

MOVIMENTOS DE MASSA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO
YUNG – JUIZ DE FORA/MG: INTERPRETAÇÕES A PARTIR DA UTILIZAÇÃO
DO MODELO SINMAP

**MOVIMENTOS DE MASSA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO
YUNG – JUIZ DE FORA/MG: INTERPRETAÇÕES A PARTIR DA
UTILIZAÇÃO DO MODELO SINMAP**

Menon Júnior, W.¹; Zaidan, R.T.²;

¹UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Email:waltencirjunior@hotmail.com; ²UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE
FORA *Email:ricardo.zaidan@ufjf.edu.br*;

RESUMO:

Os movimentos de massa são uma das causas mais frequentes de perdas humanas e econômicas em todo o mundo. A Bacia Hidrográfica do Yung, localizada na cidade de Juiz de Fora - MG (Brasil), é uma bacia que tem uma grande recorrência destes processos físicos. Desde o início da década de 1970, estudos têm sido focados na construção de modelos para prever essas mudanças no relevo. Dentre as metodologias de previsão, o modelo SINMAP mostrou ser uma ferramenta válida nesta bacia hidrográfica estudada.

PALAVRAS CHAVES:

Modelo SINMAP; Movimentos de Massa; Bacia do Yung

ABSTRACT:

Landslides are one of the most frequent causes of human and economic losses around the world. The Yung's Watershed is located in the city of Juiz de Fora - MG (Brazil), is a Watershed that has a higher recurrence of these physical processes. Since the early 1970s, studies have been focused on the construction of models to predict these changes in relief. Among forecasting methodologies for this type of occurrence, the SINMAP model showed to be a valuable tool in this watershed studied.

KEYWORDS:

SINMAP model; Landslides; Yung's Watershed

INTRODUÇÃO:

Os movimentos de massa constituem uma das causas mais frequentes de perdas humanas e econômicas ao redor do mundo. A ameaça de ocorrência destes eventos tem sido objeto de estudo para diversos pesquisadores da comunidade científica (HIGHLAND & BOBROWSKY, 2008; ARISTIZÁBAL, et. al., 2010). No Brasil,

MOVIMENTOS DE MASSA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO YUNG – JUIZ DE FORA/MG: INTERPRETAÇÕES A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DO MODELO SINMAP

grandes desastres estão associados aos movimentos de massa nas encostas e é no domínio de “mares de morros” onde ocorre a maior parte destes eventos dentre todo o território brasileiro. Isto é devido à decomposição das rochas cristalinas, as quais tornam o meio físico complexo e difícil em relação às construções e ações humanas (FERNANDES & AMARAL, 1996; AB’SÁBER, 2012). Diante disso, desde o final dos anos 1960 e início de 1970, estudos têm sido direcionados para o desenvolvimento de modelos capazes de prever mudanças de curto prazo nas formas de relevo. Na Geografia Física, a geomorfologia é uma das vertentes de estudo que tem mais se apropriado dessa forma de análise (HUGETT, 2007). A previsão possibilita o prognóstico e subsidia a minimização dos impactos negativos. Dentre diversos modelos matemáticos utilizados no meio acadêmico, o SINMAP (Stability INdex MAPping - Mapeamento de índice de estabilidade), elaborado por Pack (2005) têm mostrado um grande acerto nos resultados obtidos. Dentre as 156 bacias hidrográficas que compõem a drenagem do município de Juiz de Fora, a bacia escolhida para este estudo é a Bacia Hidrográfica do Córrego do Yung (BHCY) contida na bacia do médio Paraibuna, que, por sua vez, pertence à bacia do rio Paraíba do Sul. Esta unidade de análise ambiental é aquela que possui o maior número de ocorrência dos movimentos de massa na cidade, isto é notável no trabalho de outros autores que investigaram este tipo de processo (ZAIDAN, 2009; FARIA, 2013). Assim, o objetivo central deste trabalho é analisar a distribuição espacial dos movimentos de massa na BHCY, a partir da aplicação de modelo matemático de previsão SINMAP.

MATERIAL

E

MÉTODOS:

A metodologia SINMAP (Stability INdex MAPping - Mapeamento de índice de estabilidade), desenvolvida por Pack (1998) é um modelo análogo abstrato, matemático-estocástico, de base física, baseado no modelo do talude infinito (por exemplo, Hammond et al, 1992;. Montgomery e Dietrich, 1994) que busca equilibrar os componentes desestabilizadores da gravidade, devolvendo os componentes de atrito e coesão sobre um plano de ruptura paralelo à superfície do solo. E, integra em sua análise, o Índice Topográfico de Umidade, ou seja, a partir dessa combinação há a definição do Índice de Estabilidade (IE). Para a aplicação da metodologia em ambiente GIS, foi utilizado o módulo SINMAP 2.0 para ArcGIS 9.3. A cerca dos parâmetros de entrada utilizados, aqueles que subsidiaram a aplicação do modelo são: 1 - DEM (Digital Elevation Model) da Bacia do Yung: Gerado a partir do modelo topográfico de perfilhamento à Laser - o Light Detection and Ranging (LiDAR) no intervalo de coordenadas 670500/670000E e 7593000/7602000N sistema UTM (Universal Transverso de Mercator), referenciado no DATUM SAD69 (South American Datum) com resolução espacial de 2m x 2m, cedido pela defesa civil - PJJ; 2 - Dados das propriedades físicas, hidrológicas, e do solo (parâmetros geotécnicos e hidrológicos): Baseados em bibliografias que registraram episódios de Movimentos de Massa e em locais de condições ambientais próximas à da BHCY, para tais parâmetros foram utilizados os trabalhos de RADAMBRASIL (1983), Carvalho (1989), Ferreira et. al. (1999), Guimarães (2000), Lopes et. al. (2007). 3 – Pontos de Cicatrizes de Escorregamentos: Para a validação do modelo na BHCY, foram inseridos os pontos das cicatrizes mapeados por Faria (2013). Tal trabalho teve em seu total mapeado um

MOVIMENTOS DE MASSA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO YUNG – JUIZ DE FORA/MG: INTERPRETAÇÕES A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DO MODELO SINMAP

número de 79 cicatrizes, que estão divididas em 3 tipos: 42 Induzidos, 32 Naturais e 05 duvidosos (Natural - origem a partir de causas naturais, Induzido - origem antrópica, Duvidoso - pode ser causado por origem antrópica ou natural).

RESULTADOS

E

DISCUSSÃO:

O resultado final foi o mapa de estabilidade de encostas. Nele, de acordo com a metodologia proposta por Pack (1998), estão presentes as 6 classes de estabilidade, que, de acordo com a tabela, parte da menos estável até a mais estável, são elas: Stable, Moderately Stable, Quase-Stable, Lower Threshold, Upper Threshold e Defended. As três primeiras citadas correspondem às classes de maior estabilidade, e as três últimas são designadas aquelas de maior instabilidade. Portanto, a seguir estão os valores tabelados, e o respectivo mapa de instabilidade correspondente. A partir da análise dos dados da tabela e da análise do mapa, destaca-se que 78,57% da área total da bacia, ou 15,24km² da bacia possui parcial estabilidade ou plena estabilidade, de acordo com o modelo, sendo que 51,17% ou 9,93km² da área total da bacia corresponde à áreas de completa estabilidade (Stable), onde foram encontrados duas cicatrizes de escorregamentos, referentes à cortes de taludes de origem antrópica. Diante disso, a área cai drasticamente para a classe moderadamente estável (Moderately Stable), sendo apenas 12,05% ou 2,34km² da área total, nesta estão situados três cicatrizes de escorregamentos, os quais têm os mesmos fatores de origem da classe Stable. No que tange as áreas quase estáveis (Quasi-Stable), passa para 15,35% ou 2,97km² da área total da Bacia do Yung, nesta classe fica evidente uma transição de estabilidade, pois os números de cicatrizes de escorregamentos aumentaram, ou seja, um total de seis (6) para esta área, estes já possuem, além da origem antrópica, causas naturais de ocorrência. Diante dos dados, pouco mais de 21% da área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Yung, ou 4,16km² do total são consideradas áreas de baixa, alta e altíssima instabilidade, segundo o modelo SINMAP. Desse total de áreas instáveis 8,32% ou 1,62km² estão no limiar inferior de instabilidade (Lower Threshold), significando que o número de cicatrizes de escorregamentos situados nesta classe foram o total de três, que são de origem induzida, ou seja, além do fator de instabilidade, a ocupação humana afetou na indução deste processo. Diante disso, os valores do limiar superior de instabilidade (Upper Threshold) são de 5,56% da área total da bacia, ou 1,08km² respectivamente, na qual duas cicatrizes de escorregamentos foram classificadas neste índice e são de origem duvidosa, ou seja, pode ser um evento causado tanto pela instabilidade natural da área, quanto à própria ocupação humana no local. O percentual de 7,55% corresponde à área de completa instabilidade (Defended) da Bacia do Yung, isso gira em torno de 1,46km² da área total. Nesta é importante ressaltar que foi aquela classe onde mais se encontraram cicatrizes de escorregamentos, um total de 62 (78,35% do total), isso gira em torno de uma cicatriz de escorregamento a cada 0,024km² da classe Defended. Em geral, isto indica que não é somente a questão do material e os processos envolvidos que causam os movimentos de massa na bacia, o fator antrópico é considerável neste aspecto, pois das setenta e nove cicatrizes encontradas, quarenta e duas são induzidas (53,17% do total). Portanto, associados às áreas de instabilidade é somado a grande quantidade de ocupações residenciais irregulares, as quais possibilitam que estes eventos de movimentos de massa se tornem cada vez mais recorrentes. Além

MOVIMENTOS DE MASSA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO YUNG – JUIZ DE FORA/MG: INTERPRETAÇÕES A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DO MODELO SINMAP

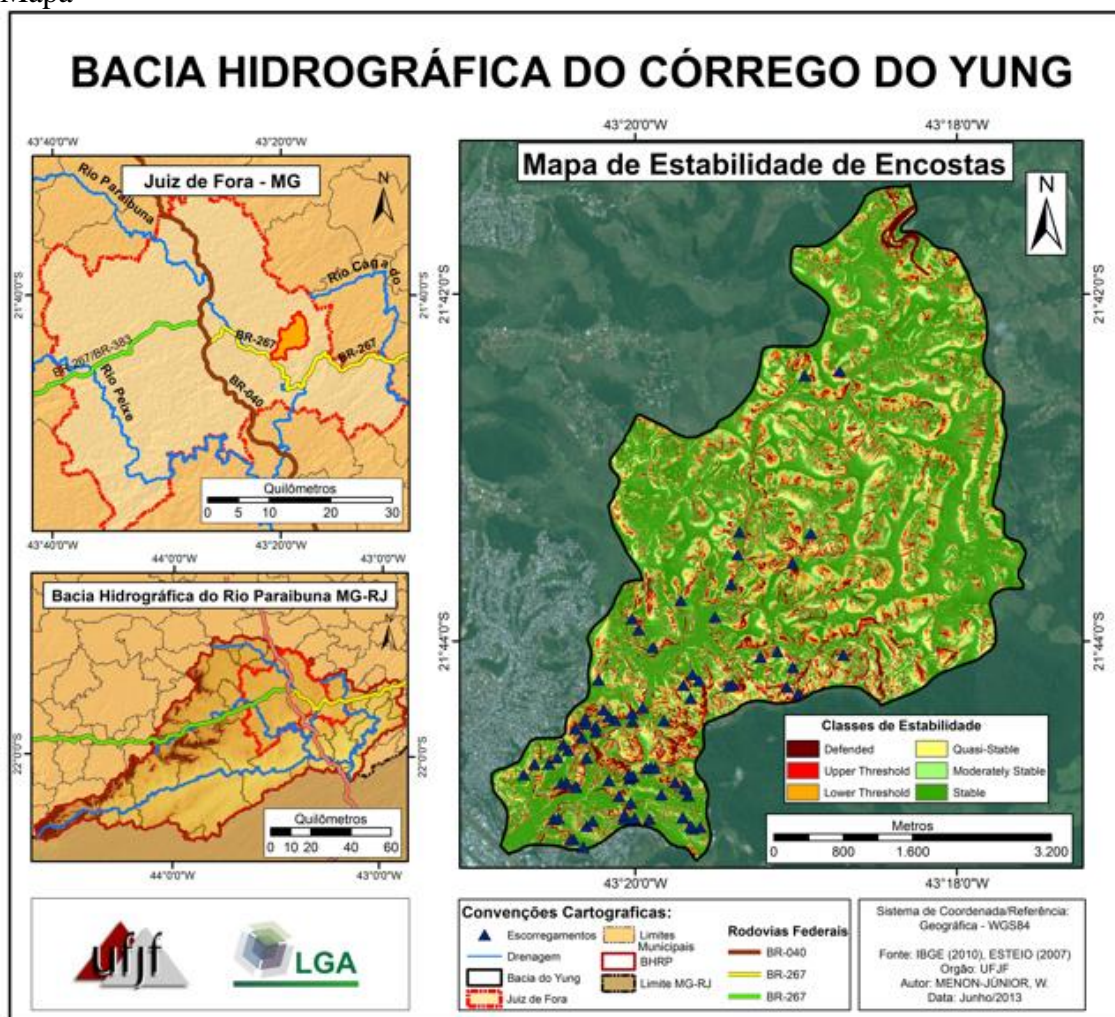
disso, as parcelas de áreas mais instáveis correspondem aquelas onde a declividade é maior do que nas demais áreas.

Tabela

Classes	Área (km ²)	Área (%)	Número de Cicatrizes
Defended	1,46	7,55	62
Upper Threshold	1,08	5,56	4
Lower Threshold	1,62	8,32	2
Quasi-Stable	2,97	15,35	6
Moderately Stable	2,34	12,05	3
Stable	9,93	51,17	2
Total	19,4	100	79

Classes de Estabilidade e respectivos valores encontrados na BHCY

Mapa



Mapa de Estabilidade de Encostas da Bacia do Yung e respectivas cicatrizes de escorregamento.

MOVIMENTOS DE MASSA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO YUNG – JUIZ DE FORA/MG: INTERPRETAÇÕES A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DO MODELO SINMAP

CONSIDERAÇÕES

Através do mapa de estabilidade foi possível evidenciar os locais com maiores susceptibilidades à ocorrência de movimentos de massa na Bacia do Yung e estimar quais são as áreas mais vulneráveis a esse tipo de evento, mostrando como o modelo SINMAP é uma ferramenta útil no estudo da dinâmica destes processos, mesmo que os dados geotécnicos e hidrológicos tenham sido adaptados à essa. Apesar da limitação de resolução espacial para a operação do modelo SINMAP - o qual somente permite uma entrada de um MDE de 8000x8000 pixels, a BHCY apresentou 86% de acertos para área, mostrando um bom resultado para esse tipo de modelo, sendo que 78,5% das cicatrizes encontram-se em áreas de máxima instabilidade (Defended). A carência de dados compatíveis de inserção para o modelo, a partir da região de estudo é latente. Em trabalhos futuros recomenda-se que sejam feitas análises dos parâmetros, visando um melhor resultado e melhor adequação com a área de estudo.

FINAIS:

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos ao CNPq e à PROPESQ/Universidade Federal de Juiz de Fora pela concessão da bolsa de IC, que auxiliou na execução deste projeto.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas. 7ªed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2012. 158p.
- ARISTIZÁBAL, E.; MARTÍNEZ, H.; VÉLEZ, J. I. Una Revisión Sobre El Estudio De Movimientos En Masa Detonados Por Lluvias. Rev. Acad. Colomb. Cienc, v. 24, n.131, 2010. p.209-227.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL, 1983. Folhas SF. 23/24 Rio de Janeiro/Vitória. Pedologia. Rio de Janeiro: DNPM, v.32.
- CARVALHO, C. S. Estudo da Infiltração em Encostas de Solos Insaturados na Serra do Mar. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1989. 140p.
- FARIA, R. L. Zoneamento da Suceptibilidade à Ocorrência de Escorregamentos na Bacia Hidrográfica do Córrego do Yung Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.
- FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURI, N.; Influência da Mineralogia da Fração Argila nas Propriedades Físicas de Latossolos da Região Sudeste do Brasil. Rev. Bras. Ci. Solo, v. 23 n.3, 1999. P. 515-524
- FERNANDES, N. F. e AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (Ed.). Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro 1996. p.123-194.
- GUIMARÃES, R. F. Utilização de um Modelo de Previsão de Áreas Susceptíveis a Escorregamentos Rasos com Controle Topográfico: Adequação e Calibração em Duas Bacias de Drenagem. 2000. p. 150. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- HIGHLAND, L.M.; BOBROWSKY, P. The landslide handbook - A guide to understanding landslides. Reston, Virginia: U.S. Geological Survey Circular 1325, 2008. 129 p.

MOVIMENTOS DE MASSA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO
YUNG – JUIZ DE FORA/MG: INTERPRETAÇÕES A PARTIR DA UTILIZAÇÃO
DO MODELO SINMAP

- HUGETT, R. J. Fundamentals of Geomorphology. 2ª ed. New York: Routledge, 2007. 466p.
- LOPES, E. S. S.; RIEDEL, P. S.; BENTZ, C. M.; FERREIRA, M. V. Calibração e Validação do Índice de Estabilidade de Encostas com inventário de escorregamentos naturais na Bacia do Rio da Onça na região da Serra de Cubatão, SP. Geociências, v. 26 n.1, 2007. P. 83-95
- PACK, R. T.; TARBOTON, D. G.; GOODWIN, C. N. "The SINMAP Approach to Terrain Stability Mapping" Paper Submitted to 8th Congress of the International Association of Engineering Geology, Vancouver, British Columbia, Canada 21-25 September 1998.
- PACK, R. T., TARBOTON D. G., GOODWIN C. N., PRASAD, A. "SINMAP user's manual", 2005.
- PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. Plano Diretor de Desenvolvimento de Juiz de Fora - Diagnóstico. Juiz de Fora, 2004.
- ZAIDAN, R. T. Zoneamento de Susceptibilidade a Escorregamentos em Encostas Aplicado à Bacia de Drenagem Urbana do Córrego do Independência – Juiz de Fora/MG. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.10, n.2, 2009. p.57-76.