

ANÁLISE DE RISCO DE DESLIZAMENTO

Roberto Rosa Machado¹
Giovanni Matiuzzi Zacarias²

RESUMO

Os movimentos de massa são fenômenos que ocorrem de formas diversas; rápidos ou lentos, originados na natureza ou provocados pelo ser humano. São influenciados por diversos agentes e têm causas diversas. Sua ocorrência pode ser localizada ou generalizada. Podem trazer consequências econômicas, sociais, naturais e principalmente ameaçar a vida de milhares de pessoas. Uma das formas para reduzir o impacto desses fenômenos na sociedade é a realização de gestão do risco, que tem como passo inicial a avaliação do risco, uma metodologia que pode ser utilizada para a avaliação do risco de deslizamentos. Com essa avaliação, é possível medir a probabilidade de ocorrência de um evento crítico e o quanto uma comunidade pode ser afetada por ele. Por vezes, os eventos naturais que geram os deslizamentos ocorrem simultaneamente em uma grande quantidade de localidades. Com o objetivo de melhorar a agilidade da avaliação e aumentar sua abrangência, indica-se um método rápido e de fácil utilização, que possibilite a avaliação do risco de ocorrência desses eventos mesmo sem a presença de um especialista no local.

Palavras chave: Deslizamento, avaliação de risco e metodologia.

1 INTRODUÇÃO

A construção do relevo dos locais escolhidos pelas pessoas para se estabelecerem é afetada por vários fatores. Ao observar construções em encostas, que têm por si só risco de deslizamento, é possível notar que nem todos os locais são adequados a ocu-

¹ Cadete do CEBM - Centro de Ensino Bombeiro Militar. Graduado em Administração. E-mail: rosa.m@cbm.sc.gov.br.

² Major do CBMSC - Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Especialista em Engenharia Civil: Gestão e Planejamento em Defesa Civil. Mestre em Administração. E-mail: matiuzzi@cbm.sc.gov.br.

pação humana. Essas áreas, naturalmente propensas a movimentos de massa, têm o seu risco aumentado devido à ação humana indevida (VARGAS, et al, 2012).

Sua força foi vista em episódios recentes, como a tragédia que assolou Santa Catarina em 2008. Das 135 mortes registradas, 97% ocorreram em consequência de deslizamentos (SANTA CATARINA, 2009). Na tragédia na região serrana do Rio de Janeiro, em 2011, registrou-se um número de pelo menos 916 mortos por deslizamentos, desabamentos e enchentes (BANDEIRA et al, 2011).

Uma das formas de diminuir os efeitos desses eventos sobre a sociedade é realizando um trabalho de gestão de risco de desastres. Para que essa gestão seja eficiente, é preciso aumentar as possibilidades de previsão de um desastre. Dessa forma, faz-se necessário o desenvolvimento de ferramentas para a avaliação de risco. Os eventos que desencadeiam os deslizamentos podem ter grandes proporções, como as chuvas de 2008 que em Santa Catarina (2009) atingiram em torno de 60 cidades e mais de 1,5 milhão de pessoas. Isso faz com que seu monitoramento acabe tomando grandes proporções.

Com base nesse problema, o artigo em questão vem propor a utilização de um modelo de avaliação de risco que possa ser utilizado por agentes não especializados em geologia ou geotecnia, por exemplo. Uma metodologia que possa ser utilizada por agentes de defesa civil, bombeiros, policiais militares ou qualquer agente que possa ter uma breve capacitação.

Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica sobre o tema escolhido, realizada por meio de pesquisas documentais e bibliográficas.

2 DESENVOLVIMENTO

Todos os dias, pessoas são afetadas por situações que lhes trazem desconforto, porém, nem todas essas situações são efetivamente desastres. A International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) apud Santa Catarina ([201-] p. 9) trata desastre como: “Uma séria interrupção no funcionamento de uma comunidade ou sociedade, com impactos sobre pessoas, bens, economia e meio ambiente que excede a capacidade dos afetados para lidar com situação mediante o uso de seus próprios recursos”.

A análise dessa definição deixa clara a relação dos desastres com o quanto afetam ou não a sociedade. Um mesmo evento pode ser encarado de formas diferentes, dependendo de sua proximidade de uma comunidade.

Ao focar no tema “movimentos de massa”, o trabalho irá tratar apenas de desastres naturais que, segundo a Instrução Normativa n. 1/2012 da Defesa Civil, são “aqueles causados por processos ou fenômenos naturais que podem implicar em perdas hu-

manas ou outros impactos à saúde, danos ao meio ambiente, à propriedade, interrupção dos serviços e distúrbios sociais e econômicos” (BRASIL, 2012).

2.1 MOVIMENTOS DE MASSA

Segundo Highland e Bobrowsky (2008), há uma diversidade de definições para movimentos de massa, em virtude da grande variedade de disciplinas envolvidas com o estudo desse fenômeno. Os autores adotam o termo genérico “deslizamento” para “descrever o movimento de descida do solo, de rochas e material orgânico, sob o efeito da gravidade, e também a formação geológica resultante de tal movimento” (HIGHLAND; BOBROWSKY 2008, p. 6). Tominaga, Santoro e Amaral (2009, p. 27) afirmam que “os escorregamentos, também conhecidos como deslizamentos, são processos de movimentos de massa envolvendo materiais que recobrem as superfícies das vertentes ou encostas, tais como solos, rochas e vegetação”.

Castro (1993, p. 108) afirma que deslizamentos são “fenômenos provocados pelo escorregamento de materiais sólidos, como solos, rochas, vegetação e/ou material de construção ao longo de terrenos inclinados, denominados de encostas, pendentes ou escarpas”.

O termo “movimentos de massa” é mais abrangente e envolve outros fenômenos além do deslizamento, como rastejos, quedas e corridas. Pode ser caracterizado como o movimento de rochas ou solo, seguindo o caminho por onde correm as águas, ou de uma encosta. Outros elementos como água e gelo influenciam, reduzindo a resistência dos materiais da encosta ou induzindo o comportamento plástico e fluido dos solos (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009).

Segundo Bandeira (2003) apud Brito (2013, p. 24), a classificação dos deslizamentos:

[...] baseia-se no tipo de movimento e no tipo de material transportado pelas encostas. Os materiais são classificados como rocha (*rock*), solos (*earth*) e detritos (*debris*), enquanto os movimentos são classificados em quedas (*falls*), tombamentos (*topples*), escorregamentos (*slides*), espalhamentos (*spreads*), corridas/escoamentos (*flows*).

Praticamente no mesmo sentido está a classificação de Cruden & Varnes (1996 apud BOTERO, 2013, p. 7), resumida na tabela abaixo.

Tabela 1 – Resumo da classificação dos movimentos de massa.

Tipo de movimento	Tipo de Material		
	Rocha	Solos	
		Predominantemente Grosso	Predominantemente Fino
Quedas	Queda de blocos	Queda de detritos	Queda de solo

Tombamentos	De Rocha	De detritos	De solo
Deslizamentos (Escorregamentos)	Rotacionais de rocha	Rotacionais de rocha e solo	Rotacionais de solo
	Translacionais de rocha	Translacionais de rocha e Solo	Translacionais de Solo
Expansões Laterais	De Rocha	De detritos	De solo
Corridas (escoamentos)	Rastejo de Rochas (creep)	Rastejo e corridas	
Complexos	Combinação de dois ou mais tipos de movimentos		

Fonte: Cruden & Varnes (1996 apud BOTERO, 2013, p. 7).

De acordo com Highland e Bobrowsky (2008), quedas são desprendimentos de rocha ou terra, ou ambos, de penhascos ou taludes com aclividade elevada. A matéria descendente geralmente bate nas paredes inferiores do talude num ângulo menor que o ângulo da queda, causando saltos. A massa em queda pode quebrar no impacto, pode iniciar um rolamento em taludes mais íngremes e pode continuar até a cota mais baixa do terreno.

O tombamento, conforme Botero (2015, p. 8), “consiste na rotação de uma ou mais unidades de material sobre um ponto, sob a ação da gravidade ou por forças exercidas por outras unidades ou por fluidos em fissuras”.

Conforme a classificação apresentada acima, é possível dividir os deslizamentos em dois tipos. O primeiro deles é o deslizamento rotacional, uma forma que é descrita como:

Um tipo de deslizamento em que a superfície da ruptura é curvada no sentido superior (em forma de colher) e o movimento da queda de barreira é mais ou menos rotatório em torno de um eixo paralelo ao contorno do talude. A massa deslocada pode, sob certas circunstâncias, mover-se de maneira relativamente coerente, ao longo da superfície de ruptura e com pouca deformação interna. O topo do material deslocado pode mover-se quase que verticalmente para baixo, e a parte superior desse material pode inclinar-se para trás em direção ao talude. Se o escorregamento for rotacional e possuir vários planos de movimento paralelos e curvos, é chamado abaixamento (“slump”). (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008, p. 13)

Já o deslizamento translacional acontece quando:

A massa de um escorregamento translacional move-se para fora, ou para baixo e para fora, ao longo de uma superfície relativamente plana, com pequeno movimento rotacional ou inclinação para trás. Esse tipo de deslizamento pode progredir por distâncias consideráveis, se a superfície da ruptura estiver suficientemente inclinada, ao contrário dos escorregamentos rotacionais, que tendem a restaurar o equilíbrio do deslizamento. O material no escorregamento pode variar de solo solto e não adensado até grandes placas de rochas, ou ambos. Escorregamentos translacionais comumente ocorrem ao longo de des-

continuidades geológicas tais como falhas, junções, superfícies, estratificações, ou o ponto de contato entre rocha e solo. Em lugares no hemisfério norte, esse tipo de deslizamento pode também mover-se ao longo de camadas do subsolo permanentemente geladas. (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008, p. 16)

Nos espalhamentos laterais, acontece a “acomodação lateral da massa devido a rupturas por cisalhamento ou tensão” (BOTERO, 2013, p. 8). Para Highland e Bobrowsky (2008), ocorre em taludes pouco inclinados, quando uma camada superior rígida, ao se expandir, acaba indo em direção a uma camada inferior mais mole, o que resulta no afundamento em direção a essa região mais mole.

A última forma de movimentação de massa apresentada por Cruden e Varnes (1996 apud BOTERO, 2013) são as corridas de massa, que, de acordo com os autores, acontecem com o escoamento rápido do solo, de natureza hidrodinâmica. Nesses casos, o excesso de água é responsável pela diminuição da resistência do substrato. Dessa forma, a massa se movimenta como se fosse um líquido viscoso.

2.2 CAUSAS DOS MOVIMENTOS DE MASSA

Os deslizamentos são influenciados por fatores naturais e fatores antrópicos. Entre os fatores naturais estão os agentes predisponentes, que são as características naturais do local, como comportamento das rochas, densidade do solo, resistência das rochas às ações do meio ambiente. A vegetação e a ação da gravidade também podem ser classificadas nessa categoria (BRASIL, 2007).

Outros agentes naturais seriam os efetivos, os quais atuam de forma direta para o início de um movimento de massa. Podem ser separados em preparatórios (umidade, erosão, pluviosidade, ação de fontes e mananciais) e imediatos (chuva intensa, terremotos, vibração) (BRASIL, 2007).

De forma simples e organizada, Guidicini e Augusto Filho (1995, apud Tominaga, 2007) apresentam uma tabela com os principais agentes e causas dos deslizamentos.

Tabela 2 – **Agentes e causas dos escorregamentos e processos correlatos.**

AGENTES/CAUSAS DOS ESCORREGAMENTOS			
AGENTES	Predisponentes	Complexo geológico, complexo morfológico, complexo climático-hidrológico, gravidade, calor solar, tipo de vegetação original.	
	Efetivos	Preparatórios	Pluviosidade, erosão pela água e vento, congelamento e degelo, variação de temperatura, dissolução química, ação de fontes e mananciais, oscilação de nível de lagos e marés e do lençol freático, ação de animais e humana, inclusive desmatamentos.
		Imediatos	Chuvas intensas, fusão do gelo e neve, erosão, terremotos, ondas, vento, ação do homem

CAUSAS	Internas	Efeitos das oscilações térmicas; Redução dos parâmetros de resistência por intemperismo.
	Externas	Mudanças na geometria do sistema; Efeitos de vibrações; Mudanças naturais na inclinação das camadas.
	Intermediárias	Elevação do nível piezométrico em massa “homogêneas”; Elevação da coluna da água em descontinuidades; Rebaixamento rápido do lençol freático; Erosão subterrânea retrogressiva (piping); Diminuição do efeito de coesão aparente.

Fonte: Guidicini e Augusto Filho (1995, apud Tominaga, 2007).

É importante destacar que o principal fator causador de deslizamentos pode ser de origem natural ou antrópica, conforme as palavras de Botero (2013, p. 10), “dentre os agentes causadores de escorregamentos em geral, pode-se dizer que, no caso de solos não saturados, o principal é a água (chuva, lançamento de águas servidas, ruptura de tubulações, etc.)”.

É possível afirmar que, de forma geral, os processos de instabilização dos solos aparentemente têm uma dependência significativa dos valores pluviométricos que se acumulam nos dias anteriores à ruptura. A ocorrência de movimento, com o aumento da umidade do solo e o aumento das linhas de saturação, deve-se a esses valores (CASTRO, 2006).

Segundo Tatizana et al (1987) e Delmonaco et al (1995) apud Castro (2006, p. 24-25), as ações das precipitações nas encostas são as seguintes:

- Alteração dos parâmetros de resistência dos materiais: diminuição da coesão aparente, eliminação das tensões capilares (ou poropressões negativas), dissolução da cimentação;
- Aumento da solitação externa: aumento do peso específico dos materiais que formam a encosta;
- Avanço da frente de saturação no maciço, provocando o desenvolvimento de poropressões positivas nos solos, subpressões nas descontinuidades rochosas e forças de percolação;
- Alteração do perfil da encosta por erosão de materiais.

Castro (1993, p. 108) aponta um outro viés quando afirma que “ocupação caótica das encostas urbanas é a principal causa dos escorregamentos, causadores de importantes danos humanos, inclusive de mortes, além dos danos materiais e ambientais, e dos graves prejuízos sociais e econômicos”.

No mesmo sentido, Tominaga (2007 apud TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009, p. 27) afirma que:

Os movimentos de massa consistem em importante processo natural que atua na dinâmica das vertentes, fazendo parte da evolução geomorfológica em re-

giões serranas. Entretanto, o crescimento da ocupação urbana indiscriminada em áreas desfavoráveis, sem o adequado planejamento do uso do solo e sem a adoção de técnicas adequadas de estabilização, está disseminando a ocorrência de acidentes associados a estes processos, que muitas vezes atingem dimensões de desastres.

Os principais fatores antrópicos para os escorregamentos, segundo Castro (1993, p. 111), são:

- lançamento de águas servidas;
- lançamentos concentrados de águas pluviais;
- vazamento nas redes de abastecimento d'água;
- infiltrações de águas de fossas sanitárias;
- cortes realizados com declividade e altura excessivas;
- execução inadequada de aterros;
- deposição inadequada do lixo;
- remoção descontrolada da cobertura vegetal.

2.3 GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES

A gestão de risco de desastres é um processo complexo, cuja finalidade é a redução ou o controle permanente do risco de desastres na sociedade, em consonância com o desenvolvimento humano, econômico, ambiental e territorial sustentável. Para isso, são admitidas intervenções tanto globais quanto locais (ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA A REDUÇÃO DE RISCO DE DESASTRES - EIRD, 2008).

O processo inicial da gestão de risco de desastres requer uma avaliação de risco de desastres que segue estes passos (Santa Catarina, [201-], p. 56):

- análise da variável “ameaça”;
- análise da variável “vulnerabilidade”;
- síntese conclusiva sobre a estimativa de riscos.

De acordo com o glossário de defesa civil, ameaça é a “estimativa da ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento (ou acidente) e da provável magnitude de sua manifestação” (CASTRO, 2008, p. 18), e vulnerabilidade é “condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis” (CASTRO, 2008, p. 188).

De forma análoga, essa sequência pode ser utilizada para a avaliação do risco de deslizamentos.

Para Botero (2013), as metodologias mais importantes para a avaliação do risco de deslizamentos são a geomorfológica, heurística, baseada em mapas e inventários, baseada na geotecnia e baseada na estatística. De acordo com o autor, os modelos baseados na geotecnia, escolhidos para estudo neste trabalho, fundamentam-se nas leis da física para obter o grau de estabilidade e fornecem um fator de segurança com base nas tensões contra e a favor do movimento.

O Ministério das Cidades, em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas, apresenta um modelo baseado na geotecnia para a avaliação do risco de deslizamentos. O modelo, desenvolvido para ser utilizado por não especialista em geotecnia, é composto por sete passos e tem como resultado final uma classificação de risco.

1º Passo – Dados gerais sobre a moradia: coleta dos dados gerais sobre a moradia ou grupo de moradias. Devem ser levantados dados a respeito da localização, tipo de moradia, condições de acesso.

2º Passo – Caracterização do local: caracterizar o tipo de talude, tipo de material, presença de materiais, inclinação da encosta e distância da moradia do topo ou base do talude.

3º Passo – Água: verificar a ocorrência de água no local, sua origem e seu destino e o que ocorre com a água da chuva.

4º Passo – Vegetação no talude ou proximidades: verificar se o tipo de vegetação no local traz benefícios ou prejuízos à segurança da encosta e anotar a vegetação encontrada.

5º Passo – Sinais de Movimentação: visualizar que o local apresenta trincas, degraus de abatimento, inclinação de árvores, postes ou muros, “embarrigamento” de paredes.

6º Passo – Tipos de processos de instabilização esperados ou ocorridos: levando em consideração os itens anteriores, apontar qual o tipo de movimentação de massa esperado.

7º Passo – Determinação do grau de risco: o grau de risco será determinado a partir de padrões preestabelecidos e irão resultar em uma das classificações propostas. (BRASIL, 2007)

O resultado final da avaliação deverá se encaixar em um dos graus de risco descritos abaixo (BRASIL, 2007, p. 64):

Tabela 3 – Critérios para a determinação dos graus de risco.

Grau de probabilidade	Descrição
<p>R1 Baixo</p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. não se observa(m) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens.</p> <p>3. mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.</p>
<p>R2 Médio</p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. observa-se a presença de algum(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento.</p> <p>3. mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p>R3 Alto</p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. observa-se a presença de significativo(s) sinal/feição/ evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo.</p> <p>3. mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p>R4 Muito alto</p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de deslizamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento.</p> <p>3. mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>

Fonte: Brasil (2007, p. 64).

É importante destacar que esse é um método simplificado, voltado a situações em que não há um especialista disponível para a análise do risco. Deslizamentos são fenômenos que podem ocorrer em diversos pontos de uma mesma região em um intervalo curto de tempo. Em muitas dessas situações, torna-se inviável o deslocamento de profissionais especializados para a análise. É para essas situações que a utilização do método se torna atraente. Pode ser utilizado com explicações breves, por pessoas com pouco conhecimento no assunto.

Este trabalho apresenta apenas um roteiro dos principais pontos a serem avaliados, como estímulo à produção de um método próprio mais efetivo. É totalmente aconselhável a utilização de ilustrações, explicações e, se possível, sistemas informatizados.

Nesse enfoque e com o objetivo de potencializar os resultados da avaliação, é possível aliá-la a um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

De acordo com o Programa Cidades Sustentáveis (2013), “Um SIG (ou GIS - *Geographic Information System*) é um sistema de hardware, software, informação espacial e procedimentos computacionais que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem”. Já Burrough (1986 apud CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2004, p. 3-2) afirma que SIG é um “conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real”.

Afirmando esse entendimento, Silva (2009) entende o SIG como sendo uma das ferramentas primordiais na gestão de risco de desastres. E isso acontece devido ao fato de que a enorme quantidade de dados e união com a grande complexidade dos desastres naturais torna inviável o tratamento por meio de métodos analógicos.

Conforme Marcelino (2008), o uso das geotecnologias na prevenção concentra-se basicamente nas avaliações de risco. Nesse âmbito, tem-se uma aplicação clara do SIG como instrumento decisório na formulação de planejamento da ocupação urbana. Isso porque o risco geológico em áreas urbanas, por exemplo, está diretamente relacionado à forma de ocupação (SOBREIRA; SOUZA, 2012). O SIG “permite que a informação expressa em um mapa temático possa ser analisada em combinação com outros mapas e/ou informações de forma georreferenciada, constituindo-se em uma ferramenta de alto poder analítico, indispensável para o planejamento territorial” (ANGUITA et al., 2006 apud PAZ, 2011, p. 72). Assim, levantam-se com propriedade as áreas suscetíveis a desastres e que demandam uma regulação na ocupação.

O SIG pode atuar em conjunto com a metodologia apresentada de diversas formas. Inicialmente, na parte de fornecimento de informações. Um SIG já desenvolvido teria a capacidade de fornecer informações sobre locais com possíveis riscos de movimentos de massa e que não têm especialistas nas proximidades – locais ideais para a aplicação do roteiro.

De outra forma, é possível informatizar o sistema para que as informações sejam preenchidas em *tablets*, celulares ou *notebooks* e que o próprio SIG faça o cálculo da situação de risco, fornecendo o conjunto de atitudes a serem tomadas e os recursos disponíveis. Além disso, as informações obtidas sobre diversos lugares podem ser úteis no gerenciamento de ocorrências.

As possibilidades são diversas, porém, não é possível usar as informações obtidas dessa forma para cálculos mais complexos, pois esse sistema trabalha com informações de certa forma simplificadas. Sendo assim, não deve ser a fonte principal de alimentação de um SIG.

3 CONCLUSÃO

Deslizamentos são fenômenos naturais com potencial destrutivo significativo para os seres humanos. Uma das formas de reduzir as perdas em sua decorrência é verificar com antecedência a possibilidade de sua ocorrência. É possível verificar que, em uma situação em que haja a eminência de deslizamentos, é preciso uma abordagem rápida da situação.

O modelo apresentado tem a função de agilizar a verificação de situações de risco para a vida de pessoas. O sistema tem a vantagem da operacionalização e capacitação simples, principalmente por não necessitar da presença de um especialista no local.

A aplicação desse roteiro em conjunto com as novas tecnologias, como o SIG, pode dar ainda mais agilidade e celeridade ao processo. Isso torna mais rápida, por exemplo, a decisão a respeito de uma desocupação ou da emissão de alertas. É preciso dispor de todas as ferramentas possíveis para estar sempre um passo a frente das tragédias.

REFERÊNCIAS

BANDEIRA, R. A. M.; CAMPOS, V. B. G.; BANDEIRA, A. P. F. **Uma visão da logística de atendimento à população atingida por desastre natural**. XXV ANPET. Belo Horizonte, 2011.p. 599.

BOTERO, Eduardo Montoya. **Modelo de alerta de escorregamentos deflagrados por chuvas usando redes neurais artificiais**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia), Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://geotecnia.unb.br/downloads/dissertacoes/233-2013.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2015.

BRASIL. Ministério das Cidades/Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília, 2007.

_____. Ministério da Integração Nacional. **Instrução Normativa n. 1**, de 24 de agosto de 2012. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos. Brasília. Disponível em: <<http://site.pciconcursos.com.br/arquivo/1199506.pdf>> Acesso em: 20 maio 2015.

BRITO, Gilmar Gonçalves de. **Modelo de monitoramento de deslizamento de encostas por meio de sensor multiparamétrico**. 2013. 145 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais), Universidade Católica de Pernambuco. Recife-PE, 2013. Disponível em: <http://www.unicap.br/tede/tde_arquivos/6/TDE-2014-03-27T144053Z-646/Publico/gilmar_goncalves_brito.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2015.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 28 mar. 2015.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de desastres: desastres naturais**. Brasília. SEDEC, MIR, 1993. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/pt/web/guest/defesacivil.>> Acesso em: 25 mar. 2015.

_____, Antonio Luiz Coimbra de. **Glossário de Defesa Civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. 5. ed. Brasília: MI/SEDEC, 2008.

CASTRO, Jeanne Michelle Garcia. **Pluviosidade e movimentos de massa nas encostas de Ouro Preto**. 2006. 87 f. Tese (Pós-graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, MG, 2006. Disponível em: <<http://www.propec.ufop.br/upload/tese116.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA A REDUÇÃO DE DESASTRES. **La Gestión de Riesgo de Desastre Hoy**. 2008. Disponível em: <<http://www.eird.org/gestion-del-riesgo/capitulo8.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2015.

HIGHLAND, Lynn M; BOBROWSKY, Peter. **O Manual de Deslizamento: Um Guia para a Compreensão de Deslizamentos**. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia: 2008.

MARCELINO, Emerson Vieira. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos**. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em: <<http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.02.16.22/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 1º mar. 2015.

PAZ, Manuela Rodrigues. **Integração do Sistema de Informações Geográficas e do cadastro técnico multifinalitário para zoneamento de áreas de risco com base na pedologia**. 2011. 191 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC. 2011. Disponível em: <<http://www.geomorfologia.ufv.br/CongressoDUR/dissertacoes/INTEGRA%C3%87%C3%83O%20DO%20SISTEMA%20DE%20INFORMA%C3%87%C3%95ES.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2015.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Prevenção e Gestão de Riscos: do Local para o Global**. 2013. Disponível em: <<http://www.cidadessustentaveis.org.br/boas-praticas/prevencao-e-gestao-de-riscos>>. Acesso em: 28 mar. 2015.

SILVA, João Paulo Rodrigues Pacheco da. Mapeamento de inundações no Brasil: proposta de gestão ambiental através de um sistema de informações geográficas. In: Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP Rio Claro, 2009, Rio Claro. **Anais...** Santa Cruz do Sul: UNESP, 2009. p. 861-873. Disponível em: <<http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-045.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2015.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Defesa Civil. **Gestão de risco de desastres**. ([201-]). Disponível em: <http://www.defesacivil.sc.gov.br/images/doctos/seminarios/Gestao_de_RISCO_de_desastres_BAIXA.PDF> Acesso em: 7 jun. 2015.

_____. Secretaria de Estado da Defesa Civil. **Gestão de desastres**. ([201-]). Disponível em: <http://www.defesacivil.sc.gov.br/images/doctos/seminarios/Gestao_de_desastres_baixa.pdf> Acesso em: 7 jun. 2015.

_____. Secretaria Executiva de Justiça e Cidadania. **Relatos de um Desastre: Narrativas Jornalísticas da Tragédia de 2008 em Santa Catarina**. Florianópolis: UFSC/CEPED, 2009. Disponível em: <<http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/08/PR-745-Livro-Relatos-de-um-Desastre-Miolo-101125.pdf>> Acesso em: 1º nov. 2015.

SOBREIRA, Frederico Garcia; SOUZA, Leonardo Andrade de. Cartografia geotécnica aplicada ao planejamento urbano. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**. São Paulo, v. 2, n. 1, p. 79-98, maio 2012. Disponível em: <http://www.abge.org.br/uploads/revistas/r_pdf/RevistaABGE-art3.pdf> Acesso em: 1º mar. 2015.

TOMINAGA, Lídia Keiko. **Avaliação de Metodologias de Análise de Risco a Escorregamentos**: Aplicação de um Ensaio em Ubatuba, SP. 2007. 220 f. Tese (Pós-graduação em Geografia Física), Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2007. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/.../8/.../TESE_LIDIA_KEIKO_TOMINAGA.pdf>. Acesso em: 1º nov. 2015.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosângela (orgs). **Desastres Naturais: Conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

VARGAS, Luciani Vieira de; CARDIAS, Marcia Elena de Mello; SOUZA, Bernardo Sayão Penna. Deslizamentos e Erosão Superficial em Itaara/RS. Fundamentação como Subsídio ao Mapeamento de Feições Geomorfológicas. XVI Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão. **Anais...** Santa Maria: UNIFRA, 2012. Disponível em: <http://www.unifra.br/eventos/sepe2012/consulta_anais.asp> Acesso em: 1º nov. 2015.

RISK ANALYSIS OF LANDSLIDE

ABSTRACT

Mass movements are phenomena that occur in various ways; fast or slow, originated by nature or man. They are influenced by various agents and have several causes. Its occurrence can be localized or generalized. It can bring economic, social, natural consequences and especially threaten the lives of thousands of people. One way to reduce the impact of these phenomena in society is to carry out risk management, with an initial step risk assessment, a methodology that can be used for the appraisal of the risk of landslides. This evaluation can measure the probability of occurrence of a critical event and how much a community can be affected by it. Sometimes natural events that generate landslides occur simultaneously in a lot of locations. In order to improve the assessment of agility and increase its coverage indicates a rapid and user-friendly method that enables the assessment of the risk of occurrence of these events even without the presence of an expert on site.

Keywords: Landslides, Risk Assessment and Methodology.