

## **SUSCETIBILIDADE A DESASTRES NATURAIS DA REGIÃO DO SÉTIMO CÉU, PASSO FUNDO/RS<sup>1</sup>**

### *SUSCEPTIBILITY TO NATURAL DISASTERS IN THE SÉTIMO CÉU REGION, PASSO FUNDO, RS*

**Camila Barcellos Zanella<sup>2</sup>, Ewerthon Cezar Schiavo Bernardi<sup>3</sup>,  
Raul Todeschini<sup>4</sup> e Alexandre Swarowsky<sup>5</sup>**

#### **RESUMO**

Desastres naturais acarretam efeitos negativos à população por atingirem setores econômicos, sociais e ambientais. Nesse contexto, o uso de geotecnologias se mostra como uma ferramenta que permite gerar modelos de suporte à tomada de decisões. Assim, no presente artigo, tem-se como objetivo analisar a situação de uma região de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, no que se refere à ocorrência de desastres naturais. A área de estudo, conhecida como Sétimo Céu, localiza-se no bairro Petrópolis e está inserida numa zona logística, embora se observe a presença de habitações, muitas de baixa renda, com falta de infraestrutura adequada. Foram gerados mapas referentes ao terreno como hipsometria e declividade por meio de informações do modelo digital elevação SRTM, bem como um mapa de uso e cobertura do solo a partir de imagens do *software Google Earth*. A partir dos produtos gerados, foi possível verificar que a área de estudo abrange habitações em regiões de relevo ondulado, o que pode configurar risco em relação a deslizamentos, e de relevo plano próximas de fluxos hídricos acumulados. O emprego de geotecnologias se mostrou adequado para análise da área de estudo, o que torna o presente trabalho importante para auxiliar na tomada de decisões públicas.

**Palavras-chave:** eventos extremos, geotecnologias, modelos.

#### **ABSTRACT**

*Natural disasters cause negative effects because they affect economic, social and environmental sectors. In this context, the use of geotechnologies is as a tool that allows the generation of models to support decision making. Thus, the present paper aims to analyze the situation of a region in Passo Fundo, Rio Grande do Sul, which suffers natural disasters from time to time. The study area, known as Sétimo Céu, is located in the Petrópolis neighborhood and it is inserted in a logistic area, although there are some dwellings there as well, many of them with low income. These houses lack adequate infrastructure. Land maps related to hypsometry and declivity were generated by means of information from the SRTM digital elevation model, as well as a map of land use and cover by images from the Google Earth software. From the products generated, it was possible to verify that the study area covers dwellings in regions of corrugated terrain, which represents a risk of landslides, and of flat terrain near accumulated water flows. The use of geotechnologies proved adequate for analysis of the study area, which makes this present work apt to assist public decision making.*

**Keywords:** models, extreme events, geotechnologies.

<sup>1</sup> Pesquisa oriunda de disciplina.

<sup>2</sup> Mestranda no PPG Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: camilazanella@msn.com

<sup>3</sup> Coautor. Doutorando no PPG Engenharia Agrícola - Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: bernardi.ecs@gmail.com

<sup>4</sup> Coautor. Engenheiro Ambiental e Sanitarista. E-mail: todeschini.raul@gmail.com

<sup>5</sup> Orientador. Docente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária - Centro Universitário Franciscano. E-mail: aleswar@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Desastres naturais são caracterizados pela ocorrência de eventos naturais em áreas de uso e ocupação antrópica, causando, muitas vezes, prejuízos à população. Tais danos podem ser associados ao fornecimento de energia elétrica, distribuição de água, comunicação, transporte, indústrias e comércio, bem como a propagação de doenças decorrentes, principalmente, de prejuízos aos sistemas de água e/ou aglomeração de pessoas desabrigadas em um único local (BARROS; BARROS, 2007).

Em muitos casos, as consequências de desastres naturais são maiores em áreas habitadas por populações de baixa renda, em razão de estarem instaladas em regiões sem planejamento urbano. Assim, para um melhor planejamento do território nas cidades, deve ser considerada a espacialização de áreas de riscos de deslizamentos, enchentes, inundações e alagamentos, além da definição de rotas de emergência rápidas e eficazes que possam atender a população alocada em áreas suscetíveis.

O Estado do Rio Grande do Sul vem enfrentando, nas últimas décadas, problemas originados pelos desastres naturais. Exemplo disso foi uma das maiores estiagens registrada no Estado nos últimos cinquenta anos ocorrida durante a safra 2004/2005, quando se configurou um cenário em que cerca de 90,9% dos municípios declararam situação de emergência ou calamidade pública, além de um débito econômico de R\$ 3,64 bilhões devido à perda de grãos (GREENPEACE BRASIL, 2006)

Outros eventos naturais que têm sua intensidade e dimensão relacionadas aos sistemas pluviais são as inundações, enchentes, alagamentos e enxurradas, que são provocados por chuvas intensas ou de longa duração (AMARAL; RIBEIRO, 2009). As inundações ocorrem quando o curso hídrico transborda e atinge a planície de inundação, já as enchentes estão relacionadas ao aumento de escoamento no canal de drenagem, mas sem provocar seu extravasamento. Alagamentos consistem no acúmulo passageiro de água, sobretudo por deficiência de drenagem, e enxurrada refere-se ao aumento do escoamento superficial, não necessariamente ligado a um canal de escoamento. Os escorregamentos ou deslizamentos, por sua vez, são causados por deslocamento de materiais que estão na superfície terrestre, como solo, rochas e vegetação, sendo que essa movimentação ocorre pela ação da gravidade somada à falta de drenagem e ao solo encharcado em regiões com declividade acentuada (MINISTÉRIO DAS CIDADES/IPT, 2007).

O processo de urbanização e o crescimento das cidades provocam a ocupação de áreas inadequadas, desfavoráveis ou sem planejamento, bem como interferem nos processos de compactação e impermeabilização do solo, contribuindo para a ocorrência de situações de perigo e risco de desastres naturais resultantes do aumento do escoamento superficial da água chuva. Além disso, muitas vezes, há a consolidação de habitações em regiões de encostas ou planícies de inundação, que naturalmente apresentam suscetibilidade a eventos de deslizamentos e elevação do nível da água (TOMINAGA, 2009).

Buscando minimizar e prevenir as perdas humanas e materiais decorrentes dos efeitos causados pelos desastres naturais, apresenta-se como opção a aplicação de sistemas de informações geográficas (SIG), Sistemas de Navegação Global por Satélite (GNSS) e sensoriamento

remoto. Essas geotecnologias permitem processar diversas variáveis ambientais, sociais e econômicas e criar modelos que podem ser empregados tanto na prevenção a desastres quanto em tomadas de decisões (MARCELINO, 2007).

Imagens de satélites cobrem repetidas vezes o mesmo local da superfície terrestre. Conforme Florenzano (2002), sua utilização permite identificação, cálculo e supervisão de fenômenos naturais. Assim, essas ferramentas são importantes para a administração de desastres e podem ser usadas para elaboração de estudos para prevenir e minimizar os impactos (MARCELINO, 2007). Sausen et al. (2009) afirmam que o rápido avanço no uso dessas tecnologias se dá por meio das imagens de satélite com variadas resoluções temporais, espaciais e espectrais, que, muitas vezes, são disponibilizadas de forma gratuita, da mesma forma que os SIGs utilizados para processamento dessas imagens.

Como exemplo de dados espaciais disponíveis para pesquisas a respeito de desastres naturais e variáveis físicas de uma região, podem-se citar as imagens do sensor *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), que são produtos de um projeto com o objetivo de gerar um Modelo Digital de Elevação (MDE). O levantamento altimétrico da superfície terrestre continental com a utilização do sensor SRTM ocorreu durante o período de 11 a 22 de fevereiro do ano 2000, numa altitude de voo de 233 km. Uma vez que trabalha na faixa de micro-ondas, o SRTM não necessita de luz solar e não recebe interferência de nuvens e outras condições atmosféricas (FARR et al., 2007). Já para reconhecimento do uso e cobertura da terra, as imagens do aplicativo computacional do *Google Earth* se mostram como informações úteis, uma vez que apresentam boa resolução temporal e espacial, conforme relata Sausen (2013).

Podem-se citar alguns estudos que abordam a utilização de geotecnologias, como suporte a estudos de desastres naturais: Naime e Almeida (2005), que analisaram as áreas de risco a deslizamentos na região urbana do município de Nova Hamburgo/RS; Pfaltzgraff (2007), o qual gerou um mapa de risco de deslizamento em encostas na região metropolitana do Recife; Silva e Cavalcanti (2010) identificaram as áreas vulneráveis a alagamentos em Natal, Rio Grande do Norte; Monguilhotte et al. (2010) verificaram as áreas suscetíveis a movimentos de massa na Rodovia RS 486, Rota do Sol, da mesma forma que Araújo (2014), na região metropolitana da Paraíba.

O município de Passo Fundo, especificamente, localizado na porção Norte do RS, possui um histórico de desastres naturais que abrange eventos de inundações, vendavais, chuvas de granizo e enxurradas, além de enchentes, como as que deixaram 600 e 800 pessoas desabrigadas nos anos de 1989 e 1992, respectivamente (RECKZIEGEL, 2007). Tendo em vista a importância econômica do município perante a região e o Estado, é imprescindível que sejam realizados estudos que tenham a finalidade de analisar a vulnerabilidade da população frente aos tipos de desastres naturais mencionados, sobretudo no que se refere às pessoas de baixa renda residentes em áreas com infraestrutura urbana (serviços de saúde, educação, transporte e saneamento básico) precária ou inexistente (MARICATO, 2003).

Considerando a problemática envolvida na ocorrência de desastres naturais, sobretudo em regiões com infraestrutura precária e a possibilidade do uso de geotecnologias na redução de danos, no presente

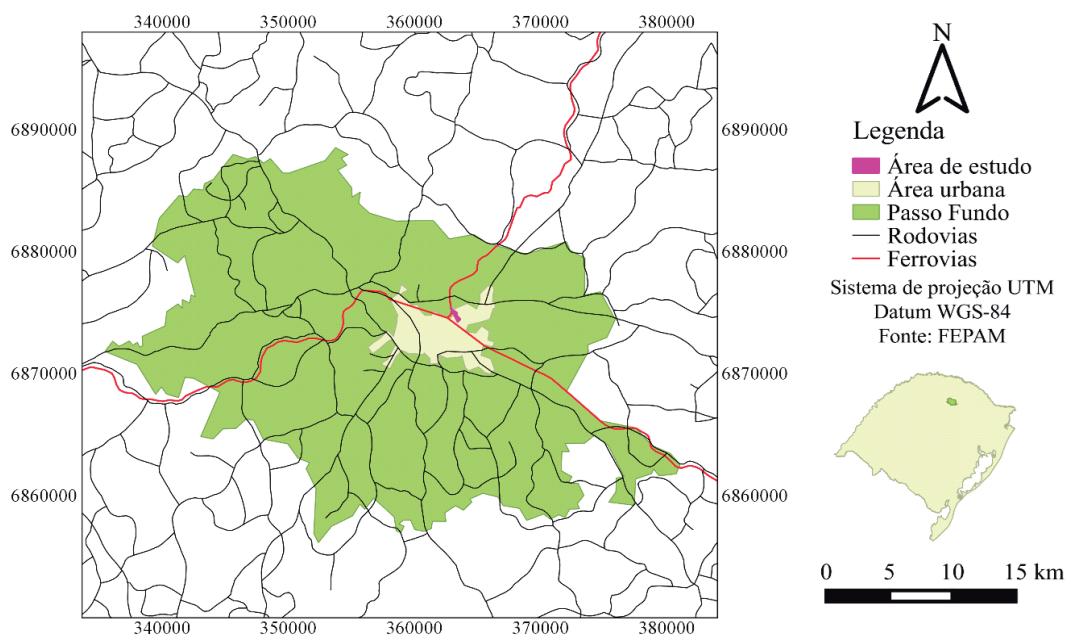
trabalho, tem-se como objetivo analisar a situação da região do Sétimo Céu, mirante do Bairro Petrópolis, no município de Passo Fundo/RS, frente à ocorrência de desastres naturais, a partir do mapeamento de variáveis do terreno, como declividade, trechos de fluxo acumulado de água e cobertura do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A cidade de Passo Fundo situa-se na porção norte do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1) e abrange a área de estudo, conhecida popularmente por Sétimo Céu, que consiste em um mirante localizado no Bairro Petrópolis. Atualmente, o bairro Petrópolis encontra-se bem desenvolvido com diversidade de recursos e serviços que beneficiam os moradores, pois não há necessidade de grandes deslocamentos para encontrar escolas, mercados, bancos e farmácias, por exemplo.

Na região alta, a área de estudo está localizada em desnível, próxima à Av. Brasil, de grande fluxo e com acesso direto às empresas localizadas na região. Fica próxima, também, da Rua Rodrigues Alves, onde estão distribuídas as residências de baixa renda em ocupação sem estrutura urbana adequada (ZANELLA et al., 2016). Sendo assim, a população encontra-se em uma área de suscetibilidade a desastres naturais, uma vez que não possuem estrutura adequada para moradia. A área de estudo perfaz cerca de 246.300 m<sup>2</sup>, onde é possível indicar a presença de habitações tanto de baixa quanto de alta renda. A região em questão está incluída na Zona Logística do Setor 4, uma zona de produção urbana de uso predominantemente ou exclusivamente industrial, logístico e de complementares (PASSO FUNDO, 2015).

**Figura 1** - Rede viária, área urbana e localização da área de estudo no município de Passo Fundo/RS.



Fonte: elaborada pela autora.

O processamento de todas as informações geográficas se deu por meio do *software QGIS 2.8.9*. Para elaboração do mapa de uso e cobertura do solo, empregou-se uma imagem do *Google Earth*

datada em 6 de fevereiro de 2014. A classificação das feições ocorreu de maneira semiautomática, visando à identificação de vegetação alta, vegetação baixa, solo exposto, telhados (habitações e edificações de menor porte) e áreas impermeáveis (ruas pavimentadas, estacionamentos impermeabilizados e edificações de médio e grande porte com finalidade econômica). A escolha das cinco classes se justifica, uma vez que tais coberturas estão intimamente ligadas à ocorrência e ao agravamento de desastres naturais, como deslizamentos e alagamentos, visto que a infiltração de água da chuva no solo, bem como o escoamento superficial se dão de formas diferenciadas em cada uma, conforme descrito em Guerra e Cunha (1996), Maeda (2008), Righes e Silva (2009) e Junior, Araújo e Llanillo (2012).

Já para a análise planialtimétrica da área de estudo, foi utilizada a imagem 1S29W053V3 do sensor SRTM, com resolução espacial de 30 metros, obtida por meio da página eletrônica do Serviço Geológico dos Estados Unidos, em inglês *United States Geological Survey (USGS)*. Os dados do modelo digital de elevação foram então aplicados na elaboração dos mapas de hipsometria (altitudes) e declividade (clinográfico), sendo que em ambos os casos a imagem foi reamostrada de 30 metros para 10 metros. Contudo, para o mapa clinográfico, primeiramente foi calculada a declividade de cada pixel e, posteriormente, o *layer* foi reamostrado. Após essa etapa, o mapa de declividade foi organizado nas seguintes classes: de 0% a 3%, de 3% a 8% e de 8% a 20%, conforme o Serviço Geológico do Brasil (BRANDÃO et al., 2003). A extração das linhas de fluxo hídrico, provenientes do escoamento superficial da área de estudo, também ocorreu por meio do processamento do MDE.

Por fim, foi proposto um modelo que consiste em um mapa de suscetibilidade a deslizamentos, gerado mediante o cruzamento dos mapas de declividade e uso e cobertura do solo. Para tal, realizou-se a reclassificação de ambos os mapas, conforme apresentado no quadro 1, em que os valores 1, 2 e 3 referem-se, respectivamente, à baixa, moderada e alta suscetibilidade. As classes “Telhados” e “Áreas Impermeabilizadas” do mapa de uso e cobertura do solo foram separadas em função de suas ocorrências em relevo ondulado (8% - 20%) e em relevo plano ou suave-ondulado (0% - 8%). Assim, o mapa de suscetibilidade foi calculado a partir da média ponderada dos mapas de declividade (peso igual a 70%) e uso e cobertura do solo (peso igual a 30%), considerando que a inclinação do terreno é determinante na ocorrência de deslizamentos.

**Quadro 1** - Reclassificação da declividade e do uso e cobertura do solo.

	Classe	Valor reclassificado
Declividade	0% - 3%	1
	3% - 8%	2
	8% - 20%	3
Uso e Cobertura	Solo exposto	3
	Vegetação baixa	2
	Vegetação alta	1
	Telhados e áreas impermeabilizadas (declividade de 8% a 20%)	3
	Telhados e áreas impermeabilizadas (declividade de 0% a 8%)	1

Fonte: elaborada pela autora.



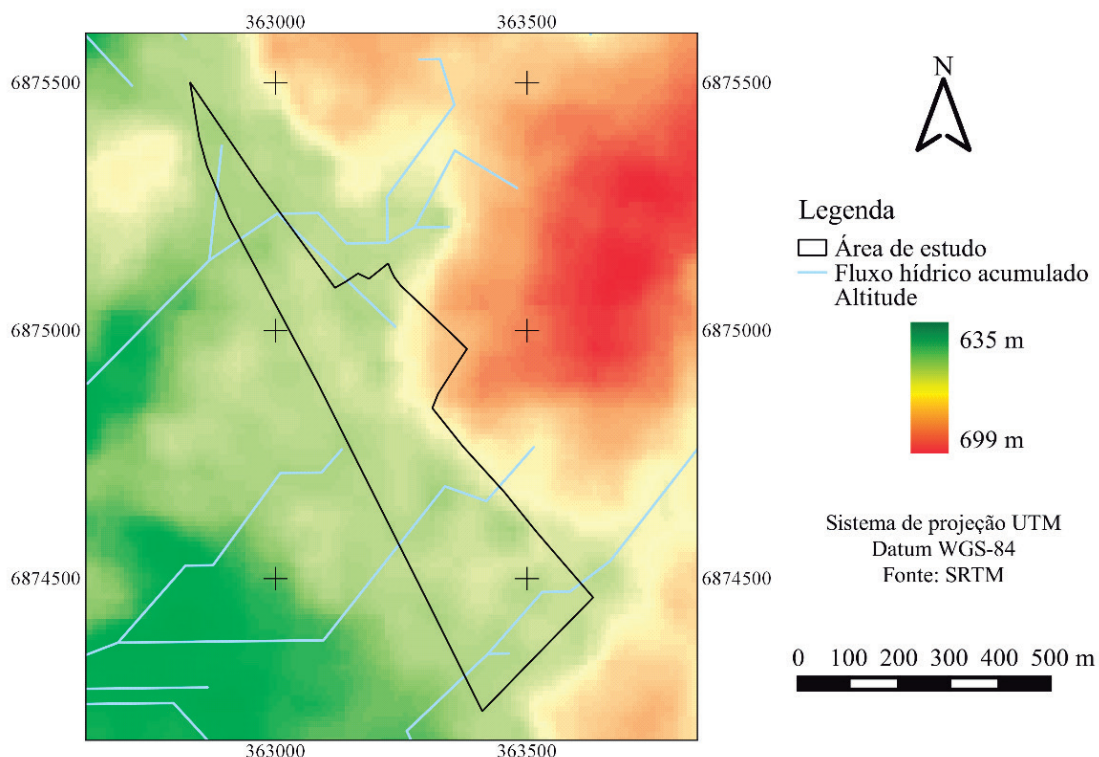
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que 55,7% da região estão incluídos na classe clinográfica que assume o intervalo de valores de 3% a 8%, indicando a predominância de relevo suave-ondulado. Já a classe que representa relevo plano (0% a 3%) perfaz 23,9%, enquanto a classe que abrange os maiores valores (8% a 20%) e refere-se ao relevo ondulado está presente em 20,4% da área de estudo.

No que se refere aos percentuais das classes de uso e cobertura do solo da área de estudo, nota-se que a vegetação alta (36,8%) dispõe da maior parcela, seguida de vegetação baixa, o que equivale a 30,7% da área total. A classe correspondente ao Solo exposto apresenta o percentual de 14,5%, seguida da classe referente às áreas impermeabilizadas (13,7%). Embora a percentagem referente aos telhados seja baixa (4,3%), essa classe é um dos pontos principais da análise do estudo, uma vez que indica a presença de moradias que possam estar em áreas vulneráveis a desastres naturais.

O mapa hipsométrico (Figura 2) apresenta a variação de altitude ao longo da área de estudo e seus arredores, onde é possível identificar que os maiores valores se encontram na porção nordeste dos limites, reduzindo gradativamente à medida que se aproximam dos extremos norte e sul. A mesma figura apresenta as linhas de fluxo hídrico acumulado na área. É importante ressaltar que as linhas não representam rios e sim trechos onde possivelmente possa vir a acumular água do escoamento superficial da precipitação pluviométrica, ou seja, cursos hídricos efêmeros.

**Figura 2** - Mapa hipsométrico e fluxos hídricos acumulados na área do Sétimo Céu, localizada no Bairro Petrópolis da cidade de Passo Fundo/RS.



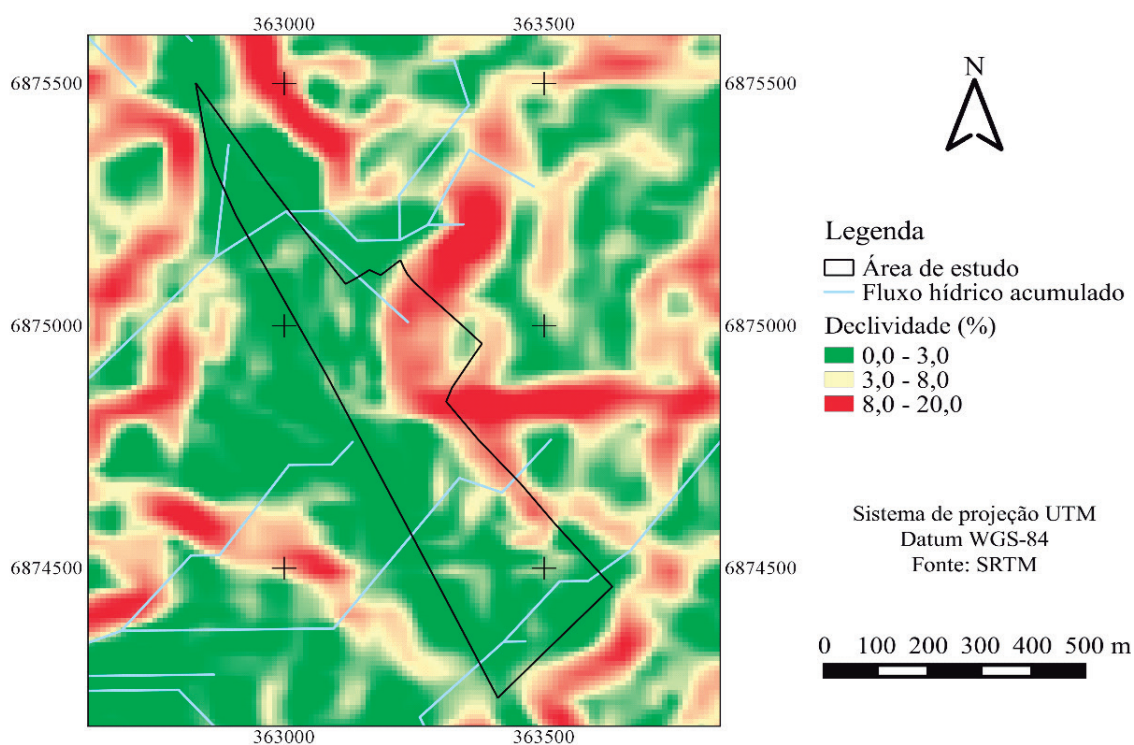
Fonte: elaborada pela autora.

Em relação ao mapa de declividade apresentado na figura 3, observa-se que os valores superiores a 8% situam-se na região centro-nordeste da área de estudo, alcançando valores próximos a 19%, indicando a presença de relevo ondulado moderadamente suscetíveis à erosão. Nessa mesma zona, estão situados os imóveis residenciais, conforme o mapa de uso e cobertura da terra (Figura 4). Dessa forma, deve ser dada atenção especial aos sistemas de drenagem pluvial dessa região para que sejam evitados deslizamentos.

As regiões Norte e Sul apresentam os valores de declividade mais baixos (entre 0% e 3%), configurando um relevo plano. Logo, estão sujeitas ao acúmulo de água frente a essas variáveis. Ressalta-se ainda que, nessas mesmas regiões, são identificadas linhas de fluxo d'água acumulado, o que pode indicar que tais zonas são suscetíveis ao acúmulo de água e, conseqüentemente, a alagamentos.

No mapa de uso e cobertura da terra, verifica-se que a parcela Sul da área de estudo apresenta concentração de áreas impermeabilizadas em função da presença de empresas. Quando associado com a baixa declividade e com a presença de fluxos hídricos, o solo impermeabilizado pode ser visto como um agravante frente ao acúmulo de água, haja vista que a cobertura impermeável praticamente impossibilita a entrada de água no solo.

**Figura 3** - Mapa de declividade e fluxos hídricos acumulados na área do Sétimo Céu, localizada no Bairro Petrópolis da cidade de Passo Fundo/RS.



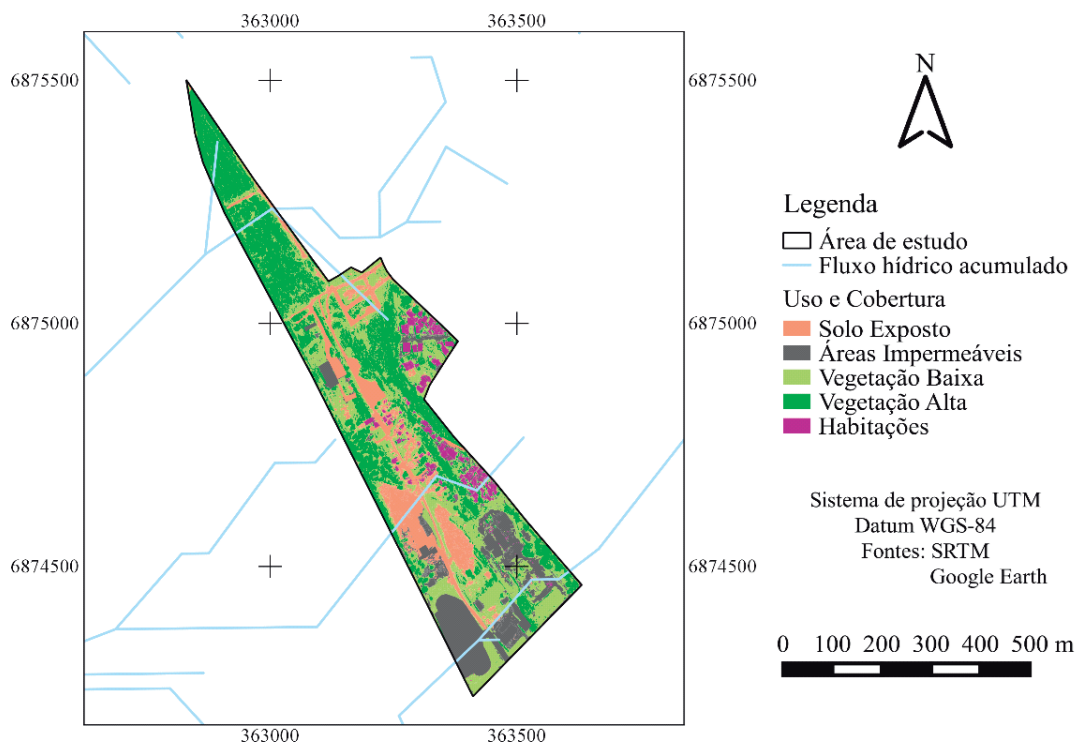
Fonte: elaborada pela autora.

De acordo com Maeda (2008), o escoamento superficial é o componente do ciclo hidrológico que mais é afetado pelas alterações no uso e cobertura da terra, uma vez que a cobertura vegetal é um agente que diminui as vazões do escoamento devido a maior infiltração de água no solo. Portanto, sem a proteção da vegetação, o solo fica mais propenso à compactação e, por conta disso, pode haver um aumento no escoamento superficial (PFALTZGRAFF, 2007).

O oposto é observado na porção norte da área de estudo que, embora apresente relevo plano, é coberta por vegetação alta, o que indica maior infiltração. Logo, a suscetibilidade da parcela norte à ocorrência de alagamentos é menor, quando comparada à região sul. As classes referentes à vegetação rasteira e solo exposto se distribuem ao longo da área de estudo, sendo que boa parcela da segunda se dá em função da presença de estradas não pavimentadas.

O mapa apresentado na figura 5 permite analisar a sobreposição das camadas referentes às habitações e declividade do terreno. Observa-se a presença de moradias, sobretudo em áreas cujo relevo é ondulado (de 8% a 20%), o que permite inferir que os moradores podem se encontrar em situação de risco de deslizamentos. Também são encontradas casas em regiões de baixa declividade próximas das linhas de fluxo hídrico acumulado, favorável ao acúmulo de água. Salienta-se ainda que os arredores dessas habitações em declividades baixas apresentam, em parte, solo exposto, o que pode agravar e acarretar uma situação de alagamento quando houver chuvas intensas.

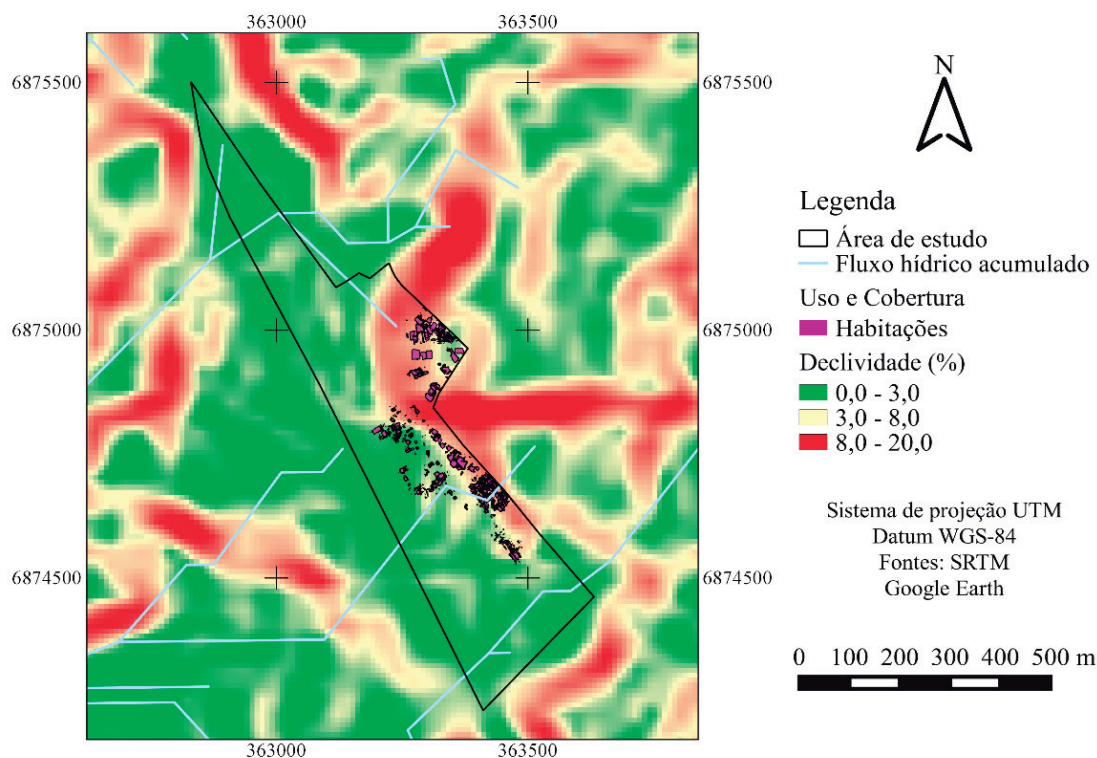
**Figura 4** - Mapa de uso e cobertura da terra e fluxos hídricos acumulados na área do Sétimo Céu, localizada no Bairro Petrópolis da cidade de Passo Fundo/RS.



Fonte: elaborada pela autora.



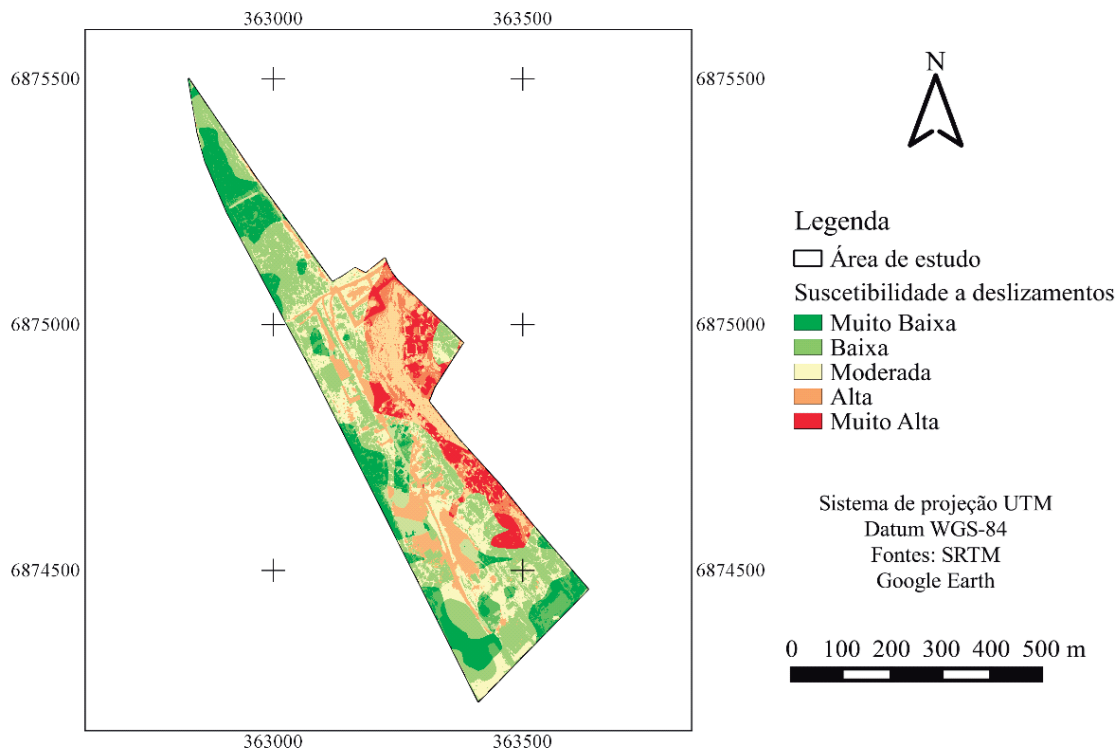
**Figura 5** - Declividade, habitações e fluxos hídricos na área do Sétimo Céu, localizada no Bairro Petrópolis da cidade de Passo Fundo/RS.



Fonte: elaborada pela autora.

Por fim, na figura 6, está apresentado o mapa de suscetibilidade a deslizamentos, no qual fica visível a influência do solo exposto na maior predisposição a gerar eventos de movimentação de terra. Também é possível identificar que as áreas com maior suscetibilidade são aquelas em que há presença de relevo ondulado, o que corrobora a análise da figura 5 e permite inferir que as residências dessas regiões podem se encontrar em situação de risco. Áreas mais planas são as consideradas menos suscetíveis, mesmo quando são áreas impermeabilizadas, como ocorre ao sul da área de estudo. É importante ressaltar que o mapeamento de suscetibilidade a deslizamentos de solo, desenvolvido no presente estudo, consiste em uma análise simplificada, uma vez que, no cruzamento de mapas, podem ser inseridas variáveis correspondentes a tipos de solos, geologia, proximidade de áreas onde já ocorreram deslizamentos, além do regime pluviométrico e informações relativas à geomorfologia.

**Figura 6** - Mapa de suscetibilidade a deslizamentos de solo na área do Sétimo Céu, localizada no Bairro Petrópolis da cidade de Passo Fundo/RS.



Fonte: elaborada pela autora.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, salientou-se, na região de estudo, a predominância de relevo suave-ondulado, com vegetação alta, que dispõe da maior parcela, e a classe correspondente ao solo exposto apresenta o maior percentual. É importante ressaltar a presença de moradias em áreas vulneráveis a desastres naturais. Também é visível a influência do solo exposto na maior predisposição a gerar eventos de movimentação de terra, e as residências dessas regiões podem se encontrar em situação de risco. Assim, os resultados obtidos neste trabalho servem de alerta para que os órgãos responsáveis tomem as devidas providências para evitar desastres de maior proporção.

Finalmente, a utilização de geotecnologias, como imagens de satélite e sistemas de informações geográficas, possibilitam a espacialização dos dados de forma rápida e eficaz.

Assim, os resultados do presente estudo permitiram analisar as condições de suscetibilidade a deslizamentos que a área de estudo se encontra frente a variáveis como uso e cobertura do solo e declividade. Ainda, o emprego de mais variáveis na álgebra de mapas pode vir a gerar um modelo melhor representativo.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, R. D.; RIBEIRO, R. R. Inundações e enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. S. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 39-42.

ARAÚJO, M. H. M. C. **Integração de dados espaciais para elaboração de mapas de risco de deslizamento de encostas**. 2014. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodécias e Tecnologia da Geoinformação) - Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

BARROS, A. M. A.; BARROS, A. B. As enchentes no Brasil e as implicações na saúde: medidas de prevenção. In: SIBRADEN - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS, 2, 2007, Santos, SP. **Anais...** Santos, 2007.

BRANDÃO, R. L. et al. **Zoneamento geoambiental da região de Irauçuba - CE**. Carta geoambiental - texto explicativo. Fortaleza: CPRM, 2003.

FARR, T. G. et al. The Shuttle Radar Topography Mission. **Reviews of Geophysics**, v. 45, p. 1-33, 2007.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2002.

GREENPEACE BRASIL. **Mudanças do clima mudanças de vidas: como o aquecimento global já afeta o Brasil**. 2006. Disponível em: <[http://www.greenpeace.org.br/clima/pdf/cartilha\\_clima.pdf](http://www.greenpeace.org.br/clima/pdf/cartilha_clima.pdf)>. Acesso em: 15 maio 2017.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1996. 372p.

JUNIOR, R. C.; ARAÚJO, A. G.; LLANILLO, R. F. **Plantio direto no sul do Brasil: fatores que facilitaram a evolução do sistema e o desenvolvimento de mecanização conservacionista**. Londrina, PR: Organização das Nações Unidas para agricultura e alimentação, Instituto Agrônômico do Paraná, 2012.

MAEDA, E. E. **Influência das Mudanças do Uso e Cobertura da Terra no Escoamento Superficial e Produção de Sedimentos na Região da Bacia do Alto Rio Xingu**. 2008. 102f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2008.

MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos**. Santa Maria: INPE, 2007. Disponível em: <<https://bit.ly/2EQlgWG>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

MARICATO, E. Metrópole, legislação e desigualdade. **Estudos Avançados**, São Paulo - IEA USP, v. 17, n. 48, p. 151-166, 2003.

MINISTÉRIO DAS CIDADES/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2007.

MONGUILHOTT, M. et al. Estudo de áreas suscetíveis a movimentos de massa na Rodovia RS 486, Rota do Sol. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 61, p. 61-69, 2010.

NAIME, R.; ALMEIDA, P. R. C. M. Áreas de risco por inundação na área da região urbana do município de Novo Hamburgo - Vale dos Sinos - RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 71-91, 2005.

PASSO FUNDO. **Lei Complementar nº 170**. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado - PDDI do Município de Passo Fundo. Versão consolidada com alterações até o dia 19/06/2015. Passo Fundo, RS, 2015.

PFALTZGRAFF, P. A. S. **Mapa de suscetibilidade a deslizamentos da região metropolitana de Recife**. 2007. 120f. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

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. 261p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

RIGHES, A. A.; SILVA, R. F. da. Escoamento superficial. In: RIGHES, A. A.; BURIOL, G. A.; BOER, N. **Água e Educação: princípios e estratégias de uso e conservação**. Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, 2009. p. 137-168.

SAUSEN, T. M. et al. Projeto de cadernos didáticos: desastres naturais e geotecnologias. In: SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 14, 2009, Natal, RN, Brasil. **Anais...** Natal, 2009, p. 2483-2490.

SAUSEN, T. M. Desastre Zero-Mapa de risco em sala de aula com auxílio do Google Earth. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 16, 2013, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2013, p. 2694-2701.

SILVA, M. K. N.; CAVALCANTI, M. T. O. Identificação de áreas vulneráveis ao alagamento pluvial na cidade de Natal/RN. **Holos**, v. 4, p. 19-31, 2010.

TOMINAGA, L. K. Escorregamentos. In: TOMINAGA L. K.; SANTORO J.; AMARAL R. S. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Cap. 9, p. 27-38.

ZANELLA, C. B. et al. Habitações em área de risco em uma região urbana de Passo Fundo - Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 7, 2016, Campina Grande, PB, Brasil. **Anais...** Campina Grande, 2016.



