



REVISTA
Casa da
GEOGRAFIA
de Sobral
ISSN 2316-8056



RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA: CONCEITOS, METODOLOGIAS E APLICAÇÕES

Risk of mass movement: concepts, methodologies and applications

Andreza dos Santos Louzeiro ¹

Caroline Barros de Sales²

Débora Leyse Medeiros Mendes ³

Pedro Henrique Godeiro Lima ⁴

RESUMO

O estudo dos riscos requer o conhecimento de fatos históricos que deram início a esse tipo de temática. Além disso, no âmbito da Geografia os riscos ganham destaque pois assumem um papel fundamental que reúne abordagens socioambientais. Sendo assim, a pesquisa tem como objetivo entender como a Geografia atua na temática dos riscos de movimento de massa e qual a importância desse tema para tomadas de decisão. Para alcançar este objetivo, foi necessário utilizar a garimpagem de livros, trabalhos publicados em revista, teses, dissertações e monografias que tratam sobre o tema no que se refere ao histórico e metodologias aplicadas e ainda houve a análise de documentos que ajudassem a entender como o estudo do risco pode ser utilizado para o planejamento territorial.

Palavras-chave: Risco. Movimento de massa. Geografia.

ABSTRACT

The study of risks requires the knowledge of historical facts that started this type of topic. In addition, in the scope of geography the risks are highlighted as they play a fundamental role that brings together socio-environmental approaches. Thus, the research aims to understand how Geography works on the issue of mass movement risks and how important this issue is for decision making. In order to achieve this goal, it was necessary to use the prospecting of books, papers published in magazines, theses, dissertations and monographs that deal with the subject with regard to the history and applied methodologies, and the analysis of documents that helped to understand how the risk study can be used for territorial planning.

Key-words: Risk. Mass Movement. Geography.

RESUMEN

El estudio de riesgos requiere el conocimiento de hechos históricos que iniciaron este tipo de tema. Además, dentro de Geografía, los riesgos se destacan porque asumen un papel fundamental que reúne enfoques sociales y ambientales. Por lo tanto, la investigación tiene como objetivo comprender cómo actúa la geografía sobre el tema de los riesgos del movimiento de masas y cuál es la importancia de este tema para la toma de decisiones. Para lograr este objetivo, fue necesario utilizar la panorámica de libros, artículos publicados en revistas, tesis, disertaciones y monografías que tratan el tema de la

¹ Doutoranda em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: andreza_louzeiro@hotmail.com

² Mestranda em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: deboraleysem@gmail.com

³ Mestranda em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: barroscaroline95@gmail.com

⁴ Graduado em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: pedrolima194@gmail.com

historia y las metodologías aplicadas, y también se realizó el análisis de documentos que ayudaron a comprender cómo El estudio de riesgos se puede utilizar para la planificación territorial.

Palabras clave: riesgo. Movimiento de masas. Geografía

INTRODUÇÃO

A Geografia é uma ciência que envolve diversos fatores relacionados ao meio natural e social, pois seu objeto de estudo é a relação sociedade-natureza no espaço geográfico. Autores como Tricart, Ab'Saber e Mendonça são grandes nomes que marcaram e continuam marcando o histórico da Geografia sob uma abordagem socioambiental.

Uma das vertentes trabalhadas sob a ótica socioambiental são os estudos voltados para o risco. Tema tratado em áreas como a Psicologia, Demografia, Engenharia, Sociologia, Geologia, Geografia, dentre outras ciências. Esta última com seus vários pesquisadores que trabalham com o intuito de identificar os ambientes mais favoráveis ao risco, criar modelos de análise, estudar diferentes formas de prevenção e de lidar com o risco de desastres, etc.

Cabe destacar que existem muitos tipos de risco: os relacionados à sociedade (ex: epidemia, poluição), ao meio natural (ex: inundações, movimento de massa) a obras de engenharia, mais conhecidos como risco tecnológico (desabamentos de prédios, rompimento de barragens) e os mistos, que pode se configurar como a junção de dois ou mais de tipos de risco. Neste caso, o presente trabalho dará enfoque ao risco relacionado ao movimento de massa e suas nuances.

Sendo assim, num primeiro momento, este artigo vai tratar sobre as motivações pioneiras que impulsionaram o interesse em realizar estudos sobre risco e os autores que possuem maior destaque no tema. Será abordado também sobre os tipos e exemplos de risco de movimentos de massa; exemplos de metodologias utilizadas para analisar esse tipo de risco e como as pesquisas sobre esse tema podem ser utilizadas para o planejamento territorial.

Desta forma, a pesquisa tem como objetivo entender como a Geografia atua na temática dos riscos de movimento de massa e qual a importância desse tema para tomadas de decisão. Para alcançar este objetivo, foi necessário utilizar a garimpagem de livros, trabalhos publicados em revista, teses, dissertações e monografias que tratam sobre o tema no que se refere ao histórico e metodologias aplicadas e ainda houve a análise de documentos que ajudassem a entender como o estudo do risco pode ser utilizado para o planejamento territorial.

Para alcançar este objetivo foi necessário utilizar a metodologia sugerida por Calado e Ferreira (2004) que consistiu na pré - análise, análise e síntese de documentos como livros, trabalhos publicados em revista, teses, dissertações e monografias que tratassem sobre o risco sob a perspectiva da

Geografia; tipologias e circunstâncias desencadeadoras dos movimentos de massa e ainda relatos das consequências dos eventos causados por esse tipo de risco.

A GEOGRAFIA DO RISCO

A obra “Risk, Uncertainty and Profit”, publicada em 1921 por Frank Knight, torna-se referência mundial no campo da gestão de riscos, especialmente por estabelecer conceitos, definir princípios e introduzir alguma sistematização ao tema (FRASER e SIMKINS, 2010).

Várias ciências voltam seus estudos para análise dos riscos, sejam eles econômicos, naturais, relacionados à saúde, à segurança, entre outros; e esta palavra sempre está atrelada a algo negativo. Para Marandola (2005) para o modelo de sociedade atual, correr riscos é algo extremamente contraproducente, devido à variada possibilidade de se prever certos fenômenos ou mudanças dos mais diversos tipos, evitando possíveis prejuízos.

Desta forma, Thywissen (2006) elaborou um glossário com termos relacionados a desastres ao termo risco. Originalmente ele apresenta quinze definições sob diferentes pontos de vista, mas mostraremos apenas seis, pois em alguns casos, têm mais de uma definição para a mesma ciência (Quadro 01).

Quadro 01 - Glossário de definições sobre o termo risco

DEFINIÇÃO DE RISCO	FONTE/ÁREA DO CONHECIMENTO
“É caracterizado por conhecer ou não a distribuição de probabilidade de eventos caracterizados por sua magnitude, frequência e duração”.	Alwang; Siegel; Jorgensen (2001) / Ciências Sociais
“É o potencial de perda para o sujeito exposto ou sistema, resultando da ‘convolação’ do perigo e vulnerabilidade. É a probabilidade de superar determinado nível econômico, social ou consequências ambientais”	Cardona (2003) / Ciência (multidisciplinar)
“É a probabilidade de um evento multiplicado por suas consequências se o evento ocorrer”	Einstein (1988) / Ciências Naturais
“Indica o grau de perdas potenciais no lugar urbano devido sua exposição a perigos e pode ser considerado como um produto da probabilidade de ocorrências de perigos e graus de vulnerabilidade.”	Rashed; Weeks (2003) / Geociências
“Possibilidade de um evento adverso; pode se dar devido ao fenômeno físico como um perigo à saúde ou da interação entre sistemas artificiais e eventos naturais, ex: inundação devido ao rompimento de um dique.	Shrestha (2002) / Engenharia
“Probabilidade de consequências danosas, perdas de vida, pessoas feridas, propriedade, interrupção de atividade econômica (ou danos ao ambiente) resultando em interações em conjunto entre natural e humano induzindo condições de perigo e vulnerabilidade. Risco = perigo x vulnerabilidade.”	UNDP – BCPR (2004)/ Nações Unidas

Fonte - Thywissen (2006). Traduzido por Medeiros (2014). Adaptado pelos autores.

No que tange à Geografia e sua tradição em estudar os componentes naturais e sociais, segundo Gregory (1992) entre as décadas de 1950 e 1960 houve um despertar para o interesse nas relações



existentes entre as atividades humanas e a natureza e um dos aspectos que suscitou o estreitamento entre essa perspectiva e a Geografia foram as pesquisas sobre os “acazos naturais” ou perigos naturais.

Os trabalhos do Geógrafo norte-americano G. F. White se tornaram referência nos estudos dos riscos. Suas pesquisas estavam pautadas na Ecologia Humana e foi reconhecido mundialmente como o “pai” da pesquisa e gestão dos perigos naturais. Ele baseou suas pesquisas na ideia de que os perigos naturais são o resultado da interação entre forças naturais e sociais e que seus impactos podem ser reduzidos por ajustes individuais e coletivos (MILETI, 1999).

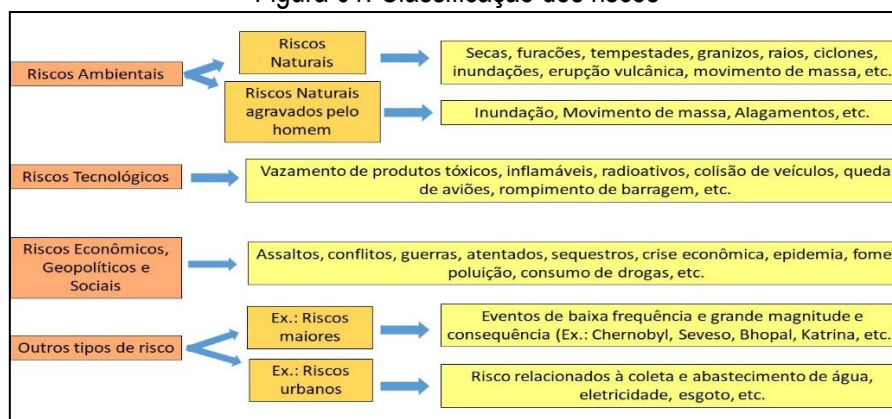
Os riscos também estão relacionados a incertezas que ocorrem quando a sociedade não está preparada para o enfrentamento de eventos que podem causar algum tipo de desastre. Caso isso aconteça, o grupo está em situação de vulnerabilidade, como afirma Almeida (2011 p. 87):

O risco é um constructo eminentemente social, ou seja, é uma percepção humana. Risco é a percepção de um indivíduo ou grupo de indivíduos da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas consequências são uma função da vulnerabilidade intrínseca desse indivíduo ou grupo.

Conforme sua origem, Castro, Peixoto e Rio (2005) descrevem os riscos, de forma geral, em três categorias, que podem ou não estar inter-relacionadas, sendo elas, risco tecnológico, natural e social (Figura 01). Porém, autores como Burton et al (1993); Cutter (2001) e White et al. (2001) advertem que esta classificação tende a ser cada vez menos utilizada, por não ser possível distinguir os riscos/perigos naturais, tecnológicos e sociais, devido à complexidade existente. Entretanto, ela ainda persiste como conveniência, mas reconhece-se que “formas puras” de riscos ou perigos relacionados a cada categoria constituem mera ficção.

Ainda não há uma classificação mais atual dos tipos de risco, então a concepção citada por Castro, Peixoto e Rio (2005) a ideia de risco natural é a que melhor se encaixa nessa pesquisa, pois está associada à processos e eventos naturais que são acentuados pelo homem, tornando-se uma ameaça. Sendo, segundo Veyret (2007) a “percepção do perigo ou de uma ameaça potencial”.

Figura 01: Classificação dos riscos



Fonte: Cerri e Amaral (1998), Almeida (2010) e Veyret (2007). Adaptado pelos autores.

De acordo com essa classificação, os riscos são multivariados, onde um tipo pode ter mais de uma origem. A exemplo disso temos o risco de movimento de massa, que pode ser de origem natural ou agravado pelo homem devido a instalação de residências e retirada da vegetação das encostas; há também riscos relacionados à eletricidade urbana que pode ser considerado um risco tecnológico por se tratar de um aparelho de origem antrópica ou um risco de ordem política, pois a falta de manutenção desses fios pode causar um acidente.

O tipo de risco tratado neste trabalho está relacionado aos riscos de movimentos de massa, os quais estão intimamente ligados ao crescimento urbano e às condicionantes físicas do ambiente como a geologia, geomorfologia, hidrologia, pedologia e o clima, agindo de forma diferenciada em cada local. Considerando os fatores que acentuam o risco de movimento de massa causando o desastre em si, é importante pontuar os tipos de movimentação de massa que existem. Estes conceitos e distinções serão tratados no próximo tópico.

RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA

Seguindo a concepção de Wincander e Monroe (2009) os movimentos de massa, atuam como o deslocamento encosta abaixo de materiais (solo e/ou rocha) que sofreram um colapso decorrente da força gravitacional que é favorecida pela declividade, intemperismo, clima, água, vegetação, estabilidade da encosta, sobrecarga, geologia e ação antrópica que afetam e são preponderantes para determinar os processos de dinâmica superficial. Entre as formas de movimento de massa, o deslizamento nas encostas possui um significativo destaque decorrente da ação do homem em áreas com características naturais incompatíveis com as atividades promovidas por edificações em encostas, e assim, criando áreas suscetíveis a riscos dessa natureza.

São diversos os tipos de movimentos de massa encontrados nas obras relacionadas aos fundamentos da Geologia, Geomorfologia, estudos urbanos, pesquisas na área da engenharia, geografia de risco etc. Tal abrangência é válida, porém é utilizada em diferentes classificações e terminologias que por vezes confundem (GUERRA, 2011). Sendo assim, de acordo com artigos acadêmicos, documentos de políticas públicas e no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), é possível afirmar que existem vários níveis e subníveis sobre os tipos de movimento de massa e segundo Dias (2006) os tipos que existem são apenas três grandes categorias: Queda, Deslizamento e Fluxo (Quadro 02).

Quadro 02: Tipos de movimento de massa

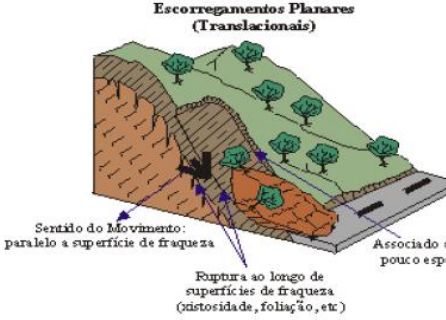

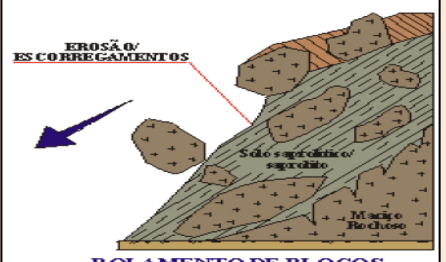
MOVIMENTAÇÕES DE MASSA		
CATEGORIA	SUBCATEGORIA	TIPO
Deslizamento	Rotacional	---
	Translacional	
Fluxo	Granulares	Reptação (rastejo)
		Deslizamento
		Avalanches
	Aquosos	Solifluxão
		Fluxos detríticos
		Fluxos de lama

Fonte: Adaptado a partir de Dias, 2006.

Partindo desse princípio, Sales (2017) faz um apanhado conceitual dos tipos de movimentos de massa mais comuns, citando autores familiarizados com a temática em destaque (Quadro 03) e que apresentam definições objetivas. Alguns desses tipos estão entre os citados por Dias (2006).

Quadro 03: Tipos de Movimentos de Massa e seus Conceitos

Tipos de movimento de massa	Principais conceitos	Exemplos
Rastejamento	<ul style="list-style-type: none"> -Movimentos lentos e contínuos; -Limites, via de regra, indefinidos; -Grandes massas de solo; -Depende da ação da gravidade; (GUIDICINE; NIEBLE, 1984)	
Solifluxão	<ul style="list-style-type: none"> -Não permite a infiltração das águas a maiores profundidades; -A falta de infiltração permite a saturação e a perda de estabilidade da parte superior do regolito. (BIGARELLA, 2003)	
Corridas de Massa	<ul style="list-style-type: none"> -Grande aporte de material para as drenagens; -Formação de uma massa; -Líquido viscoso; -Índices pluviométricos excepcionais; -Consequências destrutivas maiores. (IPT, 1991).	

<p>Escorregamentos</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Movimentos rápidos; -Plano de ruptura bem definido; -Distinção entre o material deslizado e aquele não movimentado; <p>São feições longas; divididos com base tipo de material movimentado: solo; rocha; mistura ou lixo;</p> <ul style="list-style-type: none"> -Plano de ruptura: Rotacionais (slumps) e Translacionais. <p>(FERNANDES; AMARAL, 2000)</p>	 <p>Escorregamentos Planares (Translacionais)</p> <p>Sentido do Movimento: paralelo a superfície de fraqueza</p> <p>Ruptura ao longo de superfícies de fraqueza (juntas, foliação, etc.)</p> <p>Associado a pouco esp...</p>
<p>Desmoronamentos</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Deslocamento rápido de um bloco de terra; -Solapamento cria um vazio na parte inferior da vertente; -Vertentes íngremes; -Acontece em margens fluviais e em muitos cortes de rodovias e ferrovias <p>(CHRISTOFOLETTI, 1980).</p>	
<p>Queda de Blocos</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Movimentos rápidos; -Penhascos verticais ou taludes muito íngremes; -Deslocado do maciço por intemperismo; -Sem a presença de uma superfície de movimentação; -Queda livre. <p>(GUIDICINU, NIEBLE, 1984, p. 42).</p>	 <p>EROSÃO e ESCORREGAMENTOS</p> <p>Solo argiloso e argiloso</p> <p>Maciço rochoso</p> <p>ROLAMENTO DE BLOCOS</p>

Fonte: Pinto, Passos e Caneparo, 2012. Adaptado por Sales, 2017 e pelos autores, 2018.

Os riscos associados aos movimentos de massa sempre trouxeram marcos causados pelas perdas, principalmente por parte da comunidade. Alguns eventos passados marcaram a histórias de modo bastante trágico, como a avalanche que matou 18.000 homens do exército de Aníbal em 218 a.C. na Idade Média em uma travessia pelos Alpes Europeus; A China em 1556 com um número alarmante de aproximadamente 830.000 pessoas mortas após um escorregamento de terra desencadeado por um terremoto em Hsian; Na América do Sul, o Peru sofreu uma perda significativa em 1970, no Monte Huascarán tendo como causa a queda de blocos e avalanches de detritos ocasionado por um terremoto que destruiu a cidade de Yungay com todos seus habitantes. Deixando um total aproximado de 25.000 óbitos (WINCANDER e MONROE, 2009).

Além desses episódios mundiais, muitos outros aconteceram em escala local, a exemplo disso, cita-se o bairro Mãe Luiza na Zona Leste de Natal- RN, no qual os moradores presenciaram um cenário desastroso em Junho de 2014, com a abertura de uma cratera que atingiu dezenas de famílias e várias ficaram desabrigadas. Até o presente momento essa população ainda sente os impactos gerados por este evento. Após esses e vários outros eventos dessa natureza que atingiram o Brasil, o número de trabalhos acadêmicos e políticas de proteção direcionados aos riscos de movimentos de massa ganhou grande repercussão nacional.

De acordo com Guerra (2011) os estudos que frisam a ação antropogênica, trazem consigo a forte relação do homem com áreas de encostas. E seguindo as percepções de Correia (2011) o espaço urbano se produz por meio de agentes modeladores que produzem a organização espacial da cidade, a fragmentação do espaço urbano, ou seja, como ele se desenvolve.

MÉTODOS E APLICAÇÕES PARA ANÁLISE DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA

Sabendo que o objeto de estudo da Geografia é o espaço com todas as suas relações e especificidades, as geotecnologias entram como um mecanismo que possibilita a representação desse espaço. A análise socioambiental também são alvos de estudos que envolvem os conhecimentos técnicos, além de outras áreas, na geografia.

O uso das geotecnologias é útil para estudos socioambientais pois consideram tanto aspectos naturais quanto antrópicos. Aqueles podem se referir a geologia, geomorfologia, pedologia, clima, hidrografia, hidrologia e tantos outros atributos físicos que são alvos de estudos acadêmicos e políticos. Já nos fatores antrópicos têm destaque estudos sociais, econômicos, de saúde, renda e demais campos da sociedade que são de suma importância para serem analisados.

Com a facilidade de acesso e desenvolvimento de programas SIG (Sistema de Informação Geográfica), além de métodos modernos de modelagem espacial, houve um aumento na produção de estudos sobre metodologias de avaliação de perigos em áreas instáveis baseado em SIGs (VAN WESTEN, 2004).

Com isso, os métodos de análise de suscetibilidade ou previsão de áreas instáveis para movimento de massa tiveram um grande desenvolvimento nas últimas décadas. Além da identificação e mapeamento, as utilizações de técnicas de geoprocessamento são úteis para ações de prevenção, preparação, resposta e reconstrução no caso da ocorrência de um desastre (LOUZEIRO, 2018). Essas técnicas de Geoprocessamento são fundamentais para dar suporte aos estudos de risco de desastre e/ou vulnerabilidade dentro da Ciência geográfica (LIMA, MACEDO & ARAÚJO, 2016).

Várias são as técnicas que envolvem as geotecnologias para o estudo do risco, uma delas é o geoprocessamento, que segundo Câmara e Davis (2001, p. 01), pode ser definido como:

(...) a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (GIS), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Sendo assim, é importante elucidar alguns métodos e técnicas de geoprocessamento utilizados nos estudos de risco em Geografia, focado em eventos de movimento de massa. “uma função básica destas análises é o mapeamento de áreas de risco que com uso do SIG, utilizando conhecimentos de geoprocessamento e cartografia digital, se torna muito mais produtivo” (LIMA, MACEDO & ARAÚJO, 2016).

Há uma grande variedade de abordagens e procedimentos metodológicos quando se trata de mapeamentos de risco de movimentos de massa. A partir do uso das ferramentas de geoprocessamento, a qualidade dos produtos cartográficos melhora, proporcionando uma visão mais aprofundada da área em estudo através da sobreposição de informações (LOUZEIRO, 2018).

Por tratar-se de uma grande variedade de procedimentos metodológicos, será apresentado alguns métodos de mapeamento de movimentos de massa. O primeiro refere-se à metodologia proposta por Crepani et al (2001), o qual faz análise de áreas mais suscetíveis à erosão com base em dados cartográficos pré-existentes. Esse estudo teve como área de aplicação a região amazônica, o qual foi e continua sendo amplamente utilizado e adaptado em análises de vulnerabilidade, fragilidade, suscetibilidade e muitas outras formas de identificar áreas mais propensas à processos de erosão.

Para a identificação dessas áreas, o autor sugere o uso de elementos como Geologia, Geomorfologia, Vegetação, Pedologia e Clima, onde cada um deles são analisados separadamente, atribuindo-lhes um peso que vai de 1 a 3, com o intuito de identificar áreas mais e menos vulneráveis do ponto de vista geológico, pedológico, etc (Tabela 01). Posteriormente, estas variáveis já analisadas são sobrepostas e é feito uma média aritmética (Equação 01) entre elas com o objetivo de identificar os locais mais vulneráveis numa perspectiva ambiental, ou seja, levando em consideração todas as variáveis já citadas.

$$\text{Equação 1: } V = \frac{(G + R + V + P + C)}{5} \quad (1)$$

5

Além disso, é necessário também a identificação de áreas vulneráveis, onde é possível perceber onde estão localizadas as moradias mais expostas ao risco. Para tanto, a utilização dos dados do Censo Demográfico (2010) é fundamental para a análise de informações voltadas para as características das moradias, características do entorno, grau de escolaridade, renda e demais elementos que denotam desvantagens sociais.

Tabela 01 - Grau de vulnerabilidade para cada variável ambiental

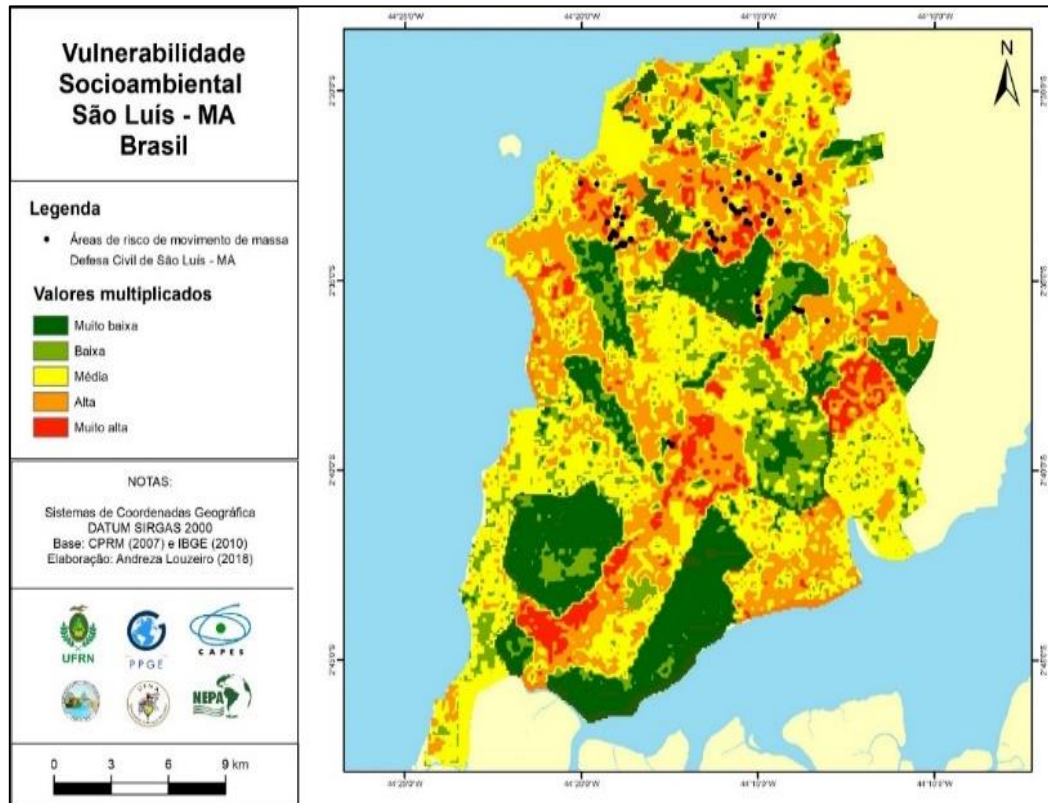
PLANOS DE INFORMAÇÃO	MÉDIA	GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO			
			VERM.	VERDE	AZUL	CORES
PI 1	3,0	VULNERÁVEL Muito alto	255	0	0	
PI 2	2,9		255	51	0	
PI 3	2,8		255	102	0	
PI 4	2,7		255	153	0	
PI 5	2,6	MODERADAMENTE VULNERÁVEL Alto	255	204	0	
PI 6	2,5		255	255	0	
PI 7	2,4		204	255	0	
PI 8	2,3	MEDIAMENTE ESTÁVEL/ VULNERÁVEL Médio	153	255	0	
PI 9	2,2		102	255	0	
PI 10	2,1		51	255	0	
PI 11	2,0		0	255	0	
PI 12	1,9	MODERADAMENTE ESTÁVEL Baixo	0	255	51	
PI 13	1,8		0	255	102	
PI 14	1,7		0	255	153	
PI 15	1,6		0	255	204	
PI 16	1,5		0	255	255	
PI 17	1,4		0	204	255	
PI 18	1,3		ESTÁVEL Muito Baixo	0	153	255
PI 19	1,2	0		102	255	
PI 20	1,1	0		51	255	
PI 21	1,0	0		0	255	

Fonte: Adaptado a partir de Crepani *et al*, 2001.

A partir do cruzamento desses dados e com o auxílio de análise estatística e de ferramentas das geotecnologias é possível elaborar o mapa de risco de movimento de massa com base na metodologia sugerida por Crepani *et al* (2001). É importante frisar que essa metodologia é usada para áreas de escalas grandes, não sendo possível obter muitos detalhes ou analisar cada especificidade existente. Ela está mais voltada para um planejamento municipal ou estadual.

De forma aplicável, essa metodologia foi utilizada em muitos trabalhos acadêmicos, inclusive por Louzeiro (2018) a qual fez uma análise da vulnerabilidade socioambiental do município de São Luís - MA, onde identificou, as áreas mais suscetíveis a movimentos de massa no local (Figura 02), juntamente com os setores censitários mais vulneráveis, resultando no mapa de risco de movimento de massa.

Figura 02: Mapa de risco de movimento de massa no município de São Luís



Fonte Louzeiro, 2018

A análise ainda contou com a sobreposição de pontos de risco identificados pela Defesa Civil municipal de São Luís e a partir da localização desses pontos é possível perceber que eles estão inseridos nas áreas mais expostas aos movimentos de massa. Sendo assim, pode-se afirmar que estudos dessa natureza são importantes ferramentas de gestão municipal.

Já o segundo exemplo de metodologia utilizada nos estudos sobre risco está fundamentado no trabalho realizado por Guerra et al (2009), que teve como base o estudo de exposição aos movimentos de massa na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, local onde ocorre suscetíveis eventos relacionados a movimentos de massa.

O autor define o nível de risco de cada área a partir de fatores de vulnerabilidade que dependem de uma série de condicionantes naturais e antrópicos. Para a quantificação desses níveis foram elaboradas tabelas de fatores de vulnerabilidade a movimentos de massa. O nível de cada fator de vulnerabilidade foi definido a partir de vistorias de campo através análises tácteis-visuais e de coletas de informações, durante essas vistorias. Para cada região vistoriada, foi definido um nível de risco, podendo ser Muito Alto, Alto, Médio e Baixo (GUERRA, 2009).

Essa metodologia foi aplicada e adaptada por Macedo (2017) no bairro de Mãe Luíza, em Natal/RN. A realidade no bairro em questão, está associado a campos de dunas fixas e móveis, que

possui riscos de deslizamentos, inclusive já registrados no local. Com isso, foram adaptadas as variáveis como declividade, drenagem natural, lançamento de detritos, cobertura vegetal, aspectos geotécnicos das moradias, qualidade da fundação das moradias e etc., chegando a um total de 16 variáveis. Mostraremos aqui apenas uma parte destas (Quadro 03).

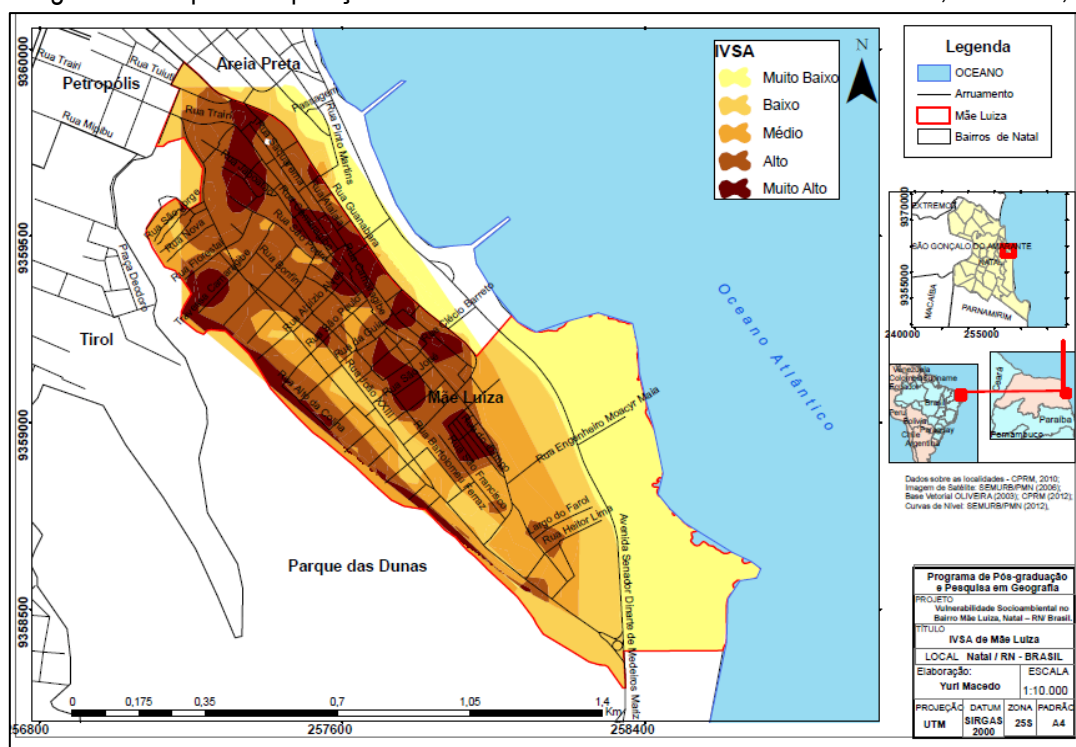
Quadro 03: Variáveis para análise de movimento de massa

Variáveis para deslizamento	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Declividade (medida em graus)	1°-10°	11°-20	21°-30°	31°-40°	Acima de 40°
Declividade (medida em graus)	1° - 10°	11° - 20°	21° a 30°	31° a 41°	Acima de 41°
Drenagem natural (quantidade de canais)	Local que não recebe nenhuma contribuição de canais de drenagem	Local que recebe pouca contribuição de canais de drenagem	Local que recebe contribuição de canais de drenagem maior e com surgência de água	Local situado nos flancos dos canais de drenagem	Local situado dentro de um canal de drenagem (canal de 1ª ordem)
Rede de esgoto sanitário	Rede de esgoto de boa qualidade e bem distribuídas espacialmente	Rede de esgoto com problemas de vazamento	Presença de fossa e rede de esgoto com vazamento	80% fossa e/ou sumidouro	Presença de valas à céu aberto
Rede de águas pluviais	Rede de águas pluviais com um grande número de bueiros/ canaletas e com boa distribuição espacial e limpos	Rede de águas pluviais com quantidade razoável de bueiros/ canaletas e com distribuição espacial regular	Presença de bueiros/ canaletas mal distribuídos, que não são suficientes para a vazão do escoamento da água	Presença de bueiros mal distribuídos e frequentemente entupidos e/ou canaletas quebradas	Ausência de bueiros/ canaletas, canaletas quebradas e/ou canaletas com destino final na própria encosta
Abastecimento de água	Ótima qualidade das tubulações e ausência de vazamentos	Baixo nível de vazamentos e em poucos lugares	Médio nível de vazamentos e bem distribuídos pela região	Alto nível de vazamentos das tubulações e distribuídas por toda a área	Ausência total de abastecimento de água oficial
Lançamento de detritos (lixo/entulho)	Ausência de lançamento de detritos	Presença de pequena quantidade de detritos (espessura de até 0,50m) localizada em poucos lugares	Presença de razoável quantidade de detritos (espessura acima de 0,50m) distribuídas ao redor da ocorrência	Presença de grande quantidade de detritos (espessura acima de 1,0m) jogados a intervalos regulares e nos mesmos locais	Presença de grandes quantidades de detritos (espessura acima de 1,0m) despejadas frequentemente ao redor da ocorrência e também nos mesmos locais

Fonte: Adaptado de Guerra et al (2009).

No que diz respeito à análise da área, cabe ressaltar que é uma metodologia voltada para uma perspectiva de detalhes, ou seja, pode ser aplicada na identificação de risco em um bairro, uma comunidade, etc. Esse tipo de estudo é utilizado com o objetivo de compreender a dinâmica do local de forma mais detalhada e com o mínimo de generalizações. Sendo assim, para o diagnóstico dos indicadores de desvantagem social é necessário a aplicação de questionários realizados em cada residência. Como resultado final, foi elaborado um mapa de risco aos movimentos de massa do bairro Mãe Luíza (Figura 03):

Figura 03: Mapa de exposição aos movimentos de massa do bairro Mãe Luíza, Natal/RN,



Fonte: Macedo, 2017.

As contribuições dessa pesquisa também estão voltadas para servir como uma importante ferramenta de gestão territorial com escala de detalhes. A partir daí, é possível estabelecer medidas que visem a prevenção e prevenção de possíveis desastres no local com o auxílio da população, Defesa Civil municipal e o Poder Público.

ESTUDO DO RISCO PARA O PLANEJAMENTO TERRITORIAL

A formação de áreas de risco de desastres vem se efetivando cada vez mais na sociedade à medida que os processos de ocupação do espaço se aliam a determinadas condições ambientais marcadas por fragilidades, não respondendo as ideias de planejamento e reestruturação territorial. Nesse sentido, os estudos de risco se fazem relevantes e necessários à medida que buscam identificar,

reconhecer, caracterizar, compreender e avaliar as áreas de risco, e se tornam ainda mais fundamentais quando incluem a perspectiva de gestão, visando, além da redução de riscos, o planejamento territorial. Então, pode-se dizer que tais estudos se caracterizam como uma das ferramentas para a atuação da Defesa Civil, Prefeituras, Corpo de Bombeiros e a população exposta/afetada, frente ao cenário de risco ou até mesmo do próprio desastre já deflagrado (SALES, 2017).

Há a necessidade de um planejamento o qual reflita num modelo de gerenciamento que permita que as instituições atuem nas áreas de um modo geral, considerando o Pré Desastre, o Desastre e o Pós Desastre, de forma a prevenir, reduzir, evitar, eliminar o risco de desastres, ou ainda de forma a tratar sobre o pós-desastre, apresentando um conjunto de ações (Quadro 4).

Quadro 4 - Atividades de gerenciamento de riscos e respostas a desastres

Pré Desastre	Desastre	Pós Desastre
Prevenção: ações voltadas a evitar um evento danoso	Resposta ao desastre: são atividades que ocorrem no momento do desastre ou logo após. Envolvem ações de assistência aos feridos, resgate dos sobreviventes, evacuação da área, apoio à população afetada, etc.	Reabilitação: ocorre logo após a situação de emergência, com o restabelecimento de serviços vitais para a comunidade e dos sistemas de abastecimento.
Mitigação: ações que minimizem o impacto do evento danoso.		Recuperação: ações de reconstrução para reparar os danos causados pelo desastre e apoiar o restabelecimento da rotina da comunidade.
Preparação: estrutura as ações de resposta numa situação de desastre		
Alerta: é o aviso formal de um perigo iminente.		

Fonte: Adaptado de Tominaga, Santoro e Amaral (2012).

Trata-se de Gestão de Risco de Desastres. Segundo o Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central - CEPREDENAC (2003), a gestão de risco de desastres é um processo social complexo cujo fim último é a redução ou previsão e controle permanente de riscos na sociedade. Tal processo deve ter seu foco voltado às comunidades considerando a sua percepção, seus valores e sua participação, se desenvolvendo de forma dinâmica e integral, juntamente com os demais atores sociais necessários, podendo garantir assim a redução dos riscos de desastres (CEPED UFSC, 2012).

É através dos estudos de análise de risco que partem as atividades para o gerenciamento propriamente dito das áreas de risco. O gerenciamento compreende a definição, formulação e execução de medidas estruturais e não estruturais mais adequadas ou factíveis de serem executadas, a curto, médio e longo prazo, no sentido de reduzir o risco de desastre. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006, p.22).

As medidas estruturais são aquelas onde se aplicam soluções da engenharia, sendo normalmente muito custosas, enquanto as não estruturais são aquelas que consistem em um conjunto de medidas relacionadas à legislação, políticas urbanas, planejamento urbano, planos de defesa civil e educação, tendo custos menores que as medidas estruturais (Quadro 5).

Quadro 5 – Exemplos de medidas estruturais e não estruturais

Medidas Estruturais	Medidas não estruturais
<ul style="list-style-type: none"> • Obras de contenção de encostas; • Obras de controle e prevenção de enchentes e inundações; • Obras de drenagem; • projetos de reurbanização de áreas; • proteção das superfícies dos terrenos (materiais naturais ou artificiais); 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento urbano (Plano Diretor ou Plano de Ordenamento Territorial); • Legislação (Meio Ambiente, regulamentação do uso e ocupação do solo, normas de construção, Defesa Civil); • Política habitacional; • Pesquisa e extensão acadêmica; • Sistemas de alerta e contingência (Defesa Civil); • Educação e Capacitação;

Fonte: Adaptado de Ministério das Cidades (2006).

Tratando-se dos estudos sobre movimentos de massa, estes podem diagnosticar o fenômeno de instabilidade e apresentar soluções para eliminar ou minimizar o risco de desastre e os seus efeitos. Ao se investigar os potenciais movimentos de massa em encostas, a identificação do tipo e das causas dos movimentos são importantes para se proceder as ações preventivas e corretivas (SILVEIRA, 2016).

Segundo Cardoso, G. e Cardoso, C. (2016), a gestão do risco de movimento de massa deve inicialmente sustentar-se em dois fundamentos: previsão e prevenção. A previsão ocorreria através da identificação dos locais em que o evento tenha maior probabilidade de acontecer, e do estabelecimento das condições e circunstâncias para a deflagração do desastre; a prevenção consistiria na possibilidade de aplicar medidas que visam impedir a ocorrência do desastre e a redução de seus impactos, agindo diretamente sobre edificações e/ou a própria população vulnerável.

Obras de contenção de encostas são exemplos de medidas estruturais para prevenção dos movimentos de massa. Elas incluem os retaludamentos (mudança na geometria das encostas, por meio de cortes e aterros, com ou sem estruturas de contenção) e aterros, as diversas tipologias de estruturas de contenção. Essas estruturas incluem os muros de gravidade (muros de pedra seca, pedra argamassada, gabião e concreto armado) cujo dimensionamento pressupõe que o próprio peso da estrutura suportará os esforços do maciço que precisa ser estabilizado (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006). Outras medidas importantes para estabilizar encostas são os sistemas de ordenação do escoamento da drenagem superficial, além da proteção das superfícies dos terrenos (Figura 4).

Figura 4 - Proteção de encosta com lona (A), concreto (B) e gramínea (C).



Fontes: <http://concretoflexivel.blogspot.com.br/2012/06/>; <http://sistemavetiver.blogspot.com.br/2012/>; <http://www.tecnogeo.com.br/empresas-concreto-projetado>.

Medidas técnicas são muito importantes na gestão do risco de movimento de massa, mas importante também é a aproximação com a população, firmando uma gestão participativa. Transmitir conhecimentos básicos sobre desastres de uma forma simples, direta e atraente, é um exemplo do que se pode fazer. Isso é possível através de oficinas e organização de cartilhas, como a elaborada pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2007), “Comunidade mais segura: mudando hábitos e reduzindo os riscos de movimentos de massa e inundações”, cujo conteúdo destina-se a moradores de comunidades e assentamentos precários (Figura 05).

Figura 05 – Capa da Cartilha da CPRM do ano de 2007

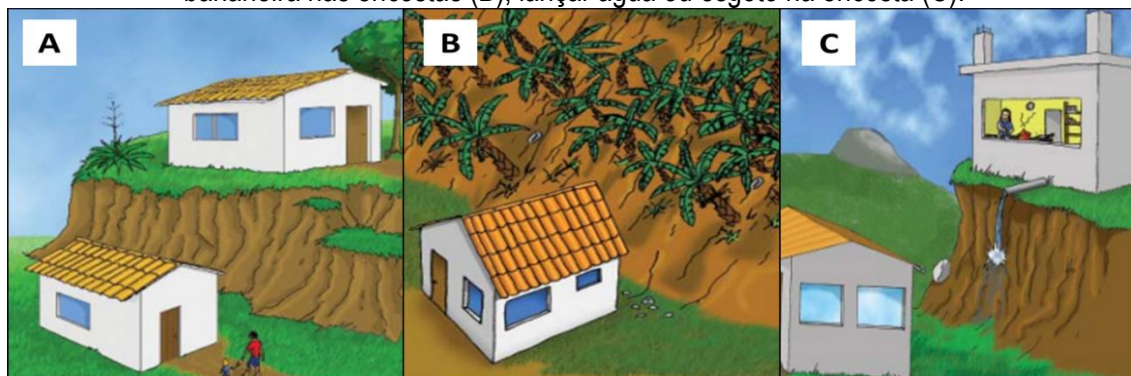


Fonte: CPRM (2007).

A comunidade pode vir a ajudar na redução dos riscos de movimento de massa atuando na identificação de determinadas situações que ocorram no seu cotidiano, partindo da observação (CPRM, 2007). Através desta é possível notar a existência de rachaduras nas paredes, vigas, ou pisos das casas, de trincas no solo (especialmente nas encostas), árvores ou postes inclinados, deformações (soerguimento ou afundamentos) do chão, muros de arrimo trincados, rochas soltas ou instáveis, etc.

Outra maneira de reduzir os riscos aqui tratados é se evitando atitudes como: cortar o terreno para retirada de solo ou bloco de rocha, construir perto da borda ou sopé de uma encosta, plantar bananeira nas encostas (elas favorecem o acúmulo de água no solo), lançar água ou esgoto na encosta, entre outras (Figura 6).

Figura 6 – Atitudes a serem evitadas: construir perto da borda ou sopé de uma encosta (A), plantar bananeira nas encostas (B), lançar água ou esgoto na encosta (C).



Fonte: CPRM (2007).

Para a comunidade chegar ao nível ideal de observação ou, ainda, para ela saber como agir buscando reduzir os riscos, é necessário que as informações cheguem até elas, de forma mais acessível possível. Daí vale salientar a importância da realização de pesquisas e projetos voltados para a gestão ou redução dos riscos de desastres.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito de risco ainda é relativamente recente na ciência geográfica, mesmo sendo um tema que envolve nitidamente a relação do homem com o ambiente, ele foi e é explorado pela engenharia, economia, ciências naturais, etc. Sendo assim, ainda carece de muita exploração teórica e metodológica na literatura brasileira para que haja maior notoriedade e clareza nos demais termos que estão relacionados a ele.

O contínuo adensamento populacional no meio urbano está intrínseco aos diversos riscos que afetam determinados grupos sociais. Em geral, as populações mais expostas são as mais vulneráveis, além disso, entra-se em questão a capacidade de resiliência ante a um dano sofrido, perda material e/ou imaterial e a integridade física do indivíduo ou grupo quando atingido em escalas mais desastrosas.

Nesse sentido, o risco de movimento gravitacional de massa merece devida atenção, fazendo-se válido o contínuo aperfeiçoamento de pesquisas com metodologias possíveis de serem aplicadas, principalmente, nas áreas de maior vulnerabilidade, proporcionando análises mais detalhadas, diagnósticos e prognósticos que visem auxiliar na tomada de decisão por parte dos órgãos gestores.

Os estudos de risco e vulnerabilidade a movimentos de massa, especificamente na ciência geográfica utilizando ferramentas de geoprocessamento, se tornou fundamental para a análise socioambiental. Além da identificação e mapeamento sobre risco, a utilização de técnicas em geoprocessamento é útil para ações de prevenção, preparação, resposta e reconstrução no caso da ocorrência de um evento natural que cause desastre. As utilizações dessas ferramentas auxiliam em planejar, criar e gerenciar sistemas de alerta e assim, elaborar modelos meteorológicos utilizados na previsão. Como também, definir rotas de evacuação, identificar abrigos e centro de operações de emergência em caso de desastre.

Para tanto, é necessário que o município e o Estado colaborem com o suporte necessário em casos de riscos de movimento de massa, ou qualquer outro tipo de risco. Para esse suporte, destacam-se quatro etapas: mapeamento, monitoramento e alerta, ações de resposta (socorro, assistência e reconstrução) e, por fim, prevenção (com obras estruturantes). Além disso, é necessário priorizar a resiliência, levando em consideração ações de proteção que irão melhorar as condições ambientais, sociais e econômicas, incluindo o combate às consequências de variações ambientais futuras e contribuindo para o bem-estar social das comunidades, tornando-as menos expostas e menos vulneráveis.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia e à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo financiamento da bolsa de doutorado com a qual foi fundamental para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALEOTTI, P. & CHOWDHURY, R. **Landslide hazard assessment**: summary review and new perspectives. Bulletin of International Association of Engineering Geology and Environmental, n. 58: 21-44.

ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades Socioambientais e rios Urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza – Ceará**. 2010. f. 278. Tese (Universidade Estadual Paulista, Inst. de Geociências e Ciências Exatas), Rio Claro, 2010.

ALMEIDA, L. Q. **Por uma Ciência dos Riscos e Vulnerabilidades na Geografia**. Mercator, Fortaleza, v. 10, n. 23, p. 83-99, set./dez. 2011. ISSN 1984-2201.

BANCO MUNDIAL. Avaliação de Perdas e Danos: **Inundações e Deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro - Janeiro de 2012**

BURTON, I.; KATES, R. W. & WHITE, G. F. **Emerging Synthesis. The Environment as Hazard**. Second Edition. New York/London, The Guilford Press, 1993.290 p.



BRABB, E.E., PAMPEYAN, E.H., BONILH, M.G. 1972. **Landslide Susceptibility** in San Mateo Country California. U.S Geological Survey Miscellaneous Field Studies Map MF-360.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2001.

CARDOSO, G.; CARSO, C. **Gestão de riscos associados a movimentos de massa**. Revista Ordem Pública, Santa Catarina, v. 9, n. 1, p.1-10, jun. 2016. Disponível em: <<https://rop.emnuvens.com.br/rop/article/view/124>>.

CASTRO, C. M., PEIXOTO, M. N. O. e RIO, J. A. P. **Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas**. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ ISSN 0101-9759 Vol. 28-2 / 2005 p. 11-30.

CEPED – UFSC. **Gestão de riscos de desastres**. Florianópolis, 2012. Disponível em: http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/10/gestao_de_riscos_de_desastres_0.pdf

CEPRENAC – PNUD. **La gestión local del riesgo: nociones y precisiones em torno al concepto y la práctica**. Programa Regional para la Gestión del Riesgo en América Central. Guatemala, 2003. Disponível em: http://www.desenredando.org/public/libros/2006/ges_loc_riesg/gestion_riesco_espanol.pdf

CERRI, L. E. S.; AMARAL, C. **Riscos Geológicos**. 1998. In: OLIVEIRA, A. M. S., BRITO, S. N. (organizadores), Geologia de Engenharia. São Paulo, ABGE (Associação Brasileira de Geologia de Engenharia), 1998, P.301-310.

COOKE, R.U.; DOORNKAMP, J.P. 1990. **Geomorphology in environmental management: a new introduction**. 2ª ed. New York: Clarendon Press, 1990.

CORREA, R. L. A. **Sobre Agentes Sociais, Escala e Produção do Espaço**. In: Ana Fani Carlos; Marcelo Lopes de Souza; Maria Encarnação Beltrão Sposito. (Org.). A Produção do Espaço Urbano: Agentes, Processos, Escalas e Desafios. 1ed. 2011, v. 1, p.

DIAS, João Manuel Alveirinho. **Movimentos De Massa: Tipos de Movimentações de Massa**. 2006.

EINSTEIN, H.H. 1988. **Landslides risk assessment procedure**. In: International Symposium on Landslides, 5, Lausanne, 1988. Vol. 2. p. 1075-1090.

FERNANDES, N. F & AMARAL, C. P. 1996. **Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológico**. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (org) Geomorfologia e meio ambiente. Bertrand, Rio de Janeiro. p. 123-194.

FRASER, J. SIMKINS, B. J. **Enterprise risk management : today's leading research and best practices for tomorrow's executives**. Includes index. ISBN 978-0-470-49908-5, 2010.

GUERRA, Antonio José Teixeira(org). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2011. 280p.

GUERRA, A. J. T et. Al.. **Criação de um sistema de previsão e alerta de riscos a deslizamentos e enchentes, visando minimizar os impactos socioambientais no bairro Quitandinha, Bacia do Rio Piabanha (Afluente Do Paraíba Do Sul), Município de Petrópolis-RJ**. Anais II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade, Taubaté, Brasil, 09-11 dezembro 2009, IPABHi, p. 785-824.

GREGORY, Kennett. J. **A natureza da Geografia Física**. (trad. Eduardo de A. Navarro). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992. 367p.

HUMMARD, G. **Measuring Organizational Performance: Beyond the Triple Bottom Line**. Business Strategy and the Environment Bus. Strat. Env. 19, 177–191 (2009) Published online 19 December 2006 in Wiley InterScience.

LIMA, P. H. G. **Urbanização e desastre: estudo de caso dos movimentos de massa ocorrido no bairro Mãe Luiza, Natal/RN**. 2017. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 101 p.

LIMA, Zuleide Maria Carvalho; MACEDO, Yuri Marques; ARAÚJO, Paulo César. **Geoprocessamento aplicado aos estudos de risco em geografia**. XVI EGAL. La Paz – Bolívia. 2016.



- LOUZEIRO, A. S. **Vulnerabilidade e risco de movimento de massa no município de São Luis - MA (Brasil)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - UFRN, Natal, 2018. 179p.
- MACEDO, Y. M. **Vulnerabilidade Socioambiental no Bairro Mãe Luiza, Natal - RN / Brasil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 176 f.
- MARANDOLA, E.; HOGAN, D. J. **Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos**. Revista Ambiente & Sociedade, Campinas, p.95-109, jul/dez 2005.
- MEDEIROS, M. D. **Vulnerabilidade Socioambiental no município de Natal, RN**. 2014. 167f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - UFRN, Natal, 2014.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Capacitação em Mapeamento e Gerenciamento de Risco**. Florianópolis, 2006. Disponível em: <http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/mapeamento/mapeamento-grafica.pdf>
- PINTO, R. C.; PASSOS, E.; CANEPARO, S. C. **Considerações a respeito dos condicionantes utilizados em pesquisas envolvendo movimentos de massa**. Geoinf: Revista do PPG em Geografia, Maringá, v. 5, n. 1, 2013, p. 102-124.
- RIBEIRO, M. I. C.; SANTOS, A. M.; LOPES, J. M. A. GOMIDE, M. L. C. **Aplicação de Geotecnologias nas Pesquisas em Geografia Socioambiental no Município de Porto Velho – Rondônia**. Revista de Administração e Negócios da Amazônia, v.6, n.3, set/dez. 2014.
- SALES, Caroline Barros de. **Risco de desastres nas comunidades Mazagão 1, 2 e José da Silva Sobral, Município de Alagoa Nova/PB/Caroline Barros de Sales**. - Natal, 2017. 95p.
- SILVEIRA, R. M. **Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar - Comportamento Geotécnico das Encostas**. Paraná, 2016. Disponível em: < <http://www.crea-pr.org.br> >
- TOMINAGA, L. K. **Avaliação de metodologias de análise de risco de escorregamentos: aplicação em um ensaio em Ubatuba, SP**. Tese de Doutorado em Geografia Física. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007, 240p.
- TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em: www.igeologico.sp.gov.br/
- THYWISSEN, K. **Comparative Glossary for Core Terms os Disaster Redution**. Glossary, v. 2, 08/12/2004.
- VAN WESTEN, C. J. 2004. **Geo-information tools for landslide risk assesement: na overview of recent developments**. In: LACERDA, EHRLICH, FONTOURA & SAYÃO (eds). Landslide: Evaluantion and Stabilization Proceeding of the ninth international Symposium on Landslides. Rio de Janeiro, A A Balkema, 2004. v. 1, p. 39-56.
- VEYRET, Y. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Editora Contexto, São Paulo, 2007. 319p.
- WHITE, G. F.; KATES, R. K. & BURTON, I. **Knowing Better and Losing even more: the use of knowledge in hazards management**. Environmental Hazards, 2001: pg. 81-92.
- WICANDER R. & MONROE, J.S.2009. **Fundamentos de Geologia**. São Paulo, Cengage Learning, 508p.