

Boletim Gaúcho de Geografia

<http://seer.ufrgs.br/bgg>

ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL (RS)

Monica Marlise Wiggers e Luis Eduardo De Souza Robaina

Boletim Gaúcho de Geografia, 41: 260-279 , jan, 2014.

Versão online disponível em:

<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/bgg/article/view/42621>

Publicado por

Associação dos Geógrafos Brasileiros



Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: portoalegre@agb.org.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - jan, 2014.

Associação Brasileira de Geógrafos, Seção Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL (RS)¹

MONICA MARLISE WIGGERS²

LUIS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA³

RESUMO

Os movimentos de massa são processos naturais da dinâmica superficial do planeta, no entanto podem ser acelerados ou deflagrados pela atuação antrópica. Com relação ao estado do Rio Grande do Sul, o município de Caxias do Sul destaca-se no número de registros destes processos naturais nas últimas décadas. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo principal realizar um zoneamento das áreas de risco à ocorrência de movimentos de massa na área urbana do referido município. O zoneamento teve como base a análise da suscetibilidade, do perigo e da vulnerabilidade da população. A análise conjunta destes fatores apontou as áreas de risco muito alto existentes em Caxias do Sul.

Palavras chave: Movimentos de massa. Zoneamento de risco. Caxias do Sul.

INTRODUÇÃO

Os movimentos de massa são processos naturais da dinâmica superficial do planeta, no entanto, a ocupação das áreas suscetíveis a estes processos têm provocado acidentes e desastres.

Guimarães et al. (2008) apontam que o elevado número de registros de ocorrências de movimentos de massa no país está ligado, além das próprias características físicas do território, à atuação antrópica nas áreas urbanas, principalmente às ocupações irregulares das encostas e o consequente desmatamento e corte dos taludes, aumentando a suscetibilidade à ocorrência dos movimentos de massa.

Nas últimas décadas, observou-se o surgimento de novas áreas de risco,

1 O presente artigo é resultado da dissertação de mestrado defendida no programa de pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a qual foi desenvolvida com apoio financeiro da CAPES. No V Seminário deste mesmo Programa de Pós-Graduação foi apresentado o trabalho intitulado "Identificação da Vulnerabilidade da população nas áreas que apresentam perigo a movimentos de massa no município de Caxias do Sul/RS", com resultados parciais da referida dissertação.

2 Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: moni_lise@yahoo.com.br.

3 Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: lesrobaina@yahoo.com.br.

paralelo ao agravamento da situação nas áreas já ocupadas. Os principais fatores que contribuíram para este quadro foram: o adensamento populacional, muitas vezes em locais de grande declividade e com a utilização de técnicas construtivas inadequadas; o crescimento desordenado das cidades brasileiras; a forte exclusão socioespacial da população de baixa renda, aliada a incapacidade do Estado em suprir as necessidades de moradia através de políticas habitacionais; a falta de conhecimento técnico sobre os processos causadores de desastres; a ineficiência no planejamento urbano e a incapacidade financeira e administrativa do poder público.

Os movimentos de massa são definidos por Tominaga (2009a) como movimentos de solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente sob a ação direta da gravidade. Apesar de serem processos naturais, podem ser acelerados ou deflagrados pela atuação antrópica e, quando ocorrem em áreas habitadas, dão origem às áreas de risco.

A suscetibilidade diz respeito às características físicas do ambiente. Nesse sentido, com relação aos processos de movimento de massa, Vedovello e Macedo (2007, p. 84), apontam que: “dadas as diferentes características das rochas, solos, e relevo que compõem as encostas, bem como a diversidade climática de região para região, existem terrenos mais suscetíveis (instáveis) ao desencadeamento de deslizamentos enquanto outros são menos suscetíveis (estáveis)”.

Com relação ao perigo, Castro (1998) aponta que este diz respeito a qualquer condição potencial ou real que pode vir a causar morte, ferimento ou dano à propriedade, sendo que a tendência moderna é substituir o termo perigo por ameaça.

Nas análises sobre o risco, a vulnerabilidade designa condições e características sociais da população, como a fragilidade social, a densidade demográfica, a infraestrutura, o conhecimento, a percepção do risco, situação econômica, etc. (KOBİYAMA et al., 2006).

Quanto ao risco, este se refere à probabilidade de eventos perigosos causarem consequências indesejadas para uma área habitada, transformando um fenômeno natural em desastre. (OGURA e MACEDO, 2002).

Oliveira et al. (2004) trabalham com uma concepção de Risco Geomorfológico, em que os riscos são classificados a partir da integração dos processos naturais (destacando os processos geomorfológicos da dinâmica fluvial e da dinâmica das encostas) com os fatores sociais. Dessa maneira, as áreas de risco no presente trabalho são consideradas áreas de risco geomorfológico ligados à dinâmica das encostas.

Chacín (2008) aponta que:

los riesgos nacen así, de la relación estrecha entre las amenazas existentes en el territorio con las vulnerabilidades propias de la organización social y económica de la sociedad. Por ende, los desastres son la consecuencia, expresión o manifestación de estos riesgos que, al no

Nesse contexto, aplicando os conceitos de suscetibilidade, perigo, vulnerabilidade e risco, apresentados, pode-se afirmar que: as áreas de risco, da presente pesquisa, são resultado da ocupação de áreas suscetíveis aos movimentos de massa, oferecendo perigo para a população devido à probabilidade de perdas socioeconômicas, as quais serão maiores ou menores de acordo com a vulnerabilidade da população atingida.

Com relação aos mapeamentos de perigo e risco é necessário fazer uma diferenciação entre eles. Segundo Tominaga (2009b), o mapa de perigo indica a probabilidade espacial e temporal de ocorrer um processo ou um fenômeno com potencial de causar danos, sendo que, os métodos para a avaliação dos perigos variam conforme o processo em análise. Os mapeamentos de risco são resultados da avaliação de risco e referem-se à estimativa da extensão dos prováveis danos decorrentes de um desastre.

No presente trabalho o zoneamento do risco utiliza a relação entre o perigo, determinado pela suscetibilidade natural do terreno, as características do uso e ocupação do solo e os registros de ocorrências (inventário de eventos) e a vulnerabilidade, caracterizada pelas habitações e a densidade ocupacional. Trata-se, portanto, de uma proposta inicial de zoneamento, a qual se configura como um importante instrumento para espacializar as situações de risco no município e orientar sobre as áreas que necessitam de uma atuação mais efetiva do poder público.

Os acidentes/desastres por movimento de massa são frequentes no Rio Grande do Sul. O município de Caxias do Sul, localizado na região nordeste do estado (Figura 1) e contando com aproximadamente 435.564 mil habitantes (IBGE, 2010) é o segundo município que mais registrou esse tipo de evento entre os anos de 1980 a 2005 (Reckzieguel, 2007).

O município está inserido na Região Geomorfológica do Planalto das Araucárias, pertencente à Província Geológica do Paraná (RADAM, 1986). Esta região geomorfológica caracteriza-se por formas de relevo esculpidas em rochas vulcânicas ácidas e básicas da Formação Serra Geral (CPRM, 1998; IBGE, 1986).

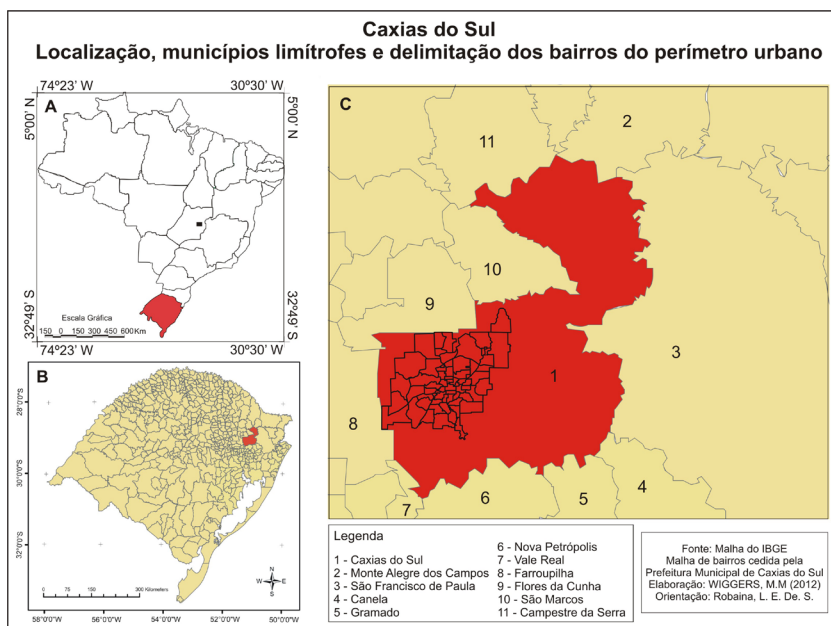
Maciel Filho e Nummer (2011) apontam que no vulcanismo do tipo fissural, observado na região de Caxias do Sul, ocorrem sucessivos derrames de lava que recobrem grandes áreas, formando camadas aproximadamente horizontais. Os autores dividem estes derrames em três zonas principais, a base em que se desenvolve um diaclasamento predominantemente horizontal; o meio do derrame, em que se observa um diaclasamento vertical ou colunar e o topo, lugar em que ocorre um diaclasamento horizontal, formando, às vezes, estruturas chamadas de lajes.

A presença de diaclasamentos horizontais e verticais geram inúmeras

situações envolvendo possibilidade de deslocamento e quedas de blocos rochosos. As fraturas comumente encontradas no material rochoso também funcionam como frentes de intemperismo, propiciando a infiltração da água, a consequente alteração das rochas e contribuem para a ocorrência de movimentos de massa.

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo apresentar um zoneamento das áreas de risco à ocorrência de movimentos de massa na área urbana de Caxias do Sul/RS.

Figura 1- Localização do estado do Rio Grande do Sul no Brasil (A), localização de Caxias do Sul no estado (B) e identificação dos seus municípios limítrofes e dos bairros do perímetro urbano (C).



Fonte: Elaborado pela autora.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos iniciaram com a realização do inventário das ocorrências de movimentos de massa em Caxias do Sul, o qual teve como base o levantamento realizado por Reckzieguel (2007) e Argenta, et. al (2009). Reckzieguel (op. cit.) fez um levantamento das ocorrências de movimentos de massa em Caxias do Sul entre os anos de 1980 a 2005, partindo

de dados do Diário Oficial, de Decretos de Estado de Calamidade Pública e de Situação de Emergência, dados da Defesa Civil Estadual, além de pesquisa na imprensa, mais especificamente no jornal *Zero Hora*. No entanto, a autora não estabeleceu os bairros de ocorrência dos movimentos de massa registrados nessas fontes.

De maneira complementar, Argenta et. al. (op. cit.), consultaram um jornal local, *O Pioneiro*, para verificar os bairros de ocorrência dos registros levantados entre 1980 a 2005, e também atualizaram o levantamento para os anos de 2006 e 2007.

Para a atualização dos dados dos anos de 2008, 2009, 2010 e 2011 foi consultado o banco de dados do grupo Geodesastres Sul (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – CENTRO REGIONAL SUL. GEODESASTRES SUL, 2007–2011). Desde 2007, este órgão faz a atualização das ocorrências de desastres no estado do Rio Grande do Sul, através de levantamento de dados junto a Defesa Civil e a jornais *on line* cadastrados no seu banco de dados. Aponta-se que alguns registros de ocorrência obtidos junto ao Geodesastres Sul não possuíam informação sobre o bairro da mesma. Dessa maneira, foi consultado o Corpo de Bombeiros de Caxias do Sul para complementar os dados referentes aos bairros destas ocorrências (Corpo de Bombeiros de Caxias do Sul, 2012). Por fim, observa-se que além dos dados do Geodesastres Sul e do Corpo de Bombeiros Municipal, foi realizada pesquisa no site da Defesa Civil Estadual, para os anos de 2003 a 2011. (DEFESA CIVIL ESTADUAL, 2012).

As informações obtidas foram organizadas em forma de tabelas em um banco de dados, possibilitando uma consulta imediata para a análise dos dados. Os registros de movimento de massa foram separados e especializados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), indicando o número de registros de movimento de massa ocorridos em cada bairro da área urbana do município de Caxias do Sul. A elaboração do mapa se deu no Programa *ArcGIS*, versão 9.3, com finalização no programa *Corel Draw*, versão 12.

Devido ao fato do clima ser homogêneo dentro da área urbana, a vegetação estar descaracterizada pela ocupação e a exposição de áreas geologicamente mais instáveis estar intrinsecamente relacionada com as formas de ocupação das encostas, o estabelecimento da suscetibilidade teve como base o parâmetro declividade. A inclinação das vertentes em áreas ocupadas exige modificações nas vertentes com a realização de cortes e aterros para a construção das moradias e instalação de equipamentos urbanos, modificando drasticamente as condições do relevo e muitas vezes induzindo o surgimento de áreas que oferecem perigo à população.

Adotou-se como referência para a determinação das áreas suscetíveis a declividade acima de 30% e acima de 45%. O valor de 30% de declividade foi escolhido por ser definido pela lei 6.766, de 1979, como local restrito para o parcelamento do solo, salvo se atendidas exigências específicas das autorida-

des competentes, pois locais, com esta declividade, já necessitam da realização de cortes/aterros para construção. Já o valor de 45% foi uma adaptação do Antigo Código Florestal de 1965, Lei 4.771, visto que a partir deste valor o relevo estabelece severas restrições para a ocupação, principalmente com moradias.

Os mapas de declividade foram elaborados no programa *Arcgis*, versão 9.3, com base nas informações obtidas através da digitalização da carta topográfica de Caxias do Sul, folha SH 22 – V – D – III – 2, MI 2953/2, na escala de 1: 50 000, além de dados topográficos disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Caxias do Sul, levando em consideração também a drenagem e os pontos cotados. A utilização da rede de drenagem, como linhas de quebras, possibilitou maior exatidão na obtenção da declividade do local em análise.

O mapa de declividade foi sobreposto à imagem de satélite disponibilizada no WebSIG *Google Earth* com o objetivo de identificar as áreas suscetíveis que se encontravam ocupadas. Foram desconsideradas as áreas ocupadas predominantemente por empresas e indústrias, nas demais foram estabelecidos posteriormente seus graus de perigo (Quadro 1), vulnerabilidade (Quadro 2) e finalmente de risco (Quadro 3).

O mapa de perigo representa as áreas com suscetibilidade e ocupadas, tendo seu grau de perigo estabelecido a partir do número de registros de movimentos de massa no bairro em que se encontram. Para o mesmo número de registros, mas em situações diferentes de declividade, foram estabelecidos diferentes graus de perigo. Os valores considerados são apresentados no quadro 1:

Quadro 1 - Matriz de cruzamento para obtenção dos graus de perigo

Registros	Perigo para declividade acima de 30%	Perigo para declividade acima de 45%
0-1	Baixo	Médio
2-3	Médio	Alto
4	Alto	Muito Alto
>5	Muito Alto	Muito Alto

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a elaboração do mapa de vulnerabilidade foram analisados o adensamento e o padrão construtivo das moradias. A determinação das áreas de adensamento muito alto, alto, médio e baixo se deu através da análise comparativa. Para a análise do padrão construtivo foram considerados o tamanho e tipologia das moradias e infraestrutura do local, através dos seguintes

fatores: existência de calçamento, existência de rede de esgoto, ordenamento das quadras e a infraestrutura das moradias. Estes fatores foram escolhidos uma vez que são os elementos urbanos que mais apresentam diferenciação entre as áreas de risco encontradas em Caxias do Sul, constituindo-se em fatores de fácil visualização e identificação nas pesquisas de campo.

A análise da vulnerabilidade foi realizada com base na análise de imagem de satélite disponibilizada no WebSIG Google Earth e com base em trabalhos de campo. A matriz de cruzamento das duas informações, adensamento e padrão construtivo, é apresentada no quadro 2:

Quadro 2 - Matriz de cruzamento para obtenção dos graus de vulnerabilidade

Adensamento Pbbadrão	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Alto	Baixa	Baixa	Baixa	Média
Médio	Baixa	Baixa	Média	Média
Baixo	Média	Alta	Alta	Muito Alta
Muito Baixo	Média	Alta	Muito Alta	Muito Alta

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir do cruzamento das informações, foram identificados os graus de vulnerabilidade das áreas de perigo. Para definição dos graus de risco à ocorrência de movimentos de massa foram analisados os dados do perigo (declividade, ocupação e registros/inventários) e da vulnerabilidade (padrão construtivo e adensamento das moradias), através da seguinte matriz de cruzamento (Quadro 3):

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

Vulnerabilidade Perigo	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Alto
Médio	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Alto	Médio	Alto	Alto	Muito Alto
Muito Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto

Fonte: Elaborado pela autora.

Foram atribuídas as cores vermelha, laranja, amarela e verde para a definição dos graus muito alto, alto, médio e baixo, respectivamente, para cada parâmetro estudado. Os mapas foram elaborados no programa *ArcGIS*, versão 9.3, com finalização do *Corel Draw*, versão 12.

Ressalta-se ainda que, em alguns dos mapas apresentados, os bairros foram numerados para a sua melhor identificação. Esta numeração é utilizada também ao longo do trabalho nas análises e resultados da pesquisa e não está relacionada a nenhuma ordem ou hierarquia.

ANÁLISES E RESULTADOS

SUSCETIBILIDADE

A suscetibilidade diz respeito às características físicas que contribuem para a deflagração dos movimentos de massa. O mapeamento da figura 2 apresenta as áreas suscetíveis ocupadas pela população, as quais foram constituídas em áreas de perigo.

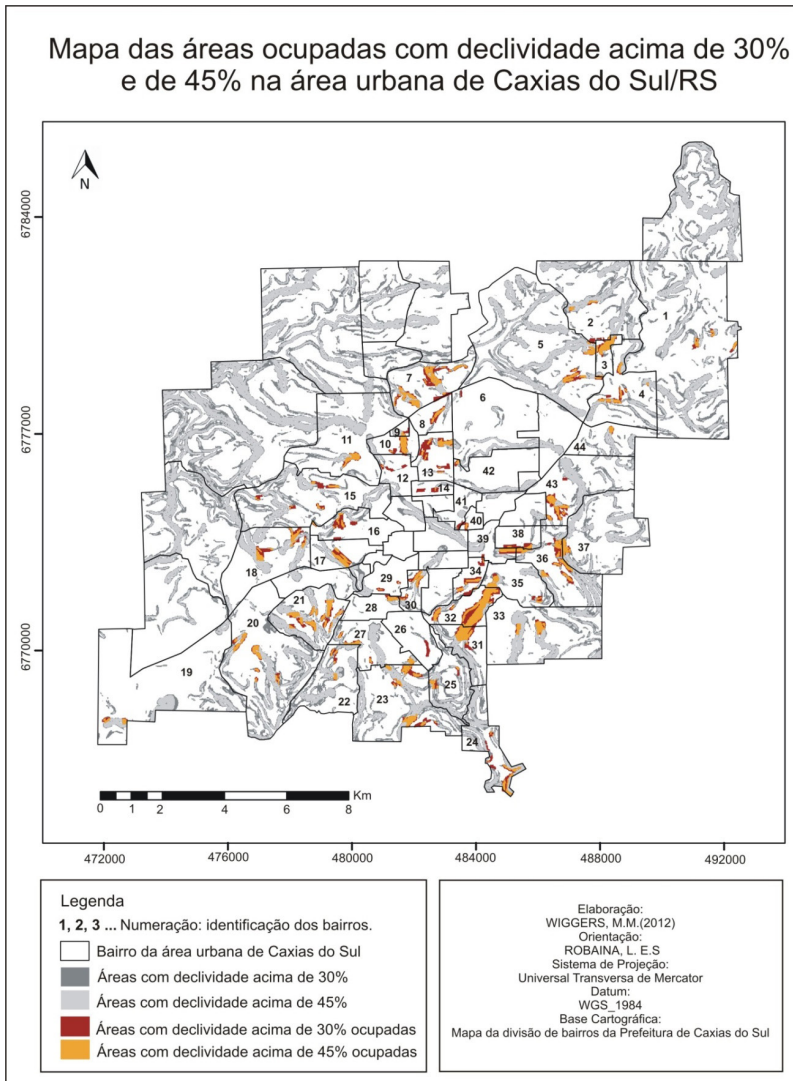
O mapa mostra os 44 bairros, dentre os 65 que compõem a área urbana de Caxias do Sul, que apresentam áreas suscetíveis ocupadas pela população que são: Ana Rech (1), Santo Antônio (2), Jardim Eldorado (3), São Cristóvão (4), Serrano (5), Nossa Senhora do Rosário (6), Santa Fé (7), Centenário (8), Pôr-do-sol (9), Pioneiro (10), Nossa Senhora da Saúde (11), São José (12), Nossa Senhora de Fátima (13), Universitário (14), Santa Catarina (15), Marechal Floriano (16), Cinquentenário (17), Cidade Nova (18), Forqueta (19), Desvio Rizzo (20), Charqueadas (21), São Caetano (22), Nossa Senhora das Graças (23), Galópolis (24), Santa Corona (25), Salgado Filho (26), Esplanada (27), Kayser (28), Rio Branco (29), São Leopoldo (30), São Victor Cohab (31), Planalto (32), São Virgílio (33), Cristo Redentor (34), Bela Vista (35), Cruzeiro (36), São Luiz (37), Petrópolis (38), Nossa Senhora de Lourdes (39), Jardelino Ramos (40), Jardim América (41), Interlagos (42), Diamantino (43) e Jardim das Hortências (44).

INVENTÁRIO DE OCORRÊNCIAS

O inventário de ocorrências abrangeu os anos de 1980 a 2011. Período no qual foram registradas 49 ocorrências em 26 dos 65 bairros da área urbana do município de Caxias do Sul (Figura 3).

Destaca-se que 40% do total de bairros do perímetro urbano apresentou algum registro, sendo que 12% dos bairros apresentaram mais de 1 registro e 28% apresentaram somente 1 registro. O bairro que mais registrou ocorrências foi o bairro Planalto, com sete registros, perfazendo ao redor de 20% dos mesmos. Seguido do bairro Santa Fé, com cinco registros, correspondendo a

Figura 2 - Mapa da ocupação em áreas suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa nos bairros da área urbana de Caxias do Sul

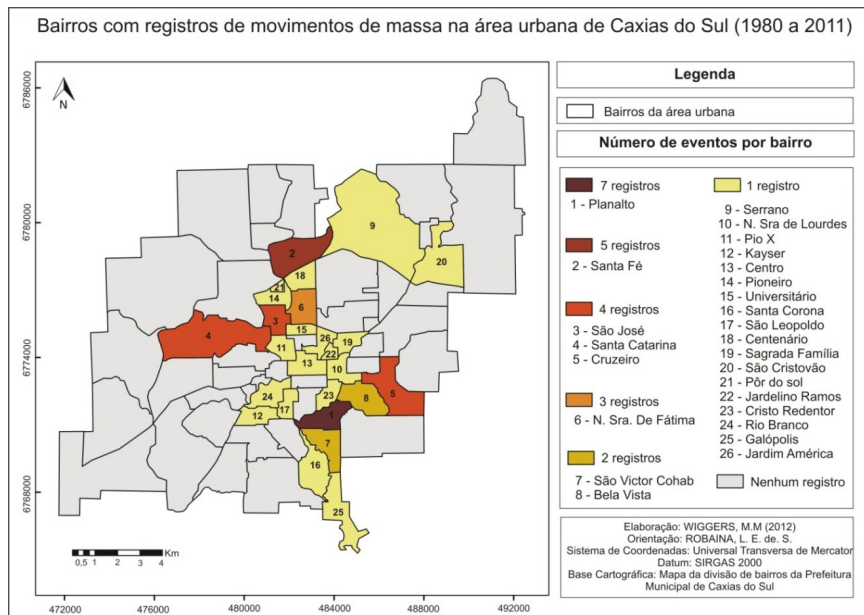


Fonte: Elaborado pela autora.

cerca de 10% do total de eventos registrados na área de estudo. Com relação aos bairros que apresentam quatro registros de movimentos de massa estão são: o São José, o Santa Catarina e o Cruzeiro. O bairro Nossa Senhora de

Fátima apresentou três registros. São Victor Cohab e Bela Vista, limítrofes ao bairro Planalto, apresentam dois registros cada.

Figura 3 - Mapa dos registros de ocorrência de movimentos de massa na área urbana de Caxias do Sul



Fonte: Elaborado pela autora.

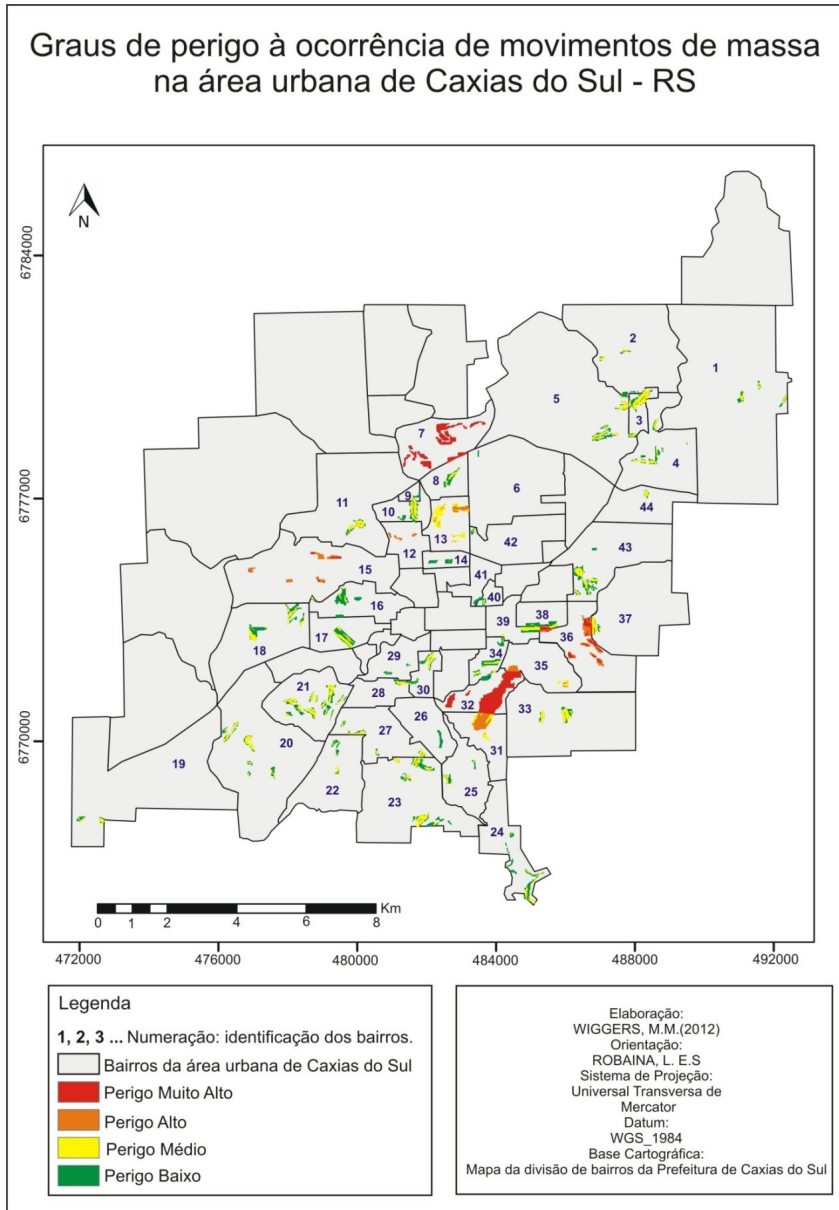
DETERMINAÇÃO DOS GRAUS DE PERIGO

Os graus de perigo foram definidos através da análise da suscetibilidade e do histórico de ocorrência de registros, ambos apresentados anteriormente, originando o mapa com os graus de perigo à ocorrência de movimentos de massa na área urbana de Caxias do Sul, conforme a ilustração 4.

Os bairros que apresentam áreas com perigo muito alto são: Santa Fé (7), São José (12), Santa Catarina (15), Planalto (32) e Cruzeiro (36). Já os bairros que apresentam áreas de perigo alto são: São José (12), Nossa Senhora de Fátima (13), Santa Catarina (15), São Victor Cohab (31), Bela Vista (35) e Cruzeiro (36).

As situações de perigo em Caxias do Sul encontram-se predominantemente em encostas de declividade média a acentuada, ocupadas de forma inadequada, através de cortes localizados nos fundos e laterais das moradias.

Figura 4 - Mapa dos graus de perigo à ocorrência de movimentos de massa na área urbana de Caxias do Sul.



Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se também nesta situação a formação de patamares e exposição de blocos rochosos e, em alguns casos, a presença de vegetação de médio à grande porte entre as moradias.

O perigo também é agravado quando as ocupações se dão sobre material coluvionar, composto por fragmentos de solo e rocha bastante heterogêneos e de fácil desestabilização ou quando ocorrem em locais com presença de diaclasamentos horizontais e verticais. Por fim, em algumas situações a vegetação de grande porte, isolada entre as moradias, causa peso sobre os taludes já instáveis, contribuindo para o agravamento do perigo.

DEFINIÇÃO DOS GRAUS DE VULNERABILIDADE

A vulnerabilidade, apresentada no mapa da figura 5, levou em consideração o padrão construtivo das moradias e o seu adensamento.

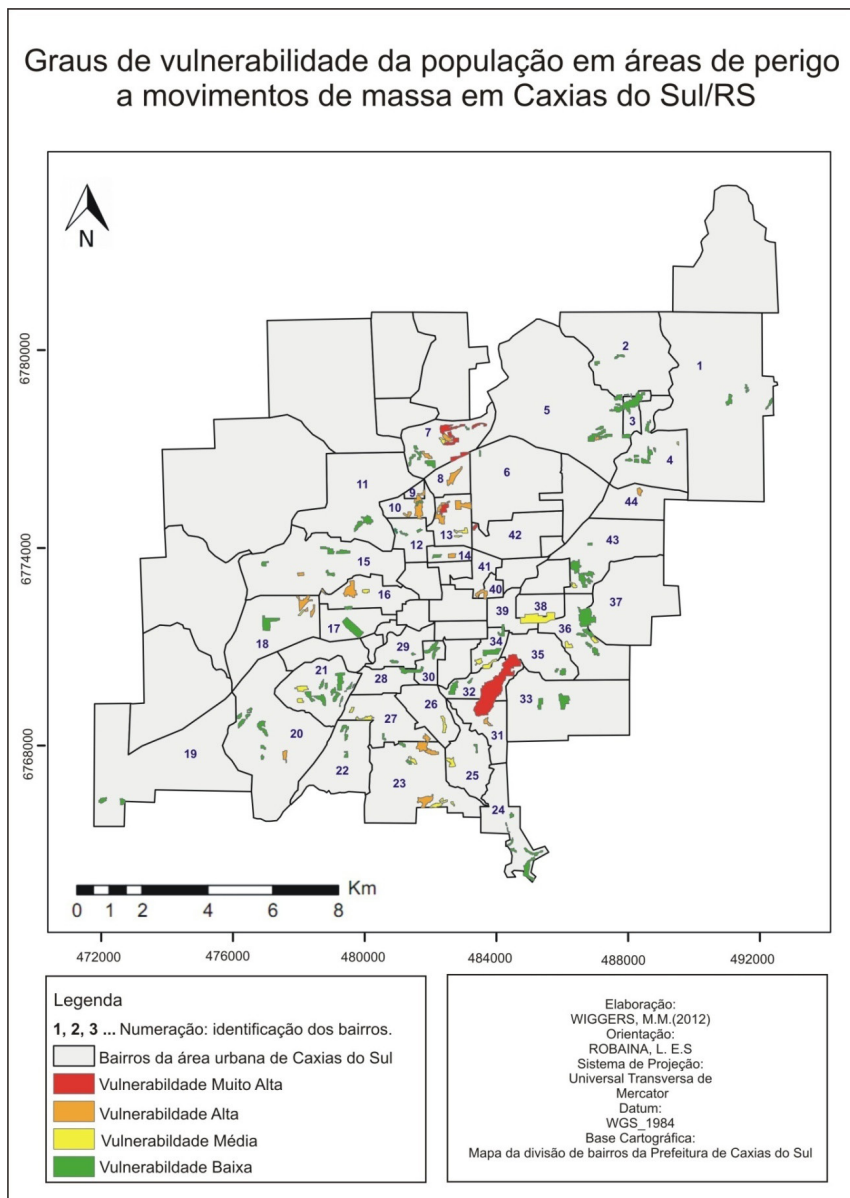
Os bairros que apresentam áreas com vulnerabilidade muito alta são: Santa Fé (7), Nossa Senhora de Fátima (13), São Victor Cohab (31), Planalto (32), Bela Vista (35) e Interlagos (42), caracterizando-se por moradias que apresentam adensamento alto a muito alto e padrão construtivo baixo a muito baixo. Já os bairros que apresentam áreas com vulnerabilidade alta são: Serrano (5), Santa Fé (7), Centenário (8), Pôr-do-sol (9), Pioneiro (10), Nossa Senhora de Fátima (13), Universitário (14), Santa Catarina (15), Marechal Floriano (16), Cidade Nova (18), Desvio Rizzo (20), Nossa Senhora das Graças (23), Esplanada (27), São Victor Cohab (31), Jardelino Ramos (40), Jardim América (41) e Jardim das Hortências (44). Nestas áreas as moradias apresentam adensamento médio a alto e padrão construtivo baixo a muito baixo.

A vulnerabilidade é importante no aumento dos riscos de ocorrências de movimentos de massa, visto que a alta densidade, os baixos padrões construtivos e a baixa capacidade de intervenção da população nas suas próprias condições de vida, fazem com que a probabilidade de ocorrências de eventos seja maior. No entanto, mesmo em áreas que apresentam situações de vulnerabilidade média a baixa, formas de ocupação inadequadas, com geração de corte muitos próximos a moradias, construção sobre ou abaixo de depósitos coluvionares, a exposição de blocos rochosos e a existência de vegetação de grande porte isolada entre as residências gera situações perigosas que contribuem com a deflagração dos movimentos.

DETERMINAÇÃO DOS GRAUS DE RISCO

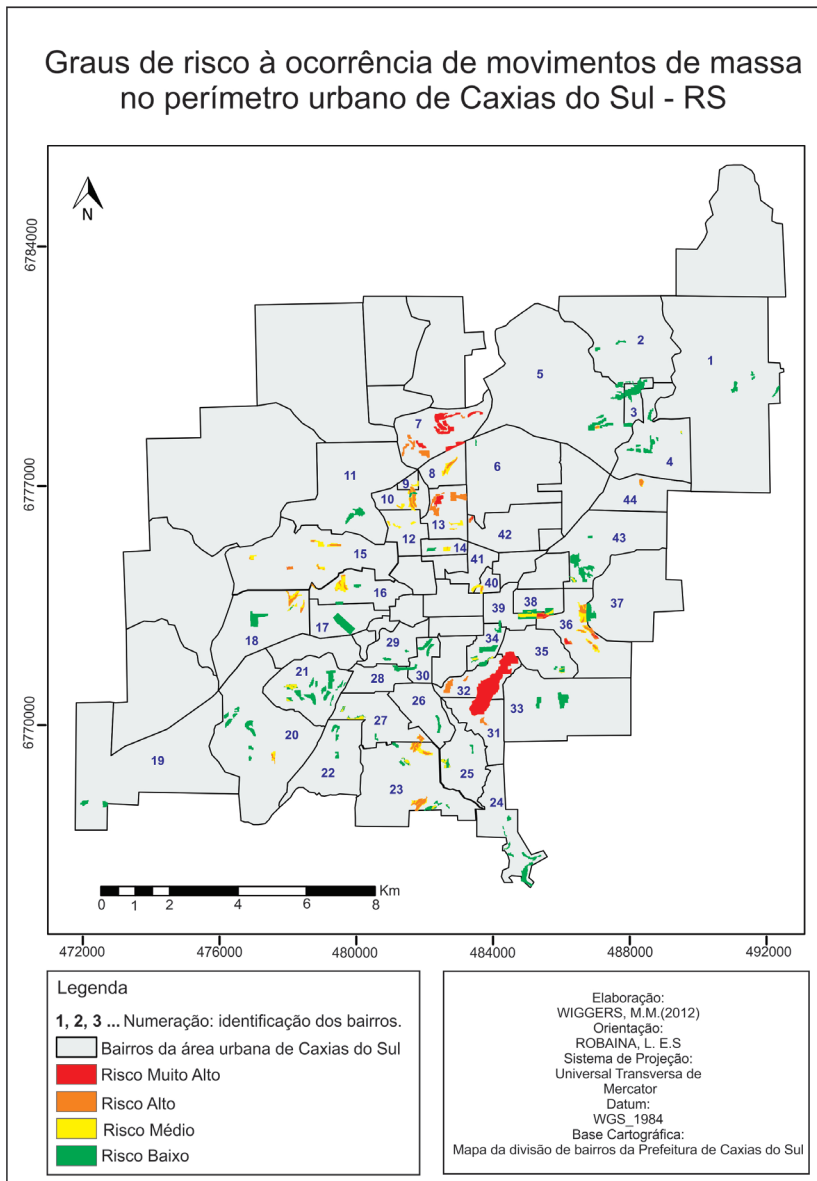
De acordo com os resultados obtidos, foram identificadas 17 áreas de risco muito alto, distribuídas em 8 bairros, conforme mapa da figura 6.

Figura 5 - Mapa dos graus de vulnerabilidade da população residente em áreas de perigo à ocorrência de movimentos de massa na área urbana de Caxias do Sul.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 6 - Mapa dos graus de risco à ocorrência de movimentos de massa na área urbana de Caxias do Sul.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os bairros que possuem áreas de risco muito alto são: Santa Fé (7), Nossa Senhora de Fátima (13), Santa Catarina (15), São Victor Cohab (31), Planalto (32), Bela Vista (35), Cruzeiro (36) e Interlagos (42). Já os bairros que apresentam áreas de risco alto são: Serrano (5), Santa Fé (7), Centenário (8), Pôr-do-sol (9), Pioneiro (10), São José (12), Nossa Senhora de Fátima (13), Universitário (14), Santa Catarina (15), Marechal Floriano (16), Cidade Nova (18), Desvio Rizzo (20), Nossa Senhora das Graças (23), Esplanada (27), São Victor Cohab (31), Planalto (32), Cruzeiro (36), Jardelino Ramos (40) e Jardim das Hortências (44).

O risco é resultado não só da análise conjunta da ocupação em áreas de declividade acima dos valores estabelecidos para uma ocupação segura, como também dos registros de ocorrências de movimentos de massa nos bairros onde estas áreas foram identificadas e da vulnerabilidade da população ocupante. Dessa forma, o mapa de risco expressa a relação entre um sistema físico, com características suscetíveis à ocorrência de eventos, e a forma de ocupação do espaço pela sociedade através de transformações, modificando as condições naturais e agravando, muitas vezes, situações de perigo já existentes.

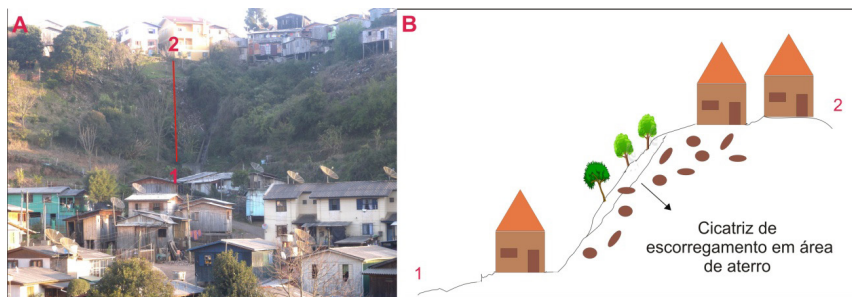
Essa proposta do cruzamento dos dados das condições naturais suscetíveis, inventário de ocorrência de eventos e a vulnerabilidade da população afetada, segue metodologia que vem sendo empregada por outros trabalhos, com bons resultados, como TRENTIN et al. 2013; FERREIRA & ROBAINA, 2012; RIGHI & ROBAINA, 2010 e BOMBASSARO & ROBAINA, 2010.

Aponta-se que as áreas identificadas como de risco muito alto são, em sua maioria, aquelas áreas declivosas ocupadas pela população mais vulnerável, que não possui condições financeiras de residir em áreas mais seguras ou de garantir melhor infraestrutura para suas residências.

Um exemplo de área atingida por movimento de massa no município é demonstrado na figura 7. A figura 7B objetiva ilustrar em forma de croqui a topografia e a forma de ocupação da encosta entre os pontos 1 e 2 da figura 7A. Observa-se uma cicatriz de escorregamento em área de aterro realizado com resíduos sólidos. Além da suscetibilidade aos movimentos de massa gerada pela própria inclinação do talude e pela presença de alguns blocos instáveis, a ação humana refletida no despejo de lixo, que se caracteriza por ser um material heterogêneo e de comportamento geotécnico bastante instável, atuou no aumento do peso sobre a encosta, ajudando a deflagrar a ocorrência de um escorregamento.

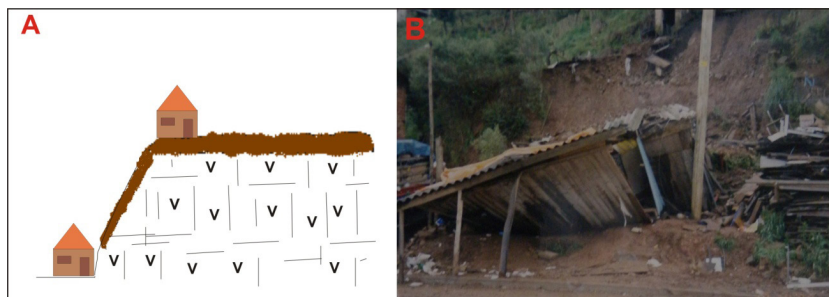
Outra situação de ocorrência de movimento de massa pode ser observada na figura 8, a qual ilustra a ocorrência de um escorregamento de solo superficial pela ação de fluxo de água concentrado entre o contato do solo e rocha.

Figura 7: Cicatriz de escorregamento no bairro Santa Fé.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 8:- Ilustração de uma situação de contato solo – rocha (A) e um escorregamento em talude com esta condição (B)



Fonte da fotografia: PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS DO SUL, 2000.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O espaço urbano é extremamente dinâmico. As condições das encostas, sua declividade, a situação da vegetação, os cortes, aterros e a densidade ocupacional, são modificados rapidamente. Nesse sentido, torna-se de extrema necessidade que as cidades, possuidoras de características físicas capazes de torná-las mais suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa se dediquem de forma contínua à prevenção da ocupação destas áreas e/ou a análise das situações de risco existentes em seu território.

Com relação ao município de Caxias do Sul, a presente pesquisa identificou as áreas urbanas que apresentam combinação de elevadas declividades, ocupação residencial e registros de ocorrências e definiu os graus de perigo e de vulnerabilidade da população residente nestas áreas. A partir da análise conjunta desses fatores, foi proposto um zoneamento de risco para o perímetro urbano de Caxias do Sul. De acordo com os resultados obtidos, os bairros que apresentam situações de ocupação que oferecem maior risco para a população são os bairros Santa Fé, Cruzeiro, Nossa Senhora de Fátima, Interlagos, Santa Catarina, São Victor Cohab, Planalto e Bela Vista.

Espera-se que o trabalho reforce a importância do poder público municipal constituir um grupo destinado especificamente à realização de levantamentos, inventários, cadastros, análises e ações voltadas às áreas de risco existentes no município. A necessidade deste grupo ocorre devido à existência de inúmeras áreas de risco e em decorrência das inúmeras áreas suscetíveis a movimentos de massa que caso não tenham sua ocupação controlada se transformarão em mais áreas de risco à população caxiense.

Aponda-se, por fim, a possibilidade de trabalhos de mapeamento em escala cadastral das áreas identificadas como de risco muito alto, visando o aprofundamento das análises e possibilitando o estudo de ações estruturais e não estruturais de erradicação ou mitigação dos riscos.

ZONING AREAS RISK OF MASS MOVEMENTS IN URBAN AREA OF THE CITY OF CAXIAS DO SUL (RS)

Abstract - Mass movements are natural processes of the dynamic surface of the planet, although they may be accelerated or deflagrated by the anthropic action. In relation to Rio Grande do Sul state, Caxias do Sul city, specifically, has been highlighted by the number of these natural processes registrations in the last decades. Accordingly, the present study aimed to conduct a zoning of areas of risk to the occurrence of mass movements in the urban area of the municipality. The zoning was based on the analysis of the susceptibility, hazard and vulnerability of the population. In addition, the analysis of these factors together indicated areas of very high risk existent in Caxias do Sul city.

Key words: Mass movements. Risk zoning. Caxias do Sul.

ZONIFICACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO DE LA OCURRENCIA DE MOVIMIENTOS DE MASA EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CAXIAS DO SUL (RS)

Resumen - Los movimientos de masas son procesos dinámicos naturales de la superficie del planeta, pero puede ser activado o acelerado por las activida-

des antropogénicas. En cuanto al estado de Rio Grande do Sul, Caxias do Sul gradas en el número de registros de estos procesos naturales en las últimas décadas. En consecuencia, la presente investigación tuvo como objetivo proporcionar la zonificación de áreas de riesgo de la ocurrencia de movimientos de masa en la zona urbana del municipio. La zonificación se basó en el análisis de la susceptibilidad, amenaza y la vulnerabilidad de la población. El análisis conjunto de estos factores indicó las zonas de muy alto riesgo que existen en Caxias do Sul.

Palabras - clave: Movimientos de masas. Zonificación de riesgos. Caxias do Sul.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, G; KORMANN, T.C; ROBAINA, L. E. de S. Levantamento da Ocorrência de Desastres Naturais no Município de Caxias do Sul – RS. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. **Anais...** Viçosa, 2009.

BOMBASSARO, M. G., ROBAINA, L. E. S. Contribuição geográfica para o estudo das Inundações na bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas, RS. **Geografias (UFMG)**, v.60, p.69 - 86, 2010.

BRASIL. **Lei 6.766, de 19 de novembro de 1979**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm>. Acesso em: ago. 2012.

_____. **Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm> Acesso em: 20 nov. 2012.

CASTRO, A. L. C. de. **Glossário da Defesa Civil**: estudos de risco e medicina de desastres. 2 ed. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, Departamento de Defesa Civil, 1998. 173 p. Disponível em: http://www.ceped.ufsc.br/sites/default/files/projetos/glossario_de_defesa_civil.pdf. Acesso em: 15 jun. 2012.

CHACÍN, B. O. La gestión ambiental en áreas de alto riesgo. Caso estado Vargas, Venezuela. In: LEMOS, A. I. G. de; ROSS, J. L. S; LUCHIARI, A. (Orgs.) **América Latina**: sociedade e meio ambiente. São Paulo: Expressão Popular, 2008. p. 187 – 206.

CORPO DE BOMBEIROS DE CAXIAS DO SUL. 2012. **Planilha em Excel contendo registros de movimentos de Massa em Caxias do Sul** [Mensagem Pessoal]. Mensagem recebida por <moni_lise@yahoo.com.br> em 9 ago. 2012.

CPRM. **Mapeamento geológico integrado da bacia hidrográfica do Guaíba: carta geológica: FolhaSH.22-V-D – Caxias do Sul**. Porto Alegre: Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. 1998. 1 mapa color. Escala 1:250.000. Material cartográfico.

DEFESA CIVIL ESTADUAL (Rio Grande do Sul). **Área dos Municípios**. Municípios Atingidos (Eventos de 2003-2010). Disponível em: < <http://www.defesacivil.rs.gov.br/>>. Acesso em: 20 mai. 2012.

FERREIRA, J. F., ROBAINA, L. E. S. Expansão urbana e o perigo de desastres por inundação em Rio Grande - RS. **Geografia** (Rio Claro. Impresso). , v.37, p.445 - 462, 2012.

GUIMARÃES, R. F; CARVALHO JÚNIOR, O. A; GOMES, R. A. T; FERNANDES, N. F. Movimentos de Massa. In: FLORENZANOP, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 159 – 184.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Levantamento dos recursos naturais**. Folha SH22 Porto Alegre e parte das Folhas SH21 Uruguaiana e SI 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 33 v. Escala 1: 1.000.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do Censo Demográfico**. 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=43&dados=1>>. Acesso em: 27 fev. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – CENTRO REGIONAL SUL. GEODESASTRES SUL, **Banco de dados 2007-2011**. Santa Maria, RS.

KOBIYAMA, M. et al.. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006.

MACIEL FILHO, C. L. M; NUMMER, A. V. **Introdução à geologia de engenharia**. 4. ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011. p. 392.

OGURA, A.; MACEDO, E. S. Procesos y riesgos geologicos. In: **II Curso internacional de aspectos geologicos de protección ambiental**. 2002. Disponível em: <<http://www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/9procesos.pdf>> Acesso em: 9 jun. 2010.

OLIVEIRA, E. L. de. A; ROBAINA, L. e. de. S; RECKZIEGEL, B. W. Metodologia utilizada para o mapeamento de áreas de risco geomorfológico: bacia hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria – RS. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. CD ROOM.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS DO SUL. **Situações de Emergência – Foto documentação Caxias do Sul**. Caxias do Sul, RS, 2000.

RADAM/BRASIL. (1986). **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim**: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 796p. (Levantamento de Recursos Naturais, v.33).

RECKZIEGEL, B. W. Levantamento dos desastres desencadeados por eventos naturais adversos no estado do Rio Grande do Sul no período de 1980 a 2005. 2007. 161f, vol. 1 Dissertação de Mestrado em Geografia – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

RIGHI, E., ROBAINA, L. E. S. Enchentes do Rio Uruguai no Rio Grande do Sul entre 1980 e 2005: uma análise geográfica. **Sociedade & Natureza** (UFU. Impresso). ,

TOMINAGA, L. K. Escorregamentos. In: TOMINAGA, L.K., SANTORO, J., AMARAL R. (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009a. cap. 1, p. 25 – 38.

TOMINAGA, L. K. Análise e Mapeamento de Risco. In: TOMINAGA, L.K., SANTORO, J., AMARAL R. (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009b. cap. 1, p. 147 – 160.

TRENTIN, R, ROBAINA, L. E. S., SILVEIRA, Vanessa Salvadé. Zoneamento de risco de inundação do Rio Vacacaí no município de São Gabriel, RS. Geo UERJ (Cessou em 2004. Cont. ISSN 1981-9021 **Geo UERJ** (2007)). , v.1, p.161 - 180, 2013.

VEDOVELLO. R; MACEDO, E. S de. Deslizamentos de Encostas. In: SANTOS, R. F dos. (Org.). **Vulnerabilidade ambiental**: desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: MMA, 2007. p. 75 – 94.