

# MENSURAÇÃO DE VULNERABILIDADE NA ESCALA DE DETALHE PARA MAPEAMENTO DE RISCOS: UMA PROPOSIÇÃO INICIAL

Fernando Rocha NOGUEIRA<sup>1</sup>; Samia Nascimento SULAIMAN<sup>2</sup>; Vitor Vieira VASCONCELOS<sup>3</sup>; Rafael COSTA E SILVA<sup>4</sup>; Beatriz Oliveira de CARVALHO<sup>5</sup>

## Resumo

Este artigo discute a metodologia de mapeamento de riscos em encostas consolidada ao longo dos últimos trinta anos no Brasil, apontando sua limitação enquanto instrumento de análise voltada para subsidiar a tomada de decisões por não incluir efetivamente a mensuração da vulnerabilidade. Reflete sobre a vulnerabilidade como componente da construção social do risco e como componente intrínseco de sua causalidade. Apontam-se algumas proposições de procedimentos para uma análise multiescalar do risco, empregando o modelo de progressão da vulnerabilidade associado ao método do detalhamento progressivo da cartografia geotécnica. Sugere ainda alguns indicadores para a avaliação da vulnerabilidade em escala de detalhe.

## Abstract

A methodology for risk mapping on hillslopes has been consolidated along the last thirty years in Brazil. This paper analyses this methodology and indicates that it has a relevant limitation for decision-making, because it does not measure vulnerability. The paper presents a reflection on vulnerability as a component of social construction of risk, as well as an intrinsic component of its own causality. A procedure for multi-scale risk analysis is proposed, using a model of nested vulnerability levels associated with a gradual increase in the level of detail scale of the geotechnical cartography. Some indicators are suggested for vulnerability assessment in the most detailed scale.

**Palavras-Chave** – riscos ambientais-urbanos; análise de riscos; vulnerabilidade

**Keywords** – urban-environmental risks; risk analysis, vulnerability

---

1 Professor, Dr., Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas – CECS/ PPGPGT/ LabGRIS – UFABC. Tel 11 33567673. [fernando.nogueira@ufabc.edu.br](mailto:fernando.nogueira@ufabc.edu.br)

2 Pós-doutora, pesquisadora colaboradora do Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo (IEE-USP). Tel. 11 999739206. [samia.sulaiman@gmail.com](mailto:samia.sulaiman@gmail.com)

3 Professor, Dr., Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas – CECS/ PPGCTA/ LabGRIS – UFABC. Tel 11 33567673. [vitor.vasconcelos@ufabc.edu.br](mailto:vitor.vasconcelos@ufabc.edu.br)

4 Bacharel em Ciências e Humanidades. Graduando em Planejamento Territorial. Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas – CECS/ LabGRIS – UFABC. Tel 11 33567673 [rafaelcostaes@gmail.com](mailto:rafaelcostaes@gmail.com)

5 Bacharel em Ciências e Tecnologia. Graduanda em Engenharia Ambiental e Urbana. Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas – CECS/ LabGRIS – UFABC. Tel 11 33567673 [beatrizoc55@gmail.com](mailto:beatrizoc55@gmail.com)

## 1. INTRODUÇÃO

As primeiras emergências da temática dos riscos (de desastres) no Brasil estiveram muito associadas a movimentos de massas (escorregamentos e processos correlatos), a assentamentos precários (vilas, favelas e loteamentos irregulares) e a procedimentos da geologia de engenharia e da engenharia geotécnica. Nogueira (2002) observou que a inclusão do risco como um dos componentes de precariedade a ser tratado na urbanização de favelas resultou da compreensão não apenas das características do meio físico que, quase sempre, são inerentes aos terrenos ocupados por tais assentamentos urbanos, mas também da predominância de ocorrência de desastres em áreas de ocupação precária e irregular.

O processo de percepção da relação precariedade-risco-desastres incentivou a elaboração das primeiras metodologias de diagnóstico (cartografia geotécnica) de risco em assentamentos precários, essencialmente qualitativas, de baixo custo e com execução relativamente rápida (AMARAL, 1989; CERRI; CARVALHO, 1990; CERRI, 1992; GUSMÃO FILHO *et al*, 1993). Carvalho (2000) indicava que:

*“a maneira mais simples de se tratar a probabilidade em análises de risco consiste em se atribuir à possibilidade de ocorrência de processo de instabilização, níveis definidos de forma literal (possibilidade de ocorrência baixa, média ou alta, por exemplo). Esta é a base para as análises de risco de caráter qualitativo, em que um profissional experiente avalia o quadro de condicionantes e indícios da ocorrência de processo de instabilização, compara as situações encontradas com modelos de comportamento e, baseado em sua experiência, hierarquiza as situações de risco em função da possibilidade de ocorrência do processo num determinado período de tempo (geralmente um ano).”*

Macedo (2001) elaborou um roteiro para redução de subjetividade nestes diagnósticos de riscos de grande utilidade prática, replicado na publicação do Ministério das Cidades (CARVALHO *et al*, 2007). Essas metodologias foram sendo validadas e constituindo procedimentos relativamente consensuais entre os técnicos e especialistas (CERRI *et al*, 2007). Tal consenso metodológico foi institucionalizado em agosto de 2003, durante o 1º Seminário Nacional de Controle de Risco em Assentamentos Precários nas Encostas Urbanas, promovido na cidade do Recife pelo Ministério das Cidades, quando se adotou a referida metodologia como referência (CARVALHO *et al*, op.cit.) para os Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRR). Foi e continua sendo aplicado amplamente nos mapeamentos de risco, predominantemente voltados a processos associados a movimentos de massa, tendo sido utilizado em mais de duas centenas de municípios em todo o país (MORETTI, 2015, p. 273-275). Tais mapeamentos têm sido importantes instrumentos para manejo de atendimentos de emergência, estruturação de Planos Preventivos de Defesa Civil, orientação de obras localizadas de engenharia ou de remoções de moradias para mitigação de riscos e, inclusive, de intervenções para redução de riscos em projetos de urbanização de favelas.

No entanto, considera-se que a referida metodologia é bastante limitada para subsidiar intervenções de engenharia para urbanização de favelas ou planos locais de redução de riscos.

Em artigo publicado no II SIBRADEN, Nogueira; Schwab (2007) já registravam a limitação dos resultados de diagnóstico de risco ali apresentados, afirmando que poderiam ter melhor qualidade se *“estivessem apoiados por metodologias mais consistentes que incorporassem a vulnerabilidade como um elemento efetivo da identificação e análise de risco. Tais metodologias somente seriam possíveis se produto de reflexões e práticas multidisciplinares, interdisciplinares”*. Os autores afirmavam ainda que *“a evolução deste campo de conhecimento passa por fóruns que integrem a pesquisa acadêmica e a gestão pública, as estratégias da gestão de risco (identificação e análise, intervenção estrutural, prevenção e informação pública) às ações da gestão ambiental-urbana e os diversos atores envolvidos com o tema. Disto podem surgir objeto, terminologia e métodos comuns”*.

Moretti (2015) avalia a limitação da metodologia consolidada para fornecer orientação para tratamento de riscos em urbanização de favelas. E, registrando dificuldades metodológicas e da escassez de referências alternativas, acrescenta um problema conceitual: como entender, avaliar e medir a construção social do risco e estabelecer intervenções abrangentes e adequadas neste ambiente tão intensamente modificado e antropomorfizado que são as favelas? Recorre ao engenheiro colombiano Omar Dario Cardona (2007, p.2) para externar o grande desafio:

*Mas, como medir a vulnerabilidade ou as condições de instabilidade se o conceito captura uma realidade causal de efeitos adversos mais ampla que a que denota a fragilidade física dos elementos expostos? A vulnerabilidade dos assentamentos humanos ante os fenômenos naturais, por exemplo, está ligada intimamente aos processos sociais que aí se desenvolvem, não depende apenas da suscetibilidade física do contexto material, mas da fragilidade social e da falta de resiliência ou capacidade de recuperação dos elementos expostos frente a ameaças de diferentes tipos. Ou seja, é necessário descrever ampla e integralmente a vulnerabilidade, reconhecendo que nela há aspectos que são dependentes da ameaça e outros que não são, mas que agravam a situação, e que a valoração pode ser feita mediante indicadores ou proxies com fins de monitoramento ou acompanhamento, na perspectiva de controle e não da verdade física.*

Na revisão da ampla bibliografia produzida nas últimas décadas sobre vulnerabilidade e sobre proposição de indicadores de vulnerabilidades para avaliação de risco, observam-se trabalhos com focos de objeto e escalas bastante diferenciados (por exemplo, ALVES, 2006; DUTRA, 2011; IWASA *et al.*, 2013; PEREZ, 2013, entre outros). Contudo, nenhum dos estudos apresentou indicadores que contemplassem a vulnerabilidade na escala de detalhe ou a tivessem aplicado com resultados no mapeamento de riscos associados a escorregamentos.

Desde 2013, vem se articulando, em torno do Laboratório de Gestão de Riscos- LabGRIS da Universidade Federal do ABC – UFABC, um grupo multiprofissional de pesquisadores docentes e discentes de pós graduação e graduação, trabalhando com as seguintes linhas de pesquisa: (1) construção social do risco, (2) metodologias para cartografia de risco, avaliação e quantificação de riscos de desastres e (3) gestão de riscos em níveis regional e local. Após trabalhar, entre 2014 e 2017, na elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização de oito municípios da Região Metropolitana de São Paulo, este grupo interdisciplinar pretende aprofundar-se numa revisão dos procedimentos metodológicos dos Planos Municipais de Redução de Riscos. Não tendo encontrado modelo a ser adotado, seja por inadequação ou diversidade de objeto, foco ou escala, um dos itens a ser trabalhado, com aplicação piloto prevista em assentamentos precários do município de Franco da Rocha, na Região Metropolitana de São Paulo, é a incorporação da vulnerabilidade como elemento componente do risco em diagnóstico na escala de detalhe. A intenção do presente artigo é trazer algumas reflexões e proposições preliminares para o debate.

## **.2. A VULNERABILIDADE COMO COMPONENTE DA CONSTRUÇÃO SOCIAL DO RISCO**

A gestão de risco é definida como o conjunto de decisões administrativas, estruturas organizacionais, decisões institucionais (leis, planos, recursos orçamentários) e conhecimentos técnico-científicos e operacionais desenvolvidos por sociedades para a implementação de políticas, estratégias e fortalecimentos das capacidades a fim de reduzir o impacto de desastres ambientais e tecnológicos consequentes. Tais políticas têm como objetivo prevenir, tratar e restaurar os danos causados por um desastre, e de acordo com Cardona (2007) um grupo cada vez maior de dados e experiências demonstram que a adoção de estratégias proativas para a redução de riscos produz benefícios sociais e econômicos consideráveis. É nesse contexto que a definição conceitual de risco e vulnerabilidade e a elaboração de indicadores para a análise das causas e do estágio de evolução são indispensáveis para uma política de gestão de riscos efetiva, prospectiva e contínua.

Desde a década de 1990, os desastres, de externos à sociedade, passaram a ser interpretados como resultado, uma consequência social de uma lógica interna e subjacente à comunidade. Nesse contexto, cientistas sociais desenvolveram investigações sobre as características locais que tornavam as populações vulneráveis a desastres naturais, relacionando vulnerabilidade e desenvolvimento (BLAIKIE *et al.*, 1996). O desenvolvimento, quando expresso por processos territoriais, como uso, ocupação e transformação do solo, e processos setoriais como o fluxo de bens e serviços, tem uma relação profunda com a geração e acumulação de riscos. Desta forma, tem influência de ameaças e vulnerabilidades, naturais e antropogênicas dos diferentes elementos ou componentes expostos..

A intensificação da urbanização no final do século XX provocou o adensamento dos grandes centros urbanos e a necessidade de políticas públicas para gestão deste espaço. Todavia, cada vez mais os desastres ambientais têm gerado impactos sobre as populações

residentes nesses centros, infraestruturas e economias. É notória a complexidade dos processos e a transformação deste cenário urbano, afetado por riscos e agravantes socioambientais. No Brasil, particularmente nos assentamentos precários (favelas, vilas, comunidades) que ocupam áreas pouco aptas à ocupação urbana com técnicas e recursos muito limitados, a relação entre as vulnerabilidades dos ocupantes e a interferência da precariedade na produção dos perigos é muito explícita, seja nos materiais ou nos processos potenciais associados.

A vulnerabilidade pode ser compreendida como a incapacidade de uma comunidade absorver os efeitos de uma determinada mudança em seu meio ambiente e se adaptar a ela. Essa incapacidade demanda olhar o risco a partir de multicausalidades: como “condição preexistente” ou exposição potencial ao risco/desastre (vulnerabilidade biofísica); como “resposta social” pela capacidade de resistência e resposta frente à ameaça (vulnerabilidade social); e como “ameaça do lugar” que relaciona tanto a vulnerabilidade biofísica como a social, submetidas à análise do território (vulnerabilidade territorial) (CUTTER *et al.*, 2003). Nesse contexto, fala-se em vulnerabilidade global, composta de diferentes “vulnerabilidades”, que, de um ângulo particular, permitem a análise do fenômeno global, podem ser estruturada nas seguintes dimensões: natural, física, econômica, social, política, técnica, ideológica, educativa, cultural, ecológica e institucional (WILCHES-CHAUX, 1993). A compreensão das componentes da vulnerabilidade global, além de mostrar em detalhe as dimensões que a compõem, apresenta-nos sua relação com o território, uma vez que sua análise e representação pode ser efetuada em diferentes escalas, de acordo com o objetivo de tal análise, a necessidade quanto a representação e a escala adequada para cada uma das dimensões (LAVELL, 1996).

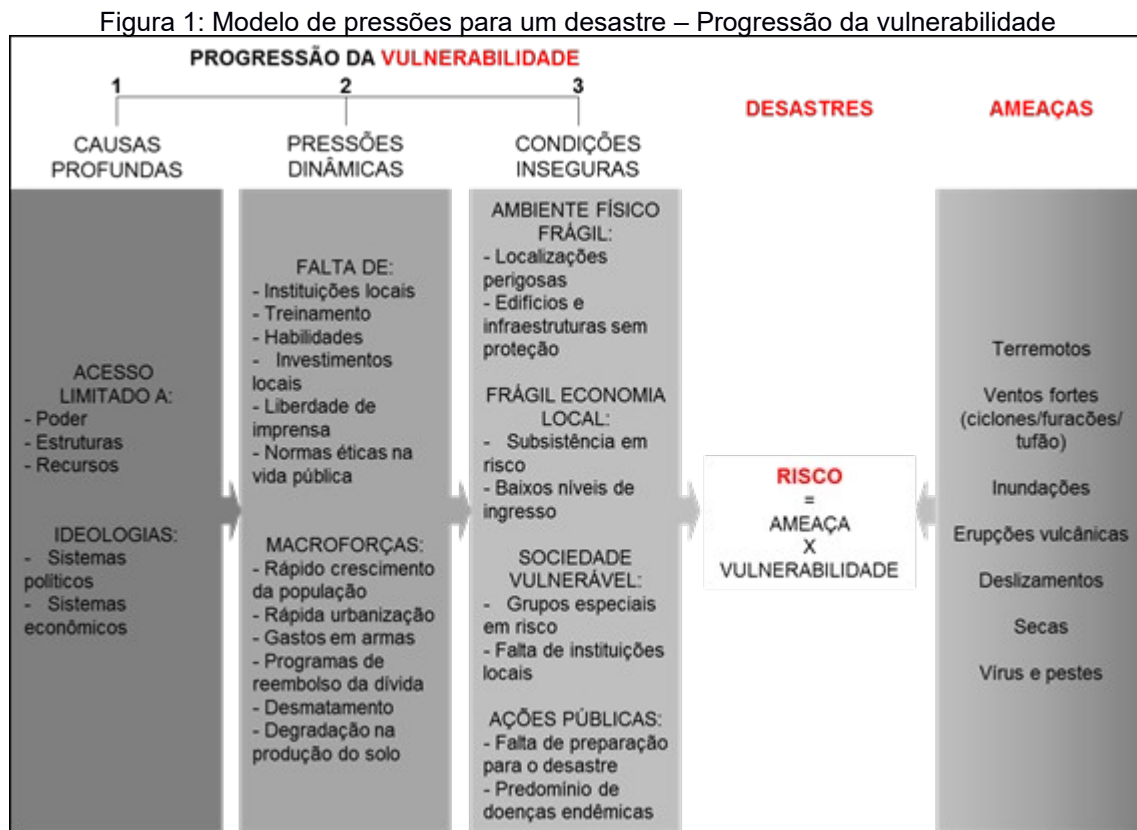
Essa perspectiva coloca em questão o paradigma tecnocêntrico (HEWITT, 1983; STEINBERG, 2000; VEYRET, 2007) que ainda tem fundamentado o entendimento de um desastre como resultado da força externa do mundo físico, separada das forças humanas e de sua organização social, cabendo ao homem desenvolver soluções técnicas, com obras de engenharia, baseadas na perspectiva de segurança e proteção frente às ameaças naturais, sem atuar sobre as questões sociais das cidades. Perspectiva que não responde às problemáticas globais e locais colocadas pelas mudanças ambientais e climáticas. Frente a esta complexidade e às incertezas científicas relacionadas à intensidade, localidade e ocorrência destes fenômenos ambientais e aos riscos associados a eles, suscitou-se a necessidade de praticar um novo modelo de conhecimento e tomada de decisão, e o entendimento da vulnerabilidade como componente da construção social do risco é de extrema pertinência e necessidade no cenário atual e futuro.

Os trabalhos de Blaikie *et al.* (1996) são referência metodológica, apontando diferentes escalas, tempos e espaços na análise da vulnerabilidade como um processo socio-histórico de desdobramentos e interrelações. Por meio de um modelo de pressão de desastres, a vulnerabilidade pode ser compreendida em suas causas profundas, suas pressões dinâmicas e condições inseguras (Figura 1).

Pode-se dizer que essas três etapas, representam diferentes escalas para análise da vulnerabilidade. As “causas profundas” são aquelas que se encontram distantes do problema concreto, relacionadas a questões de estruturas macroeconômicas, políticas e demográficas, que influenciaram no modelo de organização social e na distribuição de recursos entre indivíduos das diferentes classes sociais. As “pressões dinâmicas” são resultados de processos que derivam das “causas profundas”; como exemplo, podemos citar as ocupações em locais ambientalmente sensíveis, falta de participação política entre outros elementos. As “condições inseguras” são a materialização da vulnerabilidade no tempo e espaço, como as edificações com padrão construtivo precário, acúmulo de lixo pontual nas proximidades das habitações, desemprego, baixa escolaridade e a falta de infraestrutura em áreas periféricas, como redes de drenagem por exemplo (Blaikie *et al.*, 1996).

Os autores, portanto, encadeiam três escalas de análise da vulnerabilidade que permitem aprofundar a “leitura da realidade” para que possamos interpretar o que está posto, pressuposto e subentendido: visualizar os elementos concretos (os assentamentos precários em morros que apresentam condições inseguras), relacionar com os processos que produziram aquele cenário de risco (como falta de moradias, migração, degradação ambiental) que são pressões dinâmicas do desenvolvimento das cidades; e transcender para o modelo de organização social e as ideologias do desenvolvimento urbano (como segregação socioespacial, interesses políticos, imobiliários que

são as causas profundas). Identificando as condições inseguras (o que está posto), pressões dinâmicas (o que está pressuposto) e as causas profundas (o que está subentendido), encontramos a vulnerabilidade como componente da construção social do risco. Essa perspectiva está contida especialmente no Marco de Ação de Sendai, de 2015, que deu maior visibilidade aos fatores subjacentes que causam vulnerabilidades (pobreza, mudanças demográficas, arranjos institucionais, políticas mal formuladas, ou aquecimento global) tanto nas análises e diagnósticos, quanto nas medidas práticas.



Fonte: Adaptado de Blaikie *et al.* (1996). Traduzido por Sulaiman (2014)

### 3. A VULNERABILIDADE COMO UM ELEMENTO DA CAUSALIDADE DO RISCO INDISPENSÁVEL À PROPOSIÇÃO DA INTERVENÇÃO

Marandola & Hogan (2004) entendem análise de risco como a investigação sobre um determinado problema empírico, ligado ao planejamento e à gestão do território, voltada para subsidiar a tomada de decisões. Esta rápida delimitação de conceitos vai no sentido de dar clareza às proposições. Estes autores citam Rowe (1987), para quem a análise de risco é uma ferramenta voltada a fornecer informações científicas para a tomada de decisão, ou seja, a análise do risco é encarada como uma ferramenta da política. Na citação de Carvalho (2000), transcrita à página 2, o autor considera a análise de risco como uma “opinião de especialista”

Ressaltando que a manifestação ou a percepção do risco é fundamental para que haja tomada de decisão, Cardona (2007, p.2) ressalta a complexidade envolvida na análise de “uma abstração de um processo de transformação que denota simultaneamente possibilidade e realidade”, é algo “imaginário e escorregadiço “que parece só existir no futuro e reflete um estado indesejável de realidade. Por fim, aponta que o risco se dimensiona “*estimando um estado de realidade indesejável ao longo do tempo, algumas consequências ou efeitos adversos como resultado de processos naturais ou de atividades humanas (...). Esta noção implica que existem vínculos causais entre ações e efeitos, e que efeitos indesejáveis podem ser evitados ou reduzidos se as ações causais forem evitadas ou modificadas. O conceito subjacente da realidade causal corresponde ao conceito de vulnerabilidade.*”

Portanto, a análise de riscos em um determinado ambiente envolve a compreensão da causalidade, da temporalidade, da possibilidade e da espacialização do alcance e severidade das

consequências de um perigo. Para isso, é necessário estudar e caracterizar os processos físicos que configuram o perigo, de origem natural, socionatural (na qual o ambiente transformado pela ação antrópica gera processos induzidos) ou tecnológica. Em nosso País, a ampla maioria das ameaças de qualquer natureza foi construída socialmente, pelo uso e ocupação do solo, pela atividade humana, pela história de construção dos territórios nas diferentes escalas. Por isso, o entendimento do processo passa pelo estudo das interferências antrópicas no meio físico. Muitas vezes, os processos locais apresentam causalidades situadas em outros locais. E, como este processo físico somente se constituirá em perigo e será um componente do risco se houver uma população (indivíduos, infraestrutura ou sistemas produtivos localizados em determinado território) exposta e vulnerável, ou seja, frágil frente a tal processo, a análise de risco também precisa entender todos os fatores e dimensões da vulnerabilidade. Isto implica em observações diretas, mensurações quantitativas e qualitativas e identificação de fatores subjacentes ou “ocultos”. Envolve especialidades diversas e interdisciplinaridade na análise multifocal do território: aí está a complexidade conceitual do risco. Sem este diagnóstico integral, sem apontar o conjunto da causalidade para subsidiar a tomada de decisão sobre a intervenção necessária para reduzir o risco, podemos observar infinitudes de intervenções de engenharia limitadas a responder ao perigo, que sempre deixam abertas as possibilidades para a reconstrução dos riscos (Zuquim *et al*, 2016).

#### 4. A MENSURAÇÃO DA VULNERABILIDADE NA ESCALA DE DETALHE: PROPOSIÇÃO DE ALGUNS PROCEDIMENTOS E INDICADORES

A construção social do risco envolve processos de construção social de perigos (por meio da ocupação e transformação do meio físico – cortes, aterros, depósitos de coberturas artificiais de encosta, exposição e movimentação de solo, interferência nos fluxos superficiais de águas, etc.) e de construção social da vulnerabilidade, envolvendo exposição, fragilidades e falta de capacidade de resposta ou falta de resiliência. Moura (2018) adapta uma formulação apresentada por Nogueira (2002), introduzindo “na conversa” a resiliência como contraposição à vulnerabilidade:

$$R = P (fA) * C (fV) * r^{-1} ,$$

onde risco é o resultado da confluência<sup>6</sup> da probabilidade P de ocorrência do processo físico A, em local e intervalo de tempo específico e com características determinadas, causando consequências C em função da vulnerabilidade V, podendo ser modificada pelo aumento da resiliência individual ou coletiva.

A Geologia de Engenharia acumulou um acervo de conhecimentos que permite indicar procedimentos para avaliação da potencialidade, do estágio de evolução, do volume e da previsão da severidade e do atingimento do processo físico. No entanto, como entender e mensurar os demais componentes da análise de riscos, não necessariamente de forma quantitativa, mas com elementos que permitam recolher a complexidade descrita por Cardona à página 3 deste artigo ou pelo modelo de progressão exposto na Figura 1 e propor medidas para mitigar o risco e aumentar a resiliência da comunidade exposta?

A nossa proposição preliminar parte do entendimento que a análise de riscos e sua espacialização cartográfica são instrumentos do planejamento e gestão do território. No campo do Planejamento Territorial e Urbano, tem sido muito destacada a necessidade de análises multiescalares para o entendimento dos processos, causas e tendências locais (CEPAL, 2017).

Cerri *et al* (1996) e Zaine (2000) propuseram o método de detalhamento progressivo para a cartografia geotécnica, definindo etapas sucessivas com diferentes escalas e objetivos de investigação. Coutinho (2013) e Sobreira; Souza (2014) utilizaram este método para orientar as metodologias das cartas geotécnicas propostas pela Lei 12608 de 2012 (Tabela 1).

O modelo do detalhamento progressivo, com os níveis escalares representados pelas cartas de suscetibilidade (geral), aptidão à urbanização (semi detalhe ou intermediário) e risco (detalhe) pode ser aplicado e relacionado às escalas de “progressão de vulnerabilidade” propostas por Blaikie *et al* (1996) para a análise de riscos de um determinado território (assentamento urbano, favela, loteamento, porção de um bairro, microbacia), onde as “causas profundas” são avaliadas na escala 1:25.000, as “pressões dinâmicas” na escala 1:10.000 e as “condições inseguras” são observadas na escala de detalhe, prioritariamente em campo. A Tabela 2 sintetiza

---

6 Conceito matemático que indica concomitância e mútuo condicionamento

a proposição preliminar de estudos que permitiriam esta integração no diagnóstico de riscos, na concepção dos autores.

Tabela 1: Síntese do Método de Detalhamento Progressivo.

	<b>1ª Etapa-Geral</b>	<b>2ª Etapa-Intermediária</b>	<b>3ª Etapa-Detalhe</b>
<b>Produtos</b>	Cartas geotécnicas de <b>suscetibilidade</b> , na escala 1:25.000.	Cartas geotécnicas de <b>aptidão à urbanização</b> , na escala 1:10.000.	Cartas de risco, em escala maior ou igual a 1:2.000.
<b>Objetivos</b>	Caracterização do meio físico, identificando limitações e potencialidades.	Fornecer subsídios para o planejamento do uso e ocupação (e de parcelamentos) do solo urbano.	Subsidiar a análise de riscos e propor intervenções estruturais e não estruturais para solucionar problemas já instalados.

Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado Zaine (2000) e Sobreira; Souza (2014) .

Tabela 2: Síntese do mapeamento de riscos com progressão da vulnerabilidade.

	<b>1ª Etapa-Geral</b>	<b>2ª Etapa-Intermediária</b>	<b>3ª Etapa-Detalhe</b>
<b>Produtos</b>	Mapa de vulnerabilidade da área urbana do município, frente à suscetibilidade a deslizamentos e inundações, escala 1:25.000.	Mapa de vulnerabilidade da área estudada frente à aptidão geotécnica à urbanização do terreno, escala 1:10.000	Mapa de riscos na escala de detalhe
<b>Objetivos</b>	Identificar as macroforças econômicas, demográficas e políticas que atuam na expansão urbana e as dinâmicas sociais no território municipal. Relacionar com características do meio físico e suscetibilidade a processos geo e hidrodinâmicos. Caracterizar o assentamento estudado.	Identificar a precariedades e vulnerabilidades presentes na área de estudo.	Subsidiar intervenções emergenciais e estruturantes que reduzam o grau de risco dos elementos expostos.
<b>Procedimentos</b>	Análise de segregação socioespacial comparando os dados sociodemográficos de setores censitários sobre assentamentos precários e a cidade formal. Os dados censitários também apresentam informações relevantes sobre precariedades na área estudada, como infraestrutura de água, esgoto, lixo drenagem, energia, pavimentação, iluminação pública. Podem-se cruzar os dados sociodemográficos com a setorização de suscetibilidade a processos geo e hidrodinâmicos, espacialização de ocorrências registradas pela defesa civil local e outros problemas ambientais relatados no município, como realizado por Young (2013) para refletir se os assentamentos precários coincidem com as áreas de maior risco, em um contexto de	Análise de vetores de expansão das áreas com distintas vulnerabilidades e análise de acessibilidade em contextos de desastres, utilizando séries temporais de uso do solo a partir de imagens de satélite de alta resolução e localização de infraestrutura e de serviços urbanos. Os vetores de expansão podem ser caracterizados por modelos de mudança de uso do solo, como realizado por Feitosa et al., (2014). Complementarmente, também podem ser utilizados mapas multivariados de kernel para as tendências de expansão, como implementado por Costa e Leite (2017). A análise de acessibilidade pode incluir mapas de proximidade ou de linhas	Pré-análise em fotos oblíquas obtidas por meio de drones. Observações de campo que associem indicadores de processos físicos (perigos) a indicadores observáveis de vulnerabilidade a serem definidos em função de características locais/regionais. Análises estatísticas pós-campo podem investigar relações estatísticas entre itens marcados em fichas de campo e a opinião final dos especialistas quanto aos graus de vulnerabilidade e risco. Dados características de vulnerabilidade obtidas de cadastros

	injustiça e segregação socioambiental. É possível modelar essas relações espacialmente com base em modelos de entropia como o <i>MaxEnt</i> (CAROTENUTO <i>et al.</i> , 2017).	isócronas de tempo de acesso para resgate e para internação em relação a localização das infraestruturas urbanas. Cruzar com setores de aptidão geotécnica .	habitacionais podem ser espacializados a partir de técnicas de Kernel, como realizado por Gomes (2017).
--	--	--	---

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o município de Franco da Rocha, onde se fará o estudo piloto da proposição aqui apresentada, foram selecionados os seguintes indicadores de vulnerabilidade na escala de detalhe, passíveis de verificação direta em vistoriais de campo:

- 1 - Moradores idosos, deficientes, dependentes químicos ou alcoólicos;
- 2- Evidências de fragilidade construtiva, de instabilidade estrutural ou de degradação significativa da edificação;
- 3- Acúmulo de lixo significativo no entorno da moradia;
- 4- Evidência clara de perigo ou impacto ou dano à moradia por ocorrência pretérita, sem que haja providência observável de reparo ou mitigação por parte do morador;
- 5- Desorganização espacial e/ ou adensamento excessivo das edificações na área vistoriada, afetando fluxos de drenagem superficial
- 6- Lançamento desorganizado de águas servidas sobre taludes.

## 5. CONCLUSÕES

Cardona (2007) considera que os atributos de qualidade de um modelo de mensuração de riscos são sua aplicabilidade (no sentido da adequação do modelo ao problema, de seu alcance e completude), sua transparência (estruturação do problema, a facilidade de uso, a flexibilidade, a adaptabilidade e a replicabilidade do modelo), sua apresentação (visualização e a compreensão dos resultados) e sua legitimidade (referente ao controle e validação dos resultados, à possibilidade de verificação e à aceitação e consenso com os tomadores de decisão e demais atores). Aponta que “*do cumprimento destes atributos ou propriedades da técnica de avaliação dependerá seu pedigree científico*”.

Os conceitos e proposições aqui apresentados deverão, portanto, buscar seu aprimoramento e validação na aplicação piloto em andamento no município de Franco da Rocha.

Ficam, no entanto, por meio do presente artigo, expostos desde já ao debate e contribuições.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, H. P.F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. *Revista Brasileira de Estudos Populacionais*, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 43-59, jan./jun. 2006.
- AMARAL, C. Mapa de risco de escorregamentos da favela do Salgueiro, Rio de Janeiro, RJ. In: SIMPOSIO DE GEOGRAFIA FISICA APLICADA, 3. *Atas*. Nova Friburgo, Rio de Janeiro: UFRJ, 1989. p. 278-90.
- BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I.; WISNER, B. *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*. La RED (Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina). Disponível em: <http://goo.gl/yX7OtD>, Acesso em: 22/05/2018.
- CARDONA, O.D. *Midiendo lo inmedible. Indicadores de vulnerabilidad y Riesgo*. La Red – Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. 2007. Disponível em: [http://www.desenredando.org/public/articulos/2007/articulos/omar/Midiendo\\_lo\\_inmedible\\_ODC\\_LaRed.pdf](http://www.desenredando.org/public/articulos/2007/articulos/omar/Midiendo_lo_inmedible_ODC_LaRed.pdf). Acesso em maio 2018.
- CAROTENUTO, F., ANGRISANI, A. C., BAKTHIARI, A., CARRATÙ, M. T., Di MARTIRE, D., FINICELLI, G. F., ... & CALCATERRA, D. A new statistical approach for landslide susceptibility assessment in the urban area of Napoli (Italy). In: WORKSHOP ON WORLD LANDSLIDE FORUM (pp. 881-889). Springer, Cham, 2017.



CARVALHO, C. S. Análise quantitativa de riscos e seleção de alternativa de intervenção: exemplo de um programa municipal de controle de riscos geotécnicos em favelas. In: WORKSHOP SOBRE SEGUROS NA ENGENHARIA, 1, 2000, Sao Paulo. Anais. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 2000. P.49-56.

\_\_\_\_\_; MACEDO, E. S. de; OGURA, A. T. (Org.) *Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios*. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. 2007.

CEPAL. COMISSÃO ECONOMICA PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE. *Panorama del desarrollo territorial en América Latina y el Caribe. Agendas globales de desarrollo y planificación multinivel*. Santiago: CEPAL/ONU, 2017.

CERRI, L. E. S. Prevenção e controle de acidentes geológicos urbanos associados a escorregamentos no Brasil: proposições técnicas fundamentadas na realidade socioeconômica brasileira. In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO SOBRE RISCO GEOLOGICO URBANO. 2. Anais. Pereira, Colômbia: CARDER/INGEOMINAS/ EAFIT/ AGID/ IUGS/ IAEG/ ONAD. s/p, 1992a.

\_\_\_\_\_. Mapeamento de riscos a deslizamentos em encostas. In: CARVALHO, C. S.; GALVAO, T. (org.). *Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para elaboração de Políticas Municipais* /– Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006, p. 46-55

\_\_\_\_\_; CARVALHO, C. S. Hierarquização de situações de risco em favelas do município de São Paulo, Brasil - critérios e metodologia. In: SIMPOSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLOGICO URBANO, 1, 1990, Sao Paulo. Anais. São Paulo: ABGE, 1990, p.150-57.

\_\_\_\_\_; AKIOSSI, A.; AUGUSTO FILHO, O. & ZAINÉ, J.E. (1996). Cartas e mapas geotécnicos de áreas urbanas: reflexões sobre as escalas de trabalho e proposta de elaboração com o emprego do método de detalhamento progressivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, VIII. Rio de Janeiro, 1996. Anais... São Paulo, ABGE.v.2, p.537-548.

\_\_\_\_\_.; NOGUEIRA, F. R.; CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S. de; AUGUSTO FILHO, O. Mapeamento de riscos em assentamentos precários no Município de São Paulo (SP). São Paulo, UNESP, *Geociências*, v.26, n.2, São Paulo, 2007, p.143-150.

COUTINHO, R.Q. (coord.) *Parâmetros para a cartografia geotécnica e diretrizes para medidas de intervenção de áreas sujeitas a desastres naturais*. Brasília, Ministério das Cidades/ GEGEP/UFPE. 2013.

COSTA, F.C.; LEITE, M.A.P. (2017). Mapa de tendência à ocupação como auxílio à Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização: Experiência do município de Ribeirão Pires – SP. In: WORKSHOP BRASILEIRO PARA AVALIAÇÃO DE AMEAÇAS, VULNERABILIDADES, EXPOSIÇÃO E REDUÇÃO DE RISCO DE DESASTRES, I. Anais. São Bernardo do Campo, BRAHVE, CEMADEN. 2017.

CUTTER, S. L.; BORUFF, B. J.; SHIRLEY, W. L. Social vulnerability environmental hazards”, In: *Social Science Quarterly*, vol. 84, nº 2, pp. 242-261, 2003.

DUTRA, R. C. *Indicadores de vulnerabilidade no contexto da habitação precária em área de encosta sujeita a deslizamento*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

FEITOSA, F.; MARETTO, R. V.; MONTEIRO, A. M. V. URBIS-Caraguá: Um Modelo de Simulação Computacional para a Investigação de Dinâmicas de Ocupação Urbana em Caraguatatuba, SP. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, ABEP, 2014, São Pedro. Encontro. São Paulo: Abep, 2014. p. 1 - 19.

GOMES, A. H. *Desigualdades raciais em assentamentos precários: um estudo em três favelas de São Bernardo do Campo*. Dissertação de Mestrado. Programa de Planejamento e Gestão do Território, UFABC. 2017.

GUSMAO FILHO, J. A.; ALHEIROS, M. M.; SILVA, J. M. J. Mapeamento de risco das encostas ocupadas do Recife. GUSMAO ENG. ASSOCIADOS. URB/ CODECIR. Relatório Técnico. Três mapas 1:10.000, anexos. 1993.

HEWITT, K. (ed.) (1983) *Interpretations of Calamity*. Boston: Mass Allen & Unwin.

IWASA, O.Y.; et al. Vulnerabilidade da ocupação em setores de risco a movimentos gravitacionais de massa e inundação no Município de Luis Alves, Santa Catarina. In: 14º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 2013, Rio de Janeiro. Anais ... São Paulo: ABGE, 2013.

LAVELL, A. Degradación Ambiental, Riesgo y Desastre Urbano: Problemas y Conceptos. In Fernández, M.A. *Ciudades en Riesgo: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres*. LA RED. USAID, Lima, Perú, 1996.

MACEDO, E.S. de. *Elaboração de cadastro de risco iminente relacionado a escorregamentos: avaliação considerando experiência profissional, formação acadêmica e subjetividade*. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). IGCE - Universidade Estadual Paulista, UNESP, 2001.

MARANDOLA Jr., E., HOGAN, D. J. O risco em perspectiva: tendências e abordagens. *Geosul*, Florianópolis, v. 19, n. 38, p 25-58, 2004.

MORETTI, R.S. (coord.). *Urbanização de assentamentos precários no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento na Região do ABC*. MCTI/CNPq/MCidades: Relatório final, 269p.2015.

NOGUEIRA, F.R. *Gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos: contribuição às políticas públicas municipais para áreas de ocupação subnormal*. 266 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

\_\_\_\_\_, SCHWAB, N. Identificação e análise de riscos associados a múltiplos processos ambientais em assentamentos precários de Florianópolis, SC. e a lacuna da vulnerabilidade. In: SIBRADEN – SIMPÓSIO NACIONAL DE DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS, 2, Santos, SP, 2007. Anais...ABGE, 2007.

PEREZ, L.P. *Índice de vulnerabilidade urbana a alagamentos e deslizamentos de terra em função de eventos extremos de clima na Região Metropolitana de São Paulo: uma proposta de método*. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

ROMERO, G. y A. MASKREY (1993), Como entender los desastres naturales. In: MASKREY, A. (compil.) *Los desastres no son naturales*. Colombia: Tercer Mundo Editores, La RED, pp. 1-7.

STEINBERG, T. (2000) *Acts of God: The Unnatural History of Natural Disaster in America*. 2 ed. Nova Iorque: Oxford University Press.

SOUZA, L.A.; SOBREIRA, F.G. *Guia para elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização frente aos desastres naturais: Estudo de caso de Ouro Preto*. Brasília, 2014.

SULAIMAN, S. N.. *De que adianta? O papel da educação para prevenção de desastres naturais*. Tese (Doutorado em Educação), FEUSP-USP/IUACA-UA, São Paulo, 2014.

VEYRET, Y. (org) *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. São Paulo: Contexto, pp. 23-80.

VIEILLAND-BARON, H. (2007) Os riscos sociais. In: VEYRET, Y. (org) *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. Trad. Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, pp. 275-316.

[ZUQUIM, M. L.](#); NOGUEIRA, F. R.; [MORETTI, R. S.](#) ; [CANIL, K.](#) Remanescência da ilegalidade, da irregularidade, da precariedade e dos riscos pós-urbanização de favelas. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE URBANIZAÇÃO DE FAVELAS, II, 2016, Rio de Janeiro. Anais do II URB Favelas. Rio de Janeiro: IIPUR/UFRJ, p. 1-15, 2016.

WILCHES-CHAUX, G. (1993), La vulnerabilidad global. In: MASKREY, A. (compil.) *Los desastres no son naturales*. Colombia: Tercer Mundo Editores, LA RED, pp. 8-37,

YOUNG, A.F.. Urbanization, environmental justice, and social-environmental vulnerability in Brazil. In: *Urbanization and Sustainability*. Springer Netherlands, 2013. p. 95-116.