

MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE PARA ANÁLISE DO RISCO A INUNDAÇÕES EM RIO NEGRINHO/SC

*Franciele Maria Vanelli¹; Beatriz Crema Duarte²; Leonardo Romero Monteiro³;
Masato Kobiyama⁴ & Mariana Madruga de Brito⁵*

Palavras-Chave – Gestão de Risco de Desastre, Socio-hidrologia, Índice de vulnerabilidade.

INTRODUÇÃO

A compreensão do risco associado a perigos naturais como um entrelaçado entre os sistemas social e natural, que mutuamente se influenciam ao longo do tempo e do espaço ainda requer desenvolvimento (Vanelli & Kobiyama 2021; Vanelli *et al.* 2022). Mediante cenários de alteração no regime hidrológico e, conseqüente, intensificação de eventos hidrológicos extremos de mínima e de máxima (Brêda *et al.*, 2020; Chagas, Chaffe, Blöschl, 2022), torna-se imprescindível compreender a pergunta: “Como a sociedade e os perigos naturais se moldam um ao outro?” (Vanelli *et al.* 2022).

A vulnerabilidade engloba múltiplos fatores ou processos sociais, econômicos, físicos e ambientais que influenciam a suscetibilidade dos elementos expostos ao impacto dos perigos (UNDRR, 2009), desempenhando, assim, um importante papel para avaliação dos riscos de inundação. De acordo com Moreira, de Brito e Kobiyama (2021), alguns autores consideram vulnerabilidade como função de exposição e suscetibilidade, enquanto outros separam estes conceitos considerando que é possível estar exposto ao desastre, porém não ser vulnerável. Além disso, os autores também demonstraram a diversidade de variáveis e de metodologias aplicadas em estudos sobre vulnerabilidade relacionada a inundações, salientando lacunas, como a definição de indicadores dependente da disponibilidade de dados e a representação estática das variáveis. No presente estudo, assumiu-se a vulnerabilidade como função da exposição e da suscetibilidade.

O objetivo do presente estudo foi mapear a vulnerabilidade na área urbana do município catarinense Rio Negrinho a partir de uma abordagem integrada com a participação da população local visando superar as limitações decorrentes da falta de dados e também reduzir a lacuna decorrente da representação estática das variáveis. Anteriormente, Goerl, Kobiyama e Pellerin (2011) realizaram um mapeamento da vulnerabilidade nessa mesma área de estudo, porém utilizando um menor número de variáveis, cujos dados são provenientes do censo de 2000. Além disso, entre os censos de 2000 e 2010 – dados disponíveis mais recentes – ocorreu uma mudança na divisão dos setores censitários, em 2000 eram 35 setores censitários e em 2010, 69 setores censitários correspondiam à área urbana.

MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Rio Negrinho, localizado no norte do estado de Santa Catarina, possuía uma população de 39.846 habitantes em 2010 com estimativa de 42.684 habitantes para 2021 (IBGE, 2022a). Entretanto, de acordo com os resultados preliminares do Censo de 2022, a população é de 38.531 habitantes, ocorrendo redução no número de habitantes em relação ao censo anterior.

1) Doutoranda, Bolsista CNPq, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: francielevanelli@gmail.com

2) Graduanda em Engenharia Civil, Laboratório de Ciências das Águas (Lacia), Departamento de Engenharia Civil (DEC), Centro de Ciências Tecnológicas (CCT), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). E-mail: beatrizcremaduarte@gmail.com

3) Professor, Laboratório de Ciências das Águas (Lacia), Departamento de Engenharia Civil (DEC), Centro de Ciências Tecnológicas (CCT), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). E-mail: leonardo.monteiro@udesc.br

4) Professor, Bolsista do CNPq, Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: masato.kobiyama@ufrgs.br

5) Pesquisadora, Department of Urban and Environmental Sociology, Helmholtz Centre for Environmental Research, Germany. E-mail: mariana.brito@ufz.de

Delimitou-se à zona urbana do município como a área de estudo por se tratar da região afetada por inundações com base nos registros históricos que indicam a ocorrência de inundações desde 1891 (Giglio & Kobiyama 2011). A área urbana possui cerca de 36 km² com uma densidade demográfica de aproximadamente 972,4 hab/km² considerando dados censitários de 2010 e está inserida na bacia hidrográfica do rio Negrinho, tendo o rio homônimo como curso principal e os rios Serrinha e dos Bugres como principais afluentes.

Considerando os dados disponíveis, para elaboração do índice de vulnerabilidade foram considerados índices social, econômico e de infraestrutura, cujos indicadores foram adotados de acordo com a revisão sistemática realizada por Moreira, de Brito e Kobiyama (2021) (Tabela 1).

Tabela 1 – Indicadores que compõem os índices social, econômico e de infraestrutura para obtenção da vulnerabilidade.

Índice	Indicador	Unidade
Social	Densidade populacional	hab/km ²
	Densidade de mulheres	hab/km ²
	Densidade de domicílios com mais de 5 pessoas	domicílios/km ²
	Densidade de crianças entre 0 a 4 anos	hab/km ²
	Densidade de pessoas com 65 anos ou mais	hab/km ²
Econômico	Densidade de pessoas analfabetas	hab/km ²
	Renda per capita por área	R\$/hab/km ²
	Densidade de pessoas desempregadas	hab/km ²
	Densidade de domicílios alugados	domicílios/km ²
Infraestrutura	Densidade de domicílios sem renda nominal mensal	domicílios/km ²
	Densidade de domicílios sem tratamento de esgoto	domicílios/km ²
	Densidade de domicílios sem coleta de resíduo sólido	domicílios/km ²
	Densidade de domicílios sem acesso à eletricidade	domicílios/km ²

Os dados obtidos do Censo de 2010 (IBGE, 2010) foram utilizados para o cálculo em relação à área de cada setor censitário e após normalizados pelo método do mínimo e máximo. Inicialmente, foram estimados os índices social, econômico e de infraestrutura, considerando as variáveis ponderadas com o mesmo peso. A partir da média aritmética, obteve-se o valor da vulnerabilidade da área urbana de Rio Negrinho. Adotou-se o uso de pesos iguais, pois em comparação com a ponderação baseada em participantes não há grandes mudanças nos resultados da vulnerabilidade (Moreira *et al.*, 2023).

Para validação dos resultados de vulnerabilidade obtidos, eles foram apresentados para representantes da população em uma reunião no Município. As limitações metodológicas foram apresentadas, principalmente, destacando-se o uso de dados censitários de 2010. Assim, por meio da realização de um grupo focal com a participação de 18 pessoas, elas puderam manifestar concordância ou não com os resultados.

RESULTADOS

Os resultados espacializados dos índices social, econômico, de infraestrutura e da vulnerabilidade estão ilustrados na Figura 1. O valor de vulnerabilidade máximo é 0,52 e o mínimo é 0,06. Os setores censitários com valores de vulnerabilidade igual ou superior a 0,35 estão localizados nos bairros: Vista Alegre, São Rafael, Alegre/Cruzeiro, Vila Nova, Campo Leñcol, Industrial Norte, e Ceramarte. Alguns setores censitários não possuíam dados, sendo desconsiderados na análise.

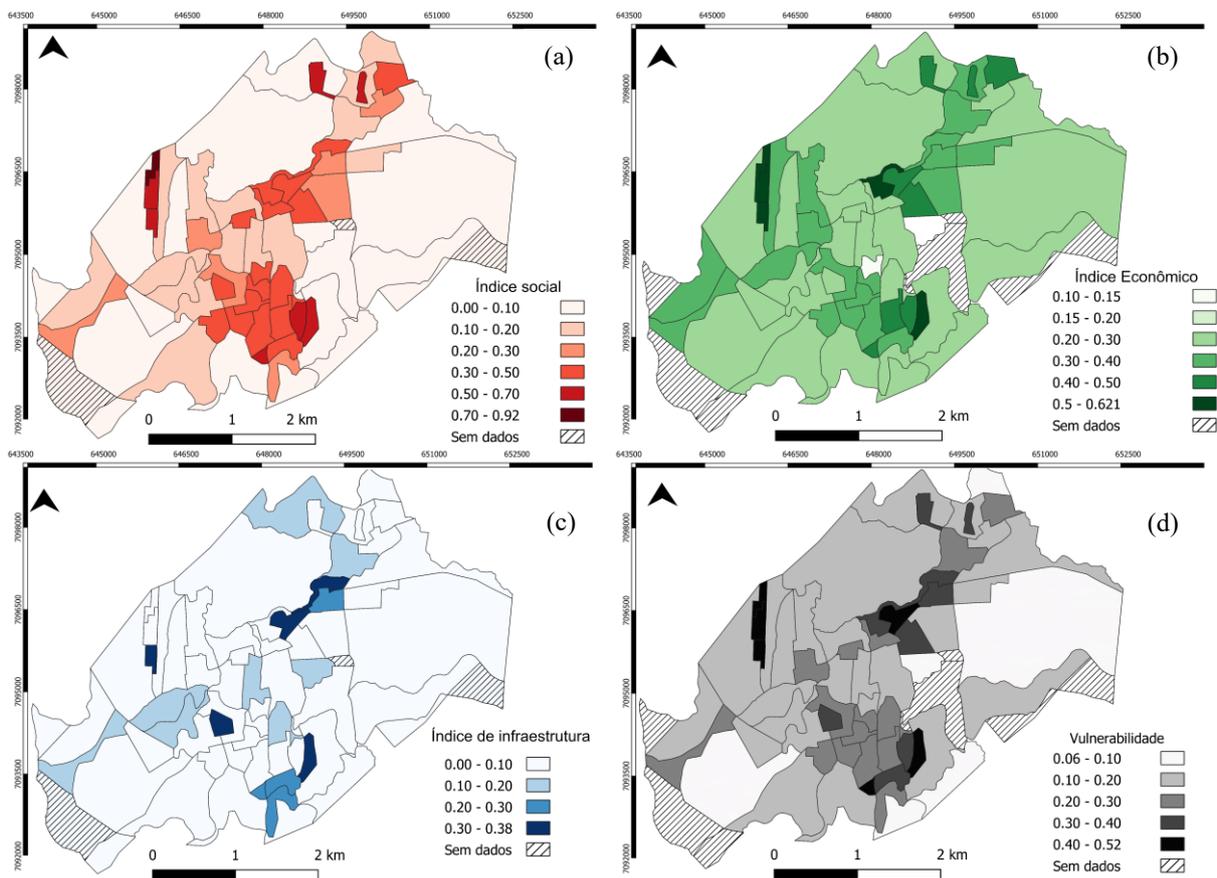


Figura 1. Resultados dos índices (a) social, (b) econômico, (c) de infraestrutura, e (d) vulnerabilidade dos setores censitários da área urbana do município de Rio Negrinho/SC.

Em um grupo focal realizado no município, os resultados foram apresentados à comunidade afim de validar os resultados reduzindo as incertezas. Embora alguns dos participantes tenham salientado a relevância de atualizar os resultados após a divulgação dos dados censitários coletados em 2022, houve concordância em relação aos setores censitários indicados como mais vulneráveis. Devido às distinções na divisão dos setores censitários, a comparação com os resultados obtidos em Goerl, Kobiyama e Pellerin (2011) não foi realizada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo realizou o mapeamento da vulnerabilidade para a área urbana do município de Rio Negrinho (SC), sendo essa uma etapa necessária para posterior análise do risco. Os resultados obtidos por modelos computacionais e ferramentas de geoprocessamento foram analisados conjuntamente com a população local, buscando reduzir as limitações dos dados disponíveis.

Reitera-se o desafio de estimar a vulnerabilidade baseada em dados estáticos, tendo os representantes da comunidade desempenhado um importante papel para uma adequada análise da vulnerabilidade. O presente estudo demonstrou que o uso de métodos e dados quantitativos e qualitativos pode dar suporte a estimativa da vulnerabilidade a partir de uma abordagem integrada.

Aponta-se a relevância da realização do Censo para que aspectos sociais possam ser representados espacialmente e da participação social para complementar esses dados quantitativos.

REFERÊNCIAS

- ATLAS BRASIL. “Rio Negrinho.” Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/421500>>. Acesso em: 22/10/2022.
- BRÊDA, J. P. L. F. *et al.* (2020). “Climate change impacts on South American water balance from a continental-scale hydrological model driven by CMIP5 projections.” *Climate Change*, v. 159, p. 503-522.
- CHAGAS, V. B. P.; CHAFFE, P.L.B.; BLÖSCHL, G. (2022). “Climate and land management accelerate the Brazilian water cycle”. *Nature Communications*, v.13, n.5136, p. 1-10.
- GIGLIO, J. N.; KOBIYAMA, M. (2011). “Uso de registros históricos para análise de inundações: Estudo de caso do município de Rio Negrinho - SC” in *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Maceio, 2011, pp. 1-17.
- GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M.; PELLERIN, J. R. G. M. (2011). “Mapeamento de vulnerabilidade no município de Rio Negrinho -SC: uma proposta metodológica”. *Caminhos Geografia*, v.12, n.40, p. 205-221.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). “Censo 2010 - Resultados do universo. Agregados por Setores Censitários (dados gerais)”. 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022a). “Cidades: Rio Negrinho”. 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/rio-negrinho/panorama>>. Acesso em: 17/10/2022.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022b). “Índice de Gini da renda domiciliar per capita – Santa Catarina”. 2022. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/censo/cnv/ginisc.def>>. Acesso em: 17/10/2022.
- MOREIRA, L.L.; DE BRITO, M.M.; KOBIYAMA, M. (2021). “Review article: A systematic review and future prospects of flood vulnerability indices”. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, v.21, p.1513–1530. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-1513-2021>
- MOREIRA, L.L.; *et al.* (2023). “Sensitivity analysis of indicator weights for the construction of flood vulnerability indexes: a participatory approach”. *Frontiers in Water*.
- UNDRR. “Terminology on Disaster Risk Reduction”. Geneva: Cornell University Press, 2009.
- VANELLI, F. M.; KOBIYAMA, M. (2021). “How can socio-hydrology contribute to natural disaster risk reduction?”. *Hydrological Sciences Journal*, v. 66, n.12, p. 1758-1766.
- VANELLI, F. M.; *et al.* (2022). “An integrative approach for overcoming dichotomous thinking in natural hazards and disasters research”, in *Ensino de Geografia e a Redução do Risco de Desastres em espaços urbanos e rurais*. Org. por Magnoni Júnior, L. *et al.* São Paulo: Centro Paula Souza, 669-691.
- VANELLI, F. M.; KOBIYAMA, M.; MONTEIRO, L.R. (2020). “Dicotomias associadas aos desastres” in *Anais do II Encontro Nacional de Desastres*, on-line, 2020, pp. 1-4.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece ao CNPq pelo suporte financeiro concedido [141384/2019-0]. Os autores agradecem imensamente à Associação Empresarial de Rio Negrinho (ACIRNE), em especial aos membros do Núcleo Comunitário Contra Enchentes e à Prefeitura de Rio Negrinho pelo suporte para realização das atividades em campo, e a todos rio-negrinhenses pela receptividade.