

ZONEAMENTO DE RISCO A INUNDAÇÃO E EROSÃO DE MARGEM: ESTUDO DE CASO NA COMUNIDADE DO “BECO DO GUARANI”, CIDADE DE SANTA MARIA, RS

Risk zoning for flooding and bank erosion: a case study in the community of “Beco do Guarani”, city of Santa Maria, RS

Zonificación de riesgo de inundaciones y erosión de orillas: estudio de caso en la comunidad “Beco do Guarani”, ciudad de Santa Maria, RS

Romario Trentin*

Luís Eduardo de Souza Robaina**

Andrea Valli Nummer***

Rinaldo José Barbosa Pinheiro****

*Professor Adjunto da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Brasil – romario.trentin@gmail.com

**Professor Titular da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Brasil - lesrobaina@yahoo.com.br

***Professora Titular da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Brasil - a.nummer@gmail.com

****Professor Titular do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Brasil - rinaldo@ufsm.br

Recebido em 13/02/2025. Aceito para publicação em 24/07/2025.
Versão online publicada em 03/09/2025 (<http://seer.ufrgs.br/paraonde>)

Resumo:

O estudo analisa e desenvolve o mapeamento de áreas de risco aos processos de natureza fluvial definidos como hidrológicos de inundação/enxurrada e de erosão e solapamento de margem em uma comunidade urbana conhecida como “Beco do Guarani”. A comunidade está localizada na cidade de Santa Maria, entre os Bairros Salgado Filho e Carolina, no arroio Cadena, onde ocorrem as áreas de maior vulnerabilidade social dos bairros. A análise e avaliação do risco ocorre a partir de trabalhos de campo com apoio da defesa civil e da população que habita a área. A cartografia da área é realizada através de um ortomosaico de fotografias aéreas obtidas com drone Mavic Air 2. O voo foi realizado a 150 metros de altura com sobreposições de 70% na lateral e 75% frontal, utilizando-se do aplicativo *dronelink*, para automação do voo de recobrimento. Os processos de erosão de margem e de inundação/enxurrada afetam 47 moradias, sendo que 25 somente erosão de margem, 19 somente hidrológico e 3 moradias que podem ser afetadas por ambos os processos.

Palavras-chave: Zoneamento. Vulnerabilidade. Perigo. Desastres.

Abstract:

The study analyzes and develops the mapping of areas at risk of fluvial processes defined as hydrological flooding/sudden flooding and erosion and undermining of the riverbank in an urban community known as “Beco do Guarani.” The community is in the city of Santa Maria, between the Salgado Filho and Carolina neighborhoods, in the Cadena stream, where the areas of greatest social vulnerability of the neighborhoods occur. The risk analysis and assessment are based on fieldwork with the support of civil defense and the population living in the area. The mapping of the area is conducted using an orthomosaic of aerial photographs obtained with a Mavic Air 2 drone. The flight was conducted at a height of 150 meters with overlaps of 70% on the side and 75% on the front, using the *dronelink* application to automate the coverage flight. The margin erosion and flooding/ sudden flooding processes affect 47 homes, of which 25 are only margin erosion, 19 are only hydrological and three homes can be affected by both processes.

Keywords: Zoning. Vulnerability. Hazard. Disasters.

Resumen

El estudio analiza y desarrolla el mapeo de áreas de riesgo de procesos fluviales definidos como inundaciones/lluvias hidrológicas y erosión y socavación de la orilla en una comunidad urbana conocida como “Beco do Guarani”. La comunidad está ubicada en la ciudad de Santa María, entre los barrios Salgado Filho y Carolina, en el arroyo Cadena, donde ocurren las áreas de mayor vulnerabilidad social de los barrios. El análisis y evaluación de riesgos se realiza a través del trabajo de campo con el apoyo de la defensa civil y la población que habita en el área. El mapeo de la zona se realiza mediante un ortomosaico de fotografías aéreas obtenidas con un dron Mavic Air 2. El vuelo se realizó a una altura de 150 metros con solapamientos del 70% en el lateral y 75% en el frontal, utilizando la aplicación *dronelink* para automatizar el vuelo de cobertura. Los procesos de erosión de ribera e inundación/lluvias afectan a 47 viviendas, de las cuales 25 son sólo por erosión de ribera, 19 sólo por erosión hidrológica y 3 viviendas que pueden verse afectadas por ambos procesos.

Palabras-clave: Zonificación. Vulnerabilidad. Peligro. Desastres.

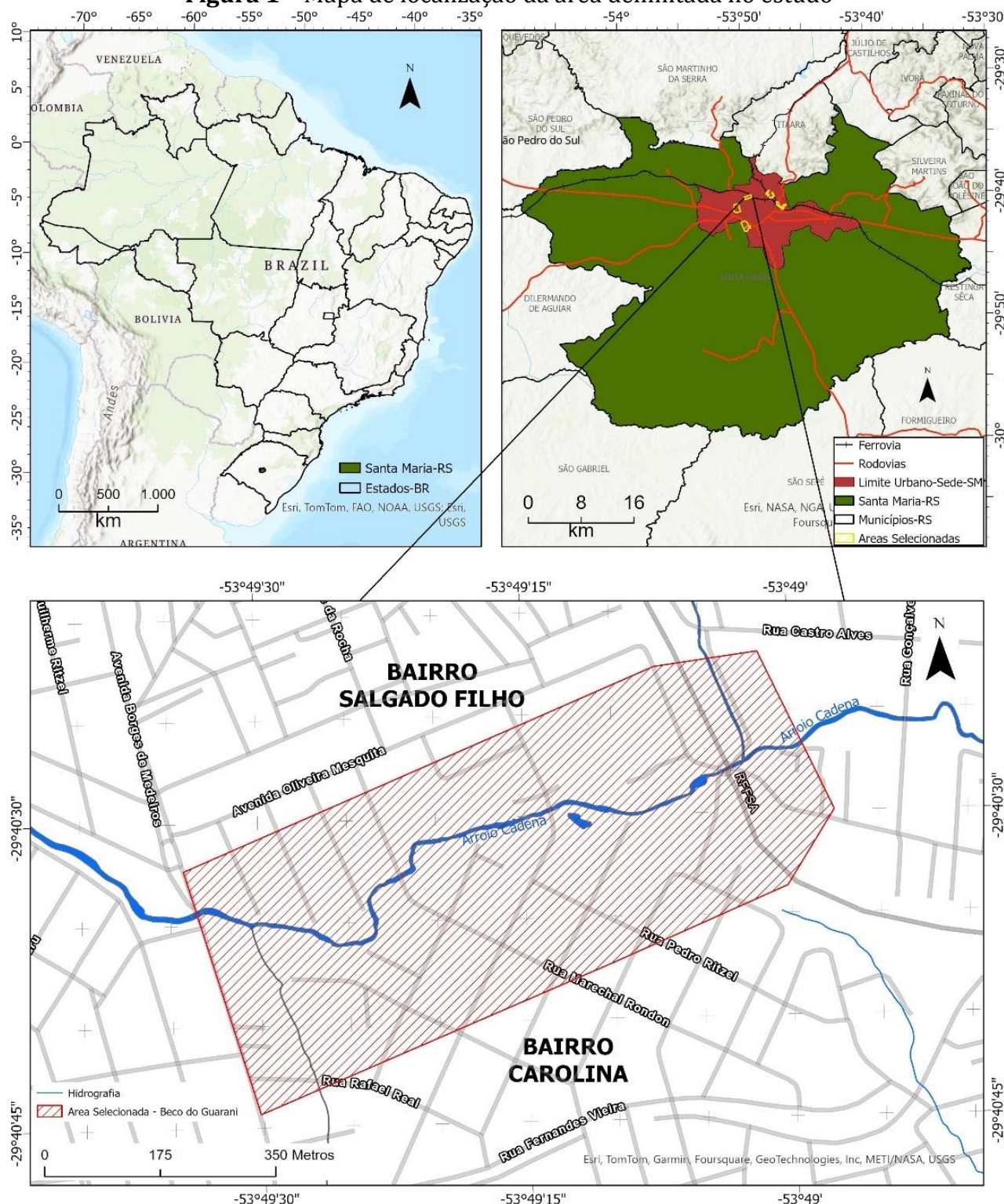
1. Introdução

As áreas onde processos de dinâmica superficial, como movimentos de massa, erosão e inundações, causam perdas ou danos sociais e econômicos são chamadas de “áreas de risco”. Trabalhos que identificam e classificam a possibilidade de ocorrência de processos e o grau de danos são a base para a gestão de risco, permitindo que sejam adotadas medidas que minimizem ou evitem danos e/ou perdas de vidas (Alcántara-Ayala, 2002; Gonçalves, 2012; Brito *et al.*, 2016; Tominaga; Santoro; Amaral, 2009; Frank; Bohn, 2018; Santos *et al.*, 2022).

Os trabalhos foram desenvolvidos no município de Santa Maria, que se localiza na porção central do Estado do Rio Grande do Sul, possuindo uma área de 1.823,1 km² de extensão e uma população de 270 mil habitantes (IBGE, 2022), dos quais cerca de 80% residem na área urbana. A área de estudo está localizada na divisa dos bairros Salgado Filho e Carolina, no arroio Cadena, entre a rua [Dra. Mária Loureiro Ilha](#) e a [Av. Borges de Medeiros](#), onde ocorrem as áreas de maior vulnerabilidade social dos bairros (Figura 1). Os processos de risco estão associados diretamente ao arroio Cadena, caracterizando-se como hidrológicos e de erosão de margem. Estas áreas estão indicadas na carta geotécnica de Santa Maria (Maciel Filho, 1990) como desfavoráveis à ocupação urbana, por se tratar de área alagadiça. Em pesquisas desenvolvidas na área foram constatados, junto ao canal principal do arroio Cadena, danos devido à inundação, erosão e solapamento de margem (Oliveira; Robaina; Reckziegel, 2004; Robaina *et al.*, 2001; 2008). A Defesa Civil municipal registrou, nos últimos anos, muitos atendimentos devido a eventos de inundação e de erosão de margem.

O objetivo do trabalho foi realizar o levantamento e cartografia do risco associado a comunidade denominada Beco do Guarani, estabelecendo a setorização das situações e graus de risco. Para a definição do risco foram avaliados os processos causadores do risco, a condição de perigo da ocorrência do processo produzindo danos e a vulnerabilidade da população afetada.

Figura 1 – Mapa de localização da área delimitada no estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

2. Metodologia

A análise e avaliação do risco a processos de dinâmica superficial, ocorre a partir de trabalhos de campo que avaliam a ocorrência dos processos de inundação/alagamento e erosão de margem que ocorreram na comunidade. O apoio da defesa civil e da população que habita a região traz uma importante contribuição, através de relatos das situações dos eventos, bem como a apresentação de registros fotográficos, definição as recorrências, além de demais problemas associados.

A cartografia da área é realizada através de um ortomosaico de fotografias aéreas obtidas com drone Mavic Air 2. O voo foi realizado a 150 metros de altura com sobreposições de 70% na lateral e 75% frontal, utilizando-se do aplicativo *dronelink*, para automação do voo de recobrimento. As fotografias foram processadas no Agisoft Metashape no máximo de resolução para obtenção do ortomosaico obtendo-se um produto com resolução espacial de 0,05 metros, servindo de mapa base para os trabalhos de campo e cartografia do risco.

As variáveis utilizadas para definir o perigo de processos hidrológicos e de erosão de margem, além da determinação da vulnerabilidade dos elementos expostos, quando impactados por um perigo, estão apresentados no Quadro 01. Com base nas observações e nos dados obtidos o perigo e a vulnerabilidade da população foram classificados em três graus: baixo, médio e alto. O risco foi determinado pelo cruzamento do perigo e da vulnerabilidade com 4 graus: baixo, médio, alto e muito alto (Quadro 02).

Quadro 01 – Variáveis utilizadas nas análises para determinação do grau de perigo e a de vulnerabilidade

Vulnerabilidade		
Perigo	Processos hidrológicos	Distanciamento das estruturas residenciais em relação aos cursos
		Frequência de eventos
		Altura das cheias
		Permanência das águas
		Problemas na drenagem urbana
	Erosão de margem	Forma e composição da margem
		Variação da altura d'água no canal
		Evidências de movimentação
		Distanciamento das residências à margem (>5m; 5 a 3m; <3m)
Vulnerabilidade		Densidade de moradias
		Padrão urbano (tamanho, material, acabamento)
		Infraestrutura urbana (rede de água: redes de esgotamento: coleta de resíduos)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Quadro 2 – Graus de risco a serem definidos

Graus de risco	Variáveis de perigo e vulnerabilidade
Risco médio (R2)	Corresponde às áreas com classes de perigo alto com vulnerabilidade baixa.
Risco alto (R3)	Corresponde às áreas com classes de perigo alto com vulnerabilidade média, perigo muito alto com vulnerabilidade baixa.
Risco muito alto (R4)	Corresponde às áreas com classes de perigo alto com vulnerabilidade alta, perigo muito alto com vulnerabilidade média e alta.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3. Modificações no tempo

As figuras 2A, B, C e D são imagens de satélite que permitem observar as mudanças no canal do arroio no trecho de estudo e o avanço da urbanização na área. No ano de 2004 as ocupações eram menos densas junto as margens e a vegetação ciliar, relativamente mais preservada, favorecendo a preservação das margens do arroio em grande parte do trecho. No ano de 2009 (2B) a mata ciliar está mais degradada e a ocupação avança junto as margens do arroio. Ocorrem modificações, principalmente associado as pontes de passagem da [rua Pedro Alvares Cabral](#) e [rua Ten. Idelfonso Schilling](#), que afeta a dinâmica natural do Arroio.

Na figura 2C, com uma imagem de 2014, uma observação importante a ser registrada é a desocupação, devido à remoção de diversas famílias, da área localizada entre o arroio Cadena e o [final da rua Dr. Otacílio Vargas](#) (área dentro do círculo). Nessa área foram registrados vários eventos de inundação e erosão de margem. Por fim, na imagem (Figura 2D), do ano de 2024, se observa na porção mais oeste, uma grande área, [na margem esquerda do arroio Cadena](#), significativas intervenções na margem. Isso provoca mudança na dinâmica do canal, principalmente na margem direita, onde não possui nenhuma obra de contenção de margem.

Figura 2 – Imagens do Google Earth Pro, com representação histórica de 2004, 2019, 2014 e 2024, representando as modificações do canal e ocupações das margens



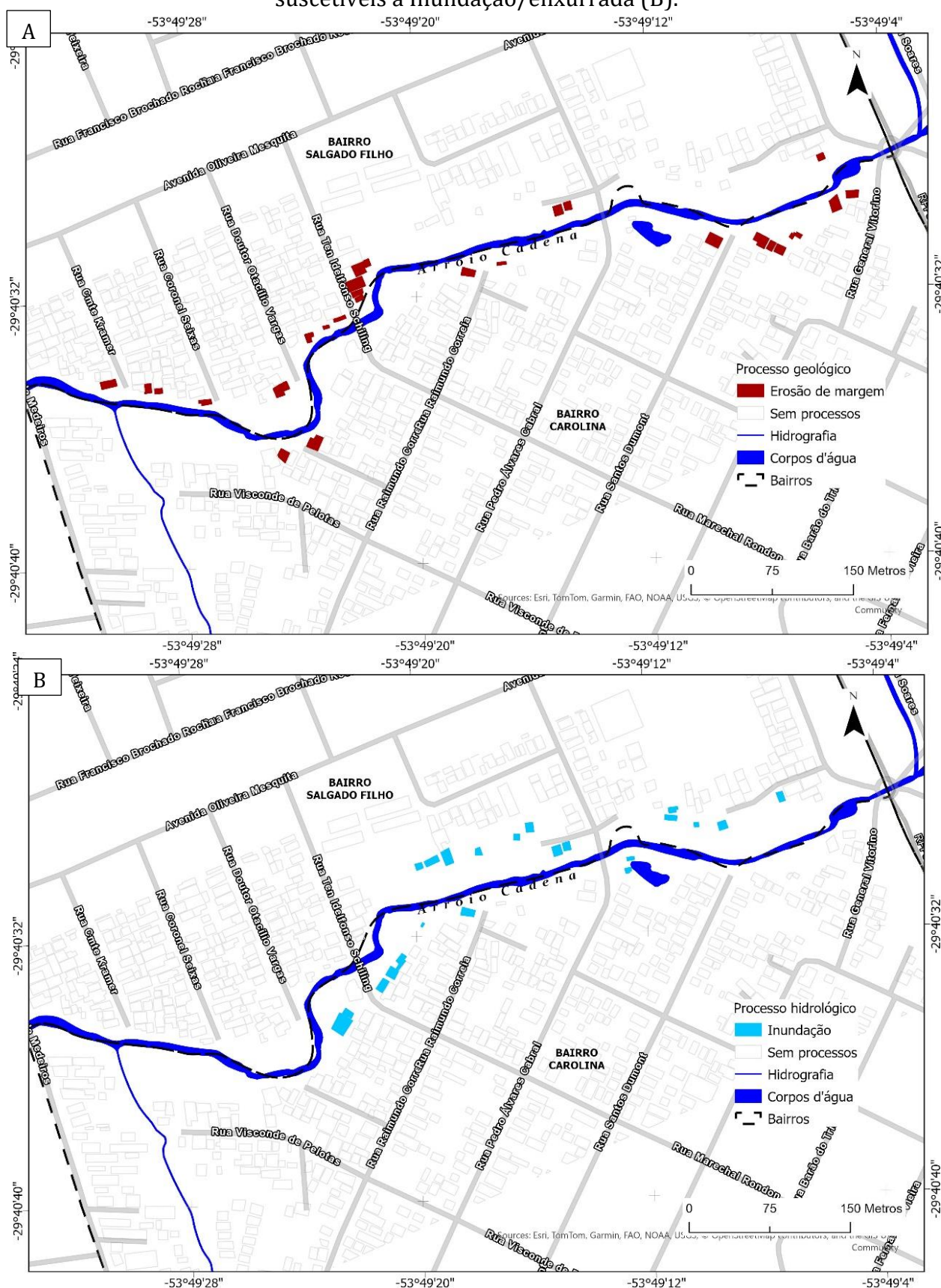
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3.2. Caracterização do Arroio Cadena

Nessa área o arroio Cadena apresenta uma lâmina de água média, mantida ao longo do ano, em torno de 0,80 m, porém tem uma variação expressiva, com elevação rápida do nível da água. Isso está relacionado a chuvas intensas em uma área de captação, bastante impermeável devido a urbanização gerando um elevado escoamento superficial. O canal do arroio tem característica de canal meandrante com predomínio de sedimentos em suspensão em uma área de planície, que drena sobre rochas lamíticas e de arenito fino coeso, associado a margens arenosas. Entretanto, o canal e as margens estão muito modificados por ações antrópicas de canalização, retificação e dragagem. Essa transformação na sinuosidade, também, redireciona os regimes de sedimentos, que resultam nas mudanças de fáceis na deposição meandrante.

A tendência é de que ocorra a intensificação da deposição a jusante. Essa ação gera como feição os bancos e barras deposicionais, que surgem pela agradação. Além disso, há intensa deposição tecnogênica, principalmente através de resíduos (lixo) que são descartados diretamente no arroio ou em suas margens. A água que chega no canal também é influenciada por lançamento dos esgotos pluviais e, alguns casos cloacais. A pressão exercida sobre as margens amplia a possibilidade de processos de erosão e solapamento de margem e de processos hidrológicos de inundação/enxurrada, que está espacializado na Figura 3A e B.

Figura 3 – Espacialização das moradias suscetíveis a erosão e solapamento de margem (A) e suscetíveis a Inundação/enxurrada (B).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Os processos geológicos de erosão de margem e hidrológicos de inundação/enxurrada afetam 47 moradias, sendo que 25 somente erosão de margem, 19 somente hidrológico e três moradias que podem ser afetadas por ambos os processos.

4. Estudo do perigo de ocorrência de processos que causam danos

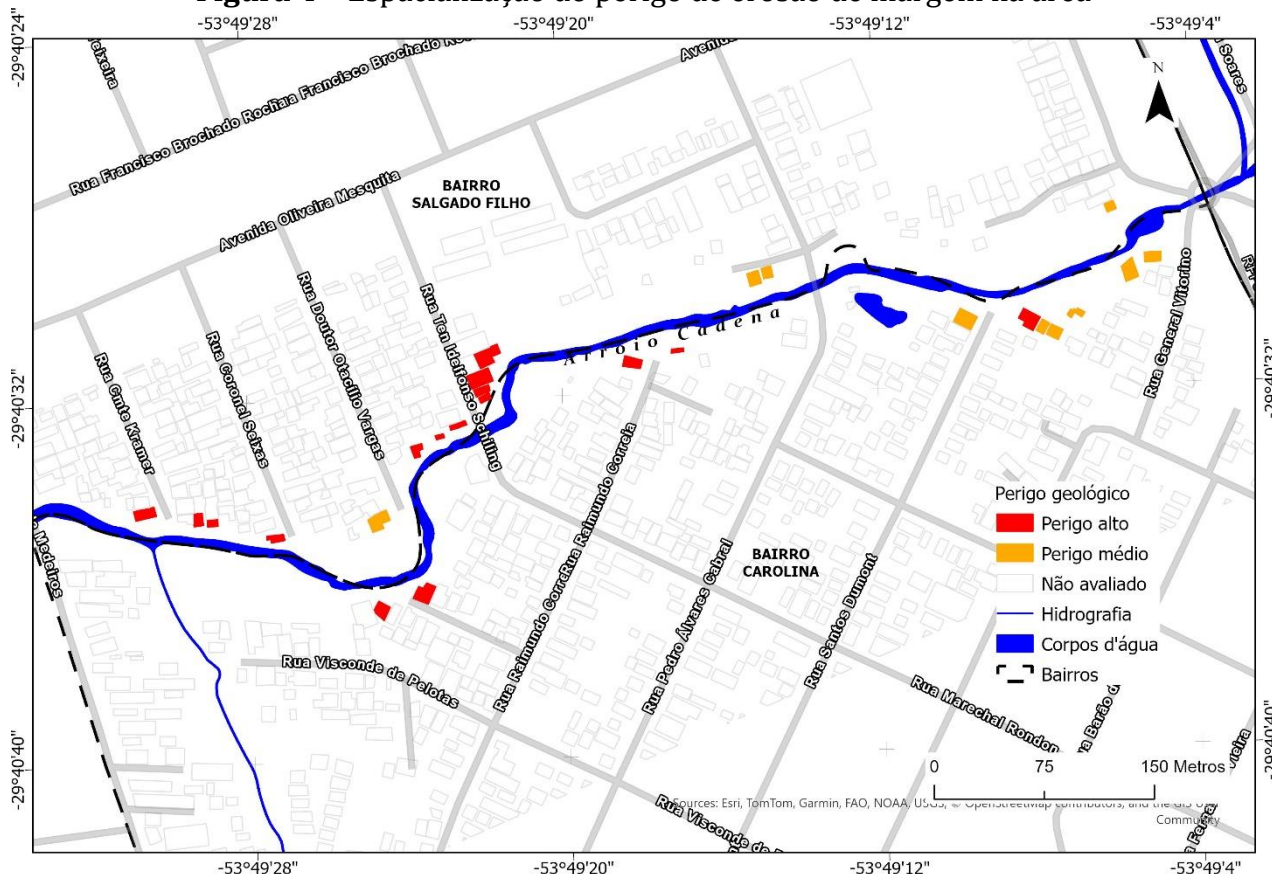
Um importante processo que pode causar danos as moradias, na área de estudo, é a erosão e solapamento da margem. O processo é influenciado por características hidrodinâmicas que incluem a variação do nível da água e a turbulência. A variação do nível é incrementada pelo maior escoamento superficial, devido a impermeabilização geral da bacia hidrográfica. A turbulência pode ser importante devido a diversos materiais que compõem a margem, com intervenções localizadas por moradias e junto aos pontilhões de cruzamento das ruas (Monteiro; Padilha e Cruz, 2016; Gazolla; Gonçalves, 2017; Da Silva; Andrade, 2022).

As margens com altas taxas de erosão estão todas situadas em locais de alta velocidade de fluxo de água que apresentam margens íngremes, e contato direto com a água. Os materiais que compõem os taludes da margem do arroio Cadena são muito variados e dependem da capacidade de intervenção do morador da margem. Materiais de resíduos sólidos (lixo) são os com maior suscetibilidade. As intervenções também influenciam o ângulo de incidência da corrente e a turbulência com a presença de obstáculos e materiais lançados ao canal.

Observa-se no trecho analisado do canal retificado, principalmente nos episódios de alta pluviosidade, que ocorre uma busca do seu antigo leito, em uma tentativa de voltar a meandrar. O problema é o impacto dessa dinâmica à população, já que muitas residências estão contíguas às margens do arroio. Nessas moradias definiu-se o perigo de ocorrência do evento em dois níveis: médio e alto. Os níveis de perigo dependem da proximidade do canal, características em termos de forma, composição e evidências da ocorrência do evento (Figura 4). Das 28 moradias 11 foram classificadas como Perigo Médio e 17 em condições de Perigo Alto de ocorrência de evento que causam danos as moradias.

Outros processos que podem causar danos se relacionam as inundações que são o transbordamento gradual das águas de um curso d'água, as quais atingem a planície de inundação ou área de várzea ocupadas por uma comunidade causando danos. Entretanto, cada vez mais, ocorrem as inundações bruscas ou enxurradas que correspondem ao escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte.

Figura 4 – Espacialização do perigo de erosão de margem na área



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

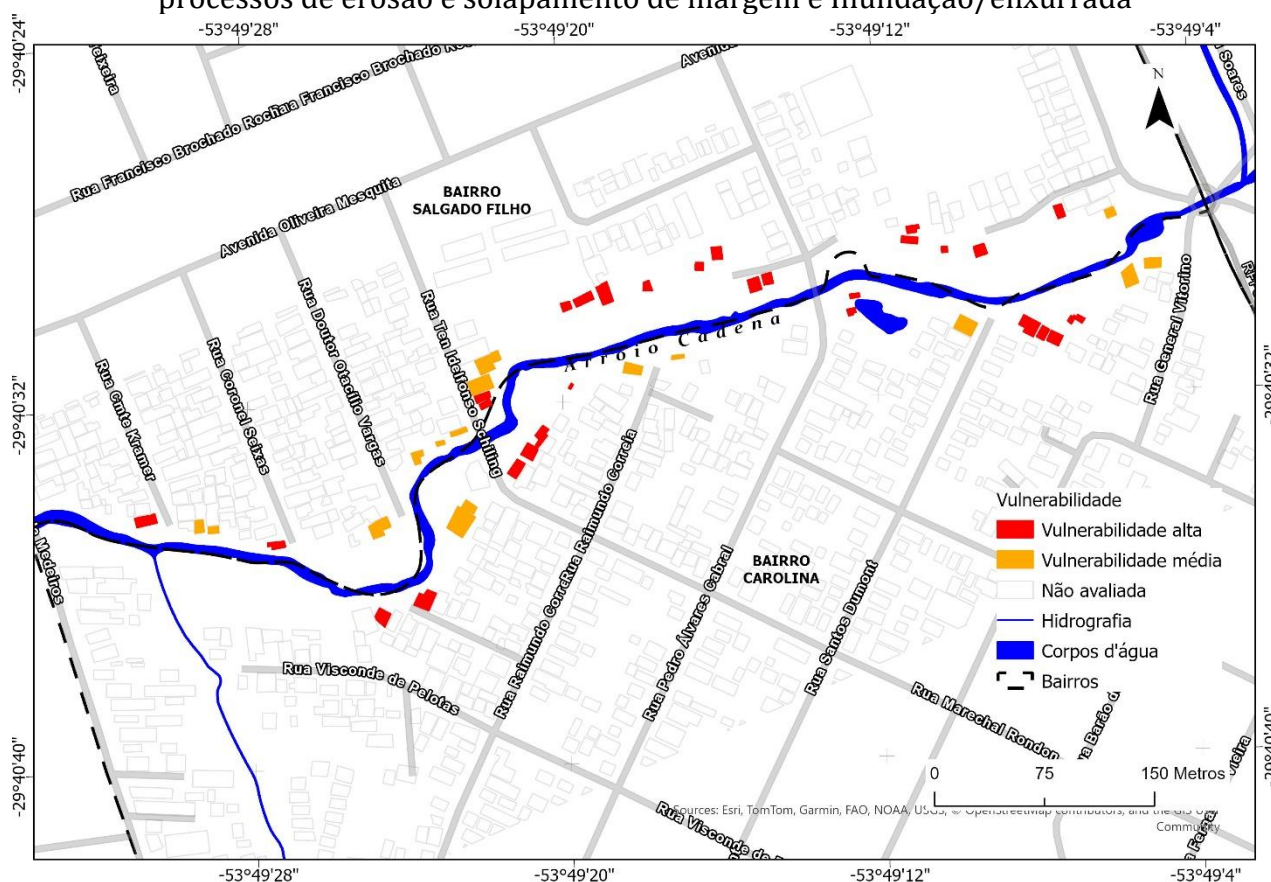
A ocorrência desse tipo de processo é influenciada pela alta impermeabilização da área da bacia que drena para o trecho em estudo do arroio Cadena. Inundações/enxurradas ocorrem nas moradias localizadas em porções mais rebaixadas das margens, que estão associados a depósitos arenosos de barra de pontal. Essa característica ocorre na margem direita onde são afetadas 13 moradias que foram definidas como Perigo alto de ocorrência dos processos. Na margem esquerda condições que propiciam inundação/enxurrada são identificadas para pelo menos nove moradias entre as ruas [Pedro Álvarez Cabral](#) e [Marechal Rondon](#) sendo que seis delas são identificadas como de Perigo alto e três Perigo médio (Figura 5).

Mapa de risco hidrológico no bairro de Salgado Filho, Rio de Janeiro. O mapa mostra a rede viária, a hidrografia (Rio Salgado Filho) e áreas classificadas por nível de risco: alto (vermelho), médio (laranja) e não avaliado (branco). A área de estudo é delimitada por coordenadas geográficas. A legenda indica: Perigo hidrológico (Risco alto, Risco médio, Não avaliado), Hidrografia (Rio Salgado Filho), Corpos d'água (Lagoa) e Bairros (Salgado Filho). A escala é de 0 a 150 metros.

5. Análise da Vulnerabilidade

A vulnerabilidade é definida a partir da determinação das áreas de perigo. Nesse trabalho é analisada com viés da estrutura física das edificações e considerando condições de infraestrutura urbana. A construção dos índices de vulnerabilidade (Figura 6) representa a propensão dos elementos expostos, como seres humanos, seus meios de subsistência e ativos, em sofrer efeitos adversos quando impactados por um perigo ou ameaça (Rebelo, 2008, Cutter, 2008; Marcelino; Nunes; Kobiyama, 2006).

Figura 6 – Espacialização do grau de vulnerabilidade das moradias suscetíveis a processos de erosão e solapamento de margem e Inundação/enxurrada



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

6. Análise do risco

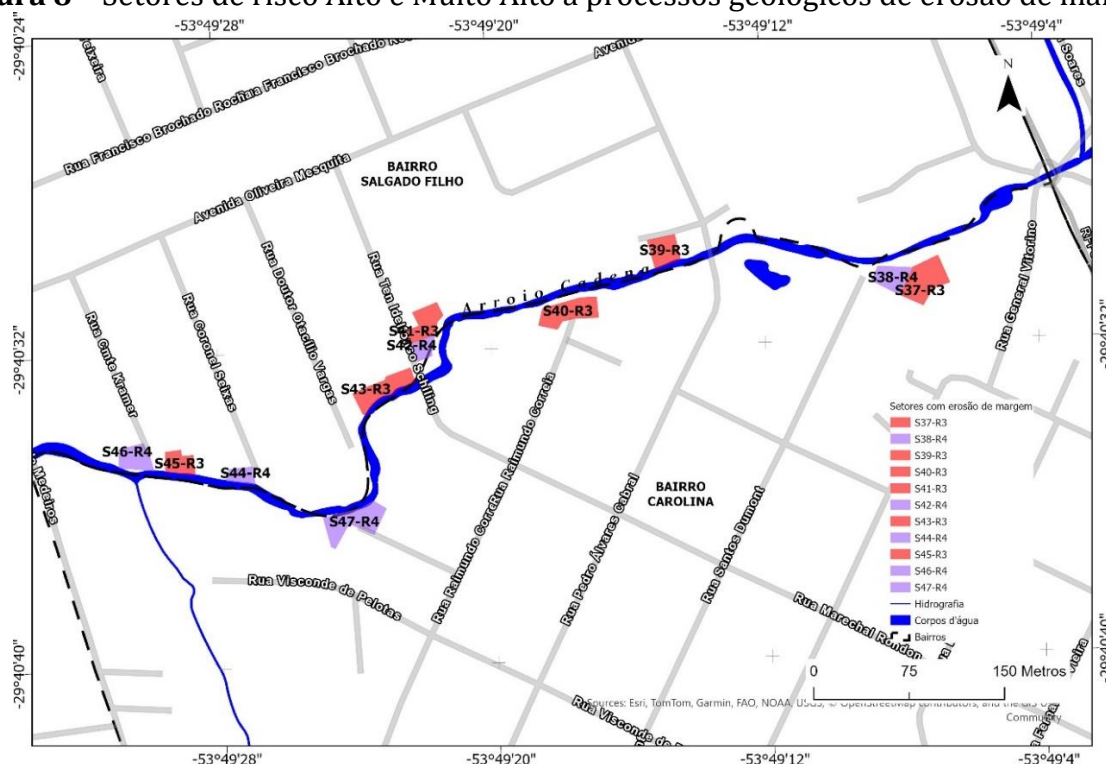
A noção de risco é complexa, sendo que, na literatura sobre riscos de inundação, são apresentados diversos conceitos como perigo, vulnerabilidade, exposição e risco. As relações entre esses termos em diversas vezes não são claras, como também os termos podem apresentar significados distintos de acordo com o contexto em que são empregados e a área de atuação e origem diferentes dos pesquisadores (Bharwani *et al.*, 2008; Veyret; Richemond, 2015; Brito, 2018).

Nesse trabalho a análise do grau de risco é determinada pelo perigo da ocorrência do evento danoso e as consequências que estão associadas a vulnerabilidade das moradias e das infraestruturas disponíveis.

material arenoso misturado com entulho e lixo. Ocorre um turbilhonamento criado quando a água flui passando um obstáculo gerado por rochas na cabeceira do pontilhão.

O Setor S39 (Figura 9B) está localizado na margem direita em patamar rebaixado sobre um depósito arenoso. O Setor S40 (Figura 9B) está localizado na margem esquerda do arroio Cadena. Nestes setores, a contínua variação do nível do rio e o turbilhonamento gerado após a passagem do arroio pelo pontilhão sobre a rua são os fatores mais importantes na erosão marginal. Setores S41 e S42 e S43 (Figura 9C) estão localizados no final de uma curva côncava da margem direita do arroio Cadena. As margens são arenosas com aterro lançado associado a lixo e com distância das moradias inferior a 7m da margem. A vulnerabilidade é média, pois existe infraestrutura na frente da moradia e são moradias de alvenaria com algum grau de acabamento (Figura 10A e 10B). Os Setores S44, S45 e S46 (Figura 9D) estão localizados na margem direita do arroio Cadena, mas a ocorrência de obras de contenção erosiva na margem esquerda empurrou o canal em direção a margem direita (Figura 10C e 10D), ampliando a erosão que se reflete por solapamentos registrados no terreno, o que define como Perigo alto de erosão de margem. O Setor S47 (Figura 9E) está localizado no final de uma curva côncava do arroio Cadena. Pode ser observado que a existência de aterro que diminui a área do canal a jusante tem ativado a erosão na margem direita gerando solapamento registrado por trincas no terreno.

Figura 8 – Setores de risco Alto e Muito Alto à processos geológicos de erosão de margem



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figura 9 – Representação espacial em imagens obliquas baixas dos setores de risco à erosão de margem



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figura 10 – Situações de risco em pontos específicos dos setores demarcados



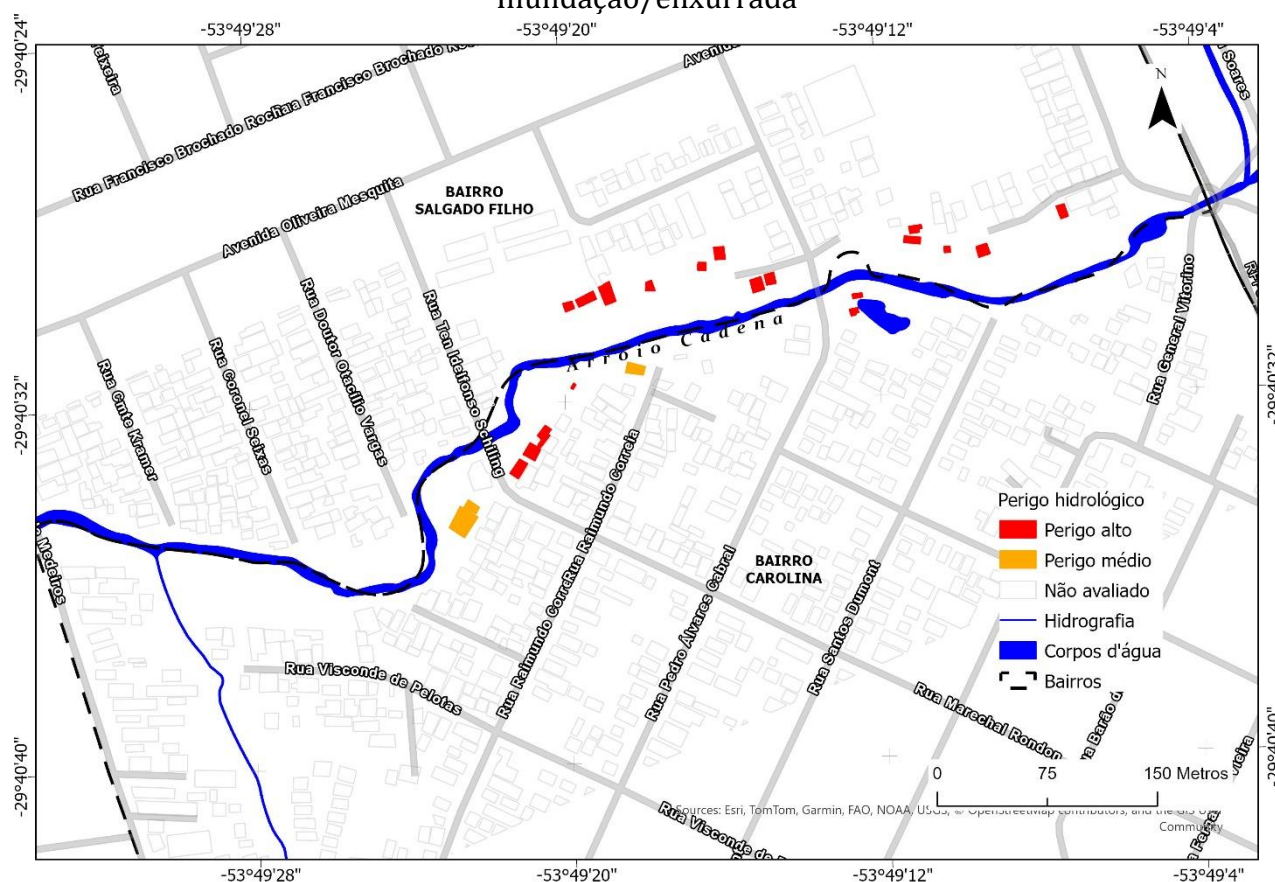
Fonte: Acervo dos autores (2025)

6.2. Risco a Processos Hidrológicos de Inundação/enxurrada

Os processos hidrológicos são resultado do avanço da ocupação urbana ao longo do arroio Cadena causando intensa transformação do canal fluvial. A determinação do Risco depende do grau de Perigo (Figura 5) que está submetida a população em relação a ocorrência do processo hidrológico e a avaliação da vulnerabilidade (Figura 6) que analisa a propensão dos elementos expostos, em sofrer efeitos adversos quando impactados por perigo ou ameaça.

Para as 22 moradias em risco hidrológico (Figura 11) se determinou que duas moradias se encontram em situação de Risco médio. Nessa condição o Perigo e a Vulnerabilidade foram definidos como de médio grau. As demais 19 moradias, foram classificadas como de risco muito alto, quando Perigo de ocorrência de evento é alto e os elementos expostos têm baixa capacidade de enfrentamento, que caracteriza uma Vulnerabilidade alta.

Figura 11 – Espacialização das moradias e o grau de risco na área de estudo a Inundação/enxurrada

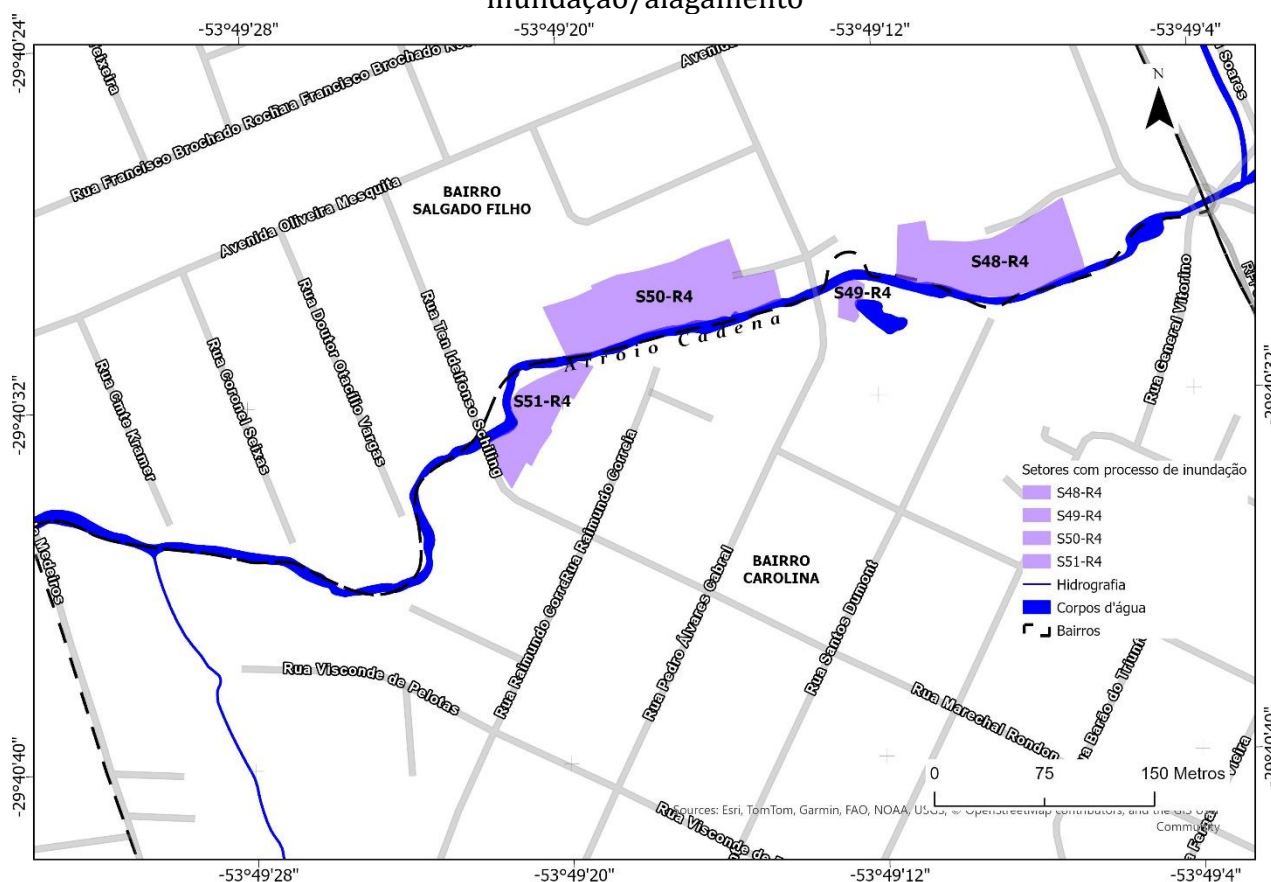


Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

6.2.1. Setores de risco alto e muito alto a Inundação/enxurrada

No processo de inundação/enxurrada foram identificados e divididos em 04 setores seguindo a direção de fluxo do arroio (Figura 12). O Setor S48 (Figura 13A) e o Setor S50 (Figura 13B) ocorrem na margem direita do arroio Cadena, enquanto os setores S49 (Figura 13A) e S51(Figura 13B) ocorrem na margem esquerda. Em todos os setores é comum a ocorrência de processo hidrológico. A ocupação em Patamares rebaixados da margem direita e esquerda sobre depósitos de barra e a Vulnerabilidade alta, devido a deficiente infraestrutura e baixo padrão construtivo são definidores do muito alto risco. A figura 14 apresenta duas situações que representam as condições de risco de inundação dos setores de muito alto risco, na (Figura 14A), uma imagem oblíqua baixa com a situação das residências em patamar rebaixado próximo ao Arroio e na (Figura 14B) a situação das residências muito próximas ao arroio.

Figura 12 – Setores de risco Alto e Muito Alto à processos hidrológicos de inundação/alagamento



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figura 13 – Representação espacial em imagens oblíquas baixas dos setores de risco à erosão de margem



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figura 14 – Situações específicas de risco de inundação em setores de muito alto risco



Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

7. Considerações finais

As áreas de risco marcam no espaço estudado a relação conflituosa da sociedade e os ambientes naturalmente suscetíveis aos processos de natureza fluvial como inundação e a erosão com solapamento de margens. Neste estudo, foram identificadas e mapeadas áreas de risco com base na possibilidade de ocorrências do evento e as prováveis consequências com base na vulnerabilidade da população. Os procedimentos metodológicos tiveram uma abordagem integrativa, participativa e com auxílio de Sistema Informação Geográfico. As áreas de risco foram segmentadas de acordo com setores de risco e identificaram-se, como classes de maiores recorrências, as classes de risco alto e muito alto.

A participação dos técnicos das Defesas Cíveis Municipais e da comunidade local durante os trabalhos de campo permitiram a validação dos resultados. O zoneamento não é somente uma ferramenta para a prevenção, mas também para a correção de áreas já atingidas. Representa um importante instrumento para a gestão de situações de risco de desastres que ameaçam as populações.

8. Referências

ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, Natural Hazards, Vulnerability and Prevention of Natural Disasters in Developing Countries. **Geomorphology**, v. 47, n. 2-4, p. 107-124, 2002.

BHARWANI, S.; MAGNUSZEWSKI, P.; SENDZIMIR, J.; STEIN, C.; DOWNING, T. E. **Vulnerability, adaptation and resilience**: Progress toward incorporating VAR concepts into adaptive water resource management. Stockholm Environment Institute, Oxford Centre, 2008.

BRITO, M. M. **A participatory multi-criteria approach for flood vulnerability assessment.** Tese (Doutorado) – Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, Bonn, Alemanha, p. 186, 2018.

BRITO, M. M.; WEBER, E. J.; KRIGGER, V. S.; LEITZKE, F. P. Análise dos fatores condicionantes de movimentos de massa no município de Porto Alegre a partir de registros históricos. **Revista Brasileira de Cartografia**, Monte Carmelo, v. 68, n. 9, p. 1853-1872, 2016.

CUTTER, S. L. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. **Global Environmental Changes**, v.18, p.598-606, 2008

DA SILVA, A. B. N.; ANDRADE, M. M. N. DE. Identificação de Risco à Erosão Fluvial na Cidade de Cametá (PA), Brasil. **Revista Delos**, 12(35). (2022). Recuperado de <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/590>.

FRANK, B.; BOHN, N. História da gestão do risco e inundações na bacia do Itajaí. In.: MATEDDI, M. A.; LUDWIG, L.; AVILA, M. R. R. (Orgs.) **Desastre de 2008+10 no vale do Itajaí: água, gente e política: aprendizados**. Blumenau: Edifurb, 2018. p. 117 – 149.

GAZOLLA, B. L.; GONÇALVES, F. V. **Caracterização do Processo de Erosão das Margens do Rio Miranda na Região do Passo do Lontra**, Corumbá, Mato Grosso do Sul. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. - Vol. 40, 2/ 2017 p. 144-152

GONÇALVES, C. D. Desastres Naturais. **Algumas Considerações: Vulnerabilidade, Risco e Resiliência Territorium**. v.19, 2012, 5-14 journal homepage: <http://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Territorium/numeros>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. RJ: IBGE, 2022.

MACIEL FILHO, C. L. **Carta Geotécnica de Santa Maria**. Santa Maria: Imprensa UFSM, 1990.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBIYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n.17, p. 72-84, 2006.

MONTEIRO, J. S.; PADILHA, D.G.; CRUZ, J.C. Protocol of factors assessment influential in susceptibility to erosion of river slopes. **Revista Árvore**, 2016: v. 40, n. 5, p.815-823.

OLIVEIRA, E. L. de A.; ROBAINA, L. E. de S.; RECKZIEGEL, B. W. Metodologia Utilizada para o mapeamento de áreas de risco geomorfológico: bacia hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria - RS. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais**, 1. 2004.

REBELO, F. Um novo olhar sobre os riscos? O exemplo das cheias rápidas (Flash Floods) em domínio mediterrâneo. **Territorium**, v. 15, p. 7-14, 2008.

ROBAINA, L. E. de S.; BERGER, M.; CRISTO, S. S. V. de; DE PAULA, P. M. Análise dos Ambientes Urbanos de Risco do Município de Santa Maria-RS. Ciência e Natura: **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**. Santa Maria: ed. UFSM, v. 23, dez. 2001, p. 139-152.

ROBAINA, L. E. DE S.; RECKZIEGEL, E. W.; RECKZIEGEL, B.; BOMBASSARO, M. G. Hierarquização das Moradias com Risco Geomorfológico associado ao arroio Cadena – Santa Maria, RS: Estudo de Caso nas Vilas Oliveira, Lúdia e Urlândia. **GEOGRAFIA**, Rio Claro, v. 33, n. 1, jan. /abr. 2008. SANTOS, P. P.; ZÊZERE, J. L.; PEREIRA, S; ROCHA, J.; TAVARES, A. O. **A Novel Approach to Measuring Spatiotemporal Changes in Social Vulnerability at the Local Level in Portugal**. Int J Disaster Risk Sci. 2022. <https://doi.org/10.1007/s13753-022-00455-w>

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres Naturais**: conhecer para prevenir. Instituto Geológico, São Paulo, 2009.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. Definições e vulnerabilidades do risco. In: VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. 2. ed. Tradução: Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2015, p. 25-46.