



ÁREAS DE RISCOS A DESLIZAMENTOS DE TERRA EM JUIZ DE FORA, MINAS GERAIS

LANDSLIDE RISK IN URBAN AREAS IN JUIZ DE FORA, MINAS GERAIS.

Letícia d'Agosto Miguel Fonseca

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE
Av. dos Astronautas, 12227-010, São José dos Campos/SP, Brasil.
E-mail: leticiafonseca.geo@gmail.com

João Luiz Lani

Universidade Federal de Viçosa – UFV
Departamento de Solos/Campus UFV, 36570-000, Viçosa/MG, Brasil
E-mail: lani@ufv.br

Elpídio Inácio Fernandes Filho

Universidade Federal de Viçosa – UFV
Departamento de Solos/Campus UFV, 36570-000, Viçosa/MG, Brasil
E-mail: elpidio@ufv.br

Williams Pinto Marques Ferreira

EMBRAPA Café
Casa 46, Campus UFV, 36570-000, Viçosa/MG, Brasil
E-mail: williams.ferreira@embrapa.br

Yan Carlos Gomes Vianna

Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF
Instituto de Ciências Humanas. Rua José Kelmer, s/n Campus Universitário, 36025-220 - Juiz de Fora/MG, Brasil
E-mail: yan.metal@gmail.com

Bianca Lima Magalhães

Universidade Federal Fluminense – UFF
Av. Gal. Milton Tavares de Souza, s/n°, Campus da Praia Vermelha - Boa Viagem, 24210-346 - Niterói/RJ, Brasil
E-mail: bianca0912@hotmail.com

Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:
06/2017
Data de Aprovação:
08/2017

Resumo

Nos últimos anos os desastres naturais tais como os deslizamentos de terra em áreas urbanas e em rodovias têm se intensificado e provocado mortes e grandes prejuízos materiais no Brasil, neste contexto, o objetivo do trabalho foi analisar a relação entre a ocorrência de deslizamentos em Juiz de Fora e a pluviometria diária do município, bem como a partir da base de dados da

Prefeitura/Defesa Civil, analisar a relação dos atributos do terreno do município com a legislação de uso e ocupação do solo, a fim de discutir a restrição de uso quanto à declividade. As variáveis de terreno empregadas neste estudo foram obtidas pelo modelo digital de elevação (MDE), tendo como base uma planta topográfica plani-altimétrica. Foram utilizados os pontos e polígonos de áreas de risco mapeados pela Defesa Civil. Analisou-se as áreas de risco em relação aos atributos do relevo, discutidos com base na lei de uso e ocupação do solo, que define que terrenos com declividade acima de 30% tem uso restrito. Os dados de pluviosidade foram correlacionados com os dias de ocorrência de deslizamentos. Os resultados apontaram a existência de 222 pontos como áreas de risco. Da sobreposição desses pontos com a declividade, obteve-se a relação entre áreas de riscos e relevo. De acordo com a lei municipal, 124 pontos estariam em áreas iguais ou acima de 30% de declividade, totalizando 56% das áreas de risco da região urbana. Apesar de vários bairros apresentarem declividades acima de 30%, as áreas de risco estão

relacionadas às ocupações de baixo padrão social. Verificou-se 74% de probabilidade de deslizamento a partir de dados acumulados de chuva de 10 dias, para a precipitação igual ou acima de 150 mm, e 67% de probabilidade de deslizamentos em 15 dias de observações, para chuva igual ou acima de 200 mm. As equações obtidas nas funções lineares podem ser utilizadas pela defesa civil para enviar alerta de deslizamentos.

Palavras-chave: Áreas de risco, uso e ocupação do solo, SIG, erosão, declividade.

Abstract

In recent years, natural disasters such as landslides in urban areas and on highways have intensified and caused deaths and great material damages in Brazil, in this context, this study aimed to analyze the relationship between the occurrence of landslides in Juiz de Fora and daily rainfall of the municipality, as well as from the database of the City Hall / Civil Defense, analyzing the relationship of attributes of the relief of the municipality with the legislation of land use and occupation, in order to discuss the restriction of use when To declivity. it was based on the topographic planialtimetric map. It was used points and polygons risk areas mapped by the Civil Defense. It was performed spatial analysis of risk areas regarding to relief attributes, discussed based on occupation law, which define that land above 30% slope has restricted use. It was also analyzed daily rainfall correlated with the days of the landslides. The results indicate 222 points mapped as risk areas. By overlaying these points with the slope map, it was obtained the relationship between risk areas and relief. According to municipal law, 124 points were in the same or above 30% slope areas, totaling 56% of the urban region risk areas. It was observed that although several neighborhoods present many areas with slopes above 30%, the risk areas are always related to low social status occupations. It is 74% likely to slip from the cumulative rainfall data from 10 days to precipitation above 150 mm, and 67% probability of slips in 15-day observations for rain greater than 200 mm. In conclusion, the accumulated data were representative and the equations obtained in the linear functions can be used for civil defense warning slips, based on previous records.

Keywords: Areas of risk, Landuse, GIS, erosion, declivity.

1. Introdução

Os deslizamentos de terra em áreas urbanas e em rodovias têm se intensificado nos últimos anos no Brasil, em especial, na região sul e sudeste, provocando mortes e grandes prejuízos materiais. Os grandes desastres de deslizamentos de terra ocorridos em Santa Catarina em 2008 e na região serrana do Rio de Janeiro em 2011 têm alçado o tema “Defesa Civil” a nível federal, o que culminou na elaboração do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres (PNGRD), em agosto de 2012. Este Plano buscou analisar as políticas e planos setoriais e nacionais, bem como, experiências em vários estados brasileiros que mostraram resultados importantes na redução de riscos e desastres, quer nos aspectos de deslizamentos, quer nos de inundações (FGV, 2012).

Assim, o estudo do solo em meio a esses processos de deslizamento de terra e erosão torna-se fundamental. As características do meio físico, como geomorfologia, clima, vegetação e solos podem servir como indicadores para o planejamento do uso e ocupação do solo, estabelecendo as áreas de fragilidade ambiental (GOMES, et al., 2012). Esses dados podem ser obtidos a partir de bases cartográficas (geologia, topografia, e outros), imagens de satélite (uso e ocupação do solo) e levantamentos e classificação de solos representativos da área de trabalho (Calil et al., 2012; EMBRAPA, 2013).

Considerando que cada classe de solo indica um potencial de uso ou restrição, os Cambissolos apresentam diferentes graus de erodibilidade a depender da declividade do terreno, teor

de silte e da sua profundidade (VESTENA & KOBAYANA, 2014). No domínio dos “Mares de Morros” o horizonte C tende a ser muito profundo, e há uma desproporção do tamanho do solum e solo, caracterizando o processo de rejuvenescimento do processo pedogeomorfológico deste domínio (REZENDE & RESENDE, 1996). Segundo estes autores nas porções mais íngremes, geralmente com o horizonte C exposto há maior dificuldade de recomposição da cobertura vegetal, devido à deficiência de nutrientes e de água estacional, aumentando os processos erosivos.

O comportamento espacial e temporal das chuvas consiste no fator determinístico para os processos erosivos de deslizamentos de massa de solo em áreas cuja geomorfologia é reconhecidamente de risco, como as áreas íngremes e sem cobertura vegetal (MELLO et al., 2012), predominantemente áreas com solos pouco desenvolvidos, rasos e com exposição do horizonte C.

A utilização de mapas de potencial de erosão visa o subsídio ao zoneamento de áreas de restrição à ocupação. Assim, estudos como o realizado por Costa & Nishiyama (2012) têm sido desenvolvidos relacionando a integração de dados para a caracterização da degradação do solo com a aplicação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Também o cadastro georreferenciado dos eventos históricos de deslizamentos, aliado às características geomorfológicas do local (geologia e declividade) e o uso e ocupação do solo (manchas urbanas), ajudam a definir parâmetros que podem ser utilizados no mapeamento de áreas suscetíveis ao deslizamento (DI MARTIRE et. al., 2012).

Nas últimas décadas, segundo PJF (2004), a cidade de Juiz de Fora tem apresentado uma expansão urbana significativa. A defesa civil registra todos os anos ocorrências de deslizamentos de terra em diversas regiões da cidade, principalmente em época de chuva.

Assim, objetivou-se com o presente trabalho analisar a relação entre a ocorrência de deslizamentos em Juiz de Fora e a pluviometria diária do município, bem como a partir da base de dados da Prefeitura/Defesa Civil, analisar a relação dos atributos do terreno do município com a legislação de uso e ocupação do solo, a fim de discutir a restrição de uso quanto à declividade.

2. Material e Métodos

2.1. Caracterização da Área de Estudo

O município de Juiz de Fora situa-se no Estado de Minas Gerais, na mesorregião da Zona da Mata Mineira. A presença de vales profundos associados a encostas com elevadas declividades, sujeitos a maiores precipitações pluviométricas, características do clima tropical de altitude, constituem os principais fatores que imprimem à região uma dinâmica superficial bastante intensa, com acomodações de solos, enchentes e áreas de deslizamento de terra (PJF, 2004).

Os solos predominantes no município foram os Cambissolos Húmicos, Cambissolos Háplicos, Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos (UFV, 2010).

A legislação municipal que aborda o uso e ocupação do solo é o código de obras do município nº 6908 de 31/04/1986. No capítulo 2 dos requisitos urbanísticos para o parcelamento do solo, é proibida a construção em terrenos com declividade igual ou superior a 30%, com condições geológicas não aconselháveis ou áreas de preservação ecológica em geral, salvo se atendidas exigências específicas formuladas pela prefeitura.

Diversos bairros da cidade apresentam ocupações irregulares, dentre eles o bairro Três Moinhos se destaca, caracteriza-se por apresentar moradias sem infraestrutura básica e distribuídas de maneira irregular. O relevo é montanhoso e há muitos pontos vulneráveis a deslizamentos de terra.

2.2. Dados Utilizados

As variáveis de terreno empregadas neste estudo foram obtidas pelo modelo digital de elevação (MDE), tendo como base a planta topográfica plani-altimétrica com curvas de nível com equidistância de 1 metro, cedida pela Prefeitura de Juiz de Fora, desenvolvida a partir do levantamento aerofotogramétrico realizado no município no ano de 2007. As curvas de nível foram interpoladas utilizando ferramentas do ArcGis 10.1 no módulo Spatial Analyst, com base nas curvas cotadas, hidrografia orientada e limite da região urbana de Juiz de Fora.

Foram utilizados os pontos e polígonos de áreas de risco mapeados pela Defesa Civil.

Os dados foram analisados em ambiente SIG, de forma que pudessem ser realizadas análises espaciais das áreas de risco com relação aos atributos do relevo, discutidos com base no artigo 6º da lei de uso e ocupação do solo inciso III, que define que terrenos com declividade acima de 30% de declividade tem uso restrito.

Também foram analisados os dados de chuva diários obtidos no site do INMET para a cidade de Juiz de Fora correlacionados com os dias de ocorrência de deslizamentos obtidos na defesa civil, os dados foram manipulados em planilha eletrônica do programa Microsoft Excel 07.

3. Resultados e Discussões

3.1. Análise do Mapeamento das Áreas de Risco no Centro Urbano de Juiz de Fora

Existem 222 pontos mapeados como áreas de risco no centro urbano de Juiz de Fora (Figura 1). Por meio da sobreposição desses pontos com o mapa de declividade obteve-se a relação entre áreas de riscos e relevo (Tabela 1).

Mapa de declividade do município de Juiz de Fora - MG

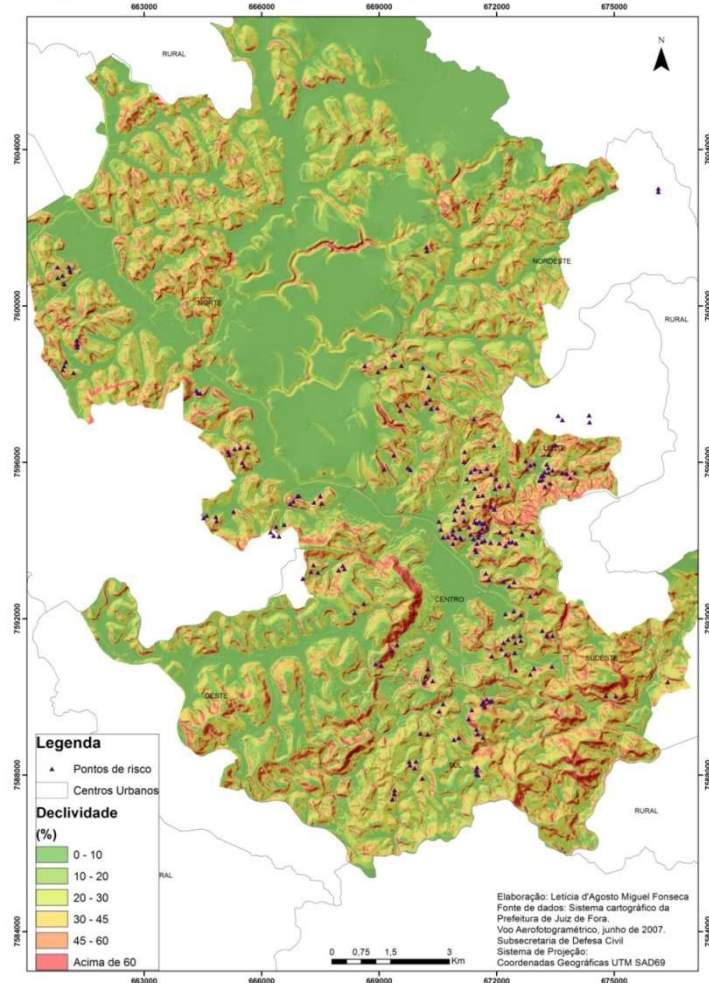


FIGURA 1: Mapa de declividade da área urbana de Juiz de Fora – MG. Fonte: Próprio autor.

De acordo com a lei municipal 124 pontos estariam em áreas iguais ou acima de 30% de declividade, totalizando 56% das áreas de risco da região urbana, como pode ser observado na tabela 1.

TABELA 1

Relação entre o relevo e os pontos mapeados de áreas de riscos da área urbana do município de Juiz de Fora, Minas Gerais

Declividade m m ⁻¹	Relevo aproximado	Pontos mapeados de áreas de risco	%
0 - 10	Plano	20	9
10 – 20	Ondulado	26	12
20 – 30	Forte ondulado	52	23
30 - 45*	Forte ondulado	55	25
45 – 60	Montanhoso	49	22
> 60	Escarpado	20	9

*A linha pontilhada indica áreas que não deveriam ser ocupadas segundo a Lei nº 6.908, salvo se atendidas as exigências específicas formuladas pela prefeitura.

FONTE: Elaborado pelo autor.

A região de planejamento com maior número de pontos mapeados e ocorrências de deslizamento foi Linhares, na zona leste da cidade, com 27 pontos e 256 ocorrências nos últimos oito anos, concentrados nos bairros Três Moinhos e Bom Jardim (Figura 2). Também as regiões vizinhas Santa Rita de Cássia, São Benedito e Grajaú apresentam regiões com grandes áreas de risco mapeadas, e relevo semelhante, com registros de 176, 132 e 200 casos de deslizamentos de terra, respectivamente.

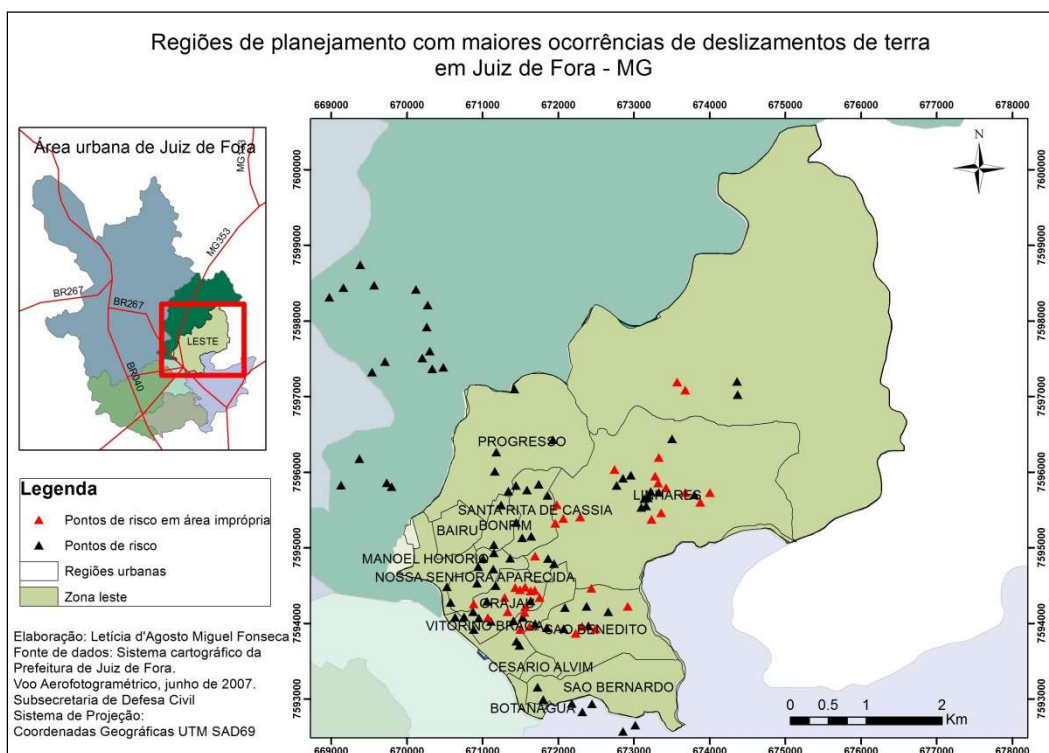


FIGURA 2: Mapa da zona leste da área urbana de Juiz de Fora com destaque para as regiões de planejamento com maiores ocorrências de deslizamentos de terra. Fonte: Próprio autor.

A condição social dos bairros desta região difere significativamente da região central, 60% dos chefes de família ganham até dois salários mínimos, sendo que muitos moradores, em especial do Três Moinhos, vivem de subemprego ou são desempregados.

A crescente ocupação nesta região é preocupante, pois geralmente são ocupações sub-normais, em áreas potenciais de erosão que utilizam água para irrigar as hortas existentes nessa região e com isso ainda podem comprometer a qualidade da água, que abastece a cidade.

As regiões urbanas de Gramma (onde estão os bairros: Nova Suíça, Gramma, Vila Montanha e Recanto dos Lagos) e Graminha (Granjas Betel, Graminha e Granja Santo Antônio) apresentam as maiores áreas em hectares, nas regiões urbanas com declividade acima de 30%, entretanto, Gramma apresentou somente 22 registros e Graminha, 9.

Na região do Bandeirantes foram implantadas ao longo da década de 70 diversos conjuntos habitacionais, estes assentamentos trouxeram infraestrutura e impulsionaram a ocupação do local. Entretanto, houve adensamento e muitas famílias ocuparam áreas impróprias (PJF, 2004).

Existem na atualidade nove pontos de áreas de risco, com registro de 55 ocorrências, associadas ao relevo movimentado, pois as áreas acima de 30% são expressivas neste centro.

A região de Salvaterra, na porção sudoeste do município, também se destaca em áreas com declividade acima de 30%, predominando sítios e chácaras. Os bairros Aeroporto e Cascatina também apresentam áreas expressivas com declividade acima de 30%, ocupando 34% e 26% do território respectivamente, e nenhum ponto de risco mapeado, como observado na figura 1, devido ao alto padrão de ocupação. O índice de rendimento das famílias no Aeroporto é superior a dez salários mínimos.

Bem próximo ao bairro Aeroporto está o bairro Dom Bosco, com padrão socioeconômico baixo, este apresenta um padrão de ocupação bem inferior aos seus vizinhos. Neste bairro foram registradas 32 ocorrências em 2 pontos mapeados.

Observa-se assim, que apesar de várias regiões apresentarem muitas áreas com declividades acima de 30%, as áreas de risco estão sempre relacionadas às ocupações de baixo padrão social, portanto, cabe ao poder público impedir a expansão urbana desordenada e, quando já instalado, prover infraestrutura e condição de moradia para as famílias.

3.2. Relação da Precipitação com os Deslizamentos de Terra

Pode-se observar que entre os anos de 2006 a 2013 em alguns meses, a intensidade de precipitação excedeu a média esperada dada pela normal climatológica (Figura 3), estando estes eventos meteorológicos relacionados com os maiores registros de ocorrências de deslizamentos na região urbana de Juiz de Fora (Figura 4).

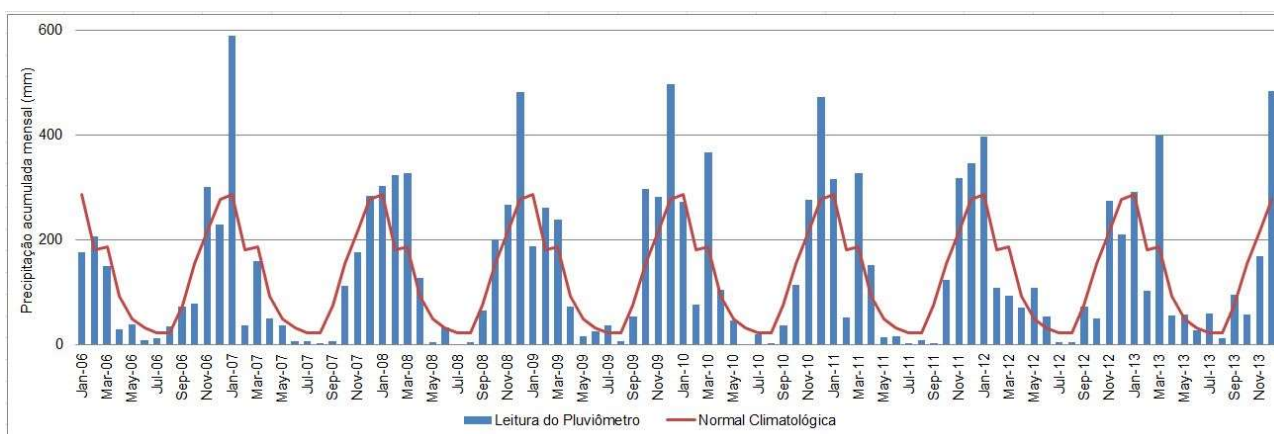


FIGURA 3: Precipitação acumulada mensal nos anos de 2006 a 2013 na cidade de Juiz de Fora, MG. Fonte: Próprio autor.

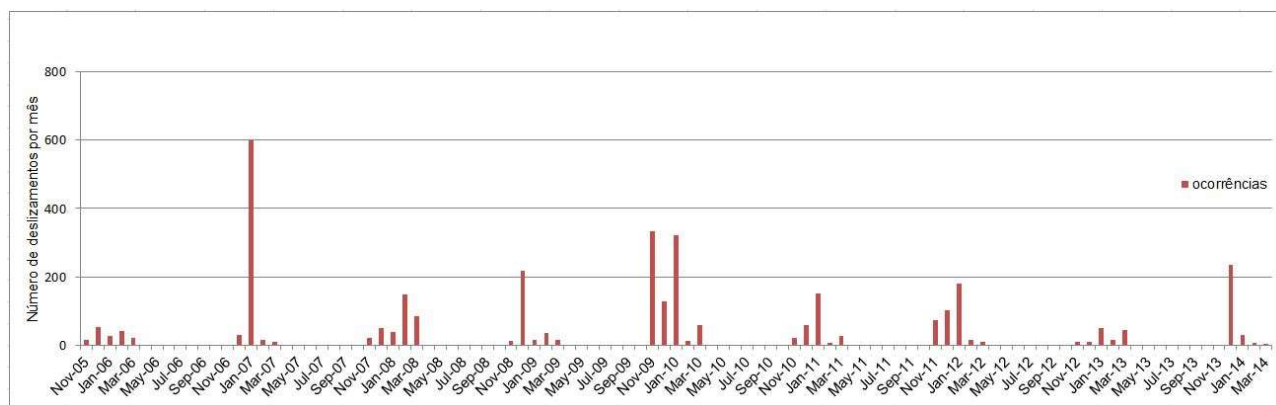


FIGURA 4: Número de ocorrências de deslizamentos por mês ao longo dos anos de 2006 a 2013 na cidade de Juiz de Fora, MG. Fonte: Próprio autor.

Os meses que apresentaram o maior número de ocorrências de deslizamentos de terra (Figura 4) coincidiram com os meses de maior volume de chuvas (Figura 3). O registro de maior impacto foi observado em janeiro de 2007, com 599 ocorrências registradas pela defesa civil, sendo que neste mês o total precipitado foi de 487 mm, enquanto a média esperada para esse mês é de 287 mm.

Em dezembro de 2008 e dezembro de 2013 as chuvas foram semelhantes, acima dos 400 mm (480,6 e 484), e também o número de ocorrências 217 e 235 respectivamente.

Em novembro de 2009 apesar da chuva não muito intensa com 280,8 mm, sendo este valor um pouco acima da média da normal climatológica (219 mm), foram realizados 332 registros, seguido dos meses de dezembro de 2010, que apresentou um evento de chuva intensa bem acima da média, 511 mm, com 127 ocorrências, e janeiro de 2011 com 299 mm, sendo esta última pouco acima da média com 322 ocorrências. Estes deslizamentos estão associados ao período chuvoso a partir do mês de novembro e, portanto, à saturação do solo, que implica em menor estabilidade e resistência do mesmo.

Os dados de chuva diários evidenciam que existe um padrão de ocorrência dos deslizamentos, no qual há 82% de chance de ocorrência de deslizamento quando a precipitação diária supera os 50 mm, embora tenham sido registradas apenas 37% das ocorrências a partir desta observação (Figura 5).

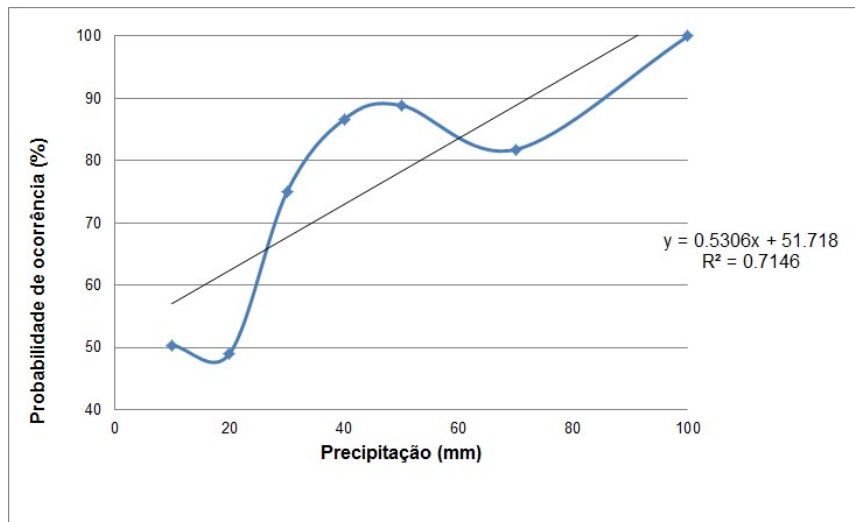


FIGURA 5: Relação da probabilidade de deslizamento com a precipitação diária. Fonte: Próprio autor.

O evento de chuva diário superior a 100 mm apresenta 100% de probabilidade de haver ocorrência de deslizamento, apesar de eventos de chuva com esse volume no intervalo de tempo de um dia serem pouco comuns, foram registrados 10% dos deslizamentos na cidade quando o evento de precipitação foi igual ou superior a 100 mm, ou seja, dentre as 3.305 ocorrências registradas nos últimos sete anos, aproximadamente 33 casos foram relacionados a ocorrências de eventos de chuvas diárias intensas (Figura 6).

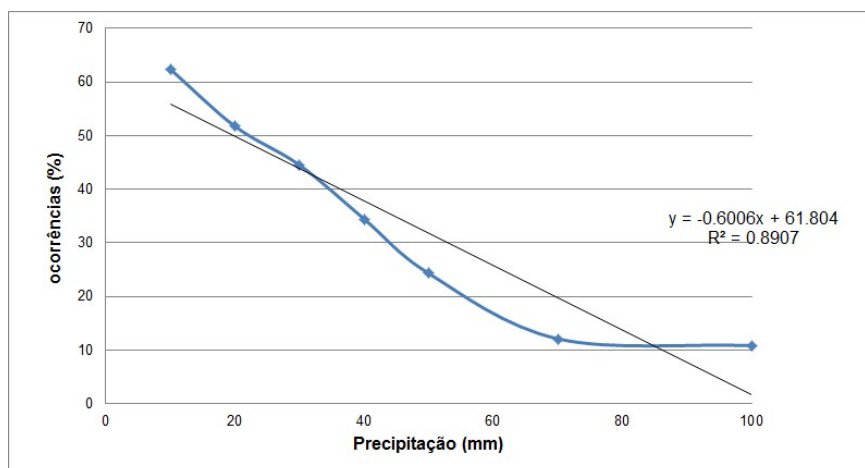


FIGURA 6: Relação dos deslizamentos registrados com a precipitação diária. Fonte: Próprio autor.

Também, houveram casos de registros de deslizamentos em dias que choveu pouco, pois estes estão associados às precipitações acumuladas. Sendo assim, verificou-se a probabilidade de ocorrência de deslizamentos com relação à intensidade de precipitação diária e também acumulada.

Os dados de chuva acumulada são mais significativos, uma vez que, ao aumentar o volume de chuva, cresce a probabilidade de ocorrência, trata-se, portanto, de uma função linear (Figuras 7).

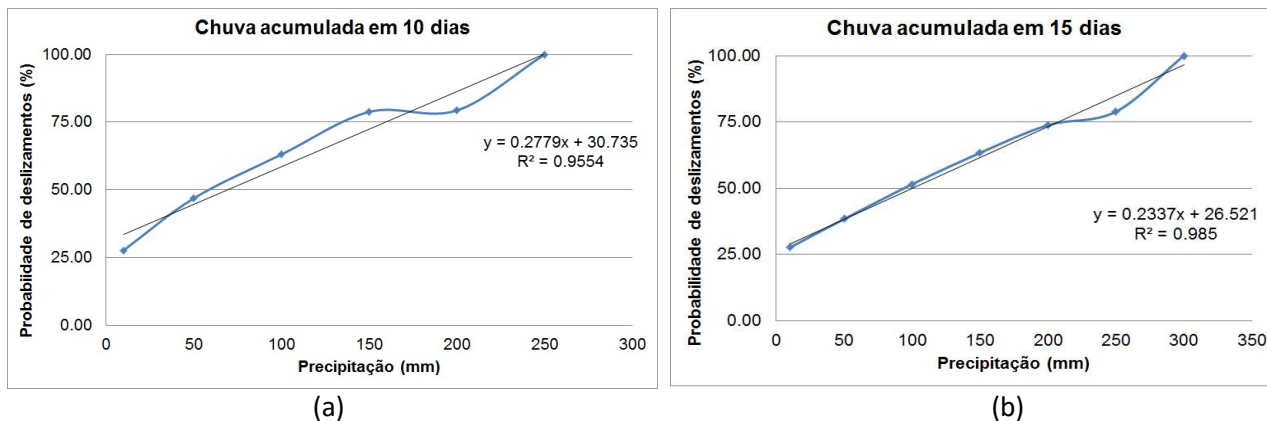


FIGURA 7: Relação da probabilidade de deslizamento com a precipitação acumulada a) em 10 dias e b) em 15 dias. Fonte: Próprio autor.

Verifica-se 74% de probabilidade de deslizamento a partir de dados acumulados de chuva de 10 dias para a precipitação igual ou acima de 150 mm.

Os dados acumulados de chuva igual ou acima de 200 mm em 15 dias de observações resultaram em 67% de probabilidade de ocorrências.

Mesmo considerando a ocorrência de chuvas dentro da normal climatológica, sem eventos extremos de chuvas intensas, a probabilidade de ocorrência para os meses mais chuvosos é sempre elevada. Considerando que ocorram chuvas uniformes, os dados mensais da normal climatológica foram divididos por três e dois, os valores foram adotados como chuvas acumuladas em 10 e 15 dias respectivamente (Tabela 2). Esses dados foram comparados com os percentuais de probabilidade de deslizamentos para essas chuvas acumuladas encontrados a partir das equações da reta nas figuras 7 a e b.

TABELA 2
Dados da Normal climatológica

Meses	Normal climatológica	Chuva acumulada	
		10 dias	15 dias
-----mm-----			
Janeiro	287	96	143
Fevereiro	181	60	91
Março	186	62	93
Abril	93	31	46
Maiο	49	16	24
Junho	32	11	16

Julho	23	8	12
Agosto	22	7	11
Setembro	76	25	38
Outubro	155	52	78
Novembro	216	72	108
Dezembro	277	92	139

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Pode ser observado na Tabela 2 que para o mês de janeiro, é esperado um acumulado de 96 mm em 10 dias, concentrando 77% das ocorrências, em fevereiro espera-se 60 mm, este acumulado soma 91% das ocorrências. Em janeiro considerando o acumulado de 15 dias, espera-se a soma de chuva de 143 mm, a partir deste valor, verificou-se a concentração de 74% das ocorrências, em fevereiro para este mesmo período de chuva acumulada espera-se um total de chuva de 90 mm, concentrando 89% dos deslizamentos.

Considerando a equação da reta da figura 7a, para um evento de chuva acumulada de 10 dias, a normal indica 50% de probabilidade de ocorrências no mês de novembro, 56% em dezembro, 57% para o mês de janeiro e 47% em fevereiro.

Para a chuva acumulada de 15 dias, a probabilidade de ocorrência em novembro é de 60%, dezembro 69%, janeiro 70% e fevereiro 56%. Esses dados revelam que a região deve permanecer sob constante alerta de deslizamento em épocas chuvosas, essa probabilidade de ocorrência foi calculada segundo a equação da reta da figura 7b.

A chuva acumulada esperada para 10 dias consecutivos considerando a normal climatológica para o mês de dezembro é de 92 mm, observando o gráfico de chuva versus percentual de ocorrências registradas (Figura 8a), e utilizando a equação da reta para o cálculo do percentual, há 79% dos deslizamentos no município, bem como neste mês o acumulado para 15 dias esperado é de 138 mm (Figura 8b), e observando-se o gráfico, verifica-se que a concentração de 75% das ocorrências de deslizamentos ocorrem quando se apresentam estas condições.

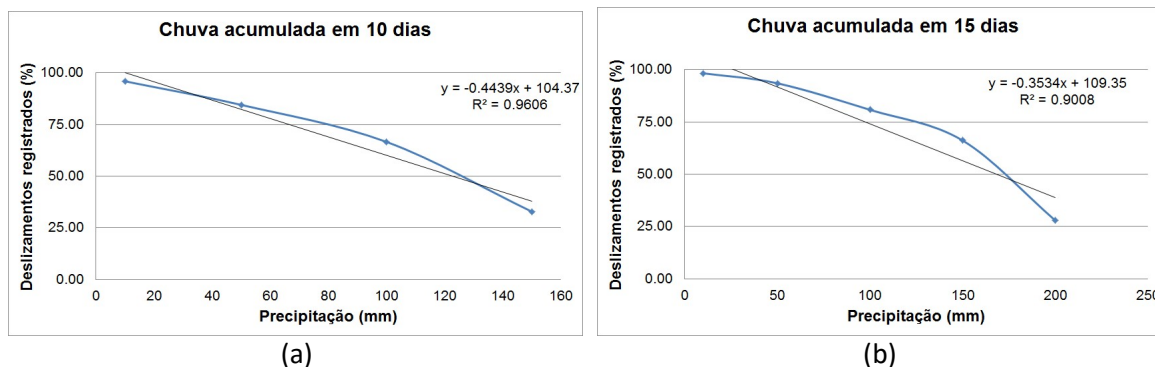


FIGURA 8: Ocorrências de deslizamentos registrados no município x precipitação acumulada a) em 10 dias, e b) em 15 dias. Fonte: Próprio autor.

4. Conclusões

Os deslizamentos estão fortemente associados a estação chuvosa da região. Observou-se que os meses com maior volume de chuvas são os meses com maior número de ocorrências de deslizamentos de terra nas áreas de risco de Juiz de Fora. Sendo assim, a ocorrência de chuvas acima da média normal do período (normal climatológica) aumenta o risco de deslizamentos.

Analisando eventos diários de chuva, a probabilidade de ocorrências de deslizamentos é de 80% quando a precipitação diária supera 50 mm. Já os dados acumulados, evidenciam que há 74% de probabilidade de deslizamento para uma chuva acumulada em 150 mm no período de 10 dias.

As análises de probabilidade de deslizamento com base nas chuvas diárias e acumuladas podem servir de base para a defesa civil, compondo mais uma fonte de alerta a partir da série histórica do município, salientando a questão da saturação do solo.

Em relação à localização das áreas de risco, aquelas ocupadas com declividade acima de 30%, ou seja, que estão em áreas impróprias para moradias segundo a lei municipal de uso e ocupação do solo totalizam 56% das áreas de risco da cidade, e são ocupadas por famílias classificadas como de baixo padrão social.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Viçosa e à CAPES

Referências

- CALIL, P. M.; OLIVEIRA, L. F. C.; KLIEMAN, H. J.; OLIVEIRA, V. A. **Caracterização geomorfométrica e do uso do solo da bacia hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás.** R. Bras. Eng. Agri. Ambiental. Campina Grande. v.16. n.4. p.433 - 442, 2012.
- CATEN, A. T. DALMOLIN, R. S. D. **Geoprocessamento como aliado da pedologia.** Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 39, p 32 - 35, 2014.
- COSTA, R. A.; NISHIYAMA, L. **Zoneamento ambiental das áreas urbana e de expansão urbana de Caldas Novas (GO):** uma contribuição metodológica. RAEGA. Curitiba. v.25, p. 343 - 372. 2012.
- Di MARTIRE, D. ROSA, M. De., PESCE, V. SANTANGELO, M. A. CALCATERRA, D. **Landslide hazard and land management in high-density urban areas of Campania region, Italy.** Nat. Hazards Earth Syst. Sci., v.12, p.905-926, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 3ª ed. Ver. ampl. Brasília, DF. 2013. 353p.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Plano Nacional de Gestão de Riscos e Desastres – PNGRD.** Diagnóstico outubro de 2012.
- GOMES, M. A. LANI, J. J. COSTA, L. M. PONTES, L. M. FIGUEIREDO, N. A. BARDALES, N. G. **Solos, manejo e aspectos hidrológicos na bacia hidrográfica do Araújos, Viçosa – MG.** Rev. Árvore. Viçosa-MG, v.36, n.1, p. 93 – 102, 2012.
- JUIZ DE FORA. Prefeitura Municipal. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora. Juiz de Fora: FUNALFA Edições, 2004, 394p.

MELLO, C. R.; VIOLA, M. R.; CURI, N.; SILVA, A. M. **Distribuição espacial da precipitação e da erosividade da chuva mensal e anual no estado do Espírito Santo.** R. Bras. Ci. Solo. 36: 1878 – 1891, 2012.

REZENDE, S.B. & RESENDE, M. Solos dos Mares de Morros: Ocupação e uso. In: ALVAREZ V.,V.H.; FONTES, L.E.F. & FONTES, M.P.F. **Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável.** Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p.261-289.

Universidade Federal de Viçosa; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; Universidade Federal de Lavras; Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais:** Legenda expandida. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 49p, 2010.

VESTENA, L. R. KOBIYAMA, M. **Identificação e mapeamento dos processos erosivos na bacia hidrográfica do rio caeté, no município de Alfredo Wagner/SC.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v.15, n.1, (Jan-mar) p.23-33, 2014.