na área de estudo.

**Figura 5 – Edificações (A, B e C) com grau de vulnerabilidade baixa.**



**Fonte –** Elaborado pelos autores (2018), fotografias A, B e C obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

A vulnerabilidade média (Figura 6) corresponde a 23 edificações cadastradas e caracterizam-se com processo de ocupação do espaço geográfico de modo ordenado e formal. Localizam-se na base da encosta declivosa, em via próxima ao canal fluvial canalizado. 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 capacidade média de intervenção ou resposta caso ocorram processos que ocasionem danos e, por conseguinte, desencadeie um desastre natural.

**Figura 6 – Edificações (A, B e C) com grau de vulnerabilidade média.**



**Fonte –** Elaborado pelos autores (2018), fotografias A, B e C obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

A vulnerabilidade alta (Figura 7) se distribui em 14 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 suscetibilidade são presentes, ou seja, na base da encosta declivosa, dentro do vale fluvial canalizado 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.

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 pouca capacidade de intervenção ou resposta caso ocorram processos que causem danos e, por conseguinte, um desastre natural.

**Figura 7 – Edificações (A, B e C) com grau de vulnerabilidade alta,**



**Fonte –** Elaborado pelos autores (2018), fotografias A, B e C obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

Por fim, nas áreas de vulnerabilidade muito alta (Figura 8) distribuem-se 9 edificações cadastradas, que se caracterizam por apresentar o processo uso e ocupação de maneira desordenada e informal no espaço geográfico. Na sua maioria repetem os locais onde a suscetibilidade é alta ou muito alta e localizam-se na base da encosta declivosa, no vale fluvial canalizado, em sua margem declivosa ou em locais de corte e aterro de talude.

O uso e ocupação é exclusivamente residencial e a disponibilidade de serviços públicos não é satisfatória, em que 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. As características das edificações, indicam que na eventualidade de processos que ocasionem danos, seja muito baixa capacidade de intervenção e/ou resposta aos mesmos e, por conseguinte, de enfrentamento e recuperação frente a um desastre natural.

**Figura 8 – Edificações (A, B e C) com grau de vulnerabilidade muito alta.**



Fonte – Elaborado pelos autores (2018), fotografias A, B e C obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de produção e reprodução do espaço urbano reflete padrões de organização socioespacial os quais associam-se as características sociais e econômicas dos sujeitos, como também de infraestrutura urbana ordenada pelo poder público e/ou privado e explorados pelo mercado imobiliário. Esses aspectos apreciam-se conjuntamente e refletem no processo de segregação residencial que pode ser expresso pelo grau da vulnerabilidade.

Agregado a isso, esse artigo apresentou como objetivo o estudo da vulnerabilidade física das edificações localizadas em áreas suscetíveis a movimentos de massa e enxurradas na Vila Medianeira. A vulnerabilidade foi expressa em graus (baixa, média, alta e muito alta), e expôs a

condição e/ou capacidade para enfrentar e se recuperar caso ocorram eventos danosos na área de estudo.

No cadastro, as condições de suscetibilidade mais representativas a processos que ocasionam danos, como também a infraestrutura pública insatisfatória se repetiu onde a vulnerabilidade se apresentava em graus mais elevados como alta ou muito alta. Nesse sentido, a dinâmica do processo de ocupação e expansão da área urbanizada se estabeleceu em locais não adequados ao processo de habitação, com falta de saneamento básico ou expostos a diferentes situações de danos identificando-se com isso a gênese de novas áreas de risco de desastres naturais, com processo de uso e ocupação desordenado e de modo informal pelos sujeitos.

O estudo serve como uma ferramenta para atuação mais efetiva da Defesa Civil municipal de Faxinal do Soturno na gestão e gerenciamento de risco de desastres naturais, no sentido de indicar onde a mitigação da vulnerabilidade é mais necessária. Agregado a isso, recomenda-se que sejam realizados estudos prévios para ocupação de novas áreas, visto que, o local apresenta condicionantes naturais para ocorrência de movimentos de massa e enxurradas e a ocupação da área potencializa a gênese de novos processos. Ações de educação ambiental com a comunidade também são indicadas no sentido da sensibilização a respeito das intervenções antrópicas e suas consequências.

Por fim, propõe-se que novos estudos possam ser desenvolvidos na área de estudo como, por exemplo, a análise de perigo de processos que ocasionem danos e, por conseguinte, de risco de desastres naturais. Como também, em razão da dinâmica empenhada a produção e reprodução do espaço urbano no decorrer do tempo e novas ocupações e/ou intervenções antrópicas ocorram na área de estudo.

## AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor, apoio à pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Defesa Civil municipal de Faxinal do Soturno - RS.

## 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.
- 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.
- CORRÊA, R. L. 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.
- 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.
- DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO - BRASIL. **Faxinal do Soturno - RS**. Escala 1:50.000, folha SH.22-V-C-IV-I, 1976.
- EM-DAT - EMERGENCY EVENTS DATABASE. **Country Profile**. The International Disaster Database. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - CRED, 2017. Disponível em: <[http://emdat.be/country\\_profile/index.html](http://emdat.be/country_profile/index.html)>. Acesso em 20 fev. 2017.

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.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Base Cartográfica Municipal**. Escala 1: 50.000, 2010. Disponível em: <  
[ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2015/UFs/RS/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/UFs/RS/)>. Acesso em 09 ago. 2016.

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.  
<https://doi.org/10.5194/nhess-11-627-2011>

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.

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

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.

NUNES, L. H. **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.

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.  
<https://doi.org/10.5194/nhess-7-765-2007>

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

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. <https://doi.org/10.20502/rbg.v13i3.198>

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.

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.

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. <https://doi.org/10.12957/geouerj.2013.3808>

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.

UNISDR - INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. **Terminology on Disaster Risk Reduction**. 2009. Disponível em: <[www.unisdr.org](http://www.unisdr.org)>. Acesso em 20 fev. 2017.

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.

---

Recebido em: 13/02/2018

Aceito para publicação em: 29/12/2018



**Luís Paulo Pires** | Editor Assistente  
Revista Caminhos de Geografia | 34 3239-4549  
[www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia](http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia)