

# ANÁLISE DE VARIÁVEIS PARA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE RISCO À INUNDAÇÕES - ESTUDO DE CASO DO RIO BOTAS (NOVA IGUAÇU, RJ)

*CUNHA, Laís Brilhante da; SILVA, Amanda Alves da; TURINI, Larissa Rodrigues; OLIVEIRA, Antonio Krishnamurti Beleño da; REZENDE, Osvaldo Moura; MIGUEZ, Marcelo Gomes.*

**Palavras-Chave** – Risco, Inundações, Rio Botas.

## INTRODUÇÃO

O estudo de caso é sobre o rio Botas, afluente do rio Iguaçu, localizado no município de Nova Iguaçu especificamente no trecho que abrange o bairro de Comendador Soares, na Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro (Figura 1). O município possui uma área territorial estimada em 520, 581 km<sup>2</sup>, de acordo com o IBGE (2021), além de da população estimada em 825.388 pessoas e uma densidade demográfica em torno de 1 527,60 hab/km<sup>2</sup> no ano de 2010.

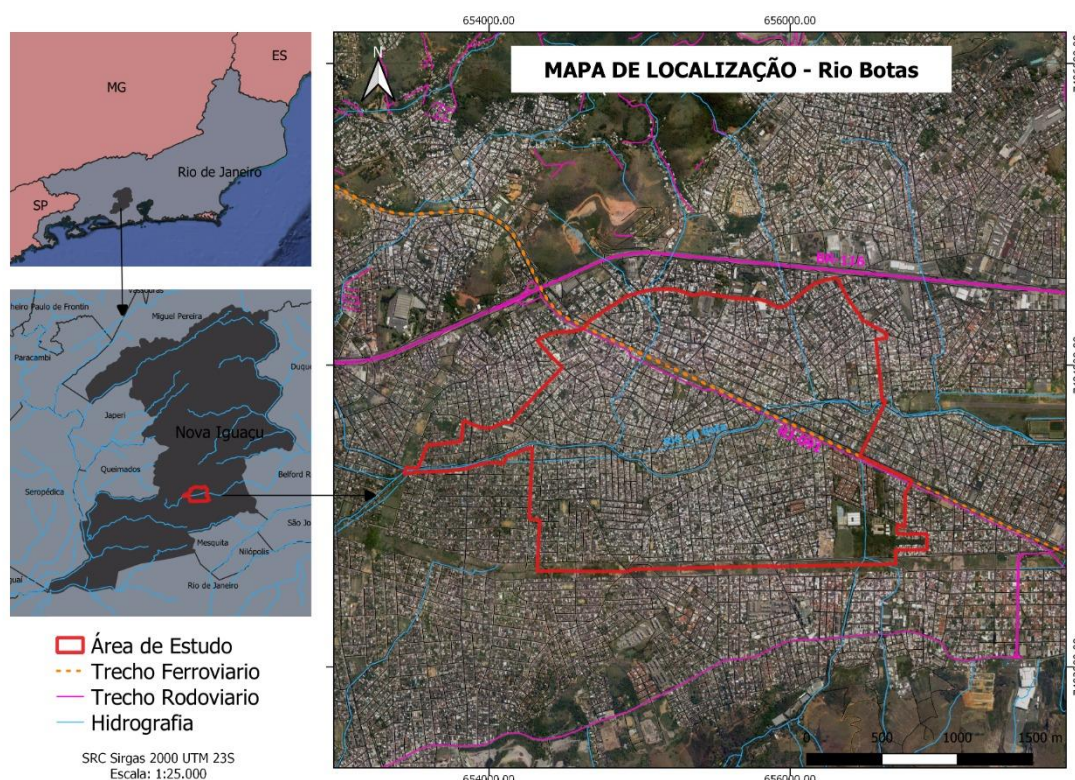


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. Fonte: autoria própria (2023).

Diante disso, o presente estudo se fundamentará em conceitos de risco, exposição, perigo e vulnerabilidade para que a partir de dados sociais do município de Nova Iguaçu fazer a análise dessas variáveis compor o índice de risco da área de estudo. Nessa perspectiva, convém trazer um embasamento teórico acerca das variáveis utilizadas. Para o perigo, SANTOS et. al. (2020) estabelece como a probabilidade de ocorrência de uma inundação com uma dada gravidade em uma área e um intervalo definidos em um determinado tempo de recorrência ou também como o produto entre a

suscetibilidade a inundações e a probabilidade do evento climático. No tocante a exposição, refere-se à quantidade de recursos e ativos que estão expostos ao risco de um evento natural ou ambiental, inclui população, infraestrutura, propriedades e outros recursos. Quanto a vulnerabilidade, pode ser entendida quanto a capacidade de uma comunidade ou sociedade de resistir e se recuperar de um evento natural ou ambiental, isso inclui aspectos como acesso à informação, recursos financeiros, capacidade de resposta e preparação para desastres. No que tange a inundações, o COBRADE a define como a submersão de elementos e áreas fora dos limites usuais de um curso d'água em perímetros que normalmente não se encontram submersos. Por fim, o Índice de Risco de Inundações (IRI) é calculado combinando esses três componentes através de uma fórmula matemática específica, descrita na equação (1). Ele é comumente usado para identificar áreas de risco elevado e para auxiliar na tomada de decisão em relação à gestão de riscos e mitigação de desastres.

## METODOLOGIA

A proposta metodológica desenvolvida neste estudo está fundamentada em SANTOS *et. al.* (2020), cujo objeto estudado está localizado em Portugal, combinando fatores vetoriais e estatísticos de índice de risco à inundações, análises a nível municipal, fatores físicos, sociais e territoriais e estratégias. Porém, vale destacar que essa metodologia será adaptada para a realidade brasileira. Nesse panorama, para a normalização das variáveis componentes do índice de risco, foram atribuídos pesos de forma a uniformizar o tratamento das unidades utilizadas atuando de modo análogo a média aritmética e que estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Normalização da classificação de risco

Normalização	Perigo (m)	Exposição (hab/ha)	Vulnerabilidade (salário-mínimo)	Índice de Risco à Inundações
0	0 - 0,20	0	-	-
20	0,21 - 0,40	1 - 81	≥ 4	Muito Baixo
40	0,41 - 0,80	82 - 110	4	Baixo
60	-	111 - 134	3	Médio
80	0,81 - 2,50	135 - 159	2	Alto
100	2,51 - 3,00	160 - 243	≤ 1	Muito alto

Para as variáveis utilizadas, essa categorização varia de 0 (risco inexistente) a 100 (risco muito alto). Existem algumas peculiaridades na atribuição desses valores que é importante chamar a atenção, a primeira delas é que houve uma categoria cujo peso é zero e correspondente a risco inexistente, sendo para a vulnerabilidade corresponde à famílias mais abastadas com capacidade financeira suficiente para resistir a um eventual desastre sem comprometer o padrão de vida familiar, algo que foge da realidade do município, que apresenta altos índices de vulnerabilidade socioeconômica. Para a exposição, é considerado risco inexistente quando o valor equivale a 0, ou seja, não há elementos em risco. E para o perigo, considera-se risco inexistente quando os valores de lâmina d'água variam de 0 a 20 centímetros, ou seja, não há maiores transtornos oriundos de águas urbanas em dias chuvosos. Ressalta-se que quando algum desses fatores apresentam valor igual a zero, anula-se o índice de risco, pois do ponto de vista da matemática, qualquer valor multiplicado por zero é igual a zero. Quanto aos dados coletados para a variável perigo de inundações, foi utilizada uma modelagem desenvolvida no software ModCel, uma ferramenta criada por Miguez&Mascarenhas (1994) que consiste na simulação hidrodinâmica subdividida em células de escoamento com as devidas condições de contorno da região. Nesse segmento, a ferramenta fornece resultados por meio da variação do nível d'água por meio de lâminas e ilustradas por meio de um mapa de cor (ou manchas de inundações) através de um software de georreferenciamento em formato “.shp”. O modelo simulado foi

desenvolvido para chuvas com tempo de recorrência de 25 anos (TR 25). Para o cálculo da exposição foi considerada a densidade populacional (ou densidade demográfica em hab/ha), conforme os dados dos setores censitários disponibilizados pelo IBGE (2010). Para a vulnerabilidade, foi considerada o fator social de renda estimado por setores censitários do IBGE (2010). A partir dessas variáveis, foram categorizadas de acordo com a classificação de risco correspondente aos pesos atribuídos e calculadas conforme a equação (1). Para a equação abaixo, foi posto em forma de raiz cúbica, pois as três componentes obtiveram o mesmo grau de relevância, ou seja, 1/3. Ressalta-se que este valor pode ser alterado devido ao grau de importância dos fatores da região analisada.

$$IRI = \sqrt[3]{(perigo) \times (exposição) \times (vulnerabilidade)} = \quad (1)$$

## RESULTADOS

A seguir, os mapas com os respectivos índices obtidos para o local de estudo de acordo com os dados disponibilizados pelos Órgãos Institucionais.

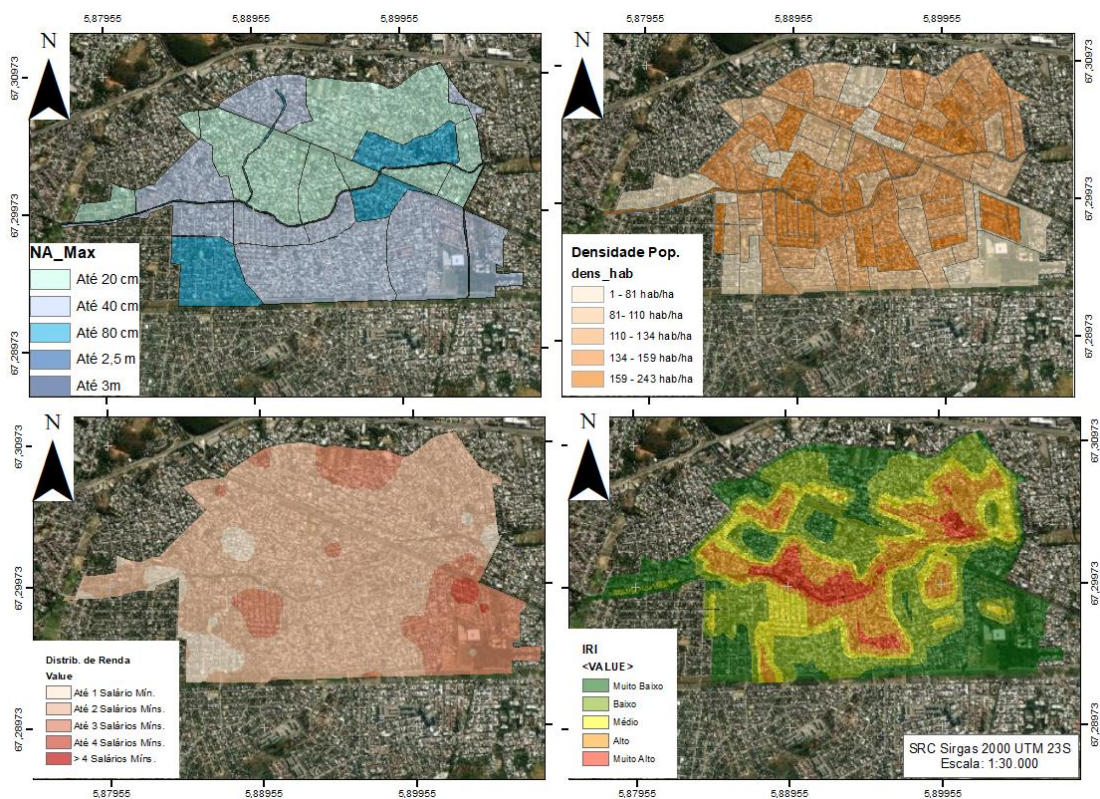


Figura 2. Resultados. Fonte: autoria própria (2023).

Na parte superior à esquerda da figura 2, há um mapa com a mancha de inundação contendo a lâmina d'água variando de 0 a 3 metros cujo modelo foi desenvolvido no software ModCel. O gradiente mostra alta suscetibilidade de inundação nas margens do rio, com alta severidade em quase toda a área de estudo chegando ao nível d'água máximo de até três metros, sendo dois metros predominante em áreas adjacentes ao rio e uma inundação menor em áreas mais afastadas. Na parte superior à direita, há um mapa contendo a densidade populacional (ou densidade demográfica) apresentando valores de 0 a 243 habitantes por hectares (hab/ha), ou seja, uma região que apresenta média a alta densidade majoritariamente com zonas esparsas de baixa densidade, subdivididos em 5 níveis de escala. Na parte inferior à esquerda, há um mapa com a distribuição de renda utilizada como o fator de vulnerabilidade do objeto de estudo classificada em 5 níveis, de 0 a maior que 4 salários-mínimos (ou de R\$ 0 a R\$ 2.241,41) correspondente ao salário-mínimo na época que era o equivalente a R\$ 510,00. Pode-se observar que a predominância gira em torno de até 3 salários-mínimos de renda para

a população local, um valor razoável para garantir as condições básicas para a subsistência de um cidadão, com regiões minoritariamente esparsas apresentando valores de até 1 salário mínimo como renda, que indica maior vulnerabilidade socioeconômica e, regiões que apresentam valores maiores que 4 salários-mínimos, que indica um pouco melhor de capacidade financeira de superação, comparado a famílias que possuem renda hipossuficiente frente a desastres, do ponto de vista de vulnerabilidade socioeconômica. Por fim, na parte inferior à direita, há um mapa contendo o Índice de Risco de Inundações, classificado em 5 níveis: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto, em que indica um risco muito alto para pessoas que residem próximo as margens do rio Botas, seguido de um risco alto para os próximos quarteirões, risco médio para localidades no centro da área estudada e risco baixo para regiões mais ao norte da região.

## CONCLUSÕES

Pode-se concluir que para chegar a níveis razoavelmente adequados de cheias e controle dos riscos de inundação, são necessárias intervenções fundamentais em diversas vertentes da realidade dos municípios brasileiros: técnico, social, econômico, entre outras. Em primeiro plano, é preciso fazer realocação de famílias em condições de vulnerabilidade, dar condições sociais para essas famílias por exemplo escolaridade, trabalho digno, qualificação técnica e à medida em que essas pessoas obtiverem conscientização ambiental acerca do contexto em que estão inseridas, a tendência é que elas busquem melhores oportunidades de moradia e evitem comportamentos danosos ao meio ambiente como habitação nas calhas dos corpos fluviais. Cabe mencionar que, segundo as mídias sociais da prefeitura de Nova Iguaçu, as remoções e demolições nas margens do Rio Botas vem sendo feita e essas famílias foram alocadas no bairro Cerâmica por meio de programas sociais. Porém, há relatos de resistência de parte desses moradores locais de risco, bem como relatos de reincidência e invasões em residências construídas nas margens do rio, dessa forma prejudica o andamento do processo, prejudica a comunidade como um todo, colocando demais residências do entorno em risco de inundação e degrada o corpo hídrico.

## REFERÊNCIAS

COBRADE, Classificação e Codificação Brasileira de Desastres. Disponível em: <http://www.defesacivil.rj.gov.br/images/formularios/COBRADE.pdf>. Acesso em: 23/01/2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo, 2010. Disponível em: < <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>>. Acesso em: 14/11/2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados – Nova Iguaçu (RJ). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/nova-iguacu.html>. Acesso em: 23/01/2023.

MIGUEZ, M. G. Modelação Matemática de Grandes Planícies de Inundação, através de um Esquema de Células de Escoamento, com Aplicação ao Pantanal Matogrossense. Rio de Janeiro, 1994. Ix, 121 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia Civil, 1994). Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ).

SANTOS, P. P., PEREIRA, S., ZÊZERE, J. L., TAVARES, A. O., REIS, E., GARCIA, R. A. C., OLIVEIRA, S. C. A comprehensive approach to understanding flood risk drivers at the municipal level. *Journal of Environmental Management*, Volume 260, 2020. ISSN 0301-4797, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110127>.