

ANÁLISE DA VULNERABILIDADE NAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A MOVIMENTO DE MASSA NAS ENCOSTAS DO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO, RIO DE JANEIRO.

Neiva Barbalho de Moraes ¹
Monara da Silva Santos ²
Giselle Ferreira Borges ³
André de Souza Avelar ⁴

INTRODUÇÃO

A encosta enquanto unidade geomorfológica dinâmica precisa ser pensada e analisada a partir de um entendimento geossistêmico que contribua tanto para o equilíbrio dos seus aspectos físicos-naturais, quanto das suas respectivas interações sociais.

No Brasil, nos últimos séculos, as encostas urbanas foram densamente ocupadas principalmente, por uma população vulnerável economicamente, que não teve acesso a políticas de planejamento urbano geomorfológico que contribuíssem para uma relação equilibrada entre a homem e o meio natural. Consequentemente, produziu-se um cenário de produção frequente de catástrofes relacionadas aos processos geomorfológicos, geológicos e hídricos nas encostas.

Assim, faz-se imperativo compreender de forma integrada tanto os processos modeladores presentes na encosta, quanto os antrópicos que possam deflagrar processos intensos alteradores dessa paisagem. Dentre estes, os processos erosivos, as enxurradas e os movimentos de massa.

Neste contexto, Gerscovich (2016) afirma que no Brasil e em vários outros países a aceleração dos movimentos de massa, não decorre apenas pelas variáveis do meio físico, como: pluviosidade, declividade e formato da encosta, orientação da vertente,

¹ Doutora em Geografia pelo Universidade Federal do Rio de Janeiro - RJ. Professora Adjunta da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, barbalhomorais@gmail.com;

² Mestranda pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - RJ, monara.santos09@gmail.com;

³ Doutora em Geografia pela Universidade Universidade Federal do Rio de Janeiro - RJ. Professora substituta da FAETEC-RJ, giborgesgeouff@gmail.com;

⁴ Professor orientador: Doutor, Professor Associado I da Universidade Federal do Rio de Janeiro- RJ, andre.avelar@globo.com.

características pedológicas e geológicas que são determinantes nesse tipo de processo, mas também, pela intervenção do homem no solo e nas encostas.

A partir da expansão rápida das cidades, orientada pela lógica capitalista de ocupação do território é que se materializa um avanço da ocupação de áreas naturalmente suscetíveis a processos naturais modeladores do relevo pelos mais vulneráveis. A vulnerabilidade abarca as características de um determinado grupo ou comunidade que irá determinar a magnitude das consequências de um processo natural. Para Cutter et al. (2003) a vulnerabilidade pode ser expressa não apenas pela renda, mas também por outros indicadores, como por exemplo, o perfil demográfico, a distribuição etária, etnia, gênero, entre outros.

Portanto, as políticas e as pesquisas de gestão de risco e de desastre precisam dedicar-se também, ao entendimento, a identificação e a caracterização da vulnerabilidade dos grupos envolvidos. Frente a isso, trataremos a seguir neste trabalho⁵ de uma análise das condições de vulnerabilidade da população residente nas encostas do Município de São Gonçalo que possam potencializar e/ou deflagrar movimentos de massas. Para tal, adotou-se como estratégia metodológica selecionar e analisar variáveis demográficas do Censo do IBGE, da população residente em áreas de alto e médio risco a movimentos de massa, segundo a classificação do pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2015).

Os resultados encontrados apontaram que a falta de cobertura de serviços de saneamento básico nas encostas do Município, como rede de esgoto e esgoto via vala, podem resultar na emissão de efluentes no solo, conseqüentemente saturação constante do solo e possíveis deflagração de movimentos de massa. Nos indicando que a população mais vulnerável que ocupam as zonas mais suscetíveis, estão potencialmente mais expostos ao risco de serem atingidos por um evento catastrófico. Portanto, destacamos que os estudos de gestão e prevenção ao risco a desastres precisam perpassar pelo entendimento e intervenção nas áreas geomorfológicas mais suscetíveis a processos naturais ocupadas pelas populações mais vulneráveis.

⁵ Este trabalho é parte do resultado de uma pesquisa de Doutorado, desenvolvida no programa de pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, financiada pela agência de fomento CNPQ

METODOLOGIA

Adotou-se como estratégia amostral, selecionar as áreas classificadas como de alta e média suscetibilidade, de acordo com a Carta de Susceptibilidade a Movimentos de Massa elaborada e disponibilizada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2015). Com base nos arquivos da CPRM (2015) geramos mapas em Sirgas 2000, com projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), definiu-se as seguintes classes de suscetibilidade: alta, média e baixa, na escala de 1: 25000.

Nestes recortes espaciais das áreas suscetíveis foram realizadas as análises das condições de vulnerabilidade socioeconômicas e demográfica dos moradores que pudesse deflagrar processos de movimentos de massa (Tabela 1). Utilizamos dados censitários de 2010 do IBGE, a saber: rede de esgoto, pavimentação, esgoto a céu aberto e presença de bueiros.

Tabela 1: Grupo de variáveis do IBGE adotadas para investigação da vulnerabilidade e da potencialização da suscetibilidade. Fonte: Adaptado, Morais (2021).

| Variáveis Censitárias | Informações acerca da Vulnerabilidade | Intersecção entre vulnerabilidade e suscetibilidade ao movimento de massa |
|---|---|--|
| Rede de esgoto | Infraestrutura de saneamento básico. | Inserção de efluentes no solo, via ausência do serviço. |
| Acesso a pavimentação, existência de esgoto a céu aberto e presença de bueiros. | Informações a respeito do entorno dos domicílios. | Impermeabilização ou não do solo, presença de efluentes domésticos e de drenagem urbana. |

REFERENCIAL TEÓRICO

Os movimentos de massa são eventos comuns nos domínios de encosta. Esses movimentos podem ocorrer em todas as vertentes e apresentar diferentes velocidades, podendo ter um caráter lento quase que imperceptível ou muito veloz e brusco (Guerra e Marçal, 2006; Drew 1986; Christofolletti, 1980). A apropriação das encostas pelo homem pode interferir diretamente nos processos de recarga e drenagem do solo, bem como na estabilidade dessas a ação gravitacional (Cruden e Varnes, 1996; Georio, 2014). Nesse contexto, as vertentes demarcam, em consequência de suas declividades, áreas menos propícias a ocupação humana. O limite máximo da inclinação que uma encosta pode ter para ser ocupada depende de diversos condicionantes geológico-geotécnicos que irão

determinar a segurança quanto a sua estabilidade do talude (Guidicini e Nieble, 1984; Georio, 2014;).

Contudo, em zonas metropolitanas brasileiras, tais como as de Belo Horizonte, Recife, Rio de Janeiro e Salvador, por exemplo, a desestabilização das encostas é reflexo da ocupação desordenada dessas superfícies nas periferias urbanas. Os processos de desestabilização iniciam-se com a retirada a cobertura vegetal, seguindo-se da realização de cortes de taludes para construção de casas, prédios ou mesmo abertura de vias de acesso que, com a ampliação e intensificação da ocupação, levam ao desencadeamento de processos de deposição final de lixo e águas servidas nas encostas (FERNANDES e AMARAL, 1996).

Os deslizamentos causados pela ação antrópica enquadram-se aqueles cuja deflagração é causada pela execução de cortes e aterros inadequados, pela concentração de águas pluviais e servidas, pela retirada da vegetação, etc. Muitas vezes, estes deslizamentos induzidos mobilizam materiais produzidos pela própria ocupação, envolvendo massas de solo de dimensões variadas, lixo e entulho (IPT, 2007). Esses fenômenos podem ser gerados pelas atividades do homem que modificam as condições naturais do relevo, por isso é comum a ocorrência desses tipos de deslizamentos como resultado da ocupação inadequada. Portanto, sendo mais comum em zonas com ocupações precárias de baixa renda (IPT, 1991).

Em se tratando de fenômenos naturais, determinadas partes do relevo estão mais suscetíveis a fenômenos específicos, como por exemplo as encostas, aos movimentos de massa e as planícies às inundações. De acordo com Fell et al (2008) a suscetibilidade à deslizamento refere-se à distribuição, classificação ou volume de deslizamentos que existam ou possam ocorrer em uma determinada área.

Cutter et al. (2003) apontam que quando se observa diferentes padrões de sofrimento e recuperação dos grupos de populações após a ocorrência dos eventos aos quais os riscos estão relacionados é que a vulnerabilidade social a tais eventos fica mais evidente. Os mais vulneráveis dentro do estrato social, são os mais afetados. Esses grupos geralmente têm o menor número de recursos para preparar-se para uma catástrofe, vivem nos locais de maior risco e ocupam habitações de baixo padrão (DUNNING E DURDEN, 2011). A vulnerabilidade é um conceito complexo que envolve inúmeras variáveis sociais e na qual não existe um consenso conceitual na literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na correlação espacial dos dados de suscetibilidade aos movimentos de massa do CPRM com as unidades censitárias do IBGE (Figura 1), identificamos que dentre as 1.928 unidades censitárias pertencentes ao Município de São Gonçalo, 131 estão contidos na classificação de alta suscetibilidade e 1082 na classificação de média suscetibilidade, ainda de acordo com as informações do IBGE, a região de alta suscetibilidade contabiliza 22.153 domicílios enquanto a de média suscetibilidade abrange 189.901 domicílios.

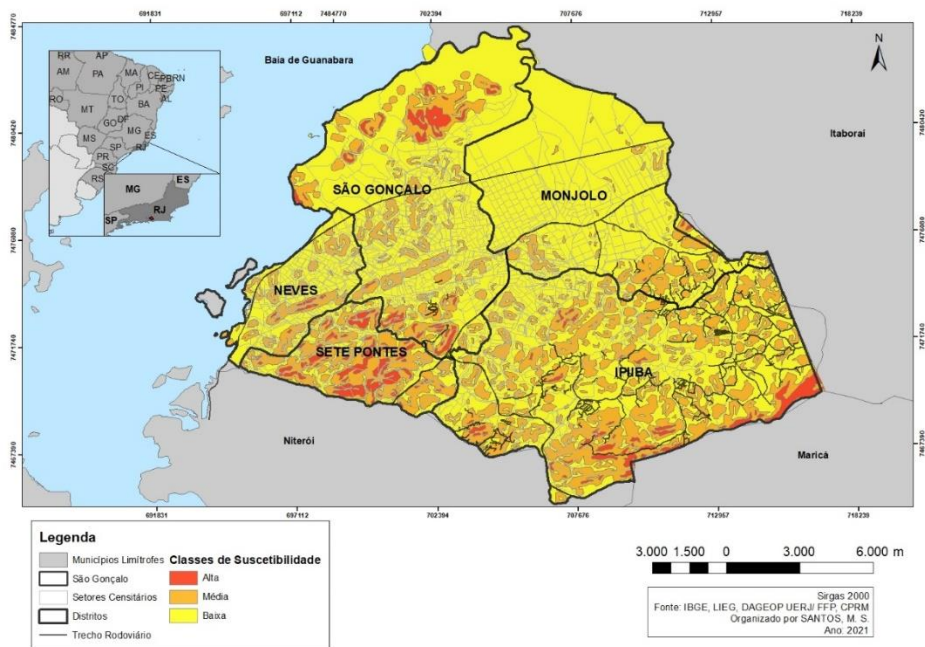


Figura 1: Mapeamento da suscetibilidade a movimento de massa. Fonte: CPRM, 2015.

Ao analisarmos o acesso desses domicílios a rede de saneamento básico, constatamos que em ambas classificações (média e alta) (Tabela 2) não são todos os residentes contemplados com esses serviços. Sendo a questão do esgotamento sanitário ainda mais crítica alcançando uma cobertura de aproximadamente 54% nas áreas de alta suscetibilidade e de 67% nas áreas de média. Identificamos cerca de 20% dos domicílios em situação de média suscetibilidade e quase 30% nos domicílios em situação de alta suscetibilidade com esgoto correndo a céu aberto. Esses dados são fortes indicadores de emissões de efluentes no solo, contribuindo para o saturamento e, conseqüentemente, para a perda de estabilidade.

Aproximadamente 60% dos domicílios, em ambas classificações de suscetibilidade, apresentam pavimentação no entorno (Tabela 3), ou seja, um pouco mais que a metade dos domicílios existentes. A maior parte das vias não possuem bueiro, portanto inferimos que as drenagens das águas pluviais ficam comprometidas e agravadas pela impermeabilização de parte das vias, o que pode contribuir para aumentar a suscetibilidade dessas áreas.

Tabela 2: Indicadores censitários dos domicílios das áreas de alta e média suscetibilidade. Fonte: IBGE, 2010.

| Indicadores socioeconômicos e demográficos dos domicílios particulares e coletivos com: | Suscetibilidade alta | Suscetibilidade média |
|--|-----------------------------|------------------------------|
| Número de domicílios particulares e domicílios coletivos | 22153 | 189901 |
| Número de domicílios particulares e domicílios coletivos (%) | | |
| Esgotamento sanitário via rede geral de esgoto | 12035 | 128143 |
| Esgotamento sanitário via rede geral de esgoto (%) | 4,3 | 67,5 |
| Esgotamento sanitário via vala | 3611 | 17002 |
| Esgotamento sanitário via vala (%) | 16,3 | 9,0 |

Tabela 3: Indicadores censitários referente ao entorno dos domicílios. Fonte: IBGE, 2010.

| Indicadores socioeconômicos e demográficos dos domicílios particulares coletivos e particulares com: | Suscetibilidade e alta | Suscetibilidade média |
|---|-------------------------------|------------------------------|
| Pavimentação | 11728 | 113528 |
| Pavimentação (%) | 54,9 | 60,0 |
| Não Existe pavimentação | 8646 | 69247 |
| Não Existe pavimentação (%) | 40,5 | 36,6 |
| Bueiro/boca-de-lobo | 5305 | 56725 |
| Bueiro/boca-de-lobo (%) | 24,8 | 30,0 |
| Não existe bueiro/boca-de-lobo | 15069 | 125727 |
| Não existe bueiro/boca-de-lobo (%) | 70,6 | 66,40 |
| Existe esgoto a céu aberto | 6164 | 35336 |
| Existe esgoto a céu aberto (%) | 28,9 | 18,7 |
| Não existe esgoto a céu aberto | 14210 | 147439 |
| Não existe esgoto a céu aberto (%) | 66,5 | 77,9 |

Os dados de infraestrutura correspondente aos domicílios demonstram que uma parte considerável dos domicílios se localizam em regiões com uma escassa infraestrutura nas vias, tais como serviço deficitário de saneamento básico, precariedade de asfaltamento e bueiro. Os resultados das unidades censitárias em situação de alta suscetibilidade são ainda piores, a condição dessa população pode potencializar a suscetibilidade ao movimento de massa. Na perspectiva geotécnica, as águas servidas podem ser grandes indutoras de movimentos de massa, uma vez que contribuem com o encharcamento do solo diminuindo assim sua resistência (Cunha, 1991; Alheiros, *et al.* 2004).

Cabe comentar que os mais vulneráveis tendem a ter mais dificuldades de conseguir se recuperar após a concretização do desastre. Podendo ainda ser um público que não dispõe de informações para se precaver dos desastres. Esse contexto de sobreposição de suscetibilidade a riscos naturais e vulnerabilidade social foram encontrados por outros autores nas cidades brasileiras (Almeida, 2010; Lima *et al*, 2011; Almeida, 2010; Brito *et al*, 2019, entre outros).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise integrada dos indicadores do IBGE com as áreas classificadas como de alta e média suscetibilidade a movimento de massa, concluiu-se que a variável de vulnerabilidade que pode influenciar na suscetibilidade mais preocupante no município é o de esgotamento sanitário. Algumas unidades censitárias consideradas suscetíveis a movimento de massa possuem, aproximadamente, metade dos seus domicílios sem esse serviço. Cabe comentar que na ausência desses serviços à população tende a lançar seus efluentes no solo, contribuindo para saturação e perda da estabilidade do mesmo. Portanto, identificamos uma sobreposição da vulnerabilidade, principalmente da dimensão infraestrutural, a suscetibilidade a movimento de massa.

Diante do exposto, o trabalho contribuiu qualitativamente para a identificação das vulnerabilidades existentes no Município de São Gonçalo nas áreas mais suscetíveis ao movimento de massa. Contribuindo na produção de dados, para um planejamento urbano geomorfológico das encostas do Município e para elaboração de projetos voltados para a gestão e prevenção de risco a movimentos de massa.

Ressaltamos ainda que uma das potencialidades e relevância dessa pesquisa está no uso metodológico simples e de baixo custo na avaliação da inter-relação entre vulnerabilidade e suscetibilidade baseando-se em base os dados disponíveis por órgãos governamentais, como o IBGE e a CPRM, o que permite, inclusive, a aplicação metodológica em outros Municípios do país.

Palavras-chave: vulnerabilidade, suscetibilidade, movimentos de massas, encosta

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pelo financiamento da pesquisa.

Ao programa de pós-graduação da Geografia da Universidade do Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Ao Laboratório interdisciplinar de Estudos Geoambientais da UFRJ – LIEG.

REFERÊNCIAS

- ALHEIROS, M. *et al.* **Manual de ocupação dos morros da região metropolitana do Recife**. Recife: FIDEM, 2004.
- ALMEIDA, L. Q. de. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho**. Região metropolitana de Fortaleza, Ceará. 2010. 278 f. Tese (Doutorado em Geografia, área de concentração em organização do espaço) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/104309>. Acesso em: 04, de julho de 2019
- BRITO, A. G. M. *et al.* Áreas de vulnerabilidade em Natal. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 72, 2019.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 149p.
- CPRM- Serviço Geológico do Brasil. **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de São Gonçalo – CPRM: RJ.2015**. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15091>. Acesso em: 2018.
- CRUDEN, D.M., VARNES, D.J. Landslide types and processes. **Special Report - National Research Council, Transportation Research Board**, v. 247, p. 36-75, 1996.
- CUNHA, M. A., *et al.* **Manual de ocupação de encosta**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991. 234p.
- CUTTER, S.L.; BORUFF, B.J.; SHIRLEY, W.L. Social vulnerability to environmental hazards. **Social Science Quarterly**, v. 84, n. 2, p. 242–261, 2003.
- DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. São Paulo: Difel, 1986.
- DUNNING, C. M.; DURDEN, S. **Social vulnerability analysis methods for Corps Planning**. Alexandria, Institute for Water Resources, 2011.
- FELL, R. *et al.* Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. **Engineering Geology**, v. 102, n. 3-4, p. 85-98, dez. 2008.
- GERSCOVICH, D. M. S. Estabilidade de taludes. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. p.168.
- FERNANDES, N.F.; AMARAL, C.P. do. Movimentos de massa: Uma abordagem geológica-geomorfológica. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. 1996. Degradação ambiental. Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 123-194.
- GUERRA, A. J. T., MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand-Brasil 2006. 192 p.
- GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1984.
- IBGE. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/agsn/>. Acesso em 29 janeiro 2018.
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 1991. **Ocupação de Encostas**. Publicações do IPT. N. 1831. 231p.
- IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios** Brasília: Ministério das Cidades. IPT, 2007. 176p.
- LIMA, I. F.; MACHADO, M. S.; PACHECO B. T. **Cartografia de risco a escorregamentos no município de São Gonçalo, estado do Rio de Janeiro**. Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 13. 2011. **Anais [...]**. 2011
- MORAIS, N.B. **Análise sociodemográfica da vulnerabilidade da população residente nas encostas suscetíveis a movimento de massa no município de São Gonçalo: uma contribuição metodológica à gestão**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021. 171p.