

## **PROCESSOS HIDROLÓGICOS E DESASTRES NO RIO GRANDE DO SUL: ESTUDO DE ALAGAMENTO NA ÁREA URBANA DE CANDELÁRIA**

### **HYDROLOGICAL PROCESSES AND DISASTERS IN RIO GRANDE DO SUL: STUDY OF FLOODING IN THE URBAN AREA OF CANDELÁRIA**

Wilson Oliveira da Silva  
wilson.silva98@hotmail.com

Luís Eduardo de Souza Robaina  
lesrobaina@yahoo.com.br

Romario Trentin  
romario.trentin@gmail.com

Anderson Augusto Volpato Scoti  
anderson.sccoti@ufsm.br

#### **Resumo**

A falta de uma boa estrutura de escoamento superficial nas áreas urbanas pode causar grandes danos em períodos de precipitações elevadas, causando os alagamentos de ruas. Neste sentido, a análise das áreas suscetíveis a alagamento na área urbana de Candelária, RS se torna de suma importância. Para a realização desta pesquisa, foram utilizadas como base as informações disponibilizadas por um periódico local, que registrou eventos de alagamento durante os anos de 2000 a 2024. Esses registros foram tabulados e transformados em pontos vetoriais dos locais citados no jornal, logo após foi gerado o mapa de suscetibilidade através da densidade de Kernel. O mapa classificou a área urbana do município em três classes, onde as áreas classificadas com Nível Baixo representam regiões que sofreram uma ou duas ocorrências nestes lugares. A classe Nível Médio corresponde às áreas que registraram mais de 4 eventos. Enquanto a área classificada como Nível Alto de suscetibilidade representa os locais com maior incidência de processos de alagamento, tendo mais de 20 episódios, se concentrando no bairro Centro. A utilização de mídias locais como fonte de dados demonstra grande eficiência, devido essa abordagem possibilitar a identificação precisa de áreas afetadas por alagamentos.

**Palavras-chave:** Alagamento; Área Urbana; Candelária; Suscetibilidade;

#### **Abstract**

The lack of a well-structured surface drainage system in urban areas can cause significant damage during periods of heavy rainfall, leading to street flooding. In this context, analyzing the areas susceptible to flooding in the urban area of Candelária, RS, becomes highly important. For this research, data from a local newspaper, which recorded flood events from 2000 to 2024, were used as the primary source. These records were tabulated and converted into vector points corresponding to the locations mentioned in the newspaper. Subsequently, a susceptibility map was generated using Kernel Density analysis. The map classified the municipality's urban area into three categories: areas classified as Low Level represent regions that experienced one or two occurrences. The Medium Level category corresponds to areas where more than four events were recorded. Meanwhile, the High Level of susceptibility represents locations with the highest incidence of flooding processes, with more than 20 episodes, mainly concentrated in the city center. Using local media as a data source proves to be highly efficient, as this approach enables the precise identification of areas affected by flooding.

**Keywords:** Flooding; Urban Area; Candelária; Susceptibility.

## Introdução

O escoamento das águas das chuvas na área urbana depende das características de uso e ocupação da área. Nas áreas com jardins, parques ou outras superfícies permeáveis, o comportamento é similar ao das bacias hidrográficas naturais, onde grande parte da água infiltra no solo e o restante escoar para o sistema de drenagem. Em contraste, áreas impermeáveis, como ruas e calçadas, tendem a sofrer escoamento superficial rápido, diretamente para a rede de drenagem. Quando o sistema de drenagem pluvial urbano não consegue dar vazão à água empossada, ocorre o acúmulo, resultando em alagamentos de ruas ou outras áreas com desnível de altura (MARCO; CAYUELA, 1994). A defasagem do sistema de drenagem pelas dinâmicas de uso da terra, principalmente pela decorrência de novas áreas impermeáveis, torna cada vez mais comum o aparecimento de pontos de alagamentos pelas cidades. Isso ocorre pelo aumento de volume de água que necessita de escoamento em relação à vazão máxima dos sistemas de drenagem instalados, que suportavam outro padrão de ocupação (PINHEIRO, 2022).

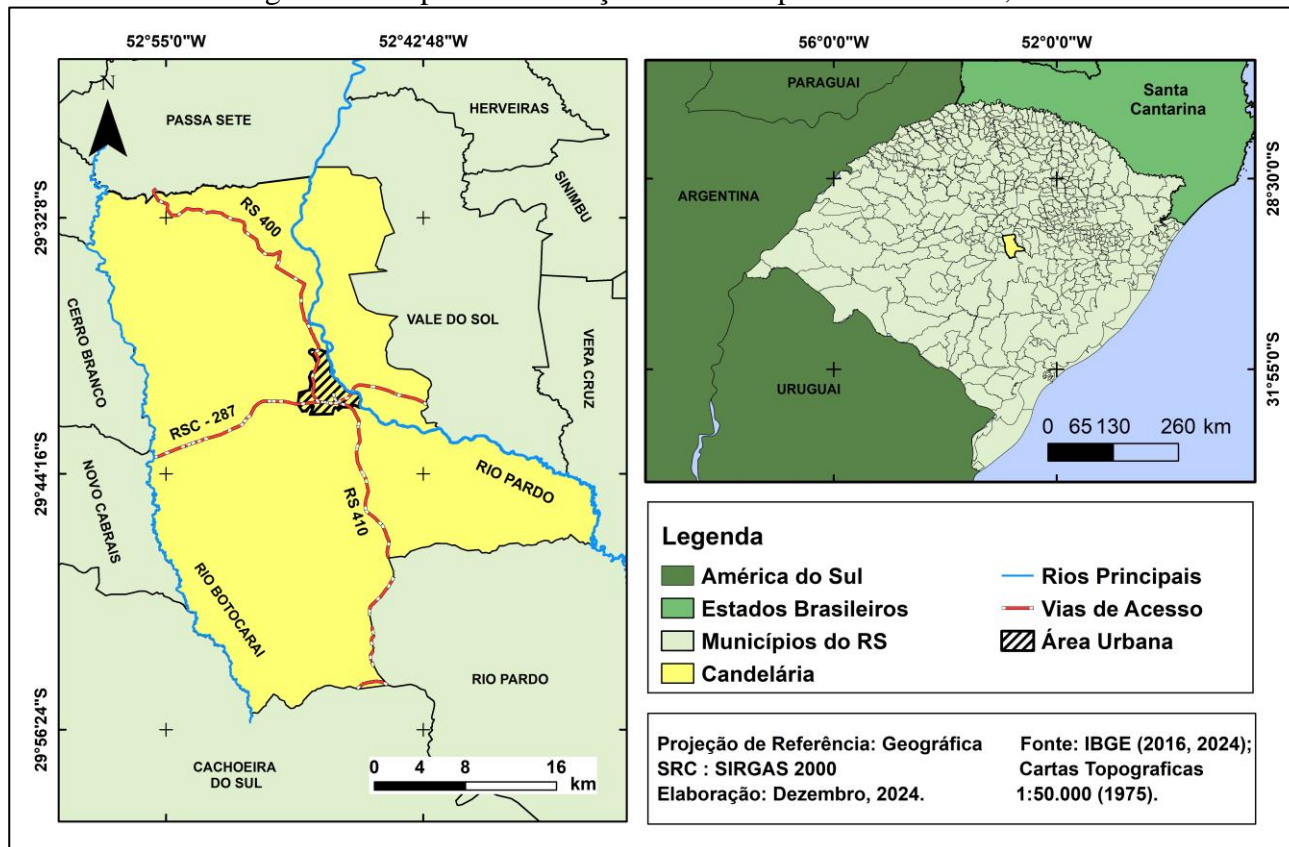
A ocorrência de alagamentos pode gerar uma série de impactos danosos na área urbana, envolvendo a saúde pública, a infraestrutura urbana e a economia local (SUAREZ et al., 2005; HUNTINGFORD et al., 2007). O acúmulo de água parada pode gerar a proliferação de doenças transmitidas pela água, como a leptospirose e doenças infecciosas. Os alagamentos também causam perdas materiais, como de edificações, imóveis, veículos e estabelecimentos comerciais. Os danos causados pelo alagamento na infraestrutura estão relacionados à dificuldade na mobilidade urbana, interrompendo vias e comprometendo o funcionamento de serviços essenciais. Além disso, há o risco de acidentes elétricos, pois a presença de água em contato com instalações elétricas pode provocar curtos-circuitos e choques fatais. De acordo com um estudo realizado em São Paulo, estimou-se que, em 2008, os danos diretos causados por alagamentos somaram 43,54 milhões de reais, enquanto as perdas totais atingiram cerca de 218,19 milhões de reais. Os setores afetados incluem serviços, transporte, comércio e construção, entre outros. (HADDAD; TEIXEIRA, 2015).

Devido à ocorrência de episódios de alagamento, se faz necessário o desenvolvimento de pesquisas, visando especializar, compreender e apoiar a determinação de soluções adequadas para o problema local. O conceito de alagamento é utilizado conforme a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), que consiste na “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, em decorrência de precipitações” (BRASIL, 2012, p.77). Os alagamentos também podem estar associados aos processos de canalização e à impermeabilização dos cursos hídricos de primeira e segunda ordem na área urbana, causando a intensificação dos episódios de alagamento à medida que a população avança sobre essas áreas.

Os autores Tesema e Abebe (2020) destacam que existem diferentes métodos de avaliar o alagamento em áreas urbanas, considerando sempre as características do local e os tipos de informações presentes nela. O desenvolvimento destas pesquisas geralmente utiliza como ferramenta modelos numéricos digitais para identificar as áreas de acúmulo de água (MOY DE VITRY; LEITÃO, 2020). Um dos trabalhos que se destaca é o realizado na cidade de Salvador, BA que especializou as áreas que mais são atingidas por alagamentos, através da densidade de Kernel (BRANDÃO, SANTOS e CARELLI, 2016). Na área urbana de São Paulo, Perez (2013) utilizou dados de precipitação, frequência de ocorrências e período de retorno das chuvas para determinar o alagamento. O estudo realizado na bacia do rio São Bartolomeu/DF determinou o risco de alagamento e inundação utilizando mapas de suscetibilidade, vulnerabilidade e perigo (BATISTA, 2014). No Rio Grande do Sul, foram estudados processos de alagamentos que ocorrem nas cidades de Porto Alegre, Caxias do Sul, Pelotas e Santa Maria (PEREIRA; NUNES, 2018).

Nesta pesquisa foram analisados os alagamentos que ocorrem na área urbana da cidade de Candelária, drenada pelo Rio Pardo. Os episódios de alagamento na área urbana de Candelária são frequentes e causam danos importantes para as áreas centrais da cidade, existindo relatos de jornais locais que marcam esse processo. As ocorrências de alagamentos foram avaliadas em termos temporais e espaciais.

Figura 1 – Mapa de localização do município de Candelária, RS



Fonte: Autores (202).

A bacia do Rio Pardo tem suas nascentes na região do Planalto Meridional, caracterizada por conter altitudes elevadas com cotas de 450 a 735 metros, tendo sua origem nos derrames vulcânicos. O médio curso está associado ao rebordo do planalto, variando entre 450 a 200 metros, onde são encontradas áreas de escarpas que escoam a água em alta velocidade. No baixo curso da bacia, se encontra a área urbana de Candelária na cota de 41 a 172 metros, que sofre com processos hidrológicos, caracterizada por áreas planas como terraços fluviais e planícies de inundação.

Em relação ao clima, está classificada como zona Subtropical II, segundo a classificação das zonas climáticas no estado do Rio Grande do Sul, realizada por Rossato (2011). Esta zona climática tem como característica a ação dos sistemas polares e em menor parcela dos sistemas tropicais marítimos que produzem temperatura e umidade médias durante o ano todo. Esta classe é típica da área localizada na Depressão Central, onde o relevo influencia as temperaturas, devido ao efeito adiabático, onde as massas de ar descem das áreas elevadas do planalto para a depressão, causando a compressão das massas e produzindo o aquecimento. As precipitações anuais variam entre 1500 a 1700 mm, distribuídas entre 90 a 110 dias, enquanto as chuvas mensais duram entre 6 a 9 dias. Em relação às médias anuais de temperatura, variam de 14 a 17°C nos meses de frio, enquanto nos meses mais quentes variam entre 23 a 26°C (ROSSATO, 2011).

A pesquisa realizada por Frohlich (2010) no bairro Centro de Candelária verificou que a rede pluvial é composta por tubulações de cerâmica que representam 90% da área. Esse tipo de tubulação apresenta baixa eficiência em questão de estrutura e vazão, causando diversos problemas, pois as instalações destas estruturas foram realizadas na década de 60. As anilhas de cerâmica na área urbana de Candelária apresentam rachaduras que provocam vazamentos, causando erosão abaixo das tubulações. Além disso, as rachaduras facilitam a penetração de raízes, causando obstrução da vazão. Outro aspecto avaliado no bairro Centro foi a falta de bocas de lobo para dar vazão à água acumulada em determinadas ruas, facilitando o processo de alagamento.

## **Materiais e Métodos**

Para a realização da pesquisa sobre as ocorrências de alagamento, foi utilizado como fonte o acervo do Jornal de Candelária. Foi escolhido como recorte temporal de análise os anos de 2000 até 2024, onde foram verificadas as datas de ocorrência, locais atingidos com pontos de referência e fotografias das áreas afetadas. Antunes et al. (2022) indicam a imprensa como uma fonte importante para a pesquisa, ao longo do tempo, funcionando como um espaço de memória para danos e desastres causados por processos superficiais, como inundações e alagamentos. Na pesquisa, utilizaram-se os termos alagamentos, inundação, cheia, enchente na busca por reportagens. As informações foram tabuladas e revisadas para restringir a situações específicas de alagamentos. Posteriormente, foi realizado um gráfico dividindo o número de ocorrências mensais de alagamento entre os anos de 2000 a 2024, para isso foi utilizado o software Excel. Também foram adquiridas informações das precipitações que ocorrem na área urbana do município, sendo utilizados como fonte os dados disponibilizados pelo Sindicato Rural de Candelária que realiza medições diárias de chuva. Os registros de precipitação entre 2000 e 2024 foram organizados e analisados para identificar o volume necessário para provocar alagamentos.

Para o mapa de alagamento, foi utilizado o software Qgis 3.30, onde foram transformadas as informações tabuladas em pontos vetoriais. Cada ponto foi delimitado no respectivo local onde ocorreu o evento de alagamento, seguindo as informações do jornal local. Para auxiliar na delimitação, foi adicionado um plugin chamado OpenStreetMap para reconhecer as ruas e as avenidas. Após a delimitação dos pontos georreferenciados, foi utilizada a ferramenta chamada de Densidade de Kernel para espacializar a ocorrência de alagamento no município. A ferramenta consiste num cálculo não paramétrico de representar a densidade espacial de algum tipo de informação, sendo usados núcleos para suavizar a espacialização das informações. A fórmula que representa a densidade de Kernel está apresentada na (Equação 1):

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

(Equação 1)

A quantidade de amostras na fórmula é indicada pela letra N, enquanto h representa o parâmetro de suavização do kernel. O operador de Kernel, expresso como  $K(x_t, x_i)$ , precisa ter sua integral  $\int K(u)du$  igual a um. O ponto em que se deseja estimar é o argumento da função  $K(\cdot)$ , pois as amostras  $x_i$  ( $i = 1, \dots, N$ ) já são fixas e fornecidas previamente. Foi definido como raio de influência dos pontos georreferenciados de 500 metros e com tamanho pixel de 10 metros, enquanto a classificação do mapa foi dividida em 3 classes, tomando como referência a quebra naturais do histograma sendo denominadas como: Nível Baixo, Nível Médio e Nível Alto.

Para melhorar a compreensão dos leitores sobre a realidade dos locais citados no texto, optou-se pela utilização de hyperlinks com direcionamento para as ruas ou avenidas citadas. Os links levam o leitor para a ferramenta do Google Maps chamado de Street View (GOOGLE, 2024). Essa



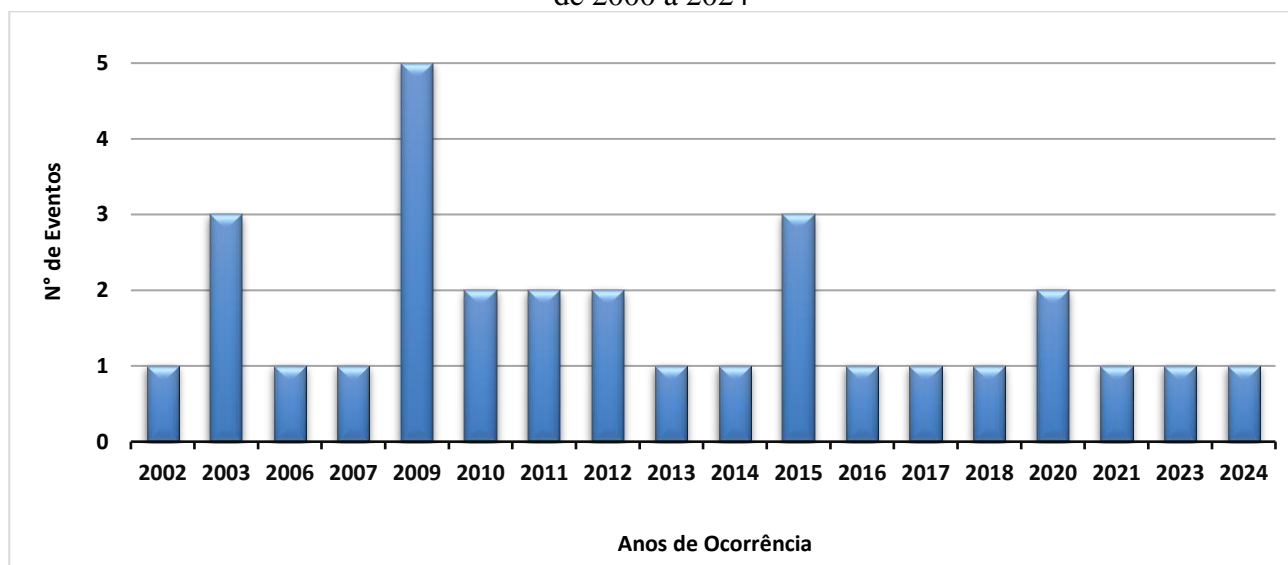
ferramenta permite visualizar os locais em formato tridimensional, facilitando o conhecimento da área de estudo.

## Resultados e Discussão

Os dados do inventário dos eventos de alagamento em Candelária, identificou 31 ocorrências ao longo de 25 anos de análise, ocorrendo em 17 desses anos. (Gráfico 1). Portanto, a possibilidade de ocorrência de um evento de alagamento na cidade de Candelária é de 68% em qualquer ano, evidenciando o alto grau de perigo que está submetido ao processo de alagamento. Os alagamentos estão associados às precipitações de grande intensidade. Conforme Fernandes (2017) os principais sistemas meteorológicos que contribuem para a ocorrência de precipitação são a passagem de sistemas frontais sobre o continente e o desenvolvimento de sistemas de baixa pressão em superfície no interior do Sul do Brasil, denominados Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs). Teixeira & Prieto (2020), avaliaram os eventos de chuva extrema no estado do Rio Grande do Sul, e observam que casos de chuvas diárias severas são mais comuns nos períodos da primavera e verão, enquanto as chuvas persistentes, com cinco ou mais dias, que geram um acumulado total igual ou superior a 60 mm, podendo durar até 14 dias, os autores observaram que as estações de inverno e primavera são as estações com maior frequência de eventos.

Analisando os dados anuais, foi verificado que o ano de 2009 registra o maior número de ocorrências, sendo de 5 eventos. Seguem os anos de 2003 e 2015 que apresentam registros de 3 eventos, os anos de 2010, 2011, 2012, 2016 e 2020 com duas ocorrências anotadas.

Gráfico 1 – Distribuição anual de ocorrências de alagamento no município de Candelária no período de 2000 a 2024



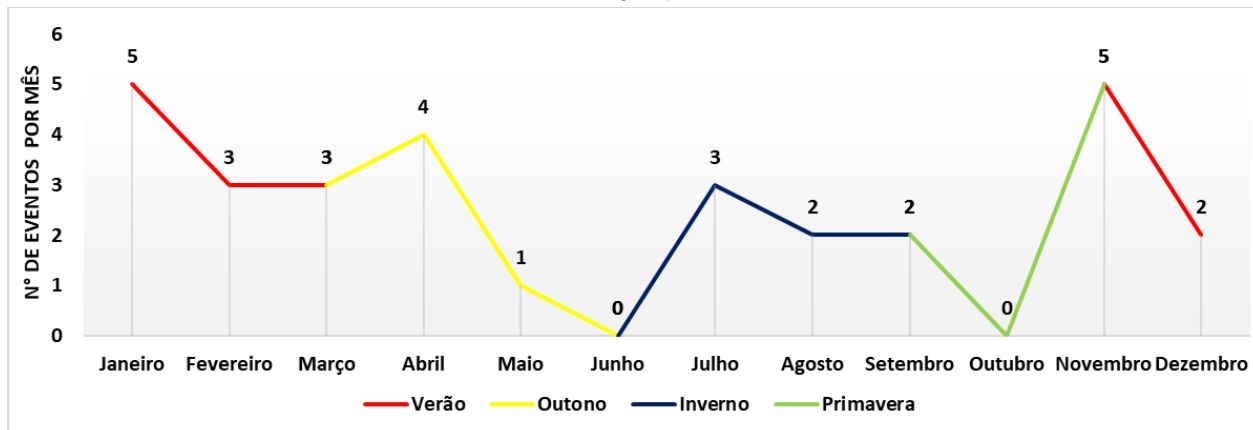
Fonte: Autores (2024).

Em relação à frequência mensal dos episódios de alagamento, foi possível identificar que a ocorrência está distribuída ao longo de todos os meses do ano. Observa-se uma maior concentração de ocorrência no verão, quando são mais frequentes as chuvas convectivas durante períodos de altas temperaturas, ocasionando chuvas concentradas principalmente nas áreas urbanas (Gráfico 2). Esses dados corroboram com o que Teixeira e Prieto (2020) observaram nos seus estudos de chuvas diárias severas no estado do Rio Grande do Sul.

Os meses com o maior número de ocorrências são janeiro e novembro, com 5 eventos cada, seguido pelo mês de abril com 4 episódios. Nos meses de fevereiro e março são encontrados 3

episódios de alagamento, enquanto, no período de inverno, o mês que se destaca é o mês de julho, com 3 ocorrências registradas.

Gráfico 2 - Distribuição mensal de alagamento no município de Candelária no período de 2000 a 2024.



Fonte: Autores (2024).

No mês de janeiro ocorreram eventos nos anos de 2006, 2010, 2012, 2015 e 2020. No evento de 13 de janeiro de 2012, conforme dados do Sindicato Rural de Candelária, a precipitação iniciou no final da noite do dia 12, ao redor das 22 horas, até o dia 13, somando cerca de 110 milímetros de chuva. A intensa chuva causou o alagamento de grande parte do bairro centro, dificultou a locomoção dos pedestres e automóveis. Na Av. Pereira Regô, a água chegou à altura de 50 cm, afetando lojas e residências no local. Na Figura 2 é possível verificar o processo de alagamento nas ruas Andrade Neves com Av. Pereira Rego e na rua Thompson Flores no cruzamento com a Av. Pereira Rego.

No mês de novembro ocorreram episódios de alagamentos nos anos de 2002, dois episódios em 2009, 2013 e 2018. O evento que ocorreu entre 21 e 23 de novembro de 2009 foi marcante pelos danos registrados. Conforme dados da Defesa Civil, a precipitação naquele mês foi a mais alta registrada nos últimos 20 anos. Os dados disponibilizados pelo Sindicato Rural de Candelária indicam que no dia 21 daquele mês precipitou cerca de 70,00 mm, no dia 22 precipitou 58,00 mm e no dia 23 precipitou 65,00 mm, tendo no acumulado 193,00 mm, representando a precipitação média de um mês em 3 dias.

Figura 2 – Áreas alagadas em eventos de alagamento, publicadas nas datas 27/07/2009 e 13/01/2012



Fonte: Acervo do Jornal de Candelária (2024).

No mês de abril, ocorreram eventos de alagamentos nos anos de 2007, 2010, 2011 e 2024. Segundo o Jornal de Candelária, o evento de 14 de abril de 2011 resultou em um volume pluviométrico de aproximadamente 140 mm em um período de cinco horas, impactando significativamente o bairro Centro. Durante o trabalho de campo realizado na área de estudo, observou-se que as principais avenidas da área urbana apresentam suscetibilidade a alagamento, devido às avenidas serem alargadas em amplitude, sem a inclinação adequada para o escoamento da água. Além disso, a infraestrutura de drenagem é insuficiente, pois há poucas bocas de lobo para dar vazão à água pluvial. Essa suscetibilidade foi evidenciada no evento ocorrido no final de abril de 2024, onde o município de Candelária sofreu um grande processo hidrológico, que alagou diversas

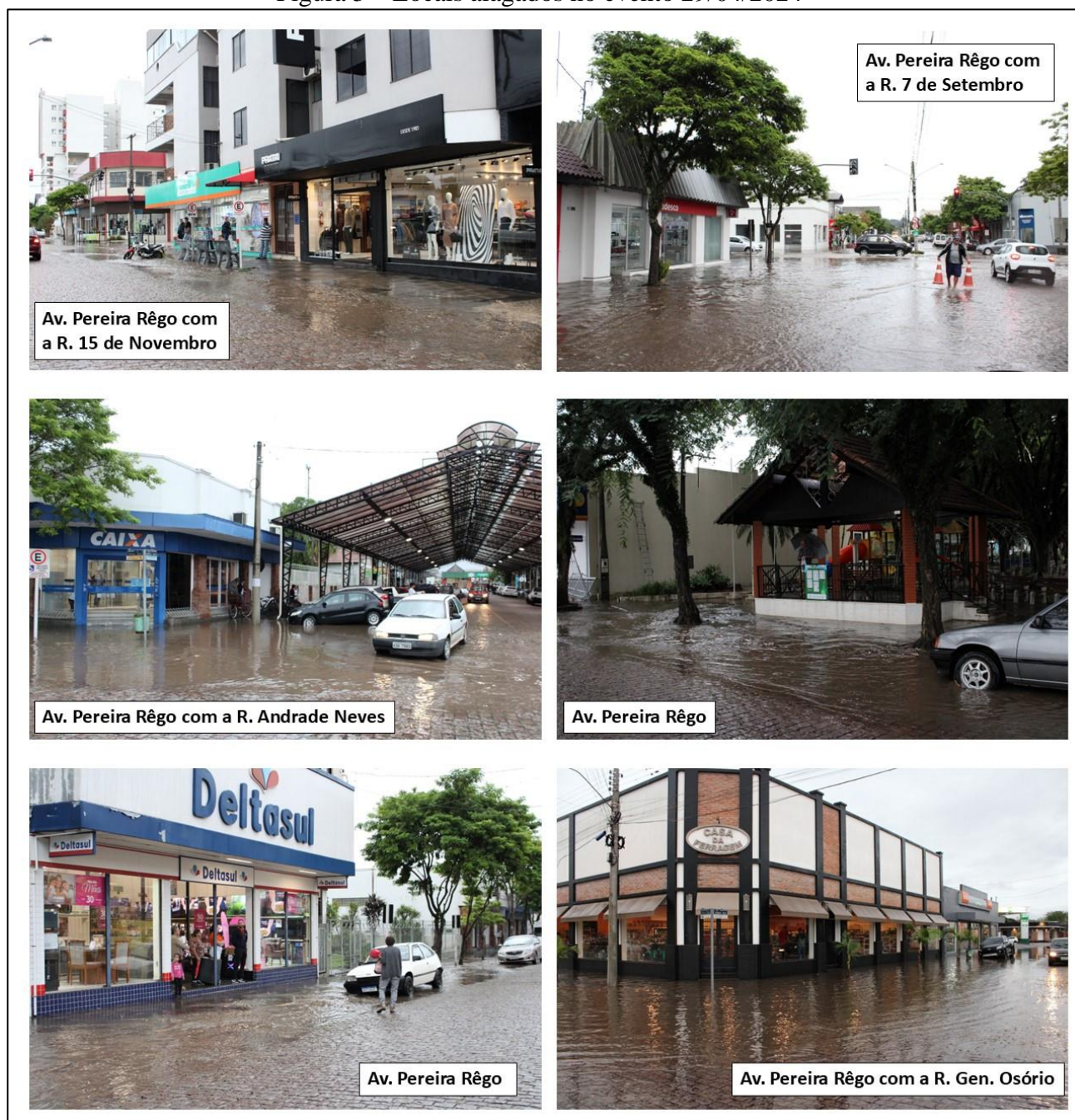


SILVA, Wilson Oliveira da; ROBAINA, Luís Eduardo de Souza; TRENTIN, Romario; SCCOTI, Anderson Augusto Volpato.(2025)

regiões da área urbana, além de sofrer com inundações associadas ao rio Pardo. Através da Figura 3 é possível visualizar que a água se acumula nas calçadas que são mais baixas que as ruas, podendo também afetar a entrada de alguns empreendimentos. Avaliando os dados de precipitação, foi possível identificar que entre os dias 29 de abril e 4 de maio, choveu aproximadamente 694 milímetros na área urbana de Candelária. Esse volume equivale à média de precipitação de três meses no município, concentrada em somente seis dias.

120

Figura 3 – Locais alagados no evento 29/04/2024



Fonte: Acervo do Jornal de Candelária (2024).

No ano de 2015, houve um elevado número de eventos, destacando o evento de 21 de setembro, que acarretou alagamento em diversos locais. Em reportagens, são relatadas as condições na esquina da rua Lopes Trovão com a General Osório, onde era impossível percorrer, pois estava



completamente alagada, como mostra a Figura 4. Conforme moradores a ocorrência de alagamento é recorrentes e está associada a problemas na microdrenagem. No local é encontrado somente uma boca de lobo para escoar toda a água das ruas. Um empreendimento localizado na esquina da rua Lopes Trovão com Dr. Mittendorf também sofreu com a água da chuva. Nesta rua foi adaptado uma ponte de tábua para que as pessoas pudessem atravessar. Já na Avenida Pereira Rego as calçadas ficaram totalmente alagadas, segundo o registro do Sindicato Rural de Candelária choveu cerca de 70 milímetros no dia 21 de setembro.

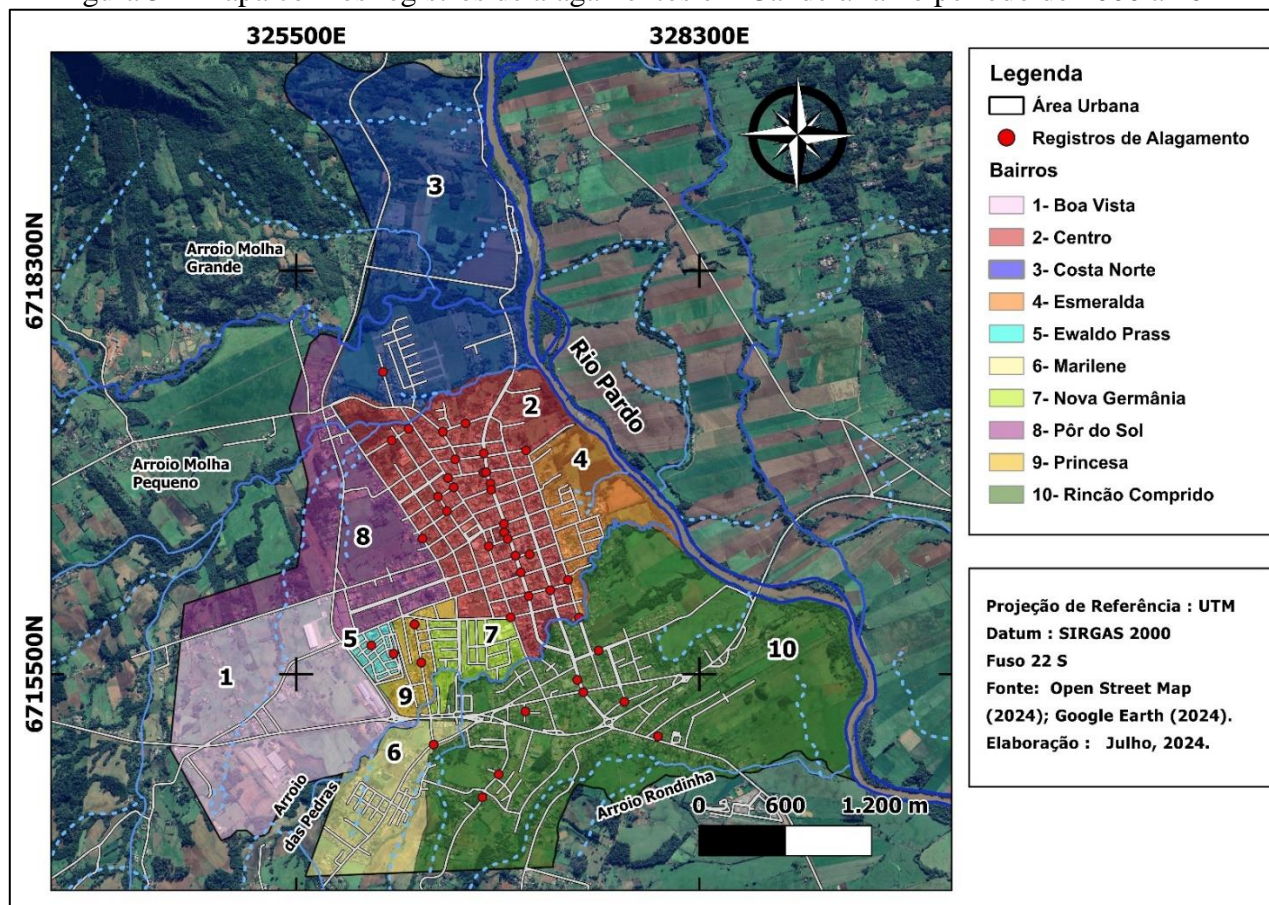
Figura 4 – Fotografia do Jornal de Candelária na data 25/09/2015



Fonte: Acervo do Jornal de Candelária (2024).

O mapeamento de episódios de alagamento em Candelária mostra as ruas que apresentaram maior número de ocorrência entre os anos de 2000 a 2024. No total foram identificados cerca de 42 locais (pontos) de alagamento em Candelária, como mostra a Figura 5. A maior concentração de eventos está localizada no bairro Centro, com cerca de 28 registros. Também foram encontrados registros em áreas distantes do Centro, como na [rua Reinaldo Petry](#), próximo a um novo condomínio no bairro Costa Norte. Além disso, são significativos os episódios de alagamentos na [rua Roberto Kochenborger](#) do bairro Princesa e na ponte da [rua São Jorge](#) do bairro Esmeralda.

Figura 5 – Mapa com os registros de alagamentos em Candelária no período de 2000 a 2024

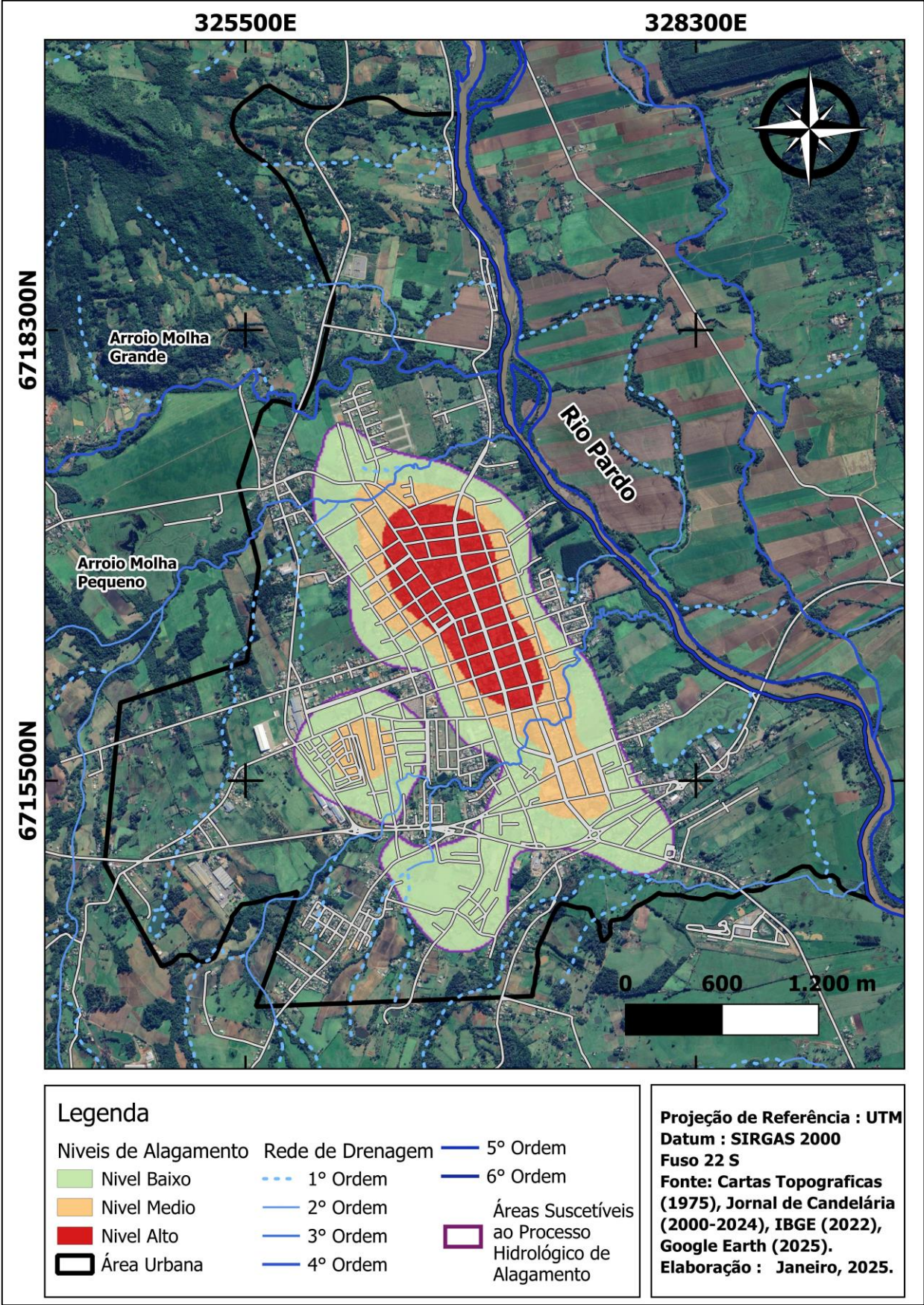


Fonte: Autores (2024).

O perímetro urbano de Candelária abrange cerca de 13,61 km<sup>2</sup>. Os dados obtidos permitiram o mapeamento de áreas suscetíveis a alagamento. A classificação adotada inclui três categorias: Baixa, Média e Alta suscetibilidade (Figura 6). No município, cerca de 26,80% da área urbana é afetada pelo processo hidrológico de alagamentos.



Figura 6 – Mapa de suscetibilidade a alagamento na área urbana de Candelária



Fonte: Autores (2024).



As áreas classificadas com Nível Baixo representam cerca de 56,86% da área urbana suscetíveis a alagamento, essa classe reflete regiões que sofreram uma ou duas ocorrências nestes lugares. Está localizada na região sul da área urbana, na [rua Daltro Filho](#), [rua Hormínio Ribeiro](#) e uma área próxima ao [presídio na RST 410](#). Essa classe também é encontrada nos arredores do centro urbano, tendo ocorrência na [rua Independente Albino Lenz](#), [rua Reineles Ritzel](#) e na [rua Reinaldo Petry](#). No dia 10 de outubro de 2013, iniciou uma chuva que se manteve pelos dias seguintes, causando devido ao grande volume de chuva a área urbana foi alagada. Afetando as ruas Reinaldo Petry e Reineles Ritzel, como mostra a Figura 7, a água chegou ao nível do joelho de alguns moradores, ocupando as residências do local. Os dados de precipitação marcam que no dia 10 precipitou 25 milímetros, no dia 11 foi marcado por 133 milímetros, enquanto no dia 12 foi em torno de 183 milímetros.

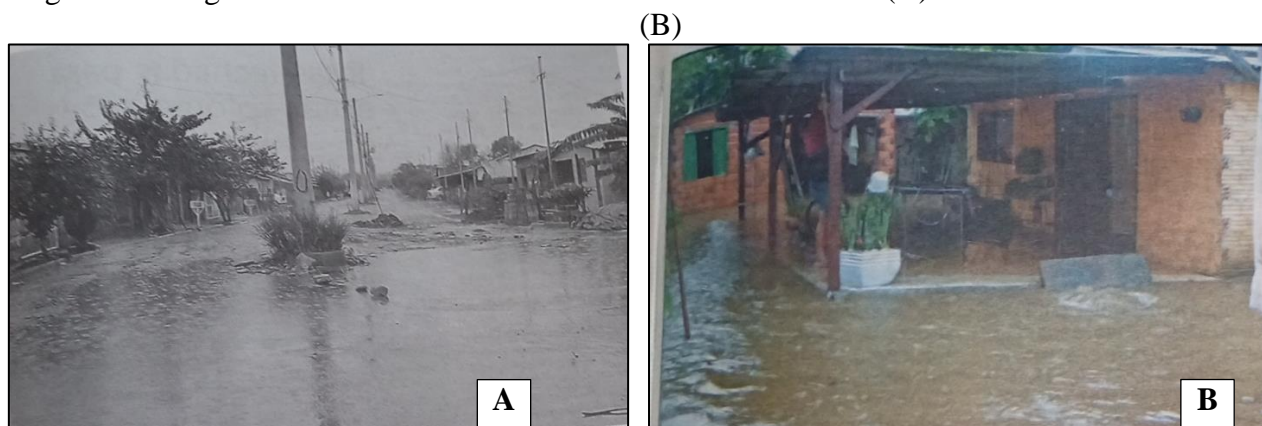
Figura 7 – Ruas alagadas com registros do dia 14/11/2013



Fonte: Acervo do Jornal de Candelária (2024).

A classe Nível Médio corresponde a cerca de 23,55% da área urbana suscetível a alagamentos. Correspondendo às áreas que registraram mais de 4 eventos de alagamento, está localizada na região oeste da área urbana, nos bairros Ewaldo Prass e Princesa. No dia 08 de julho de 2020, a rua Edilio dos Santos Machado do bairro Ewaldo Prass foi alagada, como mostra a Figura 8. A rua não apresenta pavimentação, em períodos de alagamento dificulta a locomoção da população devido à lama e à água. Conforme os dados do Sindicato Rural de Candelária, este episódio de alagamento teve em torno de 110 milímetros de chuva em um só dia. A rua Roberto Kochenborger do bairro Princesa foi alagada no evento de 2 de dezembro de 2009, onde a água avançou em algumas residências, como mostra a segunda fotografia da Figura 8. Neste evento, foi necessário cerca de 75 milímetros para alagar o bairro. Na região central também é encontrada esta classe, com ocorrências nas ruas Amândio Silva, Borges de Medeiros, Benjamin Constant, Doutor Mittendorf e a avenida Júlio de Castilhos.

Figura 8 – Alagamento ocorrido na rua Edilio dos Santos Machado (A) e rua Roberto Kochenborger



Fonte: Acervo do Jornal de Candelária (2024).

A área classificada como Nível Alto de suscetibilidade representa os locais com maior incidência de processos de alagamento, representando 19,59% da área urbana suscetível, se concentrando no bairro Centro. As ruas que apresentam maior concentração de ocorrências de alagamento são as duas principais avenidas comerciais da área urbana de Candelária. Com registro de 20 eventos de alagamento, sendo elas a avenida Pereira Rêgo e Av. Marechal Deodoro. Parte da avenida Júlio de Castilho também está classificada com alta frequência, tendo uma ocorrência em frente ao Colégio Nossa Senhora Medianeira.

A recorrência de episódios de alagamento na avenida Pereira Rêgo pode ser observada nas fotografias registradas pelo Jornal de Candelária. A primeira fotografia ilustra o episódio de alagamento ocorrido em 24/02/2003 (Figura 9 A), quando a avenida e a Prefeitura municipal foram alagadas. Na mesma avenida da cidade uma área foi alagada, tendo uma lâmina d'água de 30 cm, afetando os veículos na rua. Segundo os dados de precipitação do Sindicato Rural de Candelária, choveu cerca de 70 mm na data de 24 de fevereiro, causando o alagamento. No evento ocorrido em 11/03/2011, é possível verificar que as ruas foram alagadas e resultou na queda de uma árvore, como mostra a fotografia da Figura 9 D. No jornal foi descrito que houve uma chuva intensa, precipitando cerca de 98 mm em poucas horas, que causou o alagamento do centro de Candelária. Já no episódio de 24/12/2015, foi marcado por chuvas intensas em dias consecutivos, conforme os dados do Sindicato Rural de Candelária, a precipitação no dia 23/12/2015 foi de aproximadamente 125 mm, e no dia 24, atingiu 120 mm, totalizando um acumulado de 245 mm em apenas dois dias. Esse volume de chuva superou a média mensal de precipitação da região.

Em 21/01/2020 com precipitação de 90 mm em um dia, foram alagadas amplas áreas na Av. Marechal Deodoro, onde está a entrada do hospital de Candelária. A ocorrência do alagamento neste local é ampliada devido à canalização de um arroio.



Figura 9 - Registros fotográficos do acervo do Jornal de Candelária na data de 24/02/2003, 11/03/2011 e 24/12/2015.



Fonte: Acervo do Jornal de Candelária (2024).

Em eventos mais recentes na avenida Pereira Rêgo, é possível visualizar com mais nitidez as degradações causadas pelos alagamentos por fotografias e vídeos. Um exemplo disso foi registrado



no evento ocorrido em 02/03/2023, quando cerca de 102 mm de chuva precipitaram em poucas horas, alagando toda a região central. Entre os locais alagados estão diversos tipos de comércios, como bancos, mercados, restaurantes, lojas, além disso a praça Alberto Blanchardt da Silva sofre com o processo como mostra a Figura 10. No ano de 2024, o estado do Rio Grande do Sul sofreu um dos maiores desastres naturais do Brasil, com inundações em vários municípios do estado. Neste período, o município de Candelária sofreu com altos volumes de chuvas que causaram processos hidrológicos de inundação/enxurrada e alagamentos. Diversos pontos do centro urbano foram alagados, entre elas as avenidas Pereira Rêgo, Av. Benjamin Constant, Av. Marechal Deodoro, a rua Intendente Albino Lenz, o bairro Ewaldo Prass entre outros pontos. No dia 29/04/2024 choveu 42 mm e no dia 30/04/2024 foi precipitado 190 mm, gerando muitos alagamentos que se somaram com as inundações em grande parte da área urbana.

Figura 10 – Registros fotográficos do acervo do Jornal de Candelária na data de 02/03/2023 e 29/04/2024.



Av. Pereira Rêgo, 02/03/2023



Av. Pereira Rêgo, 02/03/2023



Praça Alberto Blanchardt da Silva, 02/03/2023



Prefeitura Municipal, 02/03/2023



Av. Pereira Rêgo, 29/04/2024



R. Intendente Albino Lenz, 29/04/2024

Fonte: Acervo do Jornal de Candelária (2024).



Os trabalhos de campo na área permitiram observar que algumas ruas da cidade foram pavimentadas recentemente. No entanto, essa pavimentação foi realizada sem a instalação de tubulação para o escoamento da água da chuva, contribuindo para o aumento da frequência de alagamentos. Exemplo disso é a rua Amândio Silva no bairro Rincão Comprido, onde grande parcela da rua foi pavimentada (Figura 11). Esse bairro já apresenta um histórico de eventos recorrentes, e a impermeabilização do solo sem infraestrutura adequada para escoamento agrava ainda mais essa problemática. Além disso, a possibilidade de inter-relação entre alagamentos e inundações destaca a complexidade dos processos hidrológicos e urbanos que podem afetar o município.

Figura 11 – Fotografia de drone da rua Amândio Silva pavimentada



Fonte: Trabalho de Campo, na data 25/11/2024

A pesquisa, baseada em informações de um canal de imprensa, permitiu identificar as áreas suscetíveis a alagamentos na zona urbana de Candelária, evidenciando os locais mais vulneráveis a esse processo. O bairro Centro apresentou o maior número de episódios nos últimos 25 anos, ressaltando a necessidade urgente de modernização da rede pluvial, que se encontra obsoleta. Além disso, a ampliação do número de bocas de lobo na área urbana é essencial para melhorar o escoamento da água superficial.

## Considerações Finais

A utilização de mídias locais como fonte de dados se demonstra de grande eficiência, devido essa abordagem possibilitar a identificação precisa de áreas afetadas por alagamentos. A associação dessas informações com registros fotográficos e relatos da população impactada permite uma análise mais aprofundada e compreendendo os detalhes do processo. Com tudo, a revisão cuidadosa das informações é essencial para a construção de um histórico de eventos confiável, especialmente considerando que diferentes definições de processos hidrológicos costumam ser utilizadas como sinônimos.

A delimitação de um período de 25 anos possibilitou a obtenção de um conjunto robusto de ocorrências, essencial para a interpolação e análise espacial. O método adotado demonstrou alta eficiência na identificação dos principais pontos críticos de alagamento na área urbana de Candelária, contribuindo para uma compreensão mais detalhada da problemática.

Este estudo fornece dados relevantes sobre um dos principais processos hidrológicos que afetam o município, auxiliando a gestão pública na tomada de decisões voltadas ao planejamento urbano e à mitigação de riscos.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Além do Jornal de Candelária e o Sindicato Rural de Candelária pela disponibilização das informações.

## Referências bibliográficas

ANTUNES, M. N. et al. Disaster Journalism in Print Media: Analysis of the Top 10 Hydrogeomorphological Disaster Events in Portugal, 1865–2015. **International Journal of Disaster Risk Science**, v. 13, n. 4, p. 521–535, 1 ago. 2022.

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.

FERNANDES, LAÍS G. **O Fenômeno El Niño-Oscilação Sul e os Eventos Extremos de Precipitação em Santa Catarina**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. 82p.

FROHLICH, C. P. **Análise hidráulico-hidrológica de pontos críticos em sistema de microdrenagem urbana, no bairro Centro do município de Candelária/RS/BR**. 2010. 181 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2010.

GOOGLE. Google Maps: Candelária. Disponível em: <https://www.google.com/maps>. 2024. Acesso em: 10 nov. 2024.



SILVA, Wilson Oliveira da; ROBAINA, Luís Eduardo de Souza; TRENTIN, Romario; SCCOTI, Anderson Augusto Volpato.(2025)

HADDAD, E. A.; TEIXEIRA, E. Economic impacts of natural disasters in megacities: The case of floods in São Paulo, Brazil. **Habitat International**, Special Issue: Exploratory Spatial Analysis of Urban Habitats. v. 45, p. 106–113, 1 jan. 2015.

HUNTINGFORD, C. et al. Impact of climate change on health: what is required of climate modellers? **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 101, n. 2, p. 97–103, 1 fev. 2007.

**JORNAL DE CANDELÁRIA**. Acervo do Jornal de Candelária. Candelária: Jornal de Candelária, 2000-2024. Disponível no arquivo físico do jornal e online em: <https://www.jornaldeCandelaria.com.br>. Acesso em: 7 jul. 2024.

MARCO, J. B.; CAYUELA, A. Urban flooding: the flood-planned city concept. Em: ROSSI, G.; HARMANCIOĞLU, N.; YEYEVICH, V. (Eds.). **Coping with Floods**. Dordrecht: Springer Netherlands, 1994. p. 705–721.

MOY DE VITRY, M.; LEITÃO, J. P. The potential of proxy water level measurements for calibrating urban pluvial flood models. **Water Research**, v. 175, p. 115669, 15 maio 2020.

PEREIRA, R. S.; NUNES, A. B. Estudo climático dos eventos de precipitação associados a alagamentos urbanos no Estado do Rio Grande do Sul (Climatic study of rainfall events related to urban flash floods in Rio Grande do Sul State). **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 2010–2017, 2019.

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. 2013. 141 p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

PINHEIRO, C. B. **Crônicas da drenagem urbana em Belo Horizonte**: novos caminhos em meio a velhas práticas. 1. ed. Belo Horizonte: npgau, 2022. v. 1. 216p.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul**: variabilidade, tendências e tipologia. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS, p.240, 2011.

**SINDICATO RURAL DE CANDELÁRIA**. Registros de precipitação diária (mm) no município de Candelária, RS, no período de 2000 a 2024. Candelária, 2024.

SUAREZ, P. et al. Impacts of flooding and climate change on urban transportation: A systemwide performance assessment of the Boston Metro Area. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 10, n. 3, p. 231–244, 1 mai 2005.

TEIXEIRA, M. DA S.; PRIETO, R. B. Eventos Extremos de Chuva no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, entre 2004 e 2013. Parte 2: Características Sinóticas dos Eventos Persistentes. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, p. 53–61, 11 mai 2020.

TESEMA, D.; ABEBE, B. A review of flood modeling methods for urban pluvial flood application. **Modeling Earth Systems and Environment**, v. 6, 1 set. 2020.

Recebido para publicação em abril de 2025.

Aprovado para publicação em novembro de 2025.