Mapeamento das Multiameaças Naturais como Subsídio à Gestão de Riscos de Desastres no Município de Natal/RN - Brasil

Jeferson Gomes da Silva [1] *& Lutiane Queiroz de Almeida* [2]

Palavras-Chave – Multiameaças, Multirrisco, Gestão de Risco de Desastres, Lógica Fuzzy.

INTRODUÇÃO

As situações de risco sempre estiveram presentes no desenvolvimento das sociedades, porém, como bem destaca Beck (1986), no período pós-moderno é que os riscos foram intensificados. Tal fato é influenciado por uma dualidade de progresso e precariedade, sobretudo, nas áreas urbanas. Segundo Rochefort (2008, p.17), houve, durante o século XX, uma verdadeira explosão urbana nos países subdesenvolvidos, desencadeando diversas problemáticas, dentre elas a construção social dos riscos. Ademais, Veyret (2007), evidencia que as ameaças presentes no espaço urbano não se restringem a eventos naturais isolados, mas constituem um conjunto complexo de processos naturais, tecnológicos, sociais, econômicos e geopolíticos que se inter-relacionam e estão presentes em todo território das cidades, a autora trata que a cidade é percebida como o "espaço dos perigos/ameaças". Já na atualidade, entende-se que, no território das cidades, "os riscos existentes estão estreitamente relacionados e não podem ser analisados individualmente, mas de forma integrada" (Brito *et al.*, 2024).

Partindo de tais pressupostos, a pesquisa em questão busca identificar e analisar as multiameaças naturais e sua distribuição espacial na cidade de Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte, Brasil, utilizando a Lógica Fuzzy, Geoprocessamento e baseando-se na abordagem da multiameaça e do multirrisco. Nesta abordagem, segundo Gallina *et al.* (2016, p.125), o risco é entendido como um fenômeno complexo, associado à incidência simultânea de diferentes tipos de ameaças, sejam elas econômicas, ecológicas, sociais, entre outras e seu impacto decorre da interação entre diversas ameaças e níveis de vulnerabilidade. Ademais, segundo Brito *et al.* (2024), a abordagem multirrisco é formalmente proposta como estratégia fundamental para o gerenciamento de desastres e a redução de riscos, ao considerar de forma conjunta a interação entre múltiplas ameaças e vulnerabilidades expostas a determinado grupo social.

METODOLOGIA

A partir do objetivo proposto, a metodologia adotada baseia-se nos estudos de Gohil *et al.* (2024) e Scaramussa (2023) e está estruturada em quatro etapas. A primeira se refere a revisão da literatura, que tem por objetivo fundamentar os conceitos relacionados à temática de riscos de desastres. Na segunda etapa, foram identificadas as ameaças naturais da área de estudo por meio do histórico de veículos de imprensa, selecionados os indicadores e as bases de dados, além da definição das técnicas de modelagem.

[1]) Afiliação: Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia PPGE/UFRN. E-mail: jeferson.g.geo@gmail.com
[2]) Afiliação: Docente do Program de Pós-Graduação em Geografia PPGE/UFRN. E-mail: lutianealmeida@hotmail.com

Na terceira etapa, as ameaças foram modeladas individualmente em ambiente SIG, utilizando o software QGIS (versão 3.40). Para isso, aplicou-se a Lógica Fuzzy pelo plugyn Geo Value Functions, combinada com a Função Gamma ($\gamma = 0,7$), gerando índices contínuos de suscetibilidade à ameaça entre 0 e 1, os quais, posteriormente foram reclassificados em cinco classes de ameaça de Muito Baixa a Muito Alta por meio da reclassificação por tabela no QGIS. Em seguida, os mapas foram integrados por meio da Combinação Linear Ponderada, resultando no mapa de multiameaças naturais. Por fim, a quarta etapa consistiu na avaliação e validação da modelagem, mediante comparação dos resultados com registros históricos, notícias da imprensa e documentos oficiais, como o Plano Diretor de Natal e o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR).

RESULTADOS

Foi possível identificar, a partir do histórico na própria imprensa, a atuação de diversas ameaças no município, porém, as mais significativas e que se enquadram em ameaças naturais são as Inundações/Alagamentos, Movimentos de Massa, Incêndios Florestais e Erosões Costeiras e Continentais. A partir de tal evidência e da escolha de indicadores de vulnerabilidade ambiental e exposição de cada ameaça, a pesquisa resultou em 5 mapas de ameaças naturais específicas. A integração das cinco ameaças consideradas na pesquisa foi realizada por meio da Combinação Linear Ponderada, utilizando pesos diferenciados conforme a importância relativa de cada processo para o município de Natal/RN, resultando no mapa de multiameaça natural do município (Figura 1).

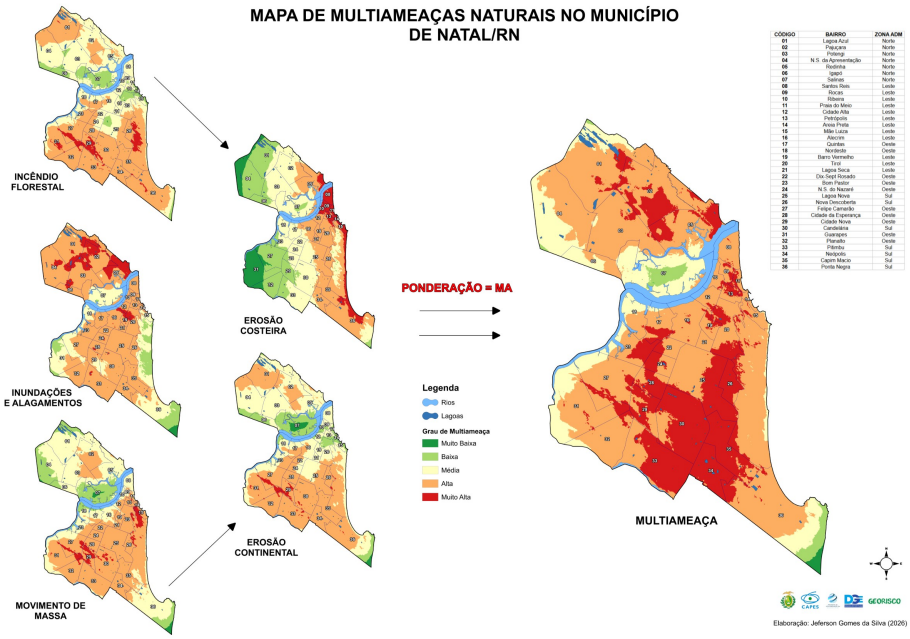


Figura 1. Mapa de Multiameaça Natural do Município de Natal/RN.

Tabela 1 – Distribuição Espacial em Porcentagem das Ameaças Específicas Modeladas

Classe	Movimento de Massa	Inundação e Alagamentos	Incêndio Florestal	Erosão Continental	Erosão Costeira
Muito Baixa	0,63%	0,50%	0,04%	1,20%	7,66%
Baixa	12,89%	6,41%	7,56%	11,62%	22,16%
Média	37,62%	20,33%	38,68%	37,69%	35,73%
Alta	45,73%	64,85%	49,94%	48,08%	28,47%
Muito Alta	3,21%	8,23%	3,84%	1,43%	6,14%

O resultado da modelagem, exposta na Tabela 1, demonstra que em relação as ameças especificas, a ameaça de inundação e alagamentos apresenta os maiores percentuais da classe Alta (64,85%), indicando ampla distribuição espacial de áreas suscetíveis aos processos hidrológicos. O incêndio florestal e a erosão continental apresentam distribuição semelhante, com predominância das classes Média e Alta, evidenciando que essas ameaças atuam de forma relativamente contínua no território natalense. Já o movimento de massa concentra aproximadamente 46% na classe Alta, enquanto a classe Muito Alta permanece restrita com cerca de 3,21%, indicando que as condições mais críticas ocorrem de forma localizada, principalmente em áreas de encostas e relevo mais acentuado.

Os resultados também apontam que a erosão costeira apresenta a distribuição mais equilibrada entre as cinco ameaças, com maior participação das classes Baixa e Média em comparação com as demais ameaças, refletindo sua ocorrência predominantemente ao longo da faixa de praia. Em conjunto, os resultados demonstram que a classe Alta é predominante em quatro das cinco ameaças modeladas, indicando que o município de Natal apresenta extensas áreas com elevada suscetibilidade aos diferentes processos naturais analisados. Apenas a erosão costeira apresenta uma distribuição mais homogênea entre as classes, em função da sua maior restrição espacial.

Já em relação ao mapeamento de Multiameaça, a distribuição evidencia o comportamento espacial do índice obtido pela combinação linear ponderada das cinco ameaças naturais analisadas: inundação e alagamentos, movimentos de massa, erosão continental, erosão costeira e incêndio florestal. Observa-se na Tabela 2 o predomínio da classe Alta, que representa 56,05% da área modelada, seguida pela classe Muito Alta, com 25,16%. Juntas, essas classes correspondem a 81,21% da área de estudo, indicando ampla ocorrência de condições favoráveis à sobreposição das ameaças naturais no município de Natal.

Tabela 2 – Distribuição Espacial das Classes de Multiameaça

Classe	Nível de ameaça	Área (m²)	Percentual do raster (%)
1	Muito Baixa	563.560	0,34%
2	Baixa	3.523.926	2,10%
3	Média	27.488.983	16,36%
4	Alta	94.166.747	56,05%
5	Muito Alta	42.275.616	25,16%
Total	—	168.018.832	100,00%

A classe Média ocupa 16,36% da área, representando áreas de transição entre as classes Baixas e Altas. Já as classes Muito Baixa (0,34%) e Baixa (2,10%) apresentam reduzida representatividade, restringindo-se a áreas onde há menor influência dos fatores condicionantes considerados na modelagem, como áreas de preservação ambiental. O maior percentual das classes Alta e Muito

Alta reflete as características ambientais de Natal, marcadas pela existência e indícios de áreas suscetíveis a inundações, movimentos de massa, erosão e incêndios florestais, além da própria integração dos critérios por meio da lógica fuzzy e da combinação linear ponderada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa em questão permitiu identificar que das ameaças analisadas, a inundação e os alagamentos apresentaram maior abrangência espacial, enquanto a erosão costeira mostrou ocorrência mais localizada ao longo da faixa litorânea.
A integração das cinco ameaças por meio da lógica fuzzy e da Combinação Linear Ponderada possibilitou a elaboração do mapa de multiameaças, que demonstra o predomínio das classes Alta e Muito Alta, representando mais de 80% da área modelada. Esses resultados indicam elevada sobreposição de processos naturais em grande parte do município.
Ressalta-se que o produto elaborado representa exclusivamente a componente ameaça e evidenciou-se limitações quanto a acurácia do modelo devido as generalizações resultantes das escolhas metodológicas utilizadas. Como continuidade da pesquisa, existe a necessidade de melhoramento da acurácia, validação com dados de ocorrências de desastres e da integração desse produto com indicadores de vulnerabilidade socioeconômica, possibilitando a construção de mapas de multirrisco que apoiem de forma mais abrangente a tomada de decisão pelos órgãos responsáveis pela gestão de riscos de desastres no município de Natal/RN.

REFERÊNCIAS

BECK, Ulrick. *Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade.* Tradução: Sebastião Nascimento. 2. ed. - São Paulo: Editora 34, 2011.

BRITO, Anderson Geová Maia De et al.. Abordando as multiameaças e o multirrisco: workshops como ferramentas de construção teórico-metodológica. Anais do XX SBGFA - Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada & IV ELAAGFA - Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente... Campina Grande: Realize Editora, 2024.

GALLINA, V. et al. A review of multi-risk methodologies for natural hazards: consequences and challenges for a climate change impact assessment. Journal of Environmental Management, v. 168, p. 123-132, mar. 2016.

GOHIL, Mausmi; MEHTA, Darshan; SHAIKH, Mohamedmaroof. Integração de técnicas geoespaciais e de lógica fuzzy para mapeamento de múltiplos riscos. Results in Engineering , v. 21, p. 101758, 2024.

ROCHEFORT, Michel. *O Desafio Urbano nos Países do Sul. Tradução*: Maria Adélia Aparecida de Souza. EDIÇÕES TERRITORIAL - Campinas, Brasil, 2008.

SCARAMUSSA, Larissa Marin et al. Vulnerabilidade ambiental no entorno do monumento natural do Itabira, ES, Brasil. Revista Árvore, v. 47, p. e4725, 2023.

VEYRET, Yvette. Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente / Yvette Veyret (org.); [tradutor Dilson Ferreira da Cruz]. São Paulo : Contexto, 2007.