

Aplicação de métodos quantitativos de mapeamento de deslizamento de terra nas encostas de Vitória-ES

Guilherme Ventrone Ferrão

Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil, gventorim@hotmail.com

Rogério Gonçalves Sarmiento Junior

Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil, rogeriosarmientojunior@gmail.com

Kátia Vanessa Bicalho

Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil, kvbicalho@gmail.com

Rodolfo Moreira de Castro Junior

Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil, rodolfo.castro@ufes.br

Frederico Damasceno Bortoloti

Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil, frederico.bortoloti@ufes.br

RESUMO: Os deslizamentos de terra tem sido um dos principais eventos naturais ocorridos no Brasil, principalmente em períodos chuvosos e geram consequências desastrosas no âmbito social, econômico e político. Mundialmente, diversos pesquisadores se dedicam à elaboração de mapeamentos como uma forma de gerenciamento do risco, selecionando as áreas instáveis, identificando os fatores que proporcionam este comportamento, classificando quanto a possibilidade de ocorrência de acidentes e propondo medidas de prevenção ao desastre. Na cidade de Vitória, capital do estado do Espírito Santo, Brasil, a aplicação de métodos qualitativos de mapeamento é a principal metodologia na elaboração de mapas de risco de deslizamento de terra, por meio do Plano Municipal de Redução do Risco (PMRR) atualizado em 2015 e o projeto Mapenco que atua desde 2006 na emissão de laudos técnicos dos locais mais críticos. Essas metodologias por mais que sejam bem recomendadas e realizadas em maioria no Brasil, possuem a desvantagem de que o resultado final da classificação está refém do julgamento e experiência do profissional que está realizando o mapeamento. A inserção do Método de Análise Hierárquica (AHP) em mapeamentos de risco tem promovido bons resultados, por ser possível criar uma hierarquia em que os fatores condicionantes de deslizamento são expressos por meio de pesos calculados por softwares especializados, possibilitando assim diminuir a subjetividade das análises qualitativas e aumentando a confiabilidade do resultado. O presente artigo apresenta uma combinação de pesquisa de caráter documental, bibliográfico e de campo, em que é realizado um comparativo entre classificações de risco por análises quantitativas, com inserção do método AHP, e qualitativas de 21 setores distribuídos em 13 áreas de risco mapeadas pelo PMRR. Resultados preliminares mostram que a aplicação do método AHP em 85 % dos setores apresentam classificações de risco iguais ou mais conservadoras que as do PMRR. Além disso, a utilização dessa metodologia quantitativa possui uma vantagem de hierarquizar os setores de risco sob mesma classificação, que auxiliará os órgãos responsáveis do planejamento urbano a selecionar áreas mais emergentes de intervenção e combate aos desastres.

PALAVRAS-CHAVE: Mapeamento de perigo, deslizamento de terra, metodologias quantitativas, Método AHP

1 INTRODUÇÃO

A cidade de Vitória, capital do Estado do Espírito Santo, situado na região Sudeste do Brasil, caracteriza-se por uma grande diversidade de ambientes, topografias, aspectos naturais e níveis sociais e econômicos. As áreas impróprias para moradias são geralmente ocupadas por famílias carentes de forma muito rápida, desordenada e sem um estudo detalhado dos riscos naturais oferecidos por estes locais.

Essas regiões instáveis, geralmente são encostas que reúnem características de formação e de ocupação que propiciam tais acidentes de deslizamento de terra. Segundo Mapenco (2015) “a necessidade de avaliar, cadastrar e mapear criteriosamente as condições das encostas do município possibilitou a criação de mecanismos de análise e monitoramento, tais como o Projeto Mapenco – Mapeamento das Áreas de Risco do Município de Vitória-ES e os Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRR)”. Estes projetos seguem a metodologia elaborada pelo Ministério das Cidades (2007) em que visam, seja de forma detalhada ou expedita, o reconhecimento das condições geológico-geotécnicas das encostas do município, analisar as várias situações de risco e gerar dados técnicos que servem de subsídios à administração pública no planejamento urbano.

Essas metodologias que são difundidas na maioria das cidades do Brasil têm algumas desvantagens pelos resultados finais serem dependentes exclusivamente da avaliação do profissional em campo. Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo testar uma metodologia quantitativa de mapeamento de perigo em encostas, com incorporação do método AHP associado a técnicas estatísticas, que diminuem a subjetividade dos fatores contribuintes a instabilização da encosta, cria uma hierarquização dos setores avaliados e assim aumenta a confiabilidade dos resultados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cartografia geotécnica e Métodos de Mapeamento de áreas a deslizamento

IAEG (1976) e Zuquette (1987) designam à cartografia geotécnica um processo que tem por finalidade básica levantar, caracterizar, classificar, avaliar e analisar os atributos que compõem o meio físico seja geológicos, hidrogeológicos, hidrológicos ou outros.

Fell et al (2013) conceituou esses mapas da seguinte forma:

- Mapas de suscetibilidade: normalmente são baseados em duas premissas. A primeira afirma que o passado é um guia para o futuro, de modo que existem probabilidade de ocorrerem deslizamentos no futuro em áreas que já tiveram deslizamentos no passado. A segunda mostra que em áreas com topografia, geologia ou geomorfologia similares a áreas onde ocorreram deslizamentos no passado também existirá a probabilidade de ocorrer deslizamentos no futuro.
- Mapas de perigo: consideram os resultados do mapeamento da suscetibilidade e estabelece uma frequência determinada para as encostas com potencial de deslizamento, correlacionando medidas de velocidade e intensidade para quedas de rochas e corridas de detritos. Esse mapeamento deve considerar todos os deslizamentos que podem afetar a área de estudo, incluindo deslizamentos acima e abaixo da região em que está sendo realizado o estudo.
- Mapas de risco: consideram os resultados de mapeamento de perigo e analisa o potencial de danos e perdas relacionadas a vidas, propriedades e fatores de meio ambiente para os elementos em riscos.

2.2 Processo de Análise Hierárquica (AHP)

Saaty (1990) desenvolveu o método de Processo de Análise Hierárquica (AHP) na década de 70, com o intuito de apoiar problemas de tomada de decisão quando envolve múltiplos critérios. Por se tratar de uma teoria geral de medição e decisão, ele é utilizado para derivar escalas de razão de ambas as comparações pareadas discretas e contínuas. Essas comparações podem ser tomadas com o intuito de que reflita a força relativa entre as variáveis de acordo com as preferências e sentimentos do julgador, a partir de uma escala pré-definida, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1: Escala de julgamento partário entre os critérios.

Fonte: Saaty, 1990.

Valores numéricos de intensidade	Definição de importância
1	Igual importância
3	Moderadamente mais importante
5	Fortemente mais importante
7	Muito fortemente mais importante
9	Extremamente importante
2,4,6 e 8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes

Posteriormente a essas comparações, são realizados cálculos algébricos de autovetor e autovalor em que se define pesos entre os critérios.

Farias (2011) aprimorou o método de mapeamento de perigo de escorregamento em áreas urbanas a partir da utilização do método AHP, em encostas da cidade de São Bernardo (SP). Inicialmente as encostas selecionadas foram separadas de acordo com sua formação geológica (encosta natural, corte, aterro e bloco rochoso), sendo que para cada tipo de encosta foram definidos os seus indicadores de perigo e suas classes, ou seja, as variáveis que influenciam na deflagração de instabilização da encosta. Posteriormente, a autora aplicou o método AHP, com base na escala de Saaty, para comparar os critérios por grau de importância e definir os pesos.

Após a realização do levantamento de campo e aplicação da planilha com os pesos referentes a cada variável, associou-se o

método estatístico e os setores foram classificados como perigo baixo, médio, alto ou muito alto. Dessa forma, a autora concluiu que a aplicação do método AHP diminuiu a subjetividade, além de ter evidenciado a facilidade e a praticidade em se verificar a contribuição (em forma de pesos) dos indicadores de perigo na classificação dos riscos nos setores.

3 METODOLOGIA

De acordo com os objetivos propostos, a presente pesquisa utiliza as combinações de métodos indutivos e experimentais, seguindo os conceitos definidos por Ferrão e Ferrão L. (2012). Da mesma forma, são considerados os conceitos de mapeamento de perigo e riscos sugeridos pelo grupo internacional de estudo dos escorregamentos (IAEG – *International Association for Engineering Geology and the Environment*), as metodologias de mapeamento qualitativo propostas pelo Ministérios das Cidades (2007) e também nos trabalhos desenvolvidos com abordagem quantitativa de mapeamento geológico com uso do método AHP.

Durante o planejamento da pesquisa definiu-se o bairro Forte São João, situado na cidade de Vitória-ES, como alvo de estudo. Com intermédio de consultas aos profissionais do Projeto Mapenco e PMRR (2015), o critério que justifica a escolha do local é a existência de uma amostragem mais diversificada e representativa, quanto aos setores de setores de perigo mapeados sob diversas classificações na cidade de Vitória - ES.

Foram selecionados 21 setores do bairro Forte São João, cuja formação geológica é taludes de corte e blocos rochosos, para classificar o perigo com a utilização de metodologias definidas em âmbito quantitativo (método AHP associado a técnicas estatísticas) e comparar com os resultados obtidos pelo Projeto Mapenco.

Os indicadores de perigo e suas respectivas classes escolhidas foram os mesmo determinados no estudo de Farias (2011). Exclusivamente a variável declividade

teve suas classes e seus respectivos pesos modificados a fim de respeitar as condições impostas a cidade de Vitória-ES, conforme apresentando no trabalho de Ferrão et al (2015). Com auxílio de planilhas elaboradas no Excel e utilização do Software SuperDecision, foram calculados os pesos dos indicadores de perigo e suas respectivas classes por intermédio do método AHP, expostos nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2: indicadores de perigo e seus respectivos pesos influentes na instabilização de taludes de corte.
Fonte: Ferrão (2016) adaptado de Farias (2011)

Talude de corte			
Indicadores de perigo	Peso	Classes	Peso
Amplitude	10,37 %	A < 2 m	5,59%
		2 < A < 5m	12,19%
		5 < A < 10m	26,33%
		A > 10 m	55,79%
Declividade	23,53%	D < 17°	4,35%
		17° < D < 30°	12,37%
		D > 30°	83,28%
Uso e cobertura	10,86%	Arbórea	3,72%
		Arbustiva	6,7%
		Campo e cultura	14,22%
		Cobertura Urbana	21,16%
		Solo exposto	54,20%
Nível d'água	4,83%	Não observado	10%
		Surgência	90%
Água Superficial	12%	Concentração baixa	4,48%
		Concentração média	9,85%
		Concentração alta	24,09%
		Linha de Drenagem	61,57%
		Solo residual	21,04%
Material	13,59%	Depósito Natural	48,13%
		Rocha Alterada	21,04%
		Rocha Sã	9,79%
		Não observado	7,14%
Estrutura Geológica	9,07%	Favorável a estabilidade	18,04%
		Desfavorável a estabilidade	74,82%

Tabela 3: indicadores de perigo e seus respectivos pesos influentes na instabilização de taludes de bloco rochoso
Fonte: Ferrão (2016) adaptado de Farias (2011)

Talude em bloco rochoso			
Indicador de perigo	Peso	Classe	Peso
Amplitude	2,99%	A < 10m	6,69%
		10 < A < 20m	22,00%
		A > 20m	71,32%
Declividade	10,29%	D1 < 17°	4,35%
		17° < D < 30°	12,37%
		D > 30°	83,28%
Uso e cobertura	3,04%	Arbórea	3,72%
		Arbustiva	6,70%
		Campo e cultura	14,22%
		Cobertura Urbana	21,16%
		Solo Exposto	54,20%
Nível d'água	4,83	Não observado	10%
		Surgência	90%
		Concentração baixa	4,48%
Água Superficial	12,84%	Concentração média	9,85%
		Concentração alta	24,09%
		Linha de drenagem	61,57%
Material	5,13%	Solo residual	5,55%
		Depósito natural	54,46%
		Rocha alterada	22,92%
		Rocha sã	17,08%
Estrutura geológica	24,18	Não observada	6,69%
		1 família de fratura	22,00%
		2 famílias de fratura	71,32%
Contato	10,20	Rocha/rocha liso	6,41%
		Rocha/rocha preenchido	28,95%
		Rocha /solo	64,63%
Ângulo do Plano Basal	7,08	0 < P < 15°	6,69%
		15° < P < 35°	22%
		P > 35°	71,32%
Forma Geométrica	11,64	Lasca	6,69%
		Laje	22%
		Arredondada ou cúbica	71,32%
Área de contato	7,79%	Área maior	10%
		Área menor	90%

A estruturação dos dados para realização da classificação de perigo foi realizada inicialmente com a divisão dos

setores seguindo a formação geomorfológica da encosta. Dos 21 setores selecionados para realizar a classificação de perigo, oito são encostas formadas por blocos rochosos e treze são taludes de corte

A entrada de dados é realizada ao inserir a classe correspondente dos indicadores de perigo para cada setor avaliado. De acordo com o exposto na equação 1, o somatório das porcentagens entre a multiplicação do peso dos indicadores de perigo (W_v) e sua respectiva classe (W_c), define o valor do índice de perigo (IP).

$$IP = \sum (W_v \cdot W_c) \quad (1)$$

Nota-se que os pesos de cada indicador de perigo e de suas respectivas classes, são definidos por grau de importância seguindo a escala de Saaty e por isso, as classes com maiores pesos, possuem as características mais influentes na instabilização da encosta. Seguindo esse mesmo raciocínio, as encostas com os maiores índices de perigo, estão mais condicionadas a ocorrência de instabilização e possuem maior probabilidade de deslizamento.

A classificação do perigo foi calculada associando os valores dos Índices de Perigo de cada setor, com um método estatístico de fatiamento. Para isso, calculou-se a média aritmética (χ) e o Desvio padrão (Δ) e classificou-se os setores seguindo as classes expostas na Tabela 4.

Tabela 4: Critérios adotados para classificação do perigo

Classe do IP	Classificação de perigo
$IP < \chi - \frac{1}{2} \Delta$	Baixo
$\chi - \frac{1}{2} \Delta < IP < \chi + \frac{1}{2} \Delta$	Médio
$IP > \chi + \frac{1}{2} \Delta$	Alto
Presença de feições de instabilidade	Muito alto

4 LOCAL DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se no município de Vitória, capital do estado do Espírito Santo, região Sudeste do Brasil. Segundo o IBGE (2014), a cidade está localizada no litoral na

latitude $-20^{\circ}19'10''$, longitude $-40^{\circ}20'16''$ e possui uma área com um pouco mais de 98 Km².

Castro Junior et al. (2006) incluiu ao território municipal as Ilhas de Vitória, do Lameirão, de Trindade e as demais situadas na baía de Vitória e o Arquipélago de Martins Vaz, totalizando assim, uma população estimada em um pouco mais de 350.000 habitantes.

A cidade de Vitória apresenta como elevações o denominado Maciço Central, cuja cota atinge 290 metros, com encostas íngremes e retilíneas, que em alguns trechos apresenta afloramento e alteração de rocha permitindo assim o desenvolvimento de vegetação.

Em termos geológicos destacam-se os maciços graníticos, que apresentam quase sempre zonados, possibilitando uma variação de tipos litológicos, como granitos, granodioritos e gabro.

A granulação do solo varia de fina a grosseira, e a coloração de cinza claro a cinza escuro. Eventualmente são encontrados evidências de diques de diabásio alterados cortando essas rochas. Dois padrões de fratura de direções NE-SW e NW-SE são responsáveis pela estruturação do relevo que. Devido ao processo de desagregação das bordas do maciço, surgiram material coluvial, que apresenta blocos e matações enterrados e semienterrados, caracterizando a unidade geotécnica de depósito de talus.

Segundo a classificação climática de INCAPER (2013), o clima do município de Vitória é considerado como tropical quente, com chuvas concentradas no verão, índices pluviométrico médio em torno de 1300 mm e ventos predominantes de nordeste (NE).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embasado em um levantamento de campo, foram obtidos características dos indicadores de perigo dos setores selecionados e calculado seus índices de perigo. A Tabela 5, expõem os resultados das médias dos IP's dos setores em

40,70% e desvio padrão de 6,84%, tal que os valores de índice de perigo máximo e mínimo que definem as classes do perigo, são respectivamente 44,12 e 37,28. Sendo assim, para classificar o perigo dos setores bastou a verificação da classe em que o índice de perigo está inserido.

Tabela 5: Definição das classes de perigo de acordo com o índice de perigo dos setores avaliados

Média dos IP's	Desvio Padrão dos IP's	Classes do Perigo	
40,70%	6,84%	Baixo	IP < 37,28
		Médio	37,28 < IP < 44,12
		Alto	IP > 44,12

A Tabela 6 apresenta os setores selecionados, sua formação geológica, os valores de Índice de Perigo e suas respectivas classificações de perigo hierarquizada metodologia quantitativa (Método AHP) e pela metodologia qualitativa (Mapenco).

Especificamente nessa pesquisa, foi adotado um critério mais rigoroso quanto a classificação de perigo. Sendo assim, havendo presença de feições de instabilidade como trincas, degrais de abatimento, cicatriz de deslizamento na encosta ou em suas proximidades, o grau de perigo deverá ser automaticamente classificado como Muito Alto.

Sendo assim dez setores, que representam 47,61% dos analisados, tiveram suas classificações de perigo variando entre baixo médio e alto, entretanto por possuírem feições de instabilidade, foram majorados para perigo Muito alto.

Os demais setores obtiveram suas classificações de perigo baixo, médio e alto quantificaram respectivamente 4,76%, 28,57% e 19,04% dos setores.

Tabela 6: Classificação de perigo hierarquizado com intermédio do método AHP e comparação com a classificação do Mapenco.

Setor	Tipo de encosta	Clas. Mapenco	Clas. AHP	IP
FSJ6	Rochas	Muito Alto	Muito Alto	55,5
FSJ12	Rocha	Alto	Muito Alto	48,9
FSJ9	Rocha	Muito Alto	Muito Alto	48,8
FSJ10	Corte	Alto	Muito Alto	46,9
FSJ4	Corte	Muito Alto	Muito Alto	43,2
FSJ19	Corte	Não Mapeado	Muito Alto	36,3
FSJ1	Corte	Alto	Muito Alto	35,2
FSJ8	Corte	Muito Alto	Muito Alto	32,3
FSJ3	Corte	Muito Alto	Muito Alto	31,5
FSJ5	Corte	Muito Alto	Muito Alto	30,6
FSJ2	Rocha	Alto	Alto	46,8
FSJ14	Rocha	Não Mapeado	Alto	46,6
FSJ21	Corte	Não Mapeado	Alto	45,8
FSJ16	Rocha	Não Mapeado	Alto	40,6
FSJ20	Corte	Não Mapeado	Médio	40,3
FSJ13	Corte	Médio	Médio	39,7
FSJ17	Corte	Não Mapeado	Médio	38,9
FSJ18	Corte	Não Mapeado	Médio	38,9
FSJ15	Rocha	Não Mapeado	Médio	38,6
FSJ7	Corte	Médio	Médio	38,4
FSJ11	Corte	Médio	Baixo	30,0

Ao comparar os 13 setores que foram classificados pela metodologia do Mapenco, nota-se que 9 setores (FSJ6, FSJ9, FSJ4, FSJ8, FSJ3, FSJ5, FSJ2, FSJ13, FSJ7) as metodologias obtiveram a mesma classificação, resultando assim em aproximadamente 70% dos avaliados. O método AHP foi mais rigoroso em sua classificação em três setores (FSJ12, FSJ10, FSJ1), indicando 23,07%. Finalizando, apenas o setor FSJ11, que indicam aproximadamente 7%, mostra que o Mapenco foi mais rigoroso em sua classificação. Os demais setores (FSJ19, FSJ14, FSJ21, FSJ16, FSJ20, FSJ17, FSJ18 e FSJ15) não foram classificados pelo Mapenco.

Embora a maior parte dos perigos naturais sejam inevitáveis, os desastres não

são. Ou seja, essas investigações do perigo, que ocorreram no passado e são monitorados atualmente, servem como subsidio para que os órgãos responsáveis não permitam que a comunidade avance em locais com índices críticos.

A grande vantagem da avaliação de perigo por técnicas quantitativa em comparação com a qualitativa, é que os resultados obtidos com a aplicação do método AHP possibilitou a hierarquização dos setores. Sendo assim, os setores avaliados tiveram sua hierarquia baseada na classificação de perigo, que variou de “muito alto” a “baixo”, sendo que os setores de mesma classificação se diferenciaram pelo valor numérico do Índice de Perigo. Neste caso, observa-se que o setor FSJ6 é o que precisa de uma intervenção mais urgente, seguindo do FSJ12, FSJ9 e assim por diante.

Comparando por exemplo o FSJ9 e FSJ10, nota-se que ambos possuem classificação de perigo como Muito alto, com valores de índice de perigo valendo respectivamente 48,82% e 46,96%. Essa diferença quantitativa indica que há diferença entre o grau de perigo, ou seja, um setor é mais susceptível ao perigo de deslizamento de terra do que o outro. Essas avaliações, que são possíveis somente com a aplicação de métodos quantitativos de mapeamento, posteriormente se tornam um facilitador quando os órgãos responsáveis em seu gerenciamento de risco necessitam selecionar os setores prioritários a sofrerem intervenções. Em contrapartida, nas avaliações qualitativas, não há como determinar diferença entre dois setores mapeados sob mesmo grau de perigo.

Outro fato importante a ser observado nesta análise é que os setores com maior índice de perigo não são obrigatoriamente os mais perigosos. Ou seja, alguns setores mesmo que possuam características cujo especialistas atribuíram pesos elevados e por isso possuem um índice de perigo maior, na realidade possuem um perigo menor comparado aos setores que são associados a presença de feições de instabilidade. O setor FSJ2 e os demais cuja formação é de blocos

rochosos, possui um índice de perigo de 46,86%, entretanto é menos perigoso do que o setor FSJ5 que possui um índice de perigo de 30,62% porem com presença de feições de instabilidade.

6 CONCLUSÃO

A presente pesquisa mostrou que a crescente ocupação em áreas instáveis de encostas no Brasil associadas a eventos pluviométricos e ausência de infraestrutura básica resulta em processos de deslizamento de terra em encostas que encontravam anteriormente em equilíbrio dinâmico. Paralelo a esses eventos, os órgãos de responsabilidade pública vem se dedicando ao estudo de áreas com perigo de deslizamento de terra e adotando medidas quanto ao gerenciamento do risco, a fim de erradicar os danos à população.

O Projeto Mapenco e PMRR (2015) segue a metodologia elaborada pelo Ministério das Cidades (2007) e atua no mapeamento das encostas e emissão de laudos técnicos na cidade de Vitória-ES. Esses projetos foram implantados a fim de priorizar as áreas que demandam ações de curto e longo prazo de estabilidade de encostas. Essas ações se diferenciam entre retirada das famílias em locais de alto risco, demolição de moradias, obras de contenção em encostas instáveis e principalmente o diálogo com a população que habitam os locais susceptíveis a ocorrência de acidentes visando boas práticas a fim de minimizar os riscos nas encostas.

Para que a utilização de um método quantitativo atinja sua performance com sucesso, ou seja, diminua a subjetividade, deverá haver uma confiabilidade grande na metodologia escolhida. Portanto, um fator preponderante no uso do Método AHP é a experiência técnica do profissional que realiza o julgamento dos fatores condicionantes nas comparações paritárias. Justamente pelo fato de que variações nos pesos aumentam as chances de alterar as classificação do perigo e consequentemente o resultado final do mapeamento. Por esse motivo, nesta pesquisa

foram selecionados indicadores de perigo e os pesos adotados por outros autores e que obtiveram bons resultados.

Os resultados obtidos com a aplicação do método AHP foram satisfatórios, tal que aproximadamente 85% dos 21 setores selecionados, tiveram classificações iguais ou mais rigorosas do que aqueles mapeados pelo Mapenco e PMRR (2015). Além disso, as classificações de perigo com resultado Muito alto, alto, médio e baixo quantificaram respectivamente 47%, 19,04%, 28,57% e 4,76% dos setores. Outra vantagem dessa metodologia quantitativa na avaliação de perigo e risco em encostas por meio do AHP, é possibilidade de realizar uma hierarquização numérica do setores avaliados. Ou seja, encostas que obtiveram mesma classificação de perigo, ainda assim poderão ser comparadas entre si e concluir quais delas necessitam mais de uma ação prioritária.

Sendo assim, conclui-se que as pesquisas quantitativas e qualitativas possuem vantagens e desvantagens na determinação da suscetibilidade, perigo e risco ao deslizamento de terra. Entretanto, essas metodologias quando associadas produzem resultados mais confiáveis, desde que as interpretações das informações retiradas de campo sejam realizadas por profissionais de conhecimento consolidado e os julgamentos quantitativos sejam provenientes de um banco de dados confiável.

REFERÊNCIAS

- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Súmula XX reunião de levantamento de solos*. Rio de Janeiro, 1978.
- FARIAS, D.G.M. *Mapeamento de perigo de escorregamentos em áreas urbanas precárias brasileiras com a incorporação do Processo de Análise Hierárquica (AHP)*. 2011. 194f. Tese (Doutorado em Ciências). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.
- IAEG. International Association for Engineering Geology. *Engineering Geological Maps. A guide to their preparation*. The Unesco Press: Paris, 1976.
- IBGE–Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. IBGE. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>. Acessado em 9 de setembro de 2014.
- Instituto Capixaba de Pesquisa, *Assistencia Técnica e Extensão Rural. Dados médios da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Vitória*. Vitória: Incaper, (2013).
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios*. In: CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S. de e OGURA, A. T. (Org). Brasília: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, IPT, 2007, 176 p.
- PMRR. *Plano Municipal de Redução de Riscos*. Prefeitura Municipal de Vitória, (2014), 245 p.
- R.M. Castro Junior, J.M. Souza, E.S. Gomes . *Mapenco Project: general results and future perspectives*. IAEG 2006 - Geological Society of London, Nottingham, (2006).
- ZUQUETTE, L.V. 1987 *Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras*. 1987, 673f. Tese (Doutorado em Geotécnica). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo (EESC/USP), São Carlos, 1987.