

ANÁLISE DAS ÁREAS DE RISCO AOS MOVIMENTOS DE MASSA E ENXURRADAS NA VILA MEDIANEIRA, FAXINAL DO SOTURNO, RS

Igor da Silva Knierin

Doutor em Geografia - UFSM

Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)

E-mail: igorknierin@gmail.com

Luís Eduardo de Souza Robaina

Doutor em Geociências - UFRGS

Professor no Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFSM

E-mail: lesrobaina@yahoo.com.br

RESUMO

Este artigo tem como objetivo realizar um cadastro de risco a desastres associados a movimentos de massa e enxurradas na Vila Medianeira, localizada na área urbana de Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul, Brasil. A metodologia da pesquisa consistiu no cruzamento de informações cadastrais sobre o perigo de processos que ocasionam danos relacionados a movimentos de massa e enxurradas, bem como da vulnerabilidade das edificações suscetíveis a esses eventos. Foram identificados quatro graus de risco de desastres: baixo, médio, alto e muito alto. Na área de estudo, foram cadastradas, ao todo, 70 edificações, das quais 35,71% estão em situação de risco baixo, 24,29% de risco médio, 15,71% de risco alto e 24,29% de risco muito alto. Os dados obtidos podem ser utilizados como ferramenta para a gestão e o gerenciamento de riscos de desastres, além de servirem como metodologia para a análise de outras áreas de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: desastres; espaço urbano; gerenciamento de risco.

40

ANALYSIS OF RISK AREAS FOR MASS MOVEMENTS AND FLASH FLOODS IN VILA MEDIANEIRA, FAXINAL DO SOTURNO, RS

ABSTRACT

This paper aims to establish a disaster risk registry related to mass movements and flash floods in Vila Medianeira, located in the urban area of Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul, Brazil. The research methodology involved cross-referencing cadastral data on hazards associated with mass movements and flash floods, along with the vulnerability of buildings susceptible to these events. Four levels of disaster risk were identified: low, medium, high, and very high. In the study area, a total of 70 buildings were registered, of which 35.71% are in low-risk areas, 24.29% in medium-risk areas, 15.71% in high-risk areas, and 24.29% in very high-risk areas. The data obtained can be used as a tool for disaster risk management and mitigation, as well as a methodology for analyzing other study areas.

KEYWORDS: disasters; urban space; risk management.

INTRODUÇÃO

O risco de desastres é observado cotidianamente nas diferentes escalas de análise geográfica, seja do local ao global e conforme cita Nunes (2015), geralmente é o resultado de práticas antrópicas

que desconsideram as características físicas dos locais. A sua definição conceitual remete a uma situação, que traz consigo uma incerteza e insegurança, em função de estar suscetível à ocorrência de um perigo ou *hazard* (Marandola Jr.; Hogan, 2004) que possa afetar de maneira negativa os sujeitos naquele espaço geográfico.

Dessa forma, o risco representa a probabilidade de consequências prejudiciais, ou danosas, resultantes da interação entre o perigo ou *hazard* e as condições de vulnerabilidade de um dado elemento, grupo ou comunidade (Brasil, 2007; UNISDR, 2009). Por perigo ou *hazard* entende-se os processos que podem ocasionar danos como, por exemplo, movimentos de massa e as enxurradas, e por vulnerabilidade a capacidade que os elementos ou sujeitos em perigo possuem para enfrentar e se recuperar diante dos eventos danosos.

O Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2023) apresentou de maneira sistematizada as informações dos documentos coletados em todos os estados brasileiros no período de 1991 a 2023 a respeito dos desastres. Conforme os dados desta pesquisa, aproximadamente 28,58% dos desastres foram ocasionados por movimentos de massa e/ou por processos de dinâmica fluvial (alagamentos, inundações, enxurradas), no entanto, este número pode ser maior, em razão das deficiências e limitações em registros históricos no Brasil (Saito, Soriano; Londe, 2015).

Os movimentos de massa representam todo e qualquer movimento coletivo de materiais terrosos e/ou rochosos, independentemente da sua diversidade de processos, causas, velocidades, formas e demais características e estão associados a movimentos do tipo rastejo, escorregamento, queda ou corrida (Augusto Filho, 1992; Castro, 1998; Nummer; Pinheiro, 2013).

Por sua vez, os processos de dinâmica fluvial associam-se a elevação do nível de água no canal fluvial devido ao aumento da vazão, seja com o extravasamento ou não da água para as áreas marginais, como também o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte ou o acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem, e estão relacionados a processos como inundação, cheia, enxurrada ou alagamento (Brasil, 2007; Amaral; Ribeiro, 2015).

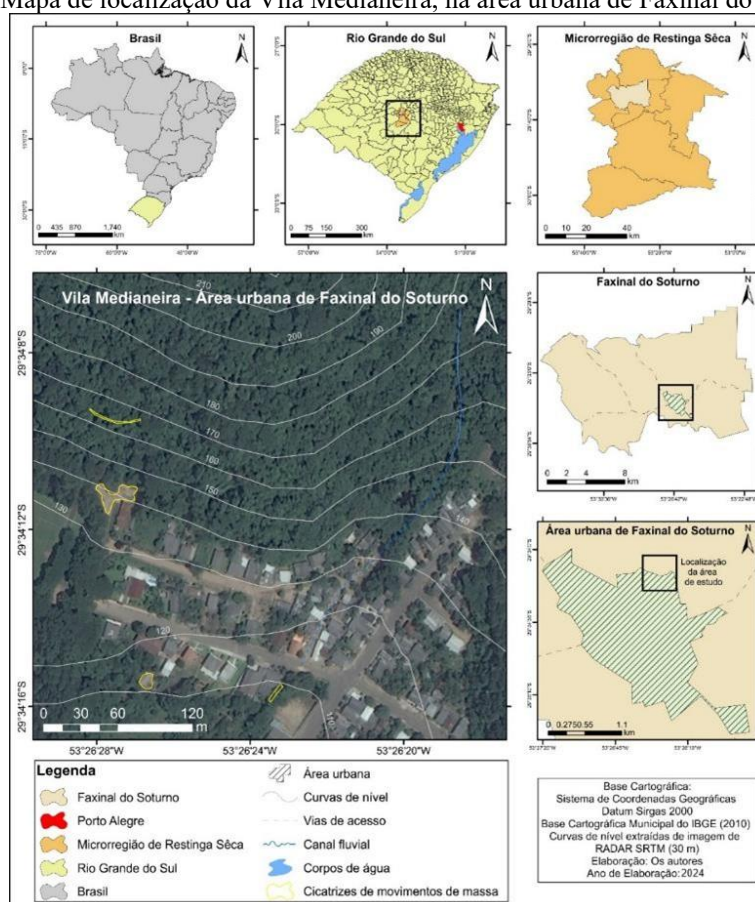
No espaço urbano as áreas de risco de desastres podem ser equacionadas por meio de instrumentos de gestão e gerenciamento de risco. Ações dessa natureza são importantes para que ocorra a redução das perdas materiais e humanas (Robaina; Oliveira, 2013). Dessa forma, corresponde a um dos instrumentos de gestão urbana, que integrado a outras políticas públicas, tem finalidade de reduzir, prevenir e controlar de forma permanente o risco de desastres (Nogueira, 2002; Lavell, 2003; Faria; Santoro, 2015).

A este respeito deve-se mencionar a Lei nº 12.608 (Brasil, 2012) que instituiu uma Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC para o Brasil, e idealiza a partir disso uma prática em gestão de risco de desastres (Nogueira, 2008). Entre as ações realizadas para redução dos desastres, destacam-se: prevenção, preparação para emergências e desastres, resposta e reconstrução (Faria; Santoro, 2015).

Estudos de risco para o Rio Grande do Sul têm sido desenvolvidos por diferentes autores (Reckziegel, 2012; Robaina; Trentin, 2013; Wiggers, 2013; Menezes, 2014; Avila, 2015; Prina, 2015; Aimon, 2017; Freitas, 2017; Knierin, 2022) no qual são identificados os processos causadores, a vulnerabilidade da população afetada e as áreas de risco.

Neste sentido, o presente artigo possui como objetivo analisar o risco aos processos de dinâmica superficial associados a movimentos de massa e enxurradas na Vila Medianeira, que se localiza na área urbana do município de Faxinal do Soturno (Figura 1), que faz parte da Microrregião de Restinga Sêca, região central do Rio Grande do Sul (Brasil) a aproximadamente 269,4 km de Porto Alegre.

Figura 1 - Mapa de localização da Vila Medianeira, na área urbana de Faxinal do Soturno/RS.



Fonte: Os autores (2024).

MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento desta pesquisa foi realizado a partir da análise de maneira individualizada das situações perigo e vulnerabilidade na Vila Medianeira, e em ambas se adotou como metodologia a atividade de cadastro das edificações baseada na avaliação de fichas (com pesos e notas) elaboradas a partir da revisão da literatura conforme apresentado em Knierin (2018).

Os mapas temáticos foram gerados no ArcGIS® 10.1 a partir da Base Cartográfica do IBGE (2010) e de imagem de RADAR da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução espacial 1 *arcsec* (30 m) e foram validados por meio de trabalhos de campo realizados na área de estudo nos meses de julho de 2016 e dezembro de 2017 e consulta às Secretarias de Assistência Social, e da Agricultura e Departamento do Meio Ambiente e Defesa Civil Municipal. Nestas atividades houve o suporte logístico da Defesa Civil Municipal de Faxinal do Soturno e procedeu-se as ações de registro fotográfico e coleta de pontos de controle, a partir do uso do GPS *Garmin Etrex* e a descrição e identificação de condições que potencializavam perigo de eventos danosos, vulnerabilidade das edificações e entorno e risco de desastres.

A análise do perigo segmentou-se em quatro graus (Quadro 1) para que ocorressem eventos danosos. Para isso, considerou-se os condicionantes naturais e/ou induzidos pelas ações antrópicas, 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 descontinuidades, perfil e plano de curvatura da encosta, área desmatada, presença de vegetação de grande porte isolada e cultivo de espécies exóticas (Augusto Filho; Virgili, 1998; Alheiros, 1998; Cerri; Amaral, 1998; Bandeira, 2003; Bigarella, 2003; Brasil, 2007; Cerri *et al.*, 2007; Guimarães *et al.*, 2008; Julião *et al.*, 2009; Faria, 2011; Fernandes; Amaral, 2012; Listo; Vieira, 2012; Reckziegel, 2012; Nummer; Pinheiro, 2013; Wiggers, 2013; Amaral; Feijó, 2014; Henrique, 2014; Kormann, 2014; Pamplona; Valente, 2014; Avila, 2015; Tominaga, 2015; Rodrigues; Listo, 2016; Knierin, 2018).

Quadro 1 - Graus de perigo a movimentos de massa e enxurradas.

Graus de perigo	Descrição
Perigo baixo	São poucos os condicionantes que propiciam o desenvolvimento de processos de instabilização de encostas ou de enxurradas.
Perigo médio	Observa-se a presença de alguns condicionantes de instabilidade de encostas e/ou de (re)ocorrência de enxurradas, entretanto incipiente(s).
Perigo alto	Observa-se a presença significativa de condicionantes de instabilidade de encostas e indícios (trincas no solo, árvores inclinadas e/ou isoladas, entre outros) e/ou de (re)ocorrência de enxurradas.
Perigo muito alto	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 os condicionantes estão presentes em grande número, ou ainda existe a (re)ocorrência de enxurradas.

Fonte: Os autores (2024).

Para análise da vulnerabilidade também foram adotados quatro graus (Quadro 2), e basearam-se nas características físicas das edificações 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 nos locais (Oliveira, 2004; Papathoma-Köhle *et al.*, 2007; Kappes *et al.*, 2011; Righi E Robaina, 2012; Trentin *et al.*, 2013; Wiggers, 2013; Kormann, 2014; Henrique, 2014; Galvão, 2014; Trentin; Dias, 2014; Menezes, 2014; Matos, 2014; Prina, 2015; Avila, 2015; Aimon, 2017; Freitas, 2017; Knierin, 2018).

Quadro 2 - Graus de vulnerabilidade das edificações e entorno em áreas de perigo.

Graus de vulnerabilidade	Descrição
Vulnerabilidade baixa	Processo de uso e ocupação ordenado, de uso comercial ou residencial, com rede de águas servidas/esgoto e sistema de rede pluvial satisfatórios, ruas calçadas ou pavimentadas e com iluminação pública. Edificações 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	Processo de ocupação ordenado, de uso residencial, a rede de águas servidas/esgoto e sistema de rede pluvial são precários e/ou satisfatórios, ruas calçadas ou pavimentadas e com iluminação pública. Edificações 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	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. Edificações com material de alvenaria, madeira ou misto, sem acabamento, tamanho pequeno, um pavimento e sem a presença de estruturas de contenção.
Vulnerabilidade muito alta	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. Edificações de madeira ou com material reciclado, sem acabamento, tamanho pequeno, um pavimento e sem a presença de estruturas de contenção.

Fonte: Os autores (2024).

A partir das informações de perigo e vulnerabilidade realizou-se a análise do risco de desastres por meio do cruzamento das duas bases de dados em uma matriz, conforme o Quadro 3 e foram mensurados valores potenciais para as situações de risco.

Na análise dos dados considerou-se que o perigo apresenta um peso maior para a definição do risco, 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 de desastres. Dessa forma, foram atribuídos os pesos 2 para perigo baixo, 4 para perigo médio, 8 para perigo alto e 16 para perigo muito alto, enquanto para vulnerabilidade pesos 1 para vulnerabilidade baixa, 2 para vulnerabilidade média, 3 para vulnerabilidade alta e 4 para vulnerabilidade muito alta.

A matriz resultante foi dividida em quatro graus de risco: risco baixo, risco médio, risco alto e risco muito alto. Os valores atribuídos aos graus de risco foram modelados em gabinete e validados por meio de trabalhos de campo.

Quadro 3 - Matriz de cruzamento para obtenção dos graus de risco.

Risco de desastres				
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: Os autores (2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo é suscetível aos processos de dinâmica natural como movimentos de massa e enxurradas e geomorfologicamente é identificada como a encosta de um morro do rebordo do Planalto Sul-rio-grandense, com amplitude altimétrica superior a 100 m e declividades superiores a 30%, constituída por depósitos de colúvio e tálus com blocos de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral sobre um substrato de rochas sedimentares da Formação Caturrita (CPRM, 2006; Schirmer, 2012). No setor leste da encosta, associado a um vale estrutural ocorre um pequeno curso fluvial de primeira ordem, tributário do rio Soturno, que foi canalizado na expansão da área urbanizada e se associa a processos de dinâmica fluvial do tipo enxurrada.

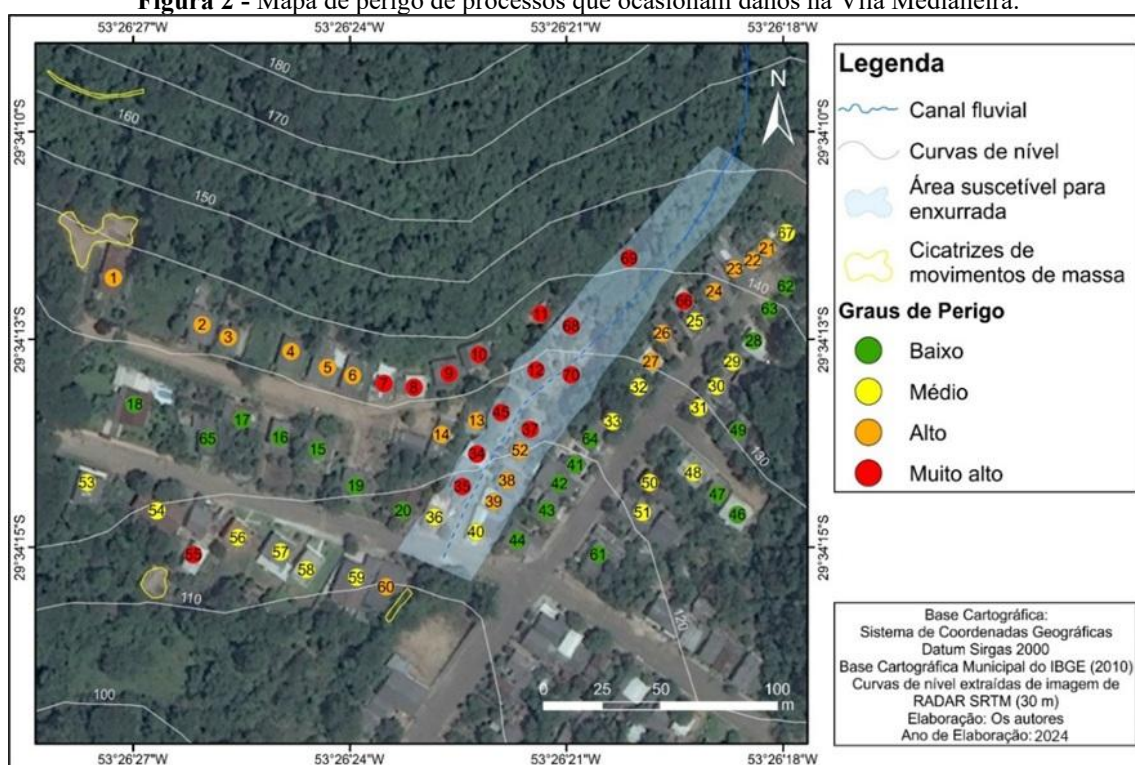
O clima caracteriza-se pelo tipo climático Subtropical II mediantemente úmido com variação longitudinal das temperaturas médias, em que apresenta precipitações entre 1500-1700 mm distribuídas ao ano em 90-110 dias de chuva e mensalmente em 6-9 dias, podendo aumentar para 9-12 dias. A temperatura média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

A ocupação urbana na área de estudo ocorre de maneira formal e informal agregado as discriminações sociais da população que (re)produz o espaço geográfico e contabilizou-se um total de 70 edificações. Dessa forma, caracterizam a Vila Medianeira como uma área de risco de desastres, na qual os sujeitos que ocupam a área desempenharam diferentes formas de intervenção antrópica

que agravaram o potencial danoso e, por conseguinte, de risco de desastres, por meio de ações como a retirada da cobertura vegetal, introdução de espécies vegetais exóticas, realização de cortes e aterros, descarte de dejetos/lixo em locais inadequados, lançamento de águas servidas, entre outras ações.

As situações de perigo na área de estudo, segmentam-se em quatro graus - baixo, médio, alto e muito alto - de potencialidade para ocorrência dos processos que ocasionam danos e variam de acordo com condicionantes naturais e/ou induzidos pelas ações antrópicas. As situações de perigo são apresentadas no mapa da Figura 2, onde 19 edificações estão mapeadas como perigo baixo, 18 como perigo médio, 18 como perigo alto e 15 como perigo muito alto.

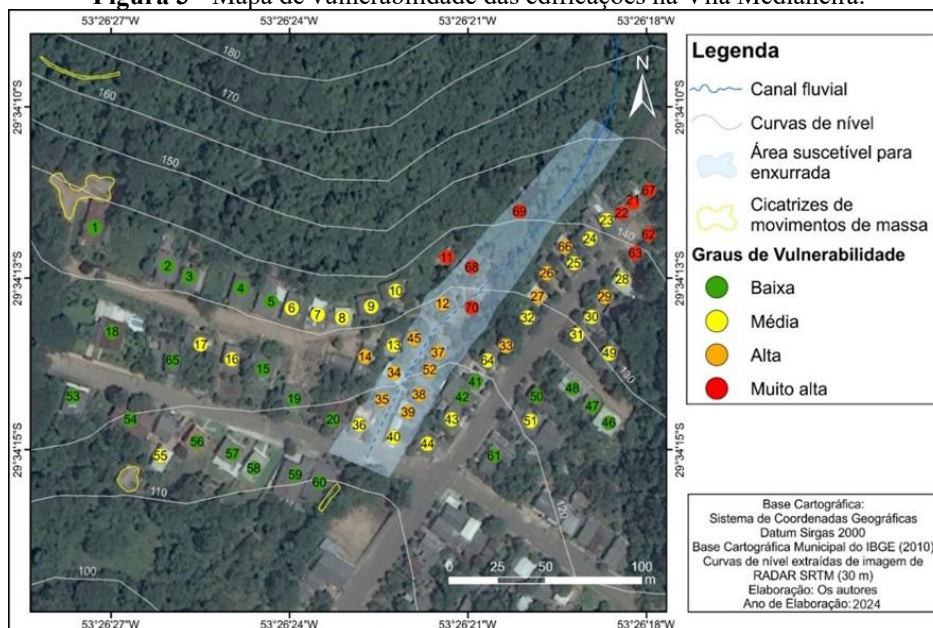
Figura 2 - Mapa de perigo de processos que ocasionam danos na Vila Medianeira.



Fonte: Os autores (2024).

A vulnerabilidade, por sua vez, apresenta-se na área de estudo segmentada em quatro graus - baixa, média, alta e muito alta (Figura 3) - baseada nas características físicas das edificações e seu entorno, assim como a partir da infraestrutura urbana disponível nos locais. Nesse sentido, 24 edificações apresentam vulnerabilidade baixa, 23 vulnerabilidade média, 14 vulnerabilidade alta e 9 vulnerabilidade muito alta.

Figura 3 - Mapa de vulnerabilidade das edificações na Vila Medianeira.



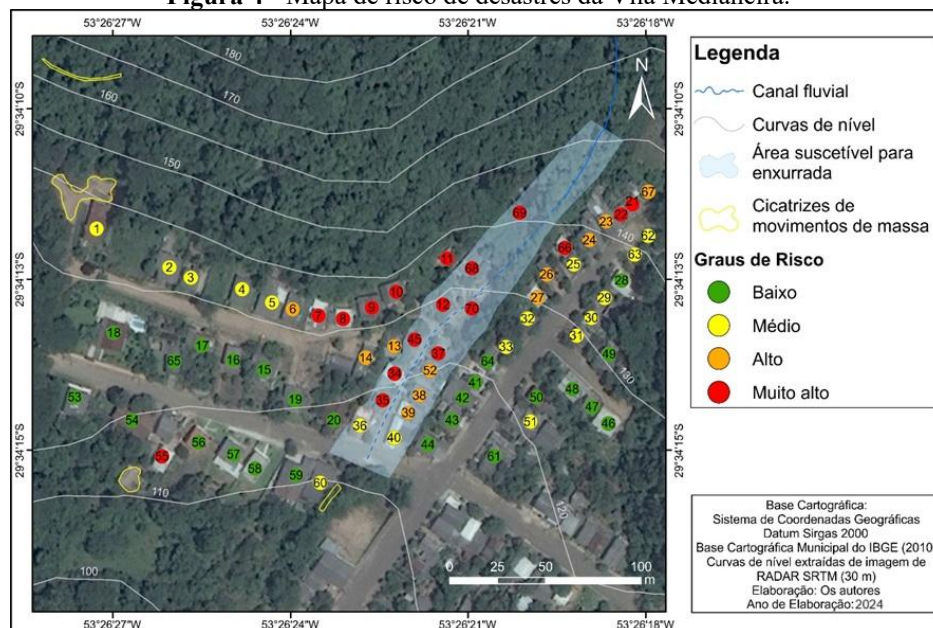
Fonte: Os autores (2024).

As áreas de risco aos movimentos de massa e enxurradas

O risco de desastres associados aos processos que ocasionam danos expressa 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 os graus de risco baixo, médio, alto e muito alto, conforme pode ser visualizado no mapa da Figura 4.

48

Figura 4 - Mapa de risco de desastres da Vila Medianeira.



Fonte: Os autores (2024).

No Quadro 5 é apresentado a síntese dos dados cadastrais da Vila Medianeira, no qual segmenta-se a partir do número da edificação no cadastro e as informações dos graus de perigo, vulnerabilidade e risco identificados.

Quadro 5 - Síntese das informações cadastrais de perigo, vulnerabilidade e risco na Vila Medianeira.

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
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

Número da edificação no cadastro	Grau de perigo	Grau da vulnerabilidade	Grau de risco
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: Os autores (2024).

Na Tabela 1 apresenta-se a quantificação em valores totais e percentuais do cadastro de risco, contabilizou-se que 25 das edificações mapeadas encontram-se em condição de risco baixo, 17 de risco médio, 11 de risco alto e 17 de risco muito alto.

Tabela 1 - Quantificação do cadastro de risco de desastres na Vila Medianeira.

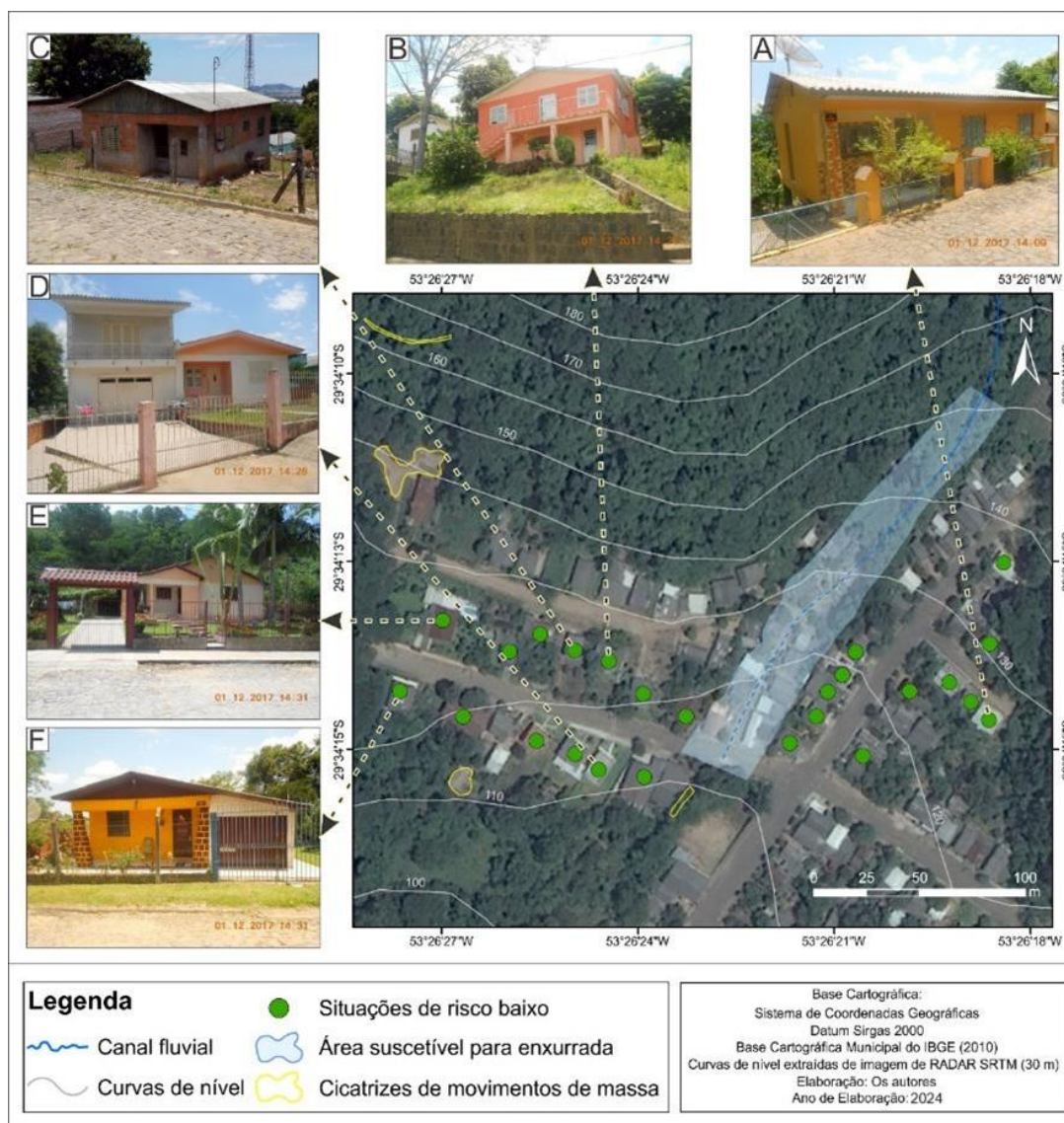
Graus de risco	Número de edificações	Percentual de edificações
Risco baixo	25	35,71%
Risco médio	17	24,29%
Risco alto	11	15,71%
Risco muito alto	17	24,29%

Fonte: Os autores (2024).

O grau de risco baixo apresenta-se em 35,71% das edificações (Figura 5) e estão localizadas, predominantemente, na meia encosta e refletem as condições em que o perigo é de baixo ou médio. Os condicionantes naturais e/ou as intervenções antrópicas são pontuais e apresentam potencial baixo para que ocorram desastres. A vulnerabilidade varia entre baixa e média, as edificações localizam-se

em área de infraestrutura urbana adequada, com ruas calçadas, rede de água, esgoto e pluvial satisfatórias e iluminação pública satisfatória. As edificações possuem bom padrão construtivo, tamanho em geral amplo, um ou dois pavimentos e/ou também com obras estruturais de contenção.

Figura 5 - Situações de risco baixo na Vila Medianeira.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024), fotografias A, B, C, D, E e F obtidas no trabalho de campo realizado dia 01 de dezembro de 2017.

O grau de risco médio apresenta-se em 24,29% das edificações (Figura 6), e localizam-se na base da encosta declivosa ou na meia encosta e em locais em que as enxurradas são de menor magnitude. Nessa classe, quando as condições de perigo são de baixo potencial para ocorrência de danos a situação de vulnerabilidade é alta ou muito alta, isso reflete em uma capacidade baixa de resposta aos possíveis danos, tornando a condição de risco com potencial médio. O mesmo se reflete

em situações de perigo e vulnerabilidade média. Por sua vez, nos locais em que o perigo é alto a vulnerabilidade passa a se apresentar baixa, o que atribui boa ou suficiente capacidade de enfrentamento aos processos superficiais que ocasionam danos.

Figura 6 - Situações de risco médio na Vila Medianeira.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024), 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.

O grau de risco alto apresenta-se em 15,71% das edificações (Figura 7), 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 é identificada em condições de perigo alto quando a vulnerabilidade da população é média e alta, no qual os processos que ocasionam danos se expressam pela suscetibilidade de escorregamentos associados a encosta

declivosa e as ações de cortes e aterros nos lotes próximos as edificações, como também a presença de árvores de grande porte isoladas e pela ocorrência de enxurradas. As características físicas das edificações também contribuem na fragilidade, 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. Existem condicionantes antrópicos como o lançamento de águas servidas na encosta, descarte de lixo em local inadequado, realização de cortes e aterros, retirada da cobertura vegetal e inserção de espécies vegetais que atribuem peso aos taludes.

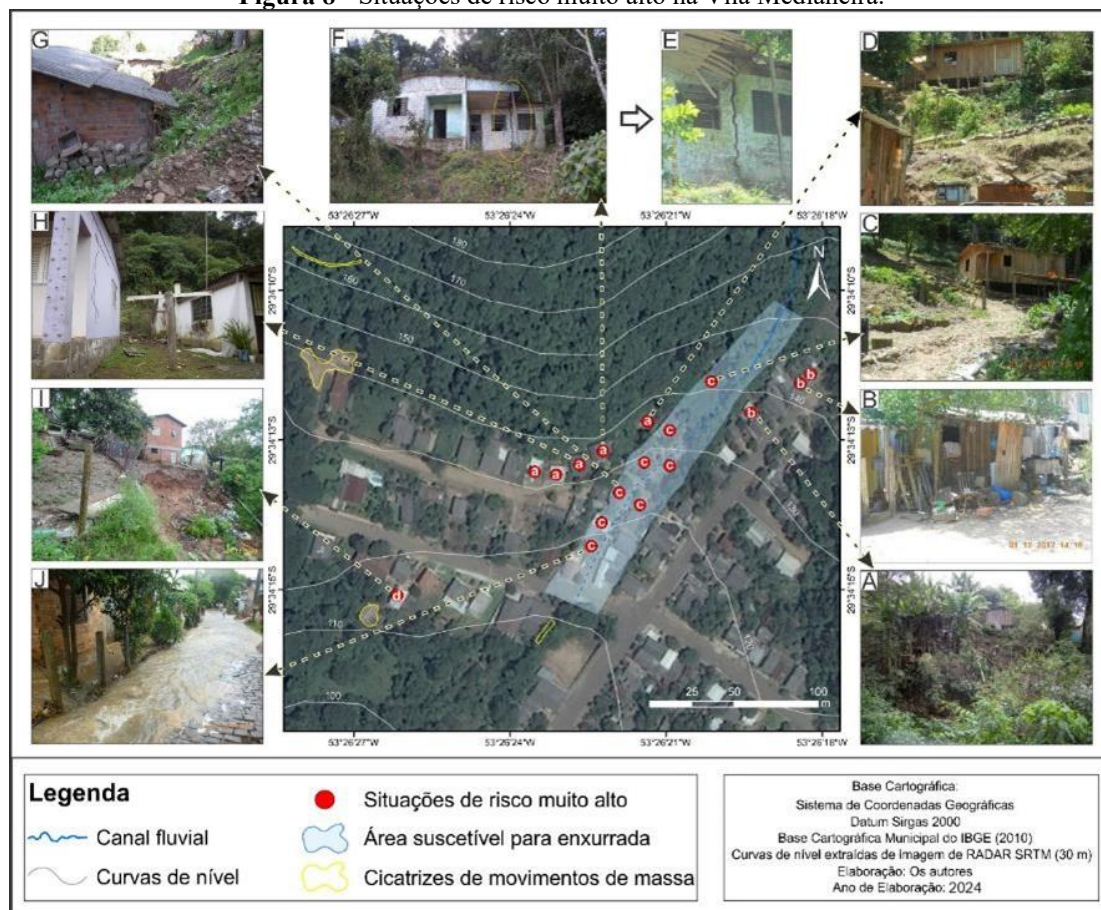
Figura 7 - Situações de risco alto na Vila Medianeira.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024), fotografias A, C e D 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 (s.d.).

O risco muito alto apresenta-se em 24,29% das edificações (Figura 8), 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.

Figura 8 - Situações de risco muito alto na Vila Medianeira.



A segunda situação de risco muito alto (pontos b) remete a 3 edificações localizadas próximas a margem declivosa do vale fluvial (Figura 8 - pontos 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 vegetais.

A terceira situação de risco muito alto (pontos c) remete a condição de 8 edificações localizadas no vale fluvial (Figura 8 - pontos c), 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, 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.

Por fim, a quarta situação de risco muito alto (ponto d) 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 8 - ponto d).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As condições de risco de desastres na Vila Medianeira expressam a interação, muitas vezes, conflituosa dos componentes do meio físico na área de estudo (litologia, relevo, vegetação, 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 as contradições que a intervenção antrópica, ou meramente ocupação daquele espaço pode desencadear e são expressas por meio de diferentes situações de risco de desastres associadas aos movimentos de massa ou enxurradas.

O risco aos movimentos de massa e enxurradas estão presentes em diferentes situações no espaço urbano das cidades, muito embora apresentem relação com as condições de suscetibilidade natural. Estes riscos, muitas vezes são agravados e potencializados em função do processo de uso e ocupação de maneira desordenada, que ocasiona a gênese de áreas de risco de desastres.

Na Vila Medianeira, as análises de perigo, vulnerabilidade e risco, foram estruturadas com quatro graus, entre baixo, médio, alto e muito alto. Desse modo, expressaram por meio de uma cartografia quantitativa e de síntese os locais que demandam atenção mais efetiva por parte dos órgãos gestores e situações em que os sujeitos possuem condições de conviver com o risco presente.

A utilização de técnicas de geoprocessamento possibilitou o mapeamento e cadastro das áreas afetadas por movimentos de massa e enxurradas na área de estudo, com representações cartográficas que corroboraram com as informações validadas durante os trabalhos de campo. O banco de dados cartográfico, ainda permite atualizações constantes o que contribui para gestão e gerenciamento dessas áreas.

O estudo contribuiu com uma metodologia para análise de áreas risco de desastres, como também com uma ferramenta para gestão e gerenciamento de risco de desastres e para o planejamento urbano no município 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 no planejamento e organização do espaço urbano.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao 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 Uruguai/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, p.135, 1998.

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**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 7 ed, p. 193-223, 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, p. 39-52, 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, p. 243-269, 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, p. 250, 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.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, v. 3, p. 877-1436, 2003.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Brasília: MIDR, 2023.

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 2012, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm. Acessado em: 20 fev. 2023.

BRASIL. 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, p. 176, 2007.

CASTRO, A. L. C. **Glossário de Defesa Civil: Estudos de riscos e medicina de desastres**. 2ª Ed., Revista e Ampliada. Ministério do Planejamento e Orçamento - Secretaria Especial de Políticas Regionais - Departamento de Defesa Civil. Brasília, p. 173, 1998.

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, p. 301-310, 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.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa Geológico do Rio Grande do Sul**. Escala 1:750.000, 2006. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/>. Acessado em: 18 jan. 2022.

DEFESA CIVIL MUNICIPAL DE FAXINAL DO SOTURNO. **Registros fotográficos**. Prefeitura Municipal de Faxinal do Soturno, Faxinal do Soturno/RS, [s.d.].

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, v. 1, p. 194, 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**. São Paulo: Instituto Geológico, 3 Ed., p. 161-178, 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**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 11 Ed., p. 123-194, 2012.

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.

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.

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: Editora Oficina de Textos, p. 159-184, 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.

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/. Acessado em: 09 ago. 2022.

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, p. 91, 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.

KNIERIN, I. S. **Proposta metodológica para o estudo integrativo do risco de inundações: uma aplicação nos municípios de Taquara e Parobé, RS/Brasil**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO). Santa Maria, p. 245, 2022.

KNIERIN, I. S. **Estudo de risco de desastres naturais na Vila Medianeira - área urbana de Faxinal do Soturno - RS**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências (PPGGEO). Santa Maria, p. 166, 2018.

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, p. 146, 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**, v. 169-170, p. 30-44, 2012.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. Perigos naturais: o estudo geográfico de riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, v. VII, n.2, p. 95-110, 2004.

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 Paula, São Paulo, SP, p. 88, 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, p. 137, 2014.

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

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.

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**. Editora da UFSM, Santa Maria, p. 67-96, 2013.

NUNES, L. H. **Urbanização e desastres naturais: abrangência na América do Sul**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 112, 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.

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-KÖHLE, M.; NEUHÄUSER, B.; RATZINGER, 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**, v. 7, p. 765-779, 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.

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, p. 90, 2012.

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.; 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, p. 21-35, 2013.

ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R. (Orgs.). **Desastres naturais no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Ed. da UFSM, p. 376, 2013.

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. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 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.

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, p. 23-42, 2015.

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, p. 155, 2012.

TOMINAGA, L. K. Escorregamentos. *In*: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 3 Ed., p. 25-38, 2015.

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, n. 24, v. 1, p. 161-180, 2013.

UNISDR - INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. **Terminology on Disaster Risk Reduction**, 2009. Disponível em: www.unisdr.org. Acessado 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.