

MOVIMENTOS DE MASSA E ENXURRADAS: UM ESTUDO DE CASO NA VILA MEDIANEIRA - FAXINAL DO SOTURNO - RS

Igor da Silva Knierin¹; Luís Eduardo de Souza Robaina²; & Daniéli Flores Dias³

ABSTRACT – This paper aims to study the hazard of damaging processes such as mass movements and floods in Vila Medianeira, located in the northern part of the urban area of the city of Faxinal do Soturno, central region of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. The research was developed based on a review of the literature based on different authors, in order to contemplate the state of the art regarding the subject of the processes that cause damage and subsidize the organization of the record of hazard to the study area. Thus, a cadastral record was developed that added weights and notes for the situations of hazard that was structured with four degrees of severity, between low, medium, high and very high. For hazard levels the values ≤ 20 for low hazard, > 20 to ≤ 40 for medium danger, > 40 to ≤ 60 for high hazard and > 60 for very high hazard were agreed. In total, 70 buildings were registered in the study area, of which 27.15% were in low hazard condition, 25.71% average hazard, 25.71% high hazard and 21.43% very high hazard. This study can be used as a tool for management and risk management of natural disasters for study area and the municipality of Faxinal do Soturno, as it depicts the different situations and sectorises elements that potentiate damages in the analyzed places. In this way, it enables the agents involved in the planning and planning of the urban space, as well as the Municipal Civil Defense actions in the areas that demand greater attention and, therefore, mitigation for the hazard.

Palavras-Chave – Perigo. Enxurrada. Movimentos de Massa.

1) Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima nº 1000, Prédio 17 sala 1113c, igorknierin@gmail.com, (55) 991634350

2) Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima nº 1000, Prédio 17 sala 1113c, lesrobaina@yahoo.com.br, (55) 3220-8639

3) Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima nº 1000, Prédio 17 sala 1113c, daniellidias08@gmail.com, (55) 999698121

1 - INTRODUÇÃO

O uso e ocupação da terra no espaço urbano dos municípios, muitas vezes, ocorre em áreas de perigo, suscetíveis a processos de dinâmica natural como enxurradas e movimentos de massa. Isso é consequência de diferentes fatores como a desigualdade socioeconômica, e a falta de planejamento e ordenamento territorial do espaço urbano.

Entende-se por perigo (ameaça ou ainda *hazard*), a possibilidade de (re)ocorrência de um evento adverso com potencial de causar danos sejam de ordem social e econômica a uma determinada população. Dessa forma, para a existência do perigo, é imprescindível a necessidade do fator social, ou seja, sujeitos que estejam submetidos a uma situação de perigo (UNISDR, 2009; Tominaga, Santoro e Amaral, 2015).

Este trabalho apresenta como objetivo estudar o perigo de processos que ocasionam danos (movimentos de massa e enxurradas) na Vila Medianeira, que se localiza ao norte da área urbana do município de Faxinal do Soturno (Figura 1), na região central do estado do Rio Grande do Sul (Brasil) a aproximadamente 269,4 km da capital estadual Porto Alegre.

A ocupação urbana se espacializou na base de uma encosta declivosa (morro testemunho) e junto a um curso fluvial de primeira ordem, tributário do rio Soturno. A ação antrópica desempenhou diferentes formas de intervenção no local como a execução de cortes, aterros, retirada da cobertura vegetal, lançamento de águas servidas, entre outros, e isso corrobora ao local a condição de perigo aos desastres naturais.

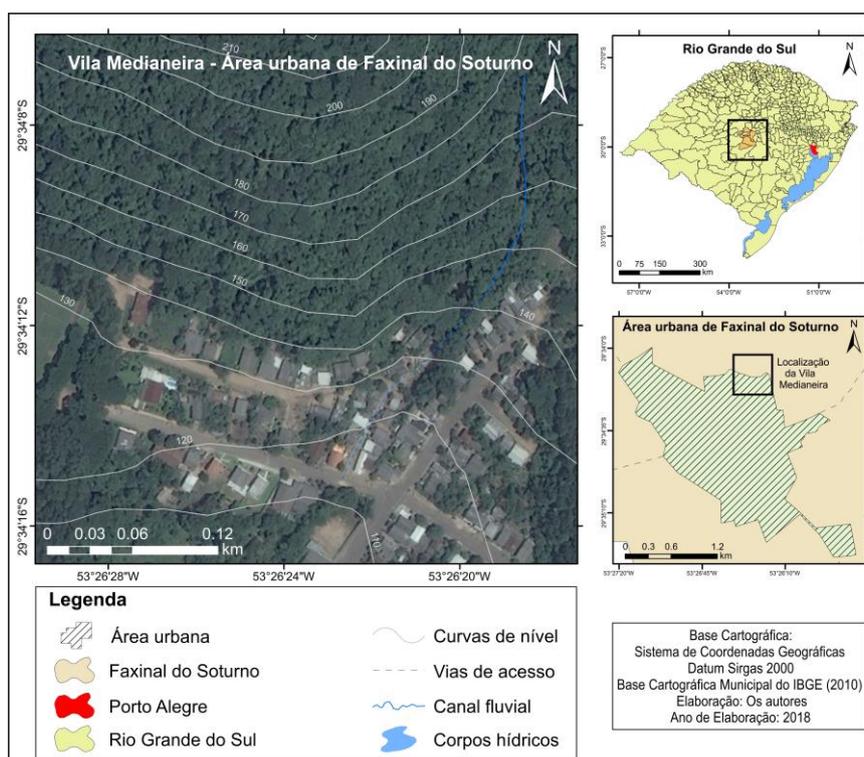


Figura 1 – Localização da Vila Medianeira na área urbana de Faxinal do Soturno - RS (fonte: autoria própria).

2 - METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida a partir de revisão da literatura de diferentes autores (Augusto Filho e Virgili, 1998; Alheiros, 1998; Cerri e Amaral, 1998; Bandeira, 2003; BRASIL, 2007; Cerri *et al.*, 2007; Faria, 2011; Fernandes e Amaral, 2012; Listo e Vieira, 2012; Nummer e Pinheiro, 2013; Avila, 2015; Tominaga, Santoro e Amaral, 2015; Rodrigues e Listo, 2016) de forma que contemplasse o estado da arte a respeito do tema dos processos que ocasionam danos e subsidiaram a organização da ficha de cadastro de perigo para área de estudo em que foram atribuídos pesos e notas, de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 – Ficha de cadastro de perigo para processos que ocasionam danos para Vila Medianeira.

Ficha de cadastro de perigo para processos que ocasionam danos		
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		

Para o cálculo do perigo foram somadas as notas de cada item, multiplicadas pelo seu peso e dividido pelo denominador 10, sendo assim identificado um valor X para cada um. Sequencialmente, foram somados os valores dos quatro itens (indícios de processos que ocasionam danos, presença

de água, litologia e relevo, e vegetação), ou seja, os valores de X, e assim obteve-se o valor final do perigo para a edificação.

Para os 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, conforme apresentados a seguir.

- Perigo baixo (≤ 20): são poucos indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas ou de enxurradas.
- Perigo médio (> 20 a ≤ 40): observa-se a presença de indícios de instabilidade de encostas e/ou de (re)ocorrência de enxurradas, entretanto incipiente(s).
- Perigo alto (> 40 a ≤ 60): 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 enxurradas.
- Perigo muito alto (> 60): 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 (re)ocorrência de enxurradas.

Por fim, os mapas temáticos foram elaborados no ArcGIS® 10.1 e para a validação dos mesmos realizou-se trabalhos de campo na área de estudo nos meses de julho de 2016 e dezembro de 2017. Essa atividade contou com o suporte logístico da Defesa Civil municipal e foram realizados registros fotográficos, coleta de pontos de controle, através do uso do GPS *Garmin Etrex*, descrição e identificação de condições que potencializavam a suscetibilidade e perigo a processos superficiais que ocasionam de danos.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Vila Medianeira o estudo do perigo buscou retratar as situações de ameaça segmentadas em quatro graus de potencialidade para ocorrência dos processos que ocasionam danos, espacializados de acordo com o mapa da Figura 2.

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.

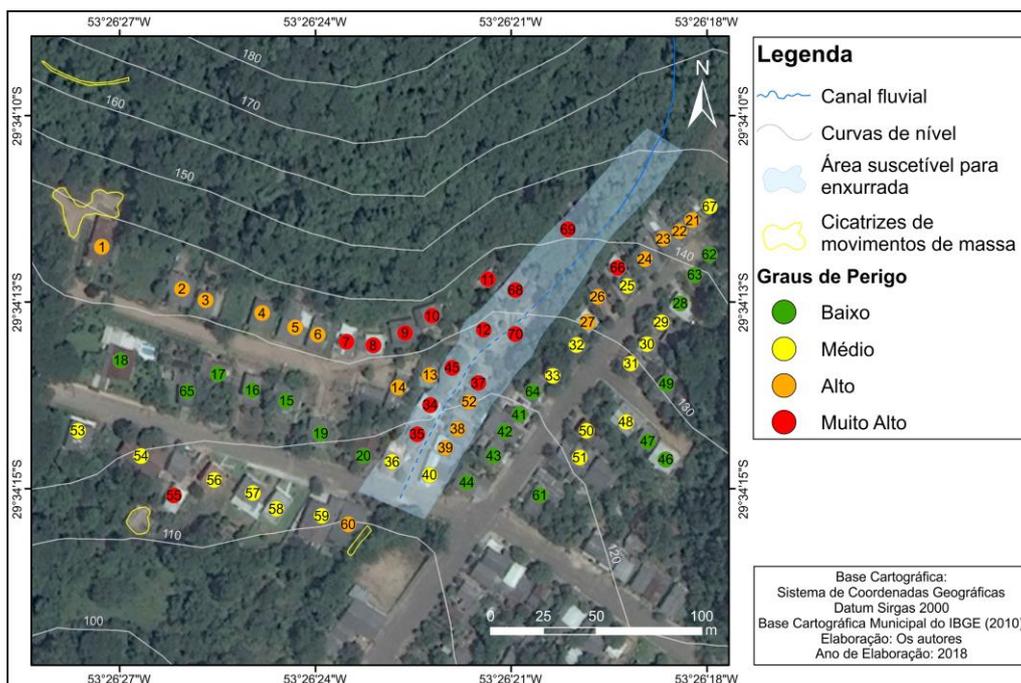


Figura 2 – Mapa de perigo de processos que ocasionam danos, com área suscetível a enxurradas e cicatrizes de movimentos de massa na Vila Medianeira (fonte: elaboração própria).

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%

As áreas de perigo baixo somam 27,15% edificações cadastradas (Figura 3), 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. Dessa forma, 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 menor necessidade de intervenções na forma de cortes ou aterros.



Figura 3 – Situações A, B e C de perigo baixo na Vila Medianeira (fonte: elaboração própria).

As áreas de perigo médio correspondem a 25,71% das edificações cadastradas (Figura 4), 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 4 – Situações A, B e C de perigo médio na Vila Medianeira (fonte: elaboração própria).

As áreas de perigo alto totalizam o cadastro de 25,71% das edificações (Figura 5), apresentam os condicionantes naturais predisponentes e o nível de intervenção antrópica que podem potencializar o desenvolvimento de processos que ocasionam danos como processos de enxurrada mediante eventos de precipitação e movimentos de massa associados a áreas de ocupação próximas a áreas de cortes e aterros. 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 5 – Situações A, B e C de perigo alto na Vila Medianeira (fonte: elaboração própria).

As áreas de perigo muito alto correspondem a 21,43% das edificações cadastradas (Figura 6), 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, 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, 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 6 – Situações A, B e C de perigo muito alto na Vila Medianeira (fonte: os autores).

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia apresentada para mensuração das variáveis de perigo foi satisfatória, pois possibilitou transcrever o perigo na área de estudo. Para a escolha dos itens de análise foram consideradas informações disponíveis na literatura.

A partir disso, desenvolveu-se uma ficha cadastral que agregou pesos e notas para as situações de perigo que foi estruturado com quatro graus de severidade, entre baixo, médio, alto e muito alto. 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.

Este estudo pode ser utilizado como uma ferramenta para gestão e gerenciamento de risco de desastres naturais para área de estudo e ao município de Faxinal do Soturno, a medida em que retrata as diferentes situações e setoriza elementos que potencializam danos nos locais analisados. Desse modo, possibilita aos agentes empenhados no planejamento e ordenamento do espaço urbano, como também a Defesa Civil municipal ações nas áreas que demandam maior atenção e, por conseguinte, mitigação para o perigo.

AGRADECIMENTOS

A CAPES, CNPq e a Defesa Civil municipal de Faxinal do Soturno - RS.

REFERÊNCIAS

- ALHEIROS, M.M. (1998). *Riscos de escorregamentos na região metropolitana do Recife*. Tese (Doutorado), Curso de Pós-Graduação em Geologia Área de Geologia Sedimentar - UFBA, Salvador - BA.
- AUGUSTO FILHO, O.; VIRGILI, J.C. (1998). Estabilidade de taludes. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (Orgs.). *Geologia de engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.
- AVILA, L.O. (2015). *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.
- BANDEIRA, A.P. (2003). *Mapa de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no município de Camaragibe-PE*. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. CARVALHO, C.S.; MACEDO, E.S.; OGURA, A.T. (Org.). (2007). *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios*. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT.
- CERRI, L.E.S.; AMARAL, C.P. (1998). Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (Orgs.). *Geologia de engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.
- CERRI, L.E.S.; NOGUEIRA, F.R.; CARVALHO, C.S.; MACEDO, E.S.; AUGUSTO FILHO, O. (2007). Mapeamento de risco em assentamentos precários no município de São Paulo (SP). São Paulo, UNESP, *Geociências*, v. 26, n. 2, p. 143-150.
- FARIA, D.G.M. (2011). *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.
- FERNANDES, N.F.; AMARAL, C.P. (2012). 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.
- LISTO, F.L.R.; VIEIRA, B.C. (2012). Mapping of risk and susceptibility of shallow-landslide in the city of São Paulo, Brazil. *Geomorphology*, 169-170, p. 30-44.
- NUMMER, A.V.; PINHEIRO, R.J.B. (2013). 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.
- RODRIGUES, F.S.; LISTO, F.L.R. (2016). 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.
- TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs.). (2015). *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. 3 Ed. São Paulo: Instituto Geológico.
- UNISDR - INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. (2009). *Terminology on Disaster Risk Reduction*. Disponível em: <www.unisdr.org>. Acesso em 20 fev. 2017.