

ANÁLISE DE RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA EM JUIZ DE FORA – MG ATRAVÉS DO MÉTODO DA ÁRVORE DE FALHAS

Risk analysis to mass movements in Juiz de Fora town– MG state, Brazil, through the method of fault tree

Analyse des risques liés aux mouvements de masse à Juiz de Fora – MG en utilisant la méthode FTA

Rafaela Teixeira Paula¹
Geraldo César Rocha²

RESUMO:

O Brasil não apresenta uma cultura de segurança, sendo vulnerável a diversos tipos de riscos. Risco é a possibilidade de um evento indesejável acontecer e é classificado em individual, social, financeiro e ambiental. Movimentos de massa são fenômenos naturais que modelam a paisagem provocando o deslocamento coletivo de sedimentos. O risco a esse evento é do tipo ambiental. Objetiva-se fazer uma análise de risco a movimento de massa em Juiz de Fora - MG, pelo método de análise da Árvore de Falhas, buscando expor as causas deste evento. Foram encontradas 7 causas: diminuição dos parâmetros de resistência, estruturas geológicas desfavoráveis, perturbações geológicas, hídricas e antrópicas e ausência de vegetação, além da ação da gravidade. Os movimentos de massa são processos naturais, mas a sociedade pode potencializá-los. O método utilizado é indicado por permitir a visualização e, assim, a atuação adequada em medidas de prevenção.

Palavras-chave: Risco. Movimento de Massa. Prevenção.

ABSTRACT:

Brazil does not have a safety culture and is vulnerable to various types of risks. Risk is the possibility of an undesirable event to occur, and it is classified as individual, social, financial or environmental. Mass movements are natural phenomena that shape the landscape, causing the collective displacement of sediments; this kind of event is environmental. The goal of this work is to make a risk analysis to mass movements in Juiz de Fora town, - MG state, in Brazil, by using the Fault Tree analysis method, seeking to find the causes of this event. Seven possible causes were found: decreased resistance parameters,; unfavorable geological structures,; geological, water and anthropogenic disturbances and absence of vegetation, in addition to the action of gravity. Mass movements are natural processes, but society can enhance it. The used method is indicated by allowing the visualization and, thus, to apply the appropriate action in prevention measures.

Keywords: Risk; Mass Movements; Prevention.

RÉSUMÉ:

Brésil n'a pas de culture de la sécurité et est vulnérable à divers types de risques. Le risque est la possibilité qu'un événement indésirable se produise et il est classé comme individuel, social, financier ou environnemental. Les mouvements de masse sont des phénomènes naturels qui modèlent le paysage et entraînent le déplacement collectif des sédiments. Le risque pour cet événement est environnemental. Le but de ce travail est de faire une analyse des risques liés aux mouvements de masse à la ville de Juiz de Fora - MG, au Brésil, en utilisant la méthode d'analyse de l'arbre de défaut, en cherchant à exposer les causes de cet événement. Sept causes possibles ont été trouvées: diminution des paramètres de résistance, structures géologiques défavorables, perturbations géologiques, hydriques et anthropiques et absence de végétation, en plus de l'action de la gravité. Les mouvements de masse sont des processus naturels, mais la société peut les augmenter. La méthode utilisée est

¹Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF. rafatpaula@hotmail.com

²Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF. geraldo.rocha@ufjf.edu.br

PAULA, R. T; ROCHA, G. C.

indiquée en permettant la visualisation et, par conséquent, l'action appropriée dans les mesures de prévention.

Mots-Clés: Risque; Mouvement de Masse; Prevention.

1 INTRODUÇÃO

Toda a sociedade vive constantemente sob riscos, dos mais variados tipos. Alguns países conseguem melhor identificá-los e realizar medidas de prevenção a estes riscos. Outros já não conseguem fazer esse apontamento para, então, atuar sob os riscos a que estão sujeitos ou “preferem” trabalhar quando estes já aconteceram, no momento em que já se tornaram um evento. Segundo Rocha (2006), em países como o Brasil ainda não existe uma cultura de segurança. Por este motivo, estamos em maior risco, propensos e vulneráveis a acidentes de cunho natural, tecnológico e social.

Para diminuir os riscos a que estamos sujeitos, pode-se recorrer a padrões de análise, avaliação e gerenciamento de riscos, que se baseiam principalmente na prevenção e preparação para os riscos. Dessa forma, os riscos podem ser identificados, avaliados e quantificados (OLIVEIRA, 2004).

Este trabalho tratará do risco a movimento de massa em Juiz de fora, cidade localizada na zona da mata em Minas Gerais, tendo como objetivo fazer uma análise de risco a movimento de massa em Juiz de Fora - MG, através do método de análise de risco da Árvore de Falhas, buscando expor as principais causas deste evento na cidade.

1.1 Risco

Em suma pode-se considerar que o risco é a possibilidade de um evento indesejável acontecer. Rocha (2006) conceitua risco como combinação de frequência e consequência de eventos indesejáveis, envolvendo perda, sendo a frequência o número de ocorrências por unidade de tempo e a consequência o impacto de um acidente nas pessoas ou no ambiente. Ruppenthal (2013, p.26) considera o risco como “a possibilidade de um evento adverso possa afetar negativamente a capacidade de uma organização para alcançar seus objetivos.” Keaton & Eckhoff (1989) entendem risco como a exposição de alguma coisa a uma situação de perigo.

Análise de Risco é o estudo prévio de possíveis riscos. Oliveira (2004 p.72) considera Análise de Risco “o conjunto de procedimentos que fazem uso das informações disponíveis para estimar o risco individual ou de uma população, de propriedades, ou ao meio-ambiente, a partir de situações de risco.” para o mesmo autor avaliação de risco é a interpretação do risco, a comparação com valores de risco aceitáveis, obtidos por julgamento ou por critérios de decisão, e Gerenciamento de Risco é o processo completo de avaliação e controle de risco.

Classificam-se os riscos em individuais, sociais, financeiros e ambientais. Para Rocha (2006), dentre os diversos tipos de riscos, os que apresentam maior potencial de perda e danos ao homem e ao ambiente são os riscos ambientais, que, de acordo com Cerri e Amaral (1998) podem se dividir em classes e subclasses conforme a Figura 1.

PAULA, R. T; ROCHA, G. C.

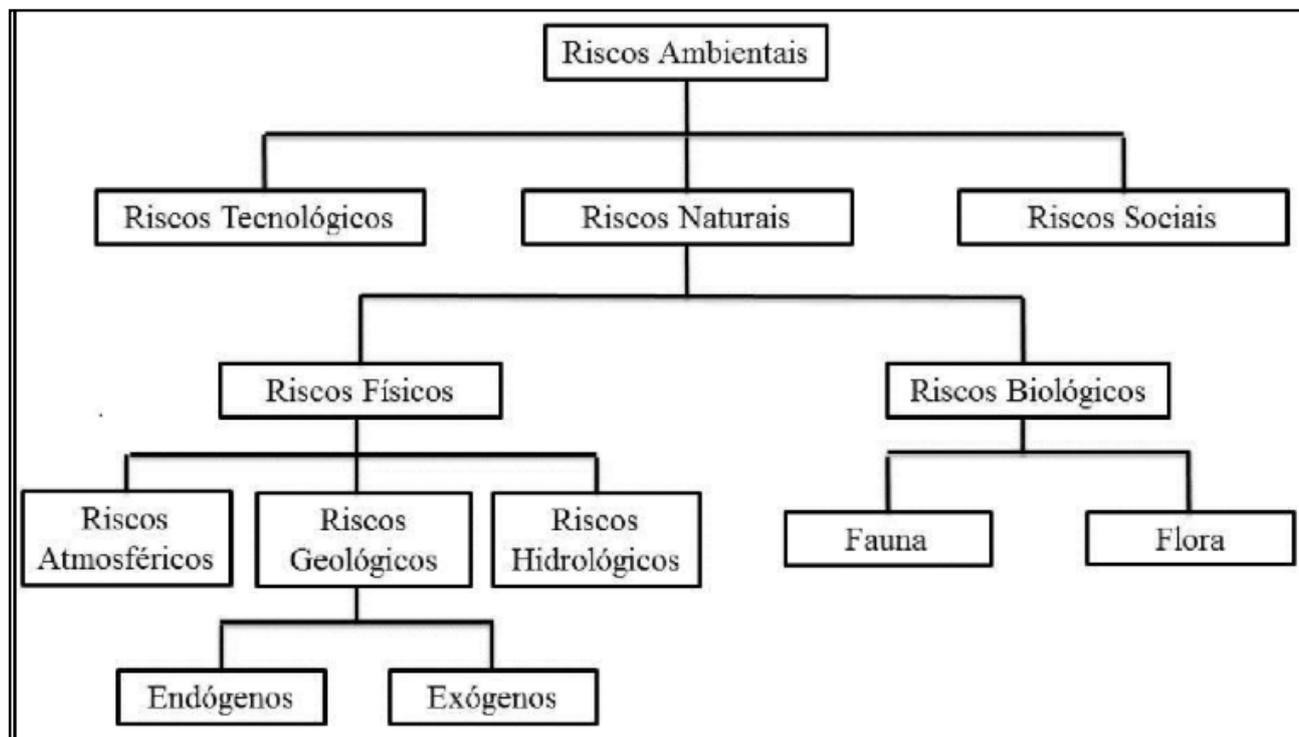


Figura 1: Classificação dos Riscos ambientais. **Fonte:** adaptado de Cerri e Amaral (apud ROCHA 2006, p. 26).

Para estes autores os riscos ambientais dividem-se em riscos tecnológicos, riscos sociais e riscos naturais. Os riscos naturais são os riscos provocados por elementos da natureza, sendo que Cerri e Amaral (apud ROCHA 2006) o subdividem em riscos biológicos e riscos físicos. Os riscos biológicos são os riscos oferecidos pela fauna ou flora, que podem provocar, por exemplo, doenças provenientes de vírus, bactérias e fungos, pragas domésticas, picadas de animais peçonhentos etc. Os riscos físicos são aqueles associados a fenômenos naturais e físicos da natureza, subdivididos também em atmosféricos, geológicos e hidrológicos, como por exemplo, furacões, secas, tempestades; terremotos, tsunamis e atividades vulcânicas; movimentos de massa, erosão entre outros. O risco a movimento de massa é considerado um tipo de risco natural, geológico e exógeno, por ser um risco provocado por fenômenos naturais de cunho geológico-geomorfológico.

1.2 Movimento de massa

Movimentos de massa são fenômenos naturais contínuos da dinâmica externa, que modelam a paisagem da superfície terrestre, provocando o deslocamento coletivo de sedimentos, resultado da atuação da força da gravidade (FERNANDES e AMARAL, 2011). Existem vários tipos de movimento de massa, que envolvem uma pluralidade de materiais, processos e fatores condicionantes (FERNANDES e AMARAL, 2004 apud TORRES et. al, 2012). Guerra e Marçal (2006) definem o movimento de massa como o transporte coletivo de material rochoso e de solo, sendo a ação da gravidade a principal força em atuação, podendo ser potencializado ou não, pela ação da água. Para Bigarella (2007) os movimentos de massa são um dos mais importantes processos modeladores da superfície terrestre,

PAULA, R. T; ROCHA, G. C.

constituindo no deslocamento de solo e rocha vertente abaixo sob influência da gravidade, que sofrem interferência de outros meios ou agentes independentes como a água, gelo ou ar.

Leopold, Wolman e Miller (1964 apud BIGARELLA, 2017) afirmam que as áreas sujeitas a movimentos de massa apresentam as seguintes características: intemperismo profundo de rochas; estruturas sedimentares favoráveis e de litologia variada; presença de argila expansiva; teor elevado de umidade; terremotos; perturbação pela ação de ondas ou de rios.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

Juiz de Fora localiza-se no sudeste do estado de Minas Gerais (Figura 2).

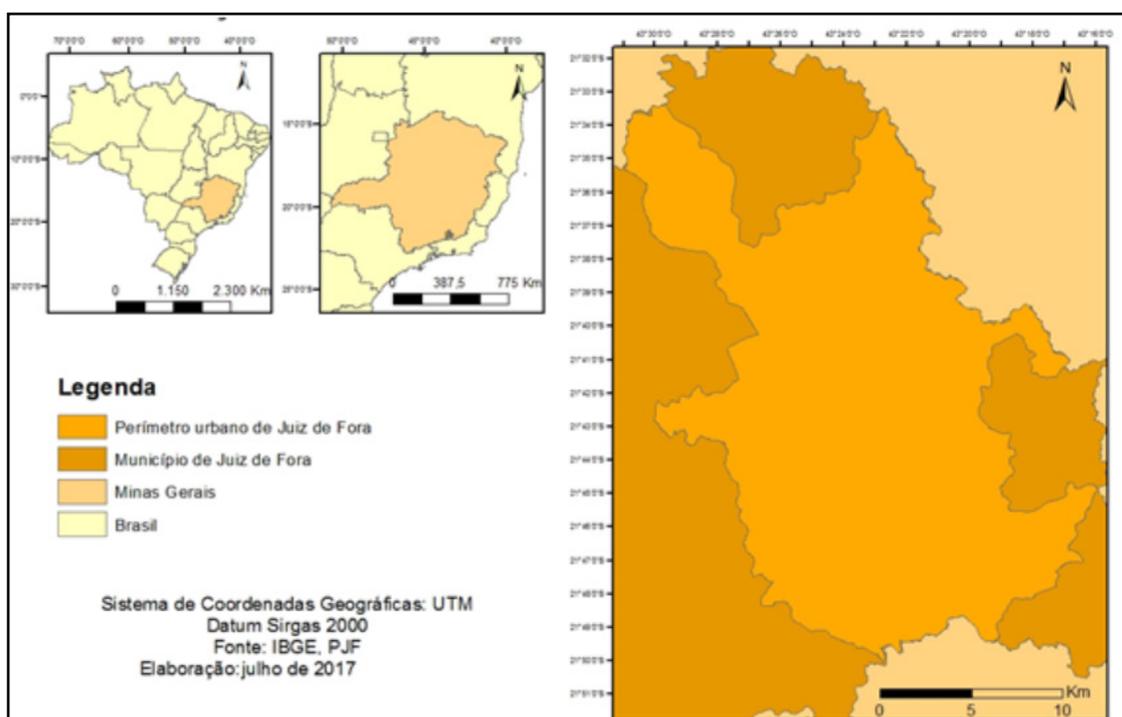


Figura 2: Localização de Juiz de Fora, MG. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

Juiz de Fora apresenta uma caracterização física favorável a alguns desses fatores como a situação climatológica, quadro geomorfológico e geológico. Apresenta clima de ambiente tropical úmido, com duas estações bem definidas, uma quente e chuvosa e outra fria e seca (KÖPPEN, 1970). O município apresenta vales profundos e encostas com elevadas declividades, em um relevo predominantemente composto por morros e morrotes (P.J.F, 1996). Esta característica, associada a índices pluviométricos elevados no período chuvoso, provocam situações intensas da dinâmica superficial e subsuperficial, que favorece, entre outras coisas, a ocorrência de movimentos de massa (PAULA e ROCHA, 2018). Além disso, de acordo com Duarte (1998 apud PAULA e ROCHA, 2018) geologicamente a região de Juiz de Fora é caracterizado por falhas de empurrão com imbricamento de

PAULA, R. T; ROCHA, G. C.

contatos entre rochas metassedimentares, gnaisses, biotita gnaiss, quartzitos, rochas calcissilicáticas e granada quartzito e ortogranulitos. Este sistema de falhas tem escamas de forma arredondadas e se estendem na direção NE-SW. No centro e nos arredores da cidade de Juiz de Fora há evidências de zonas de deformação tardia, destacando-se falhas e zonas de cisalhamento de direção N-S ou NW-SE. Esse quadro geológico, principalmente o sistema de falhas, juntamente com as fraturas, resultou numa considerável fragilidade geológica para a região que, conta também com a presença de alguns tipos de rochas metamórficas foliadas que, quando mergulhadas para fora do perfil, pode favorecer a movimentação em massa.

2.2 Metodologia de análise de risco – Análise da Árvore de Falhas

Para a análise de risco a movimento de massa proposta neste trabalho será utilizado o método da Análise da Árvore de Falhas (*Fault Tree Analysis - FTA*). A análise da árvore de falhas é um dos métodos para análise de riscos ambientais. Ela foi elaborada na companhia *Bell Telephone Laboratories* por H.A. Watson no ano de 1961, com a necessidade de avaliar a confiabilidade de um sistema de controle de lançamento de mísseis guiados e de alcance intercontinental. A partir de então, a análise da árvore de falhas deu uma compreensão maior no funcionamento dos sistemas utilizados para a redução de acidentes, passando a ser utilizada como uma metodologia estabelecida para os estudos de segurança e confiabilidade de sistemas grandes e complexos de variadas naturezas.

Rocha (2006) afirma que a árvore de falhas é

um diagrama lógico que mostra as inter-relações entre um evento crítico potencial (acidente) em um sistema, e as razões para a ocorrência desse evento. As razões podem estar ligadas a condições ambientais, erros humanos, eventos normais (aqueles que são esperados de ocorrer durante a vida útil do sistema), e falhas específicas de componentes. (ROCHA, 2006 p.42)

O processo consiste no apontamento das possíveis causas de um evento principal, aquele que Bando (2015) se refere como evento de topo. Essas causas são consideradas também eventos, os eventos intermediários, e também possuem suas causas específicas, que também são consideradas eventos e assim por diante. A determinação das possíveis causas dos eventos segue até que não se possa mais apontar uma causa, seja por falta de informações ou porque são irrelevantes, aqueles que Bando et. al (2015) chama de falhas básicas ou evento primário.

Para a construção da árvore de falha determina-se o evento de topo a ser analisado, ou seja, o evento principal. No esquema aponta-se as possíveis causas desse determinado evento que, por sua vez, são por si só outros eventos e apresentam também, suas causas específicas e assim sucessivamente. Aponta-se as causas de todos as causas/eventos encontrados até que se chegue à eventos em que a causa não pode ser apontada por falta de informação ou irrelevância.

Alguns símbolos são usados para a construção da árvore de falhas, usados para ilustrar as conexões entre o evento principal (evento de topo) e suas causas (eventos básicos). Tais símbolos são

PAULA, R. T; ROCHA, G. C.

chamados de portões lógicos (ROCHA, 2006). A simbologia utilizada para este trabalho será detalhada na Figura 3, juntamente com seu significado.

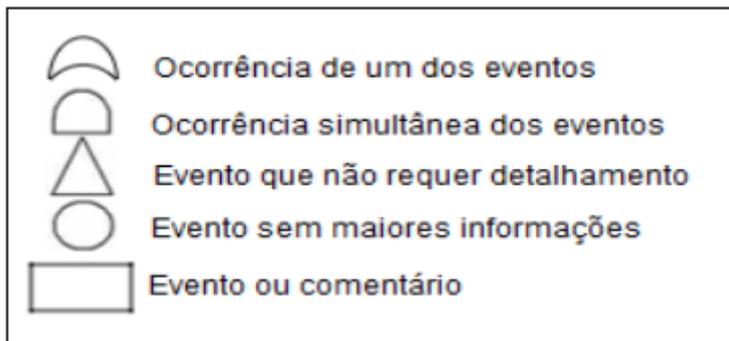


Figura 3: Símbolos utilizados na árvore de falhas. Fonte: adaptado de (ANDRADE, 2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da aplicação do método de análise de risco da Árvore de Falhas, a árvore de risco a movimento de massa foi produzida, é apresentada na Figura 4. Nesta análise de risco a movimento de massa foram encontradas 7 causas principais, ou seja, os eventos secundários, são eles: diminuição dos parâmetros de resistência, estruturas geológicas desfavoráveis, perturbações geológicas, perturbações hídricas, perturbações antrópicas e ausência de vegetação, além desses a ação da gravidade, sendo esse último associados à todos os outros, porque sem a ação gravitacional não haveria movimento de massa. Todas elas foram apuradas e detalhadas em suas causas também, que são expostas nos eventos de outros níveis, que avançaram até o 5º nível no máximo. Cada um dos eventos secundários serão detalhados e melhor explicados a seguir.

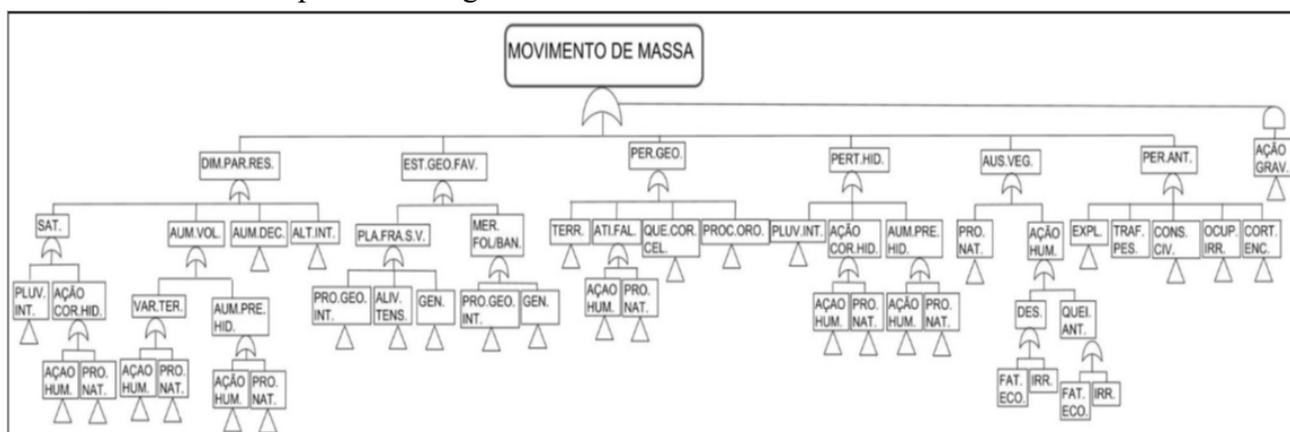


Figura 4: Árvore de falhas do evento movimento de massa. Fonte: Próprios autores.

PAULA, R. T; ROCHA, G. C.

DIM.PAR.RES.: Diminuição dos parâmetros de resistência (coesão e ângulo de atrito interno)	PERT. HID.: Perturbação hidrológica
SAT.: Saturação	PLU.INT.: Pluviosidade intensa
PLU.INT.: Pluviosidade intensa	AÇÃO COR.HIDR.: Ação de corpos hídricos
AÇA.COR.HID.: Ação de corpos hídricos	PRO. NAT: Processo natural
AÇ.HUM.: Ação humana	AÇÃO.HUM.: Ação humana
PRO. NAT: Processo natural	AUM.PRE.HID.: Aumento da pressão hidrostática
AUM.VOL.: Aumento do volume	
VAR.TER.: Variação térmica	AUS.VEG.: Ausência da vegetação
AUM.PRE.HID.: Aumento da pressão hidrostática	PROC.NAT.: Processo natural
AUM.DEC.: Aumento da declividade	AÇÃO HUM.: Ação humana
ALT.INT.: Alteração intempérica	DES.: Desmatamento
	QUEI.ANTR: Queimada antrópica
EST.GEO.FAV. Estruturas geológicas favoráveis	FAT.ECON.: Fatores econômicos
PLA.FRA.S.V.: Presença de planos de fraturas sub-verticais	IRRE.: Irresponsabilidade
PRO.GEO.INT.: Processos geológicos internos	
ALI.TEN: Alívio de tensão	PERT.ANT.: Perturbações antrópicas
GEN.: Gênese	EXPL: Explosões
MER.FOL/BAN.: Mergulho de foliações e bandamentos para fora da encosta	TRA.PES.: Tráfego pesado
	CONS.CIV.: Construção civil
PERT.GEO: Perturbação geológica	OCU.IRR.: Ocupação irregular
TER.: Terremoto	CORT.ENC: Cortes na encosta
ATL.FAL.: Ativação de falhas	
AÇÃO.HUM.: Ação humana	
PRO.NAT: Processo natural	
QUE.CORP.CEL.: Queda de corpos celestes	
PROC.ORO.: Processos orogenéticos	

Figura 5: Legenda da Árvore de falhas. Fonte: Próprios autores.

3.1 Diminuição dos parâmetros de resistência (dim.par.res.)

A diminuição dos parâmetros de resistência ocorre quando há redução dos parâmetros que mantêm a estabilidade do talude, coesão e ângulo de atrito interno. As causas desse evento são saturação, aumento do volume do material, aumento da declividade e alteração do material.

Bigarella (2007) afirma que a saturação do solo ocorre principalmente após chuvas prolongadas e intensas, geralmente em terrenos desprotegidos, o que faz com que a infiltração da água seja acentuada, ultrapassando a capacidade de armazenamento de água no solo. Com isso há saturação e perda de coesão. A saturação do solo também causa o aumento de seu peso específico e volume, o que causa a instabilidade de taludes (EFFGEN, 2015). O aumento do volume também pode acontecer por variação térmica (sazonal ou diária), onde há dilatação do material com o aumento do calor.

Em relação ao aumento da declividade, destaca-se que com essa a alteração geomorfológica o ângulo que a vertente faz com a horizontal será alterado, desta forma a vertente que se encontrava estável tem sua estabilidade alterada, assim a forma que a vertente possui para retornar ao equilíbrio é através da movimentação em massa, que pode ser natural ou antrópica.

A alteração intempérica do material pode ocasionar a instabilidade do talude e a movimentação em massa. Os efeitos de alteração intempérica podem causar fenômenos de instabilidade, especialmente em ambiente de clima tropical úmido (BIGARELLA, 2007), como na região de Juiz de fora. Essa alteração causa diminuição dos parâmetros de resistência da rocha quando, mediante alteração por intemperismo, há enfraquecimento do meio rochoso, ou terroso, que ocorre pela remoção dos elementos solúveis constituintes dos minerais, pela dissolução dos elementos cimentantes

PAULA, R. T; ROCHA, G. C.

de solos e rochas sedimentares e desenvolvimento de uma malha de microfraturas. (GUIDICINI e NIEBLE, 1984).

3.2 Estruturas geológicas favoráveis

A presença de estruturas geológicas favoráveis à movimentação em massa é resultado da presença de planos de fraturas sub-verticais e mergulho de foliações e bandamentos para fora da encosta. De origem natural, elas podem funcionar como planos de deslizamento.

Fraturas e falhas representam importantes discontinuidades, sendo que a direção e o mergulho das fraturas, quando sub-verticais, tendem a gerar movimentos de blocos pela ação da gravidade (CASTRO, 2017). Essas discontinuidades têm sua origem relacionada a processos geológicos internos ou por alívio de tensão, originada pela expansão da rocha em direção à superfície pela redução da pressão confinante após soerguimento e/ou erosão das camadas sobrejacentes (FERNANDES e AMARAL, 2011). Em rochas metamórficas, orientação da foliação e/ou bandamento mergulhando para fora da encosta constituem situações favoráveis a escorregamentos (FERNANDES e AMARAL, 2011).

3.3 Perturbações geológicas

Outra causa de movimentos de massa compreende as perturbações geológicas, que tem como causas terremotos, ativação de falhas (que pode ter causas naturais ou antrópicas), queda de corpos celestes e processos orogênicos. Guidicini e Nieble (1984) explicam que terremotos transmitem vibrações ao substrato e, dependendo da frequência e amplitude dessas vibrações, podem causar mudanças nas microformas e sua estabilidade, podendo gerar uma movimentação em massa. Essa transmissão de vibrações ocorre também com ativação de falhas e queda de corpos celestes. Em relação aos processos orogênicos na crosta terrestre, sabe-se que eles provocam lentas e contínuas mudanças estruturais, gerando contínuas mudanças de inclinação que pode resultar em instabilidade. (GUIDICINI e NIEBLE, 1984).

3.4 Perturbações hídricas

As perturbações hídricas são causadas por pluviosidade intensa, ação de corpos hídricos e aumento da pressão hidrostática. A ação de corpos hídricos compreende a perturbações causadas ao solo por ações naturais de rios, mar, gelo, entre outros. Como exemplo pode ser citado à ação do mar sob encostas do continente, gerando a formação de falésias.

PAULA, R. T; ROCHA, G. C.

3.5 Perturbações antrópicas

Este tópico abrange as causas de movimento de massa provocadas essencialmente por ações humanas, são elas: explosões, tráfego pesado, construção civil, ocupação irregular e cortes nas encostas.

Para Bigarella (2007) é natural que aconteçam mudanças na evolução das vertentes, como as provocadas por atividades sísmicas e climáticas. Entretanto, a ação antrópica tem contribuído muito para a desestabilização das vertentes, através de vastas áreas ocupadas irregularmente, abertura de estradas com cortes profundos etc. Estas alterações fazem com que a vertente busque novamente, de alguma forma, seu equilíbrio.

De acordo com Effgen (2015) a ação antrópica se estabelece no sentido de provocar ou agravar e acelerar os condicionantes naturais de áreas já sujeitas a esses eventos. Neste sentido, a ação humana provoca diversas situações que favorecem a ocorrência de movimentos de massa, como cortes para implantação de moradias e de estradas, que provoca mudanças na geomorfologia; tráfego pesado e explosões, que podem transmitir vibrações ao substrato, podendo resultar em instabilidade geológica.

3.6 Ausência de vegetação

A ausência da vegetação é uma causa dos movimentos de massa pelo fato de que a vegetação é uma proteção natural contra o escoamento superficial intenso e à excessiva infiltração de água. A causa desse processo pode ser natural, em casos de queimadas naturais, por exemplo, ou antrópica, por desmatamento ou queimadas antrópicas, estas causadas por fatores econômicos ou atos irresponsáveis.

Segundo Bigarella (2007) as florestas controlam o escoamento superficial e a infiltração de água no manto de intemperismo, diminuindo a penetração excessiva da água no subsolo. Sua ausência causa maior facilidade de infiltração da água, o que provoca uma perturbação do balanço hídrico do subsolo.

De acordo com Guidicini e Nieble (1984), a atuação da vegetação se dá na redução da atuação dos agentes do clima no maciço natural, o que favorece a estabilidade das encostas. Numa área de floresta as copas atuam interceptando o maciço da ação dos raios solares, dos ventos e das chuvas, evitando bruscas variações na umidade e temperatura da encosta; a copa e os detritos vegetais acumulados na superfície retêm grande parte do volume de água da chuva através das folhas, galhos, troncos etc, que vão ser eliminadas por evaporação e evapotranspiração, no caso do excedente de água do metabolismo vegetal, o que reduz a quantidade de água no terreno; frenando o escoamento superficial; a presença do sistema radicular promove, também a estabilização, controlando a infiltração e o escoamento no interior do maciço e promovendo maior coesão.

O desmatamento em uma encosta cessa o efeito estabilizador da floresta sobre as variações térmicas e climáticas; cessa a interceptação, a retenção e a evapotranspiração, provocando aumento do

PAULA, R. T; ROCHA, G. C.

volume de água introduzido no terreno, aumentando o grau de saturação do mesmo; aumento do processo erosivo da camada superficial, o que facilita a infiltração e reduz a estabilidade (FERNANDES e AMARAL, 2011).

3.7 Gravidade

A ação da gravidade está associada aos outros eventos de base através do símbolo “ocorrência simultânea dos eventos” por ser a força que atua sob os sedimentos, atraindo-os para as áreas mais baixas e provocando o movimento de massa. É inerente às outras causas, pois não haveria deslocamento coletivo de massa se não houvesse a atuação da força da gravidade, por isso o evento ocorre como resultado da atuação da força gravitacional isoladamente ou associada às outras causas, já descritas anteriormente neste trabalho.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se que os movimentos de massa são resultados de processos naturais da dinâmica terrestre, no entanto a ação humana aparece com destaque como possível causa inicial de vários eventos de base encontrados, além das causas naturais. Este evento pode ser condicionado por diversos fenômenos da natureza de ordem geológica, geomorfológica e climatológica, mas podem ser causados ou agravados por ações antrópicas.

Apesar de poder ser um evento natural é um evento indesejável e traz malefícios econômicos e sociais à população, portanto a possibilidade deste evento ocorrer deve ser considerado um risco. A análise de risco a movimento de massa pelo método da Árvore de falhas facilita a visualização das possíveis causas deste evento e pode auxiliar na atuação do poder público. Como complemento a este trabalho pretende-se produzir em um trabalho posterior a Análise de Causa e Consequência do evento principal. Por esse método é possível propor medidas de segurança contra as possíveis consequências caso o evento aconteça.

PAULA, R. T.; ROCHA, G. C.

REFERÊNCIAS

- BANDO, Fernando Mucio; MARQUES, Jair Mendes; PATIAS, Josiele. ANÁLISE PROBABILÍSTICA DE ÁRVORE DE FALHAS NA GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS – BLOCO D38 DA BARRAGEM DE ITAIPU. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS, 2015, Foz do Iguaçu. **COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS**. Foz do Iguaçu: Cbdb, 2015. p. 1 - 14.
- ANDRADE, F. L. de. **Movimento de Blocos Rochosos: um estudo acerca do risco e sua percepção no morro do cristo em Juiz de Fora - MG**. 2015 Dissertação (Mestrado em Geografia)- Universidade Federal em Juiz de Fora, MG, UFJF, Juiz de Fora, MG, Brasil, 2015.
- BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, Vol.3, 2º ed, 2007.
- CASTRO, A. L. C. de. **Glossário de defesa civil - Estudos de Riscos e Medicina de Desastres. Secretário Nacional de Defesa Civil - SEDEC**. Disponível em <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=71458606-5f48-462e-8f03-4f61de3cd55f&groupId=10157>. Acesso em maio de 2017.
- CERRI, L.E.S.; AMARAL, C.P. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. 586 p.
- EFFGEN, J. F. **Análise de áreas suscetíveis a movimentos de massa na região administrativa 1 de Vila Velha – ES**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Abi - Geografia) - Universidade Federal do Espírito Santo. Vila Velha, 2015.
- FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de Massa: Uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. Cap. 3. p. 123-194.
- GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 1984.
- KÖPPEN, W. **Roteiro para classificação climática**. Mimeo, 1970. 6p
- OLIVEIRA, L. C. D. de. **Análise Quantitativa de Riscos de Movimentação de Massa com Emprego de Estatísticas Bayesianas**. 2004. 540f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2004.
- PAULA, R. T.; ROCHA, G. C. Instabilidade estrutural em saprolitos: Estudo de caso em Juiz de Fora, MG. **Anais 49º Congresso Brasileiro de Geologia**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em <<http://cbg2018anais.siteoficial.ws/>>. Acesso em 2019.
- PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano**. 1º ed. v. 1. Concorde: Juiz de Fora, 1996.
- ROCHA, G. C. **Riscos Ambientais: Análise e Mapeamento em Minas Gerais**. Juiz de Fora: UFJF, 2006. 127 p.

PAULA, R. T.; ROCHA, G. C.

RUPPENTHAL, J. E. **Gerenciamento de riscos**. Santa Maria: Rede e-Tec Brasil, 2013. 120 p.

TORRES, F. T. P.; NETO, R. M.; MENEZES, S. de O. **Introdução à geomorfologia**. São Paulo: Cengage, 2012. 336 p.