

ANÁLISE DAS ÁREAS DE ALAGAMENTO NO PERÍMETRO URBANO DE CANDELÁRIA, RS

Wílson Oliveira da Silva ¹
Romario Trentin ²
Luís Eduardo de Souza Robaina ³

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização no Brasil evoluiu sem um planejamento adequado durante o século XX, resultando em uma ocupação desordenada do espaço urbano. A expansão urbana provocou a impermeabilização do solo e o desenvolvimento da infraestrutura hídrica urbana sem um planejamento. Esse processo acarretando no aumento de episódios de alagamento na área urbana. Os eventos de alagamento podem ser definidos como “o acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial” (BRASIL, 2007, p. 93). O fenômeno de alagamento pode ser compreendido também como “extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em áreas rebaixadas, atingindo ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas” (BRASIL, 2012, p. 77). No Brasil os eventos de alagamento são recorrentes por características climáticas do país, fazendo com que a análise desses processos seja de suma importância.

No Brasil existem diversos estudos que analisaram as ocorrências de alagamentos. Pode-se citar o trabalho desenvolvido por Brandão, Santos e Carelli (2016) realizado em Salvador, BA que utilizou a densidade de Kernel para espacializar as áreas que mais sofrem com alagamento na área urbana, tendo como fonte o registro de ocorrência de alagamento da Defesa Civil entre o período de 2006 a 2009. Perez (2013) para avaliar os alagamentos no município de São Paulo, associou dados de precipitação, número de ocorrências e período de retorno das chuvas. Na avaliação de risco a alagamento e inundação na bacia do rio São Bartolomeu, em Brasília, foram utilizados o inventário de

¹Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, [wison.silva98@hotmail.com](mailto:wilson.silva98@hotmail.com);

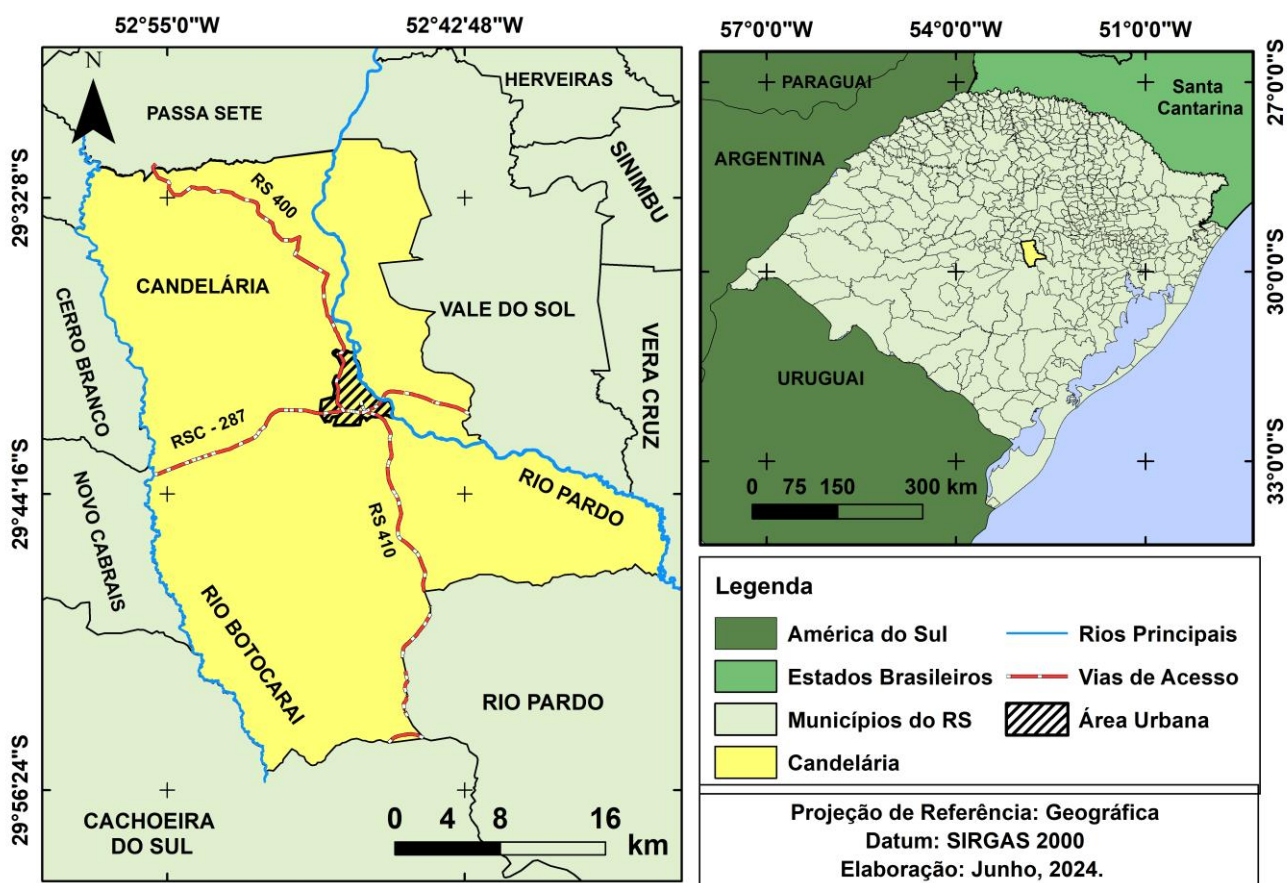
²Doutor pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Paraná - UFPR, romario.trentin@gmail.com;

³Professor orientador: doutor, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, lesrobaina@yahoo.com.br.

eventos, juntamente com o desenvolvimento da suscetibilidade, vulnerabilidade e perigo da área de estudo (BATISTA, 2014). Pereira e Nunes (2018) realizaram a análise do fenômeno de alagamento nas principais cidades urbanizadas no estado do Rio Grande do Sul, incluindo Porto Alegre, Pelotas, Caxias do Sul e Santa Maria. Para isso foi utilizado precipitação acumulada e os registros de ocorrência da Defesa Civil durante os anos de 2003 a 2013.

Essa pesquisa tem como objetivo determinar as áreas mais propensas a serem alagadas no município de Candelária no Rio Grande do Sul. O município de Candelária está localizado na região central do estado do Rio Grande do Sul como mostra a Figura 1 nas coordenadas $29^{\circ} 40' 8.88''\text{S}$ e $52^{\circ} 47' 17.67''\text{W}$ que marca o perímetro urbano.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Candelária, RS.



Fonte: Os autores (2024).

METODOLOGIA

Para o mapeamento das áreas de alagamento de Candelária foi feito o levantamento dos locais que mais sofrem com o processo, para isso foi utilizado como fonte de dados o acervo do Jornal de Candelária. Onde foi registrado as datas das ocorrências e os locais (ruas/bairros) com os pontos de referência, além das fotografias dos eventos. A pesquisa teve o recorte temporal de 25 anos sendo de 1998 a 2023. Após a realização do inventário de alagamento foi transportado as informações para o software Qgis 3.30, onde os dados foram transformados para os pontos vetoriais dos respectivos locais de alagamento.

Para gerar o mapa de alagamento foi utilizado a ferramenta chamada Densidade de Kernel que consiste numa fórmula não-paramétrica de representar a densidade espacial de uma determinada variável, utilizando núcleos para suavizar a distribuição dos dados. O modelo de densidade utilizou como base os pontos georreferenciados de alagamento na área urbana, sendo delimitado o raio de influência de 500 metros e estabelecido o tamanho do pixel de 10 metros. A fórmula que representa a densidade de kernel está logo abaixo:

$$\hat{f}(x_t) = \frac{1}{Nh} \sum K(x_t, x_i) \quad (1)$$

Onde os números de amostras da fórmula é representada pela letra N , enquanto h é o parâmetro de suavização do kernel, e $K(x_t, x_i)$ é o operador de kernel, cuja integral $\int K(u)du$ deve ser igual a um. O argumento da função $K(\cdot)$ é o ponto onde se deseja fazer a estimativa, já que as amostras x_i ($i = 1, \dots, N$) são fixas e fornecidas previamente. A classificação foi dividida em 4 classes sendo elas: Não Suscetível, Nível Baixo, Nível Médio e Nível Alto, utilizando a quebra natural do histograma para fazer a divisão.

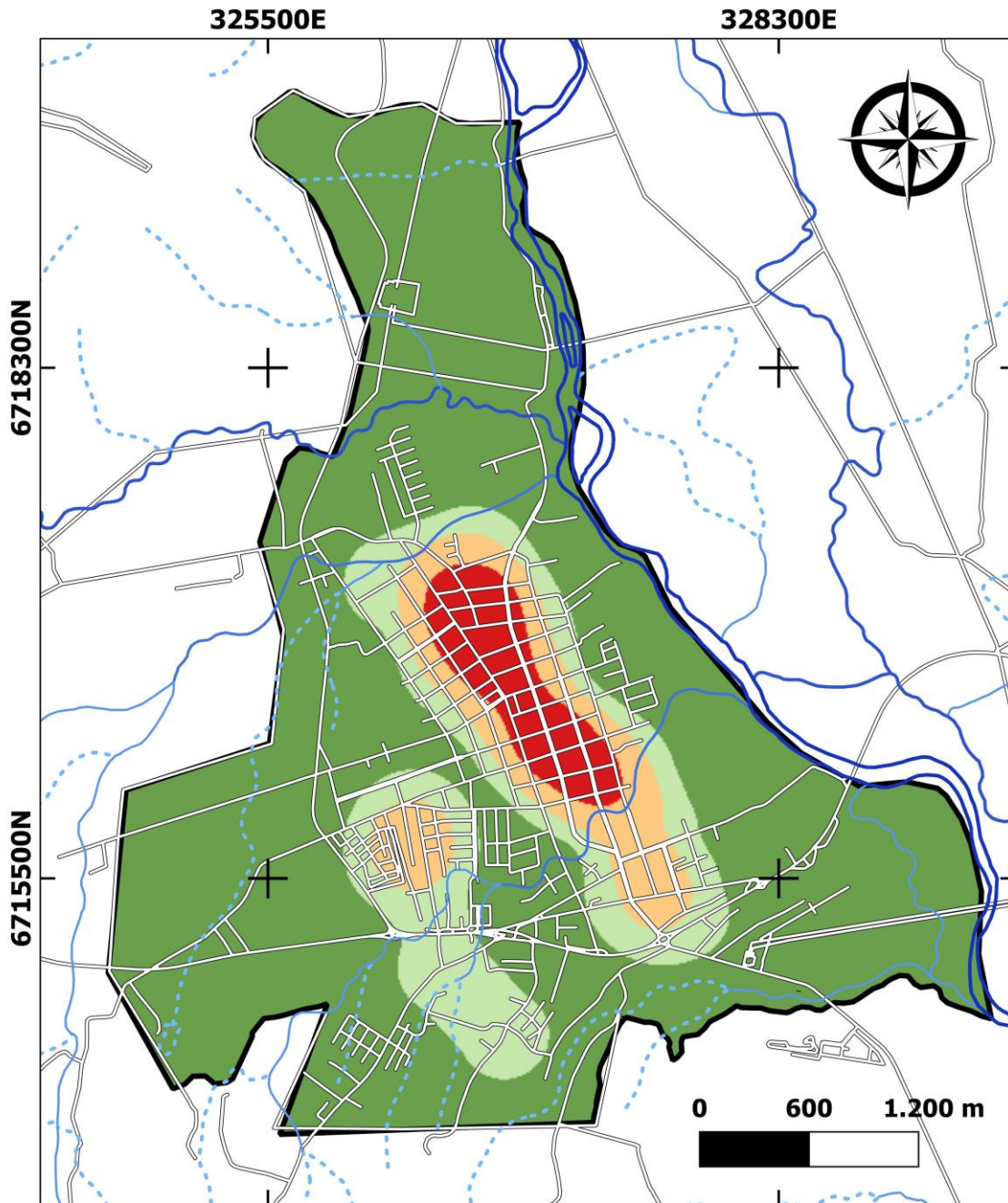
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O registro de episódios de alagamento em Candelária mostrou a ocorrência em 25 pontos na área urbana do município. Através de mapa de alagamento foi possível identificar as áreas que mais sofrem com esse processo na área urbana (Figura 2). O perímetro urbano de Candelária abrange aproximadamente 13,61 km², dos quais 76,05%

são considerados Não Suscetíveis ao alagamento, indicando áreas sem histórico registrado de ocorrências desse fenômeno. A classe Nível Baixo caracteriza locais que tiveram pelo menos uma ocorrência de alagamento, compondo cerca de 12,41% da área urbana. Estando localizada nas áreas nas proximidades do centro é na região sul da área urbana, incluindo os casos ocorridos nas ruas Roberto Kochenborger e Daltro Filho.

A classe Nível Médio marca as áreas que tiveram em torno de 3 ocorrências de alagamentos, representando cerca de 7,12% da área total. Essa classe está associada ao bairro Princesa localizado no centro oeste e nas ruas Amândio Silva e São José na região leste da área urbana. A classe Nível Alto representa a região que mais sofre com os processos de alagamento estando localizada na região central da área urbana, compondo 4,41% da área. Essa área teve mais de 12 episódios de alagamento, mostrando que existe uma grande frequência de recorrências, isso pode se justificar por ter uma rede de escoamento de água ineficiente e as bocas de lobo estarem entupidas por lixo como foram vistas em campo. As avenidas Marechal Deodoro e Pereira Rego, localizadas na área urbana, sofrem os maiores impactos dos alagamentos. Essas vias representam a principal região comercial do município, abrigando uma concentração de lojas, supermercados, bancos e até mesmo o hospital, cuja entrada fica completamente alagada em episódios de alta precipitação.

Figura 2 - Mapa de alagamento na área urbana de Candelária, RS.



Legenda		
Níveis de Alagamento	Rede de Drenagem	— 5° Ordem
■ Não Suscetível	--- 1° Ordem	— 6° Ordem
■ Nivel Baixo	— 2° Ordem	□ Área Urbana
■ Nivel Medio	— 3° Ordem	
■ Nivel Alto	— 4° Ordem	

Projeção de Referência : UTM
Datum : SIRGAS 2000
Fuso 22 S
Fonte: Cartas Topograficas (1975), Jornal de Candelária (2000-2024), IBGE (2022).
Elaboração : Maio, 2024.

Fonte: Os autores (2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento das áreas mais propensas ao processo de alagamento se mostrou de suma importância, através da densidade de Kernel foi possível identificar as áreas mais afetadas pelo processo, sendo elas as principais avenidas comerciais do município. As informações apresentadas neste trabalho podem auxiliar o poder público a tomar medidas para aprimorar o escoamento urbano superficial e a gestão da rede hidráulica, melhorando assim a qualidade de vida e econômica da população local.

Palavras-chave: Alagamento; Candelária, Análise, Área Urbana.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento da pesquisa, também as fundações FAPERGS e CNPq.

REFERÊNCIAS

BATISTA, P. H. L. **Cartografia geotécnica aplicada aos riscos de alagamento e inundação na bacia do rio São Bartolomeu**. 2014. 280 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2014.

BRANDÃO, T.; SANTOS, R.; CARELLI, L. Eventos Hidrológicos Extremos na Cidade de Salvador- BA: Análise Espacial de Ocorrências de Alagamentos. **Investigaciones Geográficas**, 1 ago. 2016.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Anuário Brasileiro de Desastres Naturais**: 2012. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Brasília. CENAD, 2012. 84 p.

BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. (Org.). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2007.

PEREIRA, R.; NUNES, A. Estudo climático dos eventos de precipitação associados a alagamentos urbanos no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, p. 2010–2017, 3 dez. 2018.

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. Doutorado em Geografia Física—São Paulo: Universidade de São Paulo, 14 nov. 2013.