

CÁTEDRAS

Cadernos ENAP 155

Políticas locais de gestão de risco e a mitigação dos danos das enchentes de 2024

• Ricardo Carvalho de Andrade Lima



PROGRAMA
CÁTEDRAS
BRASIL





Políticas locais de gestão de risco e a mitigação dos danos das enchentes de 2024

- Ricardo Carvalho de Andrade Lima

Brasília - DF

2026

Fundação Escola Nacional de Administração Pública

Presidenta

Betânia Peixoto Lemos

Diretora-Executiva

Danyelle Siqueira Campos Gil Lemos
Barreto

Diretor de Altos Estudos

Alexandre de Ávila Gomide

Diretora de Educação Executiva

Iara Cristina da Silva Alves

Diretor de Desenvolvimento Profissional

Braulio Figueiredo Alves da Silva

Diretora de Inovação

Camila Medeiros

Diretor de Gestão Interna

Lincoln Moreira Jorge Junior

Revisão ortográfica

Adriana Braga
Renata Mourão
Roberto Araújo

Projeto gráfico e editoração eletrônica

Karoline Ilza
Oscar Soler

Ficha catalográfica elaborada pela equipe da Biblioteca Graciliano Ramos da Enap

L7324p Lima, Ricardo Carvalho de Andrade

Políticas locais de gestão de risco e a mitigação dos
danos das enchentes de 2024 / Ricardo Carvalho de
Andrade Lima. -- Brasília: Enap, 2026.

29 p.: il. (Cadernos Enap ; n. 155)

Programa Cátedras Brasil

Inclui bibliografia.

ISSN: 0104-7078

1. Políticas Públicas. 2. Administração Local. 3. Gestão
de Risco. 4. Desastre Ambiental. 5. Inundação - Rio Grande
do Sul. I. Título.

CDD 320.6

Bibliotecária: Elda Campos Bezerra - CRB1/1425

Este trabalho está sob a Licença *Creative Commons*

Atribuição: Não Comercial

Compartilha Igual 4.0 Internacional

DOI: 10.21874/cadernos.n155.1



Editorial

Cátedras

O Programa Cátedras Brasil é um programa de fomento de pesquisas da Escola Nacional de Administração Pública (Enap), coordenado pela Coordenação-Geral de Pesquisa da Diretoria de Altos Estudos (DAE), que busca fomentar o desenvolvimento de pesquisas aplicadas com vistas à construção de novos paradigmas de gestão pública e à reflexão acerca dos desafios de transformação do Estado brasileiro.

Em 2024, lançamos um edital comemorativo dos 10 anos do Programa Cátedras Brasil, no qual selecionamos projetos em 20 (vinte) áreas temáticas, os quais buscam dar respostas aos diferentes desafios de governo e ao fortalecimento das capacidades estatais com vistas à construção de políticas públicas inclusivas e efetivas.

A partir desse edital, buscamos trazer duas inovações no âmbito do programa, quais sejam: i) realização de temáticas de pesquisa ainda não abordadas nos 10 anos de existência do programa – como, por exemplo, a temática racial e a da Inteligência Artificial; ii) construção das pesquisas, desde a elaboração do edital até a publicação final, em contato direto com alguns órgãos de gestão, reforçando a natureza do programa na promoção do diálogo entre a gestão e a academia com vistas à construção de soluções aplicadas e aderentes à realidade do setor público.

Ressaltamos que um dos propósitos do Programa Cátedras Brasil consiste em fomentar o elo entre a academia e a comunidade de praticantes (gestores públicos) com vistas à construção coletiva de soluções para os problemas públicos. Essa iniciativa procura absorver contribuições interdisciplinares e inovadoras nos campos de conhecimento correlatos à gestão, à administração e às políticas públicas com o objetivo de agregar valor às atividades de produção e de disseminação de conhecimento aplicado, de modo a conceber propostas de soluções para problemas políticos, econômicos, ambientais e sociais.

Em síntese, as pesquisas realizadas no contexto do Edital nº 85/2024 do Programa Cátedras Brasil, e apresentadas nesta série de Policy Papers, visam ofertar evidências, caminhos e reflexões para se pensar a melhoria e o fortalecimento da administração pública brasileira com vistas à construção de um país mais inclusivo e socialmente justo.

Desejamos a todos e a todas uma ótima leitura!

ALEXANDRE DE ÁVILA GOMIDE

Diretor de Altos Estudos da Enap

RAFAEL ROCHA VIANA

Coordenador-Geral de Pesquisa

SUMÁRIO

11 1. Introdução

13 2. Diagnóstico

13 2.1 As Enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul

15 2.2 Políticas Públicas Preventivas de Gestão de Risco de Enchentes

17 3. Dados e Estatísticas Descritivas

21 4. Metodologia

23 5. Resultados e Discussão

28 6. Conclusão e Recomendação

29 Referências

Lista *de figuras*



14

Figura 1. Imagens das Enchentes do Rio Grande do Sul em 2024



16

Figura 2. Mapeamento da Adoção de Políticas Preventivas de Gestão de Risco de Enchentes nos Municípios do Rio Grande do Sul



18

Figura 3. Distribuição Espacial da Proporção da População Afetada e do Território Afetado pelas Enchentes de 2024 por Município do Rio Grande do Sul



20

Figura 4. Histograma da Proporção da População Afetada e do Território Afetado entre os Municípios do Rio Grande do Sul

Lista *de tabelas*



19

Tabela 1. Estatísticas Descritivas



23

Tabela 2. Efeito das políticas de gestão de risco de desastre sobre os danos causados pelas enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul



25

Tabela 3. Efeito das políticas de gestão de risco de desastre sobre os danos causados pelas enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul, regressões espaciais

MINI-BIO

DO AUTOR

RICARDO CARVALHO DE ANDRADE LIMA

Ricardo Carvalho de Andrade Lima é doutor em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco. Atualmente é professor da Pós-Graduação em Economia e da Pós-Graduação em Políticas Públicas da Universidade Católica de Brasília (UCB) e analista pericial em economia do Ministério Público Federal (MPF). Desenvolve pesquisas nas áreas de economia regional e urbana.

EVIDÊNCIAS PARA A PRÁTICA

As políticas públicas de gestão de risco de desastres implementadas pelos municípios gaúchos não tiveram a eficácia esperada na redução dos danos causados pelas enchentes de 2024, evidenciando a necessidade de reavaliação e aprimoramento dessas estratégias.

A forte autocorrelação espacial dos danos indica que desastres naturais não afetam os municípios isoladamente, tornando essencial a adoção de políticas regionais coordenadas e a cooperação intermunicipal para melhorar a resiliência e a capacidade de resposta.

A ausência de impacto significativo das políticas adotadas sugere que medidas preventivas mais robustas — como investimentos em infraestrutura resiliente, revisão do zoneamento urbano e fortalecimento da fiscalização em áreas de risco — são fundamentais para reduzir os danos futuros e proteger populações vulneráveis.

SUMÁRIO EXECUTIVO

As enchentes que atingiram o Rio Grande do Sul, em 2024, configuram como um dos desastres climáticos mais severos da história recente do Brasil. Este estudo avalia a eficácia das políticas de gestão de risco de desastres (incluindo mapeamento de áreas de risco, fiscalização e reassentamento de famílias de baixa renda) na mitigação dos impactos desse evento. A análise, baseada em dados de satélite combinados com informações socioeconômicas e modelos de regressão linear, indica que municípios que implementaram essas políticas não apresentaram redução significativa na proporção de território ou população afetada em comparação àqueles que não as adotaram, sugerindo limitações na efetividade das estratégias atuais. Além disso, os resultados evidenciam uma forte autocorrelação espacial dos danos, demonstrando que municípios são mais severamente impactados quando seus vizinhos também sofrem consequências severas do desastre, o que reforça a necessidade de abordagens regionais coordenadas e de maior cooperação intermunicipal. Essas evidências apontam para a urgência de revisar e fortalecer as políticas públicas de gestão de risco, priorizando estratégias integradas e preventivas que aumentem a resiliência das populações vulneráveis e promovam maior articulação entre diferentes níveis de governo.

1

Introdução¹

Os grandes desastres ambientais e climáticos estão se tornando, cada vez, mais frequentes devido à combinação do aquecimento global intensificado e da urbanização descontrolada em áreas de risco (De Loyola Hummell et al., 2016; Debortoli et al., 2017). As enchentes que devastaram o Rio Grande do Sul em abril e maio de 2024 foram classificadas como a mais grave tragédia climática da história recente do Brasil. O desastre afetou 484 municípios, impactando diretamente 876,2 mil pessoas de pessoas (IPEA, 2024). O desastre resultou em 183 mortes e deixou mais de 442 mil pessoas desalojadas. Além do imenso dano social, o evento causou um prejuízo econômico estimado em R\$ 97 bilhões na economia brasileira² (CNN Brasil, 2024). Esse impacto poderá reduzir o PIB nacional em até 0,3 pontos percentuais, sublinhando a profundidade dos danos à economia brasileira.

Políticas eficazes de gestão do risco de desastres, quando desenvolvidas e implementadas por autoridades governamentais e organizações envolvidas na proteção civil, têm o potencial de mitigar ou até mesmo prevenir desastres climáticos (Bakhsh et al., 2021; Fraser, Aldrich e Small, 2021; Ji e Lee, 2021; Azadi et al., 2022). Essas políticas desempenham um papel crucial na proteção de vidas e na redução de danos econômicos e sociais, contribuindo significativamente para a minimização dos impactos de eventos climáticos extremos. Com o avanço das tecnologias que disponibilizam dados de satélite em tempo real sobre as condições climáticas, as autoridades agora têm uma oportunidade valiosa para desenvolver políticas públicas de gestão de risco mais eficazes. Essas informações possibilitam uma supervisão, mapeamento e monitoramento mais precisos das áreas de alto risco e com maior propensão a alagamentos e enchentes, facilitando a criação de estratégias aprimoradas para a preparação e mitigação de desastres climáticos. Diante desse contexto, o objetivo principal deste estudo é verificar se os municípios gaúchos que implementaram políticas de prevenção e gestão de risco de desastres (GRD) sofreram menos efeitos adversos devido à enchente catastrófica de 2024 no Rio Grande do Sul. Mais especificamente, busca-se analisar se as políticas de mapeamento e fiscalização de áreas de risco de enchentes, além dos programas de realocação de famílias de baixa renda que vivem em áreas propensas a alagamentos, foram eficazes ou não na redução dos danos causados pelo evento. Para medir a extensão dos danos, utilizaremos duas variáveis em nível municipal: a proporção do território afetado e a proporção de indivíduos diretamente impactados. Além disso, o estudo avaliará se os danos foram geograficamente concentrados em áreas específicas e se se propagaram para

¹ Agradecemos aos pareceristas Verônica Paulino da Cruz e Jackson De Toni pela disponibilidade e pela qualidade das contribuições dispensadas para esta pesquisa.

² <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/economia-brasileira-pode-ter-prejuizo-de-r-97-bilhoes-com-chuvas-no-rs-aponta-cnc/>

municípios vizinhos. Esse fenômeno, conhecido como transbordamento espacial³, ocorre quando os impactos de um desastre em uma área aumentam os danos em regiões adjacentes.

Este artigo se relaciona diretamente com a literatura que investiga a eficácia das políticas preventivas de desastres e a capacidade da administração pública em influenciar tanto a ocorrência de desastres quanto a vulnerabilidade das populações aos seus impactos (Ayala-Garcia e Dall'Erba, 2022; Healy e Malhotra 2009; Ji e Lee 2019; Alves et al. 2024; Sales 2023; Sant'Anna 2018). Em geral, as evidências prévias indicam que as políticas públicas focadas na prevenção e que buscam melhorar a infraestrutura urbana e aumentar a cobertura florestal são capazes de efetivamente mitigar os danos sociais e até evitar a ocorrência de desastres. No entanto, conforme observado por Alves et al. (2024), que analisaram enchentes mais frequentes e menos severas ocorridas no território brasileiro, as estratégias de mapeamento, fiscalização de áreas de risco e sistemas de alerta não foram efetivas em reduzir o número de pessoas desalojadas por essas enchentes. Isso indica que há espaço para o aperfeiçoamento das políticas de gestão de risco de desastres. O presente estudo busca contribuir para essa literatura ao fornecer uma evidência inédita a respeito do papel das políticas de gestão de risco de desastres adotada pelos governos locais no contexto das enchentes catastróficas ocorridas em 2024 no Rio Grande do Sul.

A importância deste estudo está em sua capacidade de fornecer uma avaliação baseada em evidências sobre a eficácia das políticas de prevenção e gestão de risco de desastres em municípios gaúchos frente ao desastre de 2024. Entender se as políticas de mapeamento, fiscalização e reassentamento de áreas de risco conseguiram mitigar os impactos adversos das inundações pode fornecer insights cruciais para a formulação de estratégias de prevenção e resposta a desastres. Ao avaliar empiricamente a eficácia dessas políticas, o estudo contribui para a melhoria das práticas de gestão de risco, potencialmente reduzindo a vulnerabilidade das comunidades e aumentando a resiliência urbana. Além disso, os resultados podem informar decisões futuras, tanto para a otimização de políticas existentes quanto para o desenvolvimento de novas abordagens mais eficazes, promovendo a sustentabilidade e a segurança das populações em face de eventos climáticos extremos.

Além desta introdução, o estudo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 oferece um diagnóstico, contextualizando as enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul e detalhando as políticas públicas de gestão de risco de desastre que serão avaliadas. A Seção 3 discute os dados utilizados e apresenta as estatísticas descritivas. A Seção 4 descreve a metodologia de análise, enquanto a Seção 5 apresenta os principais resultados. Finalmente, a Seção 6 expõe as conclusões do estudo e as principais recomendações de políticas públicas que podem ser derivadas do trabalho.

³ Refere-se ao fenômeno pelo qual os impactos negativos de um desastre em uma área podem se espalhar para as regiões adjacentes. Isso pode ocorrer porque os danos em uma área afetada aumentam a demanda por recursos e serviços, o que pode sobrecarregar as áreas vizinhas. Além disso, problemas como o deslocamento de pessoas e a interrupção de infraestruturas podem afetar negativamente os municípios próximos, mesmo que eles não tenham sido diretamente atingidos pelo desastre.

2.1 As Enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul

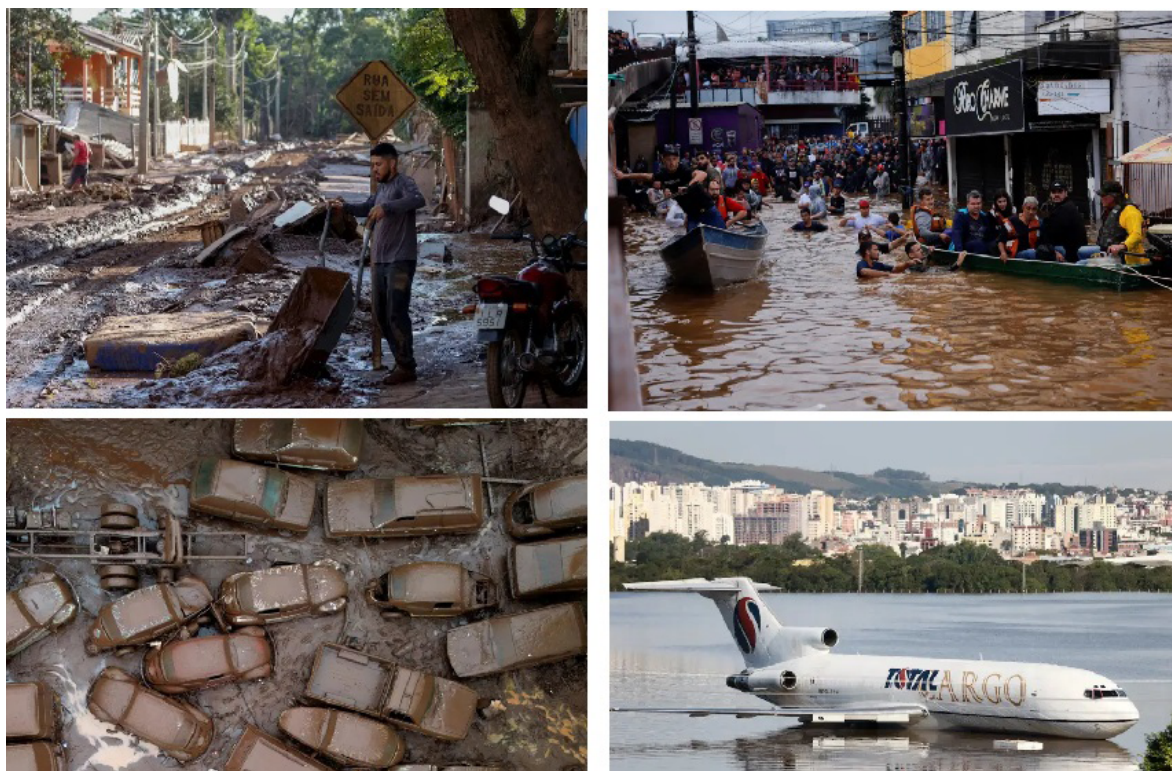
Entre o final de abril e o início de maio de 2024, o Estado do Rio Grande do Sul enfrentou um dos maiores desastres climáticos de sua história. A combinação do fenômeno El Niño, que intensifica as chuvas na região sul do país, com um anticiclone que causou um bloqueio atmosférico resultou em um intenso volume de chuva. Segundo dados do CEMADEN, a precipitação acumulada entre 22 de abril e 5 de maio igualou o que seria esperado para cinco meses⁴. Nesse intervalo, cidades como Fontoura Xavier e Caxias do Sul registraram, respectivamente, 778 mm e 698 mm de chuvas. Esse volume extraordinário de chuva em um curto espaço de tempo provocou uma elevação abrupta dos níveis dos rios, causando um conjunto de enchentes no território gaúcho. O Lago Guaíba, por exemplo, atingiu a marca de 5,37 metros, o nível mais alto já registrado. É importante destacar que a intensa magnitude dos alagamentos foi exacerbada pelo processo de urbanização da área afetada, que se deu em zonas de várzea com alto risco de inundação, sem realizar a devida manutenção de diques de contenção e barreiras antialagamento⁵(EBC, 2024).

Os danos socioeconômicos causados por esse evento foram significativos e comprometeram a capacidade de resposta dos municípios afetados. Segundo dados de satélite obtidos pela MapBiomas, aproximadamente 5,6% de todo o território do Rio Grande do Sul sofreu com enchentes, deslizamentos e enxurradas, totalizando uma extensão de 16.126,88 km². Nesse contexto, 95 municípios decretaram estado de calamidade pública e 323 municípios declararam estado de emergência. Cerca de 2,4 milhões de pessoas foram expostas ao evento, com 876,2 mil impactadas diretamente, 442 mil desalojadas e 183 vidas perdidas. Devido à imensa magnitude do desastre, a atividade econômica local sofreu um colapso sem precedentes. O abastecimento de energia elétrica e água foi interrompido para uma grande parte da população afetada, enquanto várias infraestruturas e equipamentos de transporte, incluindo pontes, rodovias e aeroportos, foram danificadas ou bloqueados. Além disso, muitas lavouras e rebanhos foram totalmente destruídos, resultando em graves prejuízos para os agricultores e comprometendo a segurança alimentar do Estado. Estima-se que o evento acarretou um prejuízo econômico estimado em R\$ 97 bilhões para a economia brasileira (CNN Brasil, 2024). A Figura 1 apresenta algumas imagens que registram os efeitos das enchentes que ocorreram em 2024, no Rio Grande do Sul.

⁴ <https://mapainterativo.cemaden.gov.br/>

⁵ <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-05/rs-professor-diz-que-parte-da-tragedia-foi-causada-por-acao-humana>

Figura 1. Imagens das Enchentes do Rio Grande do Sul em 2024.



Acessado em 18 de setembro de 2024. Da imagem superior esquerda a imagem inferior direita: 1 – homem retirando destroços em Cruzeiro do Sul (Crédito: Sebastião Moreira, Shutterstock), 2 – Resgate de moradores em Canoas (Crédito: Amanda Perobelli, Reuters), 3 – Carros cobertos por lama na cidade de Encantado (Crédito: Diego Vara, Reuters) e 4 – Avião no Aeroporto Salgado Filho em Porto Alegre (Crédito: Diego Vara, Reuters).
<https://www.bbc.com/portuguese/articles/cx7d1ppl0lzo>

Como resposta ao evento, diversas políticas públicas foram implementadas com o objetivo de reduzir os impactos das enchentes e promover a reconstrução do território afetado. O governo federal desempenhou um papel fundamental no financiamento desse processo, adotando as seguintes medidas: liberação de R\$ 2,9 bilhões para os municípios que decretaram calamidade pública, disponibilização de R\$ 51 bilhões em recursos para o governo estadual, autorização para o saque emergencial do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), pagamento de parcelas extras do seguro-desemprego, criação do programa de auxílio-reconstrução para famílias diretamente afetadas, criação de linhas de crédito no valor de R\$ 66,8 bilhões pela Caixa Econômica Federal e suspensão do pagamento da dívida do estado por três anos. A principal iniciativa do governo estadual foi a criação do plano Rio Grande⁶, estabelecido pela lei estadual nº 16.134/2024, que prevê a implementação de diversos programas organizados em três grandes eixos: ações emergenciais, medidas de reconstrução e estratégias de prevenção de longo prazo.

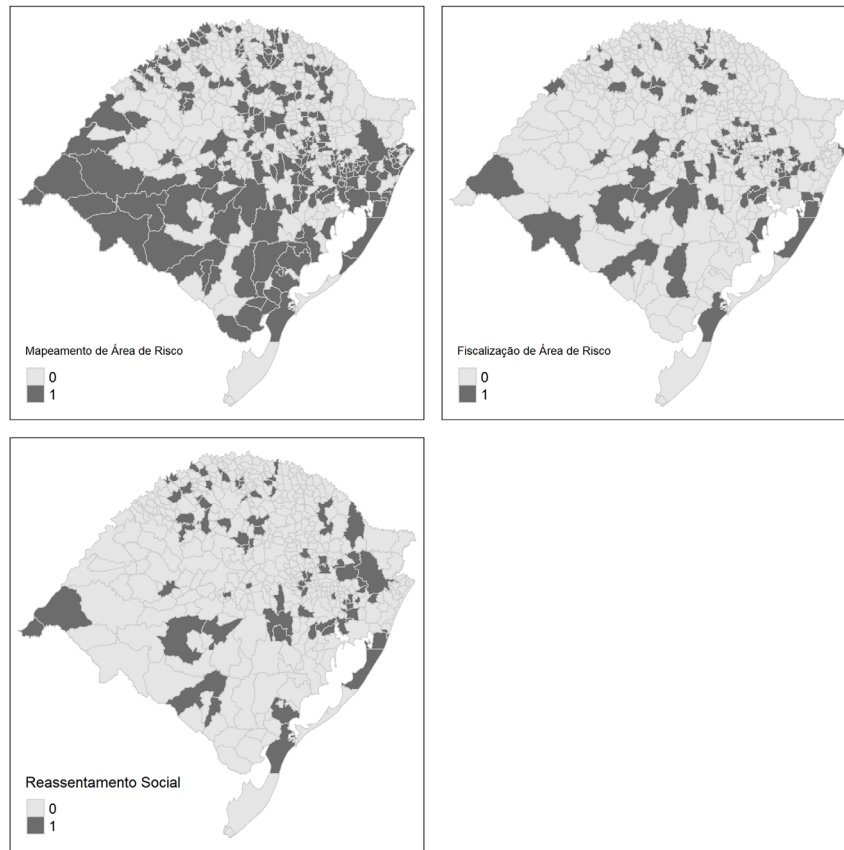
⁶ <https://planoriogrande.rs.gov.br/inicial>

2.2 Políticas Públicas Preventivas de Gestão de Risco de Enchentes

As administrações públicas locais desempenham um papel fundamental na gestão e organização do uso do território, são responsáveis por evitar a ocupação humana em áreas de risco, como zonas alagadiças e margens de corpos hídricos. Isso visa proteger a população de eventos climáticos adversos e mitigar o risco de desastres naturais, garantindo a segurança e a qualidade de vida nas cidades. Nesse contexto, a implementação de políticas públicas de prevenção e gestão de risco de enchentes é uma estratégia potencialmente importante, focando em intervenções em áreas propensas a inundações. No entanto, é essencial avaliar a eficácia dessas políticas públicas. O presente estudo tem como objetivo realizar uma avaliação *ex post* da eficácia das políticas públicas de prevenção e gestão de risco na mitigação dos danos associados às enchentes de 2024, no Rio Grande do Sul, buscando entender se essas políticas realmente conseguiram alcançar os objetivos para os quais foram criadas.

Mais especificamente, busca-se avaliar se as seguintes políticas foram eficazes na mitigação dos danos sociais causados pelas enchentes de 2024: o mapeamento de áreas suscetíveis a inundações, a fiscalização e o controle dessas regiões, além da realocação de famílias de baixa renda que residem em áreas vulneráveis a alagamentos. O mapeamento de áreas suscetíveis a inundações consiste na identificação e delimitação de regiões com maior risco de alagamentos, utilizando tecnologias como sensoriamento remoto e dados históricos de precipitação, o que permite a visualização e análise dessas zonas em mapas. Já a fiscalização e o controle das áreas propensas a enchentes envolvem a implementação de monitoramento contínuo e ações de supervisão para garantir que as normas de ocupação do solo sejam respeitadas, impedindo construções inadequadas e assegurando que os sistemas de drenagem estejam funcionando corretamente. Por último, a política de realocação de famílias de baixa renda que vivem em áreas vulneráveis a alagamentos é um instrumento que visa transferir essas populações para locais mais seguros, oferecendo assistência na mudança e, muitas vezes, criando habitações adequadas em áreas menos arriscadas, com o intuito de proteger a vida e os bens das famílias em situações de risco. A Figura 2 ilustra a distribuição espacial dos municípios do Rio Grande do Sul, segmentada de acordo com a adoção de cada uma das três políticas públicas de prevenção e gestão de risco de desastres.

Figura 2. Mapeamento da Adoção de Políticas Preventivas de Gestão de Risco de Enchentes nos Municípios do Rio Grande do Sul.



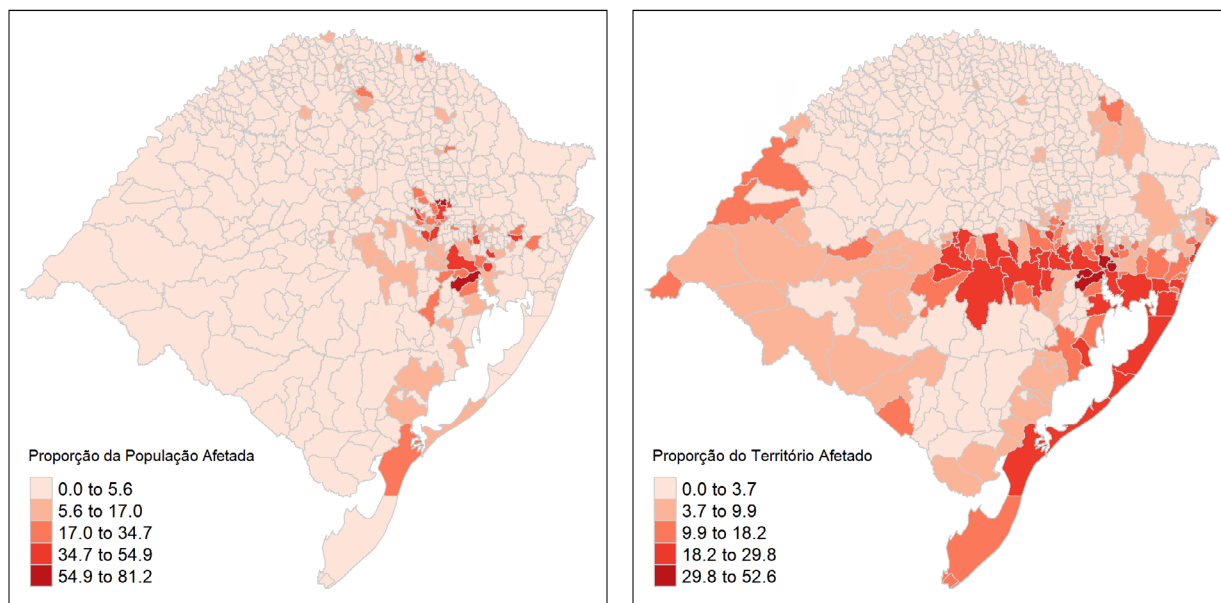
Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) de 2020 realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

A partir da Figura 2, observa-se uma significativa variabilidade na adoção das políticas entre os municípios: 41,65% implementam políticas de mapeamento, 18,11% adotam medidas de supervisão e controle, e apenas 14,88% municípios realizam a realocação de famílias de baixa renda que residem em áreas vulneráveis a alagamentos. Como será discutido na Seção 3, este estudo explora essa variabilidade, buscando comparar os municípios que adotaram cada uma das políticas com aqueles que não o fizeram, a fim de compreender se os municípios que implementaram essas estratégias sofreram menores danos sociais em decorrência das enchentes catastróficas de 2024.

Para compreender a relação entre a adoção de políticas de gestão de risco de desastres (GRD) e os danos sociais decorrentes do desastre de 2024, no Rio Grande do Sul, combinamos dados de diversas fontes em nível municipal. Inicialmente, utilizamos dados do IPEA para obter a proporção da população diretamente impactada e imagens de satélite do MapBiomas para medir a extensão territorial das áreas afetadas pelas enchentes. Também empregamos dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC-IBGE) sobre a adoção de políticas de GRD nos municípios gaúchos. Por último, também utilizamos dados auxiliares de várias outras fontes, incluindo o Censo Demográfico Brasileiro de 2020, dados de uso do solo do MapBiomas, informações geográficas dos municípios e registros de desastres de Veloso et al. (2020). A seguir, detalhamos a construção de cada variável e as fontes de dados utilizadas nesta pesquisa.

Dados sobre a Extensão do Dano. Para avaliar a extensão dos danos causados pelo desastre de 2024 no Rio Grande do Sul, considera-se duas variáveis de resultado: a proporção da população diretamente atingida e a proporção do território afetado. A primeira variável, calculada pelo IPEA (2024), é obtida pela interseção entre os polígonos da área total de impacto (abrangendo áreas afetadas por enchentes, lama e deslizamentos de terra) e os endereços do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE) do Censo Demográfico Brasileiro de 2022. Essa interseção permite estimar a população que se localiza na área de impacto do desastre, possibilitando o cálculo da proporção da população diretamente afetada em cada município em relação à população total local. A segunda variável, que representa a proporção do território afetado pelo desastre de 2024, é calculada pelo MapBiomas com base em um rigoroso processamento e análise de dados de satélite, coletados por sensores ópticos e de radar em períodos anteriores e posteriores ao evento catastrófico. Essa abordagem permite identificar e mapear com precisão a proporção do território de cada município afetado por inundações, depósitos de lama e zonas de deslizamento de terra atreladas ao evento de 2024. A Figura 3 apresenta a distribuição da proporção da população afetada e do território afetado por município do Rio Grande do Sul. É possível notar que o desastre afetou um número significativo de municípios gaúchos, com uma forte concentração espacial na região centro-leste do Estado.

Figura 3. Distribuição Espacial da Proporção da População Afetada e do Território Afetado pelas Enchentes de 2024 por Município do Rio Grande do Sul.



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IPEA (2024) e do MapBiomias (2024)

Dados sobre Políticas de Gestão de Risco de Desastre. As informações sobre a adoção de políticas de gestão de risco de desastres pelos municípios do Rio Grande do Sul foram obtidas a partir da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC-IBGE) de 2020. Embora essa pesquisa seja realizada anualmente desde 2004, informações detalhadas e abrangentes sobre a gestão de risco de desastres climáticos estão disponíveis apenas na edição de 2020. Nesta pesquisa, gestores municipais são entrevistados e questionados quanto à implementação de diferentes políticas públicas e instrumentos regulatórios. Cabe destacar que as variáveis são binárias (adota ou não adota), sem detalhes sobre as especificidades das leis ou regulamentos implementados. Conforme discutido na subseção 2.2, exploraremos o papel de três políticas alternativas de GRD: o mapeamento de áreas suscetíveis a inundações, a fiscalização e o controle de áreas de risco, e programas de realocação de famílias de baixa renda residentes em áreas vulneráveis a alagamentos.

Dados Auxiliares. Com o objetivo de controlar por características socioeconômicas e geográficas dos municípios que podem influenciar tanto a adoção de políticas de Gestão de Riscos de Desastres (GRD) quanto a extensão dos danos causados pelo desastre de 2024, utilizamos um conjunto abrangente de dados em nível municipal. Assim, incluímos variáveis do Censo Demográfico de 2022, tais como densidade populacional e PIB per capita. Também incorporamos variáveis de uso do solo da plataforma MapBiomias, como a proporção de área urbana em relação ao território municipal. Por fim, adicionamos os seguintes controles geográficos: altitude média, uma variável binária indicando se o município é costeiro e o número de enchentes sofridas entre 2003 e 2020, conforme a base de Veloso et al. (2022).

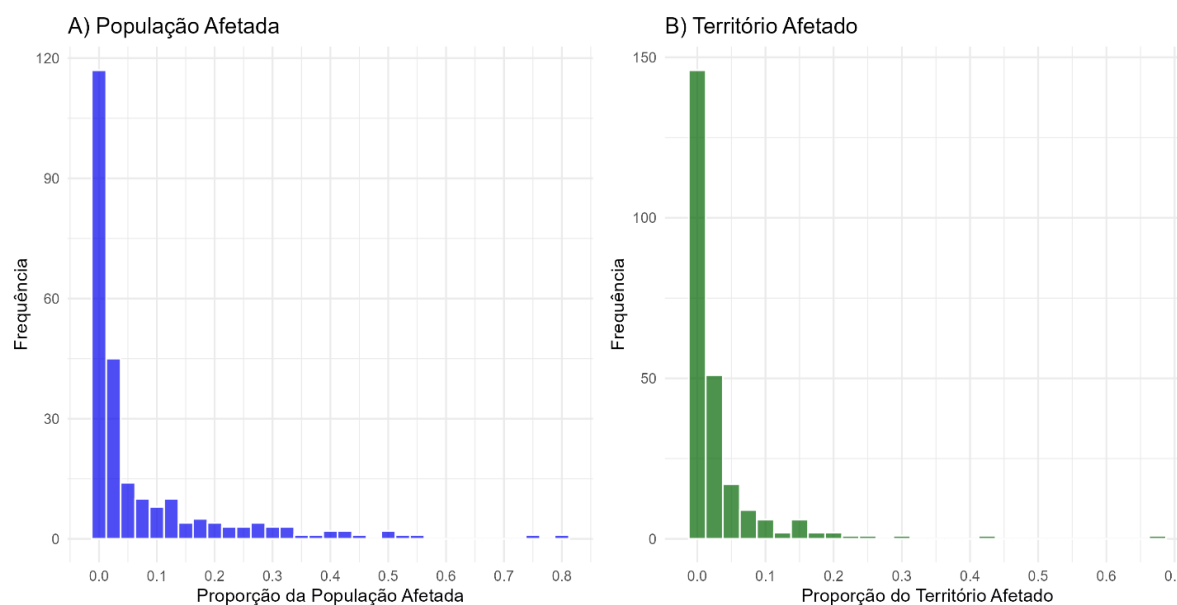
Estatísticas Descritivas. A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas (incluindo média, desvio padrão, mínimo e máximo) das variáveis mencionadas anteriormente para o conjunto de 418 municípios do Rio Grande do Sul afetados pelas enchentes de 2024. Observa-se que a extensão dos danos à população e ao território variou consideravelmente em todo o Estado. A proporção média de pessoas afetadas pelas enchentes nos municípios gaúchos foi de 4,3% da população. No entanto, esse percentual atingiu impressionantes 81% no município de Eldorado do Sul, que também registrou 38,1% de sua área territorial afetada. Para melhor ilustrar a distribuição dos danos entre os municípios mais impactados, a Figura 4 apresenta a distribuição de frequência das duas variáveis que mensuram a extensão do dano, excluindo os municípios com valores zerados. As distribuições revelam características semelhantes, apresentando uma forte assimetria à esquerda, o que indica que a maioria dos municípios teve menos de 5% de sua população ou território afetados pelo evento catastrófico de 2024.

A Tabela 1 também revela que as políticas de gestão de risco de desastres não são adotadas por todos os municípios gaúchos afetados pelo evento de 2024. Dentre esses municípios, 42% implementam o mapeamento de áreas de risco, 20,1% realizam a fiscalização e o controle dessas áreas, e 16,51% promovem a realocação de famílias de baixa renda que habitam em locais vulneráveis. Observa-se que esses percentuais são bastante semelhantes às taxas gerais de adoção, conforme discutido na subseção 2.2. Além disso, a Tabela 1 sugere que os municípios do Rio Grande do Sul apresentam significativas heterogeneidades em termos de estrutura socioeconômica e características geográficas, indicando que possuem diferentes níveis de exposição às enchentes, os quais devem ser considerados em qualquer avaliação de políticas públicas.

Tabela 1. Estatísticas Descritivas

	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
A, Variáveis Principais				
% População Atingida	0,043	0,11	0	0,81
% Território Afetado	0,047	0,081	0	0,53
Mapeamento de Área de Risco (0/1)	0,421	0,49	0	1
Fiscalização de Área de Risco (0/1)	0,201	0,4	0	1
Reassentamento em Área de Risco (0/1)	0,165	0,37	0	1
B, Variáveis de Controle				
PIB per capita (R\$, em Mil)	57,59	41,72	17,63	472,12
Densidade Populacional	97,05	347,45	1,5	3112,48
% do Território com Área Urbanizada	0,021	0,066	0	0,58
Altitude	330	255	0	1046
Cidade Costeira (0/1)	0,072	0,26	0	1
Quantidade de Enchentes Passadas	2,9	2,2	0	12

Figura 4. Histograma da Proporção da População Afetada e do Território Afetado entre os Municípios do Rio Grande do Sul.



Nota: As figuras apresentam os histogramas da proporção da população afetada (Figura 3A) e da proporção do território afetado (Figura 3B) por município em virtude das Enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul excluindo-se os zeros

4

Metodologia

Com o objetivo de investigar a associação entre a adoção de políticas de gestão de risco de desastres (GRD) e a proporção da população e do território municipal afetado pelas enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul, estimou-se a seguinte regressão linear múltipla pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO):

$$Afetados_i^{2024} = \beta_0 + \beta_1 PGRD_i + \beta_2 X_i' + \varepsilon_i \quad (1)$$

Em que $Afetados_i^{2024}$ é a variável dependente do modelo e representa a proporção da população ou do território do município diretamente afetados pelas enchentes de 2024; $PGRD_i$ é a variável de interesse em formato dicotômico, assumindo 1 se o município i adota uma política de gestão de risco de desastres (mapeamento de áreas sujeitas a inundações, fiscalização de áreas sujeitas a inundações e reassentamento de famílias de baixa renda que vivem em áreas de risco) e, 0 caso contrário. Já X_i' representa um vetor de variáveis de controle a nível de município com potencial de afetar a magnitude dos danos associados à enchente de 2024 e que foram descritas no painel B da Tabela 1. β_0 é o intercepto da regressão e β_2 é um vetor dos parâmetros das variáveis de controle. Por último, ε_i da equação (1) é o termo de erro idiossincrático e representa todas as variáveis não observadas que explicam a variável dependente. Por hipótese, assume-se que não há correlação entre o termo de erro e a nossa variável de interesse dado o vetor de controles, ou seja, $Cov(PGRD_i, \varepsilon_i) = 0$. O parâmetro de principal interesse é denotado por β_1 , que indica o grau de associação entre as políticas de GRD e a proporção da população ou do território municipal afetado pelas enchentes de 2024.

Como ilustrado na Figura 2, as enchentes de 2024 impactaram diversos municípios geograficamente concentrados no centro-leste do Rio Grande do Sul, especialmente na bacia hidrográfica do Guaíba. Devido à intensidade das chuvas, ao curso dos rios, ao acúmulo de água no solo e à interconexão entre corpos d'água, os efeitos das enchentes frequentemente se propagam para áreas mais distantes, ampliando os danos além das regiões inicialmente atingidas. Dessa forma, os prejuízos enfrentados por um município tendem a ser agravados quando os municípios vizinhos também são afetados pelo desastre. Para levar em consideração as possíveis dependências espaciais associadas aos danos do evento de 2024, nós também estimamos a equação (2), que incorpora uma defasagem espacial na variável dependente:

$$Afetados_i^{2024} = \alpha_0 + \rho \sum_{i \neq j} w_{ij} Afetados_j^{2024} + \alpha_2 X_i' + u_i \quad (2)$$

Na equação (2), w_{ij} são pesos não-negativos que medem a relação espacial entre o município i e o município j e assumem o valor de 1 quando esses municípios fazem fronteira e assume zero caso eles não sejam contíguos. O parâmetro ρ mede o efeito de transbordamento espacial e mensura o quanto, em termos percentuais, a proporção de pessoas afetadas ou território afetado pelo desastre de 2024 no município i responde as variações dessas mesmas variáveis nos municípios vizinhos. A especificação apresentada em (1) é conhecida na literatura de econometria espacial como modelo de autocorrelação espacial (SAR) e representa uma das principais especificações de regressão espacial (LeSage & Pace, 2009). Para evitar a causalidade reversa entre a variável dependente e a respectiva defasagem espacial, utiliza-se o método de máxima verossimilhança.

A modelagem espacial pode ser ampliada para incluir não apenas defasagens espaciais na variável dependente, mas também nas covariadas e no termo de erro, resultando em especificações mais sofisticadas, conforme discutido em Elhorst (2010). No entanto, no contexto deste estudo, a inclusão de variáveis dos municípios vizinhos como controles não é teoricamente plausível. Nossa variável dependente representa a proporção da população ou do território de um município afetada pela enchente de 2024, um fenômeno essencialmente local. Diferentemente de processos como difusão tecnológica ou contágio epidemiológico, por exemplo, nos quais há mecanismos claros de transmissão espacial, não há razão para supor que características geográficas e socioeconômicas dos municípios vizinhos, como PIB per capita ou a densidade populacional, afetem de maneira clara e direta a magnitude do dano da enchente em um município específico. Por essa razão, optamos pela abordagem mais concisa de modelagem espacial, utilizando apenas o SAR.

Por último, cabe ressaltar que a utilização da metodologia baseada nas regressões lineares dadas por (1) e (2) é útil para identificar correlações estatísticas entre as variáveis analisadas e, dessa forma, não permite a realização de inferência causal. A natureza observacional deste estudo significa que, embora seja possível detectar associações, não se pode afirmar que as políticas de GRD causam, diretamente, variações na proporção da população ou da área afetada pelas enchentes. Fatores de confusão não observados podem influenciar os resultados. Portanto, este estudo deve ser considerado exploratório, fornecendo uma base inicial para futuras pesquisas mais avançadas que possam investigar a causalidade com métodos mais apropriados, como experimentos controlados ou técnicas de identificação causal.

5

Resultados e Discussão

A Tabela 2 apresenta os resultados da estimação da equação (1), considerando duas variáveis dependentes: a proporção da população afetada pelas enchentes de 2024 (colunas (1), (2) e (3)) e a proporção do território atingido (colunas (4), (5) e (6)). Cada coluna corresponde a uma especificação distinta, variando de acordo com a variável de interesse. Especificamente, as colunas (1) e (4) avaliam o impacto do mapeamento de áreas de risco, as colunas (2) e (5) analisam os efeitos da política de fiscalização e controle em áreas propensas a inundações, e as colunas (3) e (6) apresentam os resultados para a política de reassentamento de famílias de baixa renda residentes em áreas de risco. A amostra é composta pelos 418 municípios do Rio Grande do Sul diretamente afetados pelo desastre de 2024, definidos como aqueles que declararam estado de calamidade pública ou estado de emergência.

Tabela 2. Efeito das políticas de gestão de risco de desastre sobre os danos causados pelas enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul.

	% da População Afetada			% do Território Afetado		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Mapeamento	Fiscalização	Reassentamento	Mapeamento	Fiscalização	Reassentamento
Constante	-0,013*	-0,124*	-0,129**	0,021	0,073	0,019
	(0,064)	(0,063)	(0,062)	(0,043)	(0,04)	(0,044)
Política de GRD (0/1)	0,005	0,022	0,004	0,01	0,021*	-0,002
	(0,009)	(0,014)	(0,015)	(0,007)	(0,011)	(0,011)
log (PIB per capita)	0,031***	0,029**	0,030**	0,01	0,001	0,01
	(0,012)	(0,012)	(0,012)	(0,008)	(0,008)	(0,008)
log (Densidade)	0,029***	0,027***	0,029***	0,004	0,008	0,005
	(0,006)	(0,006)	(0,006)	(0,005)	(0,005)	(0,005)
% Área Urbana	-0,116	-0,104	-0,115	0,338**	0,269*	0,337*
	(0,164)	(0,161)	(0,164)	(0,165)	(0,159)	(0,165)

	% da População Afetada			% do Território Afetado		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Mapeamento	Fiscalização	Reassentamento	Mapeamento	Fiscalização	Reassentamento
log (Altitude)	-0,016***	-0,016***	-0,016***	-0,012***	-0,012***	-0,012***
	(0,003)	(0,003)	(0,003)	(0,002)	(0,002)	(0,002)
Cidade Costeira (0/1)	0,01	0,009	0,011	0,080***	0,066***	0,085***
	(0,028)	(0,026)	(0,026)	(0,021)	(0,019)	(0,021)
N. Enchentes Passadas	0,012***	0,012***	0,013***	0,005***	0,004***	0,006***
	(0,003)	(0,003)	(0,003)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
Observações	418	418	418	418	418	418
R ²	0,239	0,246	0,239	0,353	0,386	0,351

Notas: *** representa $p < 0,01$, ** representa $p < 0,05$, * representa $p < 0,1$. Utilizam-se erros padrões robustos agrupados a nível de município. O erro-padrão de cada variável é apresentado em parênteses. A variável dependente é a proporção da população municipal atingida (colunas (1), (2) e (3)) e a proporção do território afetado (colunas (4), (5) e (6))

Observa-se, inicialmente, que o impacto das variáveis relacionadas às políticas de gestão de risco de desastres (GRD) sobre a proporção da população afetada (colunas (1), (2) e (3) da Tabela 2) e a proporção do território impactado (colunas (4), (5) e (6) da Tabela 2) não é, estatisticamente, diferente de zero. Esse resultado sugere que, em comparação aos municípios não adotantes, aqueles que implementaram políticas de GRD não apresentaram redução nos níveis de danos ocasionados pelo desastre. Dessa forma, as evidências da Tabela 2 indicam que as iniciativas municipais de mapeamento, fiscalização e controle e reassentamento não demonstraram eficácia na mitigação dos danos provocados pelas enchentes de 2024, no Rio Grande do Sul.

Em relação às variáveis de controle, nota-se alguns padrões interessantes. Primeiramente, municípios com maior proporção da população afetada pelo desastre climático de 2024 (coluna (1), (2) e (3) da Tabela 2) apresentavam, em média, maior PIB per capita e maior densidade populacional, indicando que o evento impactou centros econômicos relevantes do Rio Grande do Sul. No entanto, esse padrão não se mantém quando se considera a proporção do território afetado como variável dependente (coluna (4), (5) e (6) da Tabela 2). Observa-se ainda que, tanto para os danos populacionais quanto para os territoriais, o número de enchentes ocorridas no município, entre 2003 e 2020, explica em

parte a magnitude dos danos, revelando que os efeitos do desastre foram mais intensos em municípios historicamente mais suscetíveis as enchentes. Além disso, municípios com maior altitude média foram menos impactados pelo evento, enquanto os municípios costeiros tiveram uma maior proporção de seus territórios afetados.

Levando em conta que as enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul tiveram efeitos geograficamente concentrados, também estimamos a regressão dada pela equação (2), que considera os possíveis efeitos de transbordamento espacial do desastre. Os resultados, apresentados na Tabela 3, seguem o mesmo padrão da Tabela 2. Inicialmente, observa-se que os coeficientes são semelhantes aos da Tabela 2. Nota-se que como os coeficientes das políticas de gestão de risco de desastre não são estatisticamente diferentes de zero e, em algumas especificações, chegam a ser positivos, confirma-se a ineficácia dessas políticas de GRD na mitigação dos danos do evento de 2024.

Por outro lado, os modelos espaciais apresentados na Tabela 3 indicam que os transbordamentos espaciais são positivos e estatisticamente significantes, dado que o parâmetro varia entre 0,422 a 0,427 nas especificações da população afetada e entre 0,734 a 0,737 nas especificações do território afetado. Assim, observa-se que um aumento na proporção da população (território) afetada (o) pela enchente nos municípios vizinhos está associado a um acréscimo na proporção da população (território) atingida (o) em um município específico⁷. Esses resultados evidenciam que os efeitos das enchentes de 2024 ultrapassaram os limites municipais, caracterizando um fenômeno de ampla repercussão espacial ao invés de um evento estritamente local.

Tabela 3. Efeito das políticas de gestão de risco de desastre sobre os danos causados pelas enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul, regressões espaciais.

	% da População Afetada			% do Território Afetado		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Mapeamento	Fiscalização	Reassentamento	Mapeamento	Fiscalização	Reassentamento
Rho	0,427***	0,422***	0,428***	0,736***	0,734***	0,737***
	(0,055)	(0,055)	(0,055)	(0,034)	(0,034)	(0,034)
Constante	-0,143***	-0,138**	-0,140***	-0,061**	-0,055**	-0,061**
	(0,046)	(0,046)	(0,046)	(0,023)	(0,023)	(0,023)
Política de GRD (0/1)	0,005	0.018*	0.007	0.008*	0.018**	-0.002

⁷ No Final da Tabela 3 é apresentado o teste de Multiplicador de Lagrange, que testa a hipótese nula de que existe autocorrelação espacial nos erros do SAR. Como pode ser visto os resultados desses testes são apenas ligeiramente estatisticamente significantes (a 10%) nas colunas (1), (2) e (3) da Tabela 3, indicando que os modelos espaciais estimados já conseguem controlar boa parte da autocorrelação espacial.

	% da População Afetada			% do Território Afetado		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Mapeamento	Fiscalização	Reassentamento	Mapeamento	Fiscalização	Reassentamento
	(0,009)	(0,011)	(0,012)	(0,005)	(0,006)	(0,006)
log (PIB per capita)	0,032***	0,031***	0,031***	0,016***	0,015***	0,016***
	(0,009)	(0,009)	(0,009)	(0,004)	(0,004)	(0,005)
log (Densidade)	0,019***	0,018***	0,019***	0,004	0,003	0,005*
	(0,005)	(0,005)	(0,005)	(0,003)	(0,003)	(0,003)
% Área Urbana	-0,095	-0,086	-0,093	0,061	0,073*	0,060
	(0,092)	(0,092)	(0,092)	(0,045)	(0,045)	(0,045)
log (Altitude)	-0,011***	-0,011***	-0,012***	-0,004***	-0,004***	-0,004***
	(0,003)	(0,003)	(0,003)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
Cidade Costeira (0/1)	0,010	0,010	0,011	0,037***	0,038***	0,039***
	(0,017)	(0,017)	(0,017)	(0,008)	(0,008)	(0,008)
N. Enchentes Passadas	0,012***	0,012***	0,012***	0,003***	0,003***	0,004***
	(0,002)	(0,002)	(0,002)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
Observações	418	418	418	418	418	418
AIC	-847.7	-850.2	-847.8	-1565.5	-1572.6	-1562.6
Teste de LM resíduo	2.986*	2.917*	2.931*	0.349	0.004	0.085

Notas: *** representa $p < 0,01$, ** representa $p < 0,05$, * representa $p < 0,1$. O erro-padrão de cada variável é apresentado em parênteses. A variável dependente é a proporção da população municipal atingida (colunas (1), (2) e (3)) e a proporção do território afetado (colunas (4), (5) e (6)). As regressões são estimadas com base no método de máxima verossimilhança

A ineficácia das políticas de gestão de risco de desastres (GRD) na mitigação dos danos causados pelas enchentes de 2024, observada nas Tabelas 2 e 3, resulta de uma combinação de fatores interligados. Em primeiro lugar, a limitação de recursos financeiros restringe a capacidade dos municípios de implementar medidas essenciais, como o mapeamento de áreas de risco, a construção

de infraestrutura resiliente e a promoção de campanhas de conscientização. Dados da Secretaria do Tesouro Nacional (2023) indicam que os municípios gaúchos destinam, em média, 46% de sua receita a gastos correntes⁸, o que reduz, significativamente, a margem para investimentos em prevenção. Além disso, a cooperação limitada entre municípios vizinhos compromete a resposta integrada aos desastres, uma vez que enchentes frequentemente afetam múltiplas localidades simultaneamente e geram transbordamentos espaciais (Tabela 3), exigindo uma maior coordenação e o compartilhamento de estratégias e recursos. Por fim, a falta de integração (Ferentz e Garcia, 2020) das políticas de GRD entre os níveis municipal, estadual e federal agrava o problema, resultando em fragmentação institucional, dificultando o acesso a financiamento e suporte técnico, e prejudicando a articulação de ações coordenadas.

⁸ Soma das despesas com pessoal e encargos sociais e das despesas com transferências correntes.

6

Conclusão e Recomendação

O presente estudo investigou a eficácia das políticas municipais de gestão de risco de desastres na mitigação dos danos sociais causados pelas enchentes de 2024, no Rio Grande do Sul, considerado o maior desastre ambiental recente no Brasil. Combinando dados de satélite e dados socioeconômicos e utilizando modelos de regressão linear, os resultados indicam que os municípios que adotaram políticas preventivas de gestão de risco (como mapeamento e fiscalização de áreas de risco, além de políticas de reassentamento) não apresentaram danos menores em comparação aos municípios que não implementaram tais medidas. Isso sugere que essas políticas preventivas não parecem ter sido eficazes na mitigação dos impactos adversos da enchente de 2024. Além disso, os nossos resultados mostram que os danos do desastre não ficaram restritos a municípios específicos, mas se espalharam para as regiões vizinhas. Em outras palavras, um município foi mais afetado quando seus municípios vizinhos também sofreram danos, seja porque uma grande parte de sua população foi atingida, seja porque uma área extensa do território foi inundada. Isso sugere que os efeitos das enchentes ultrapassam fronteiras municipais.

Em termos de recomendações para políticas públicas, este estudo apresenta duas implicações centrais. Primeiro, os resultados mostram que as políticas preventivas de gestão de risco de desastres não foram eficazes na redução dos danos causados pelas enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul. Isso evidencia a necessidade de um aprimoramento dessas estratégias, com investimentos em infraestrutura resiliente, fortalecimento da governança local e melhorias na capacitação técnica das equipes responsáveis pela gestão de riscos. Além disso, é fundamental que essas políticas sejam revisadas com base em avaliações contínuas de sua efetividade, garantindo que os recursos sejam direcionados para medidas realmente capazes de proteger as populações vulneráveis. Segundo, considerando que os impactos das enchentes não se restringem aos limites administrativos de cada município, mas se espalham para regiões vizinhas, a implementação de medidas isoladas tende a ser ineficaz. Dessa forma, torna-se essencial fortalecer a cooperação entre municípios, estados e o governo federal na formulação e execução de políticas de prevenção e resposta a desastres. Estratégias de planejamento regional, compartilhamento de informações e ações coordenadas de emergência podem aumentar, significativamente, a capacidade de adaptação e mitigação dos danos, tornando a gestão de risco de desastres mais eficiente e integrada.

Referências

- ALVES, Pedro Jorge; LIMA, Ricardo C. A.; EMANUEL, Lucas. The effectiveness of disaster risk management policies in Brazilian municipalities. **Papers in Regional Science**, p. 100080, 2025.
- AYALA-GARCÍA, Jhorland; DALL'ERBA, Sandy. The impact of preemptive investment on natural disasters. **Papers in Regional Science**, v. 101, n. 5, p. 1087-1103, 2022.
- AZADI, Hossein; BARATI, Ali Akbar; NOOGHABI, Saeedeh Nazari; SCHEFFRAN, Jurgen. Climate-related disasters and agricultural land conversion: towards prevention policies. **Climate and Development**, p. 1-15, 2022.
- BAKHSH, Khuda; LATIF, Aasma; ALI, Rafaqet; YASIN, Muhammad Asim. Relationship between adaptation to climate change and provincial government expenditure in Pakistan. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 7, p. 8384-8391, 2021.
- DE LOYOLA HUMMELL, Beatriz Maria; CUTTER, Susan L.; EMRICH, Christopher T. Social vulnerability to natural hazards in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Science**, v. 7, p. 111-122, 2016.
- DE OLIVEIRA, Victor Hugo; FRANCA, Joao Mario; MARTINS, Francisco Mário Viana. The influence of local development on the impact of natural disasters in Northeast Brazil: the case of droughts and floods in the state of Ceará. **Papers in Regional Science**, v. 99, n. 4, p. 1019-1043, 2020.
- DEBORTOLI, Nathan S.; CAMARINHA, Pedro Ivo M.; MARENGO, José A.; RODRIGUES, Regina R. An index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change. **Natural Hazards**, v. 86, p. 557-582, 2017.
- ELHORST, J. Paul. Applied spatial econometrics: raising the bar. **Spatial Economic Analysis**, v. 5, n. 1, p. 9-28, 2010.
- FERENTZ, Larissa Maria; GARCIAS, Carlos A. Capacidade do Estado frente à gestão de riscos e desastres após a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei 12.608/2012). **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v. 10, n. 1, 2020.
- FRASER, Timothy; ALDRICH, Daniel P.; SMALL, Andrew. Seawalls or social recovery? The role of policy networks and design in disaster recovery. **Global Environmental Change**, v. 70, p. 102342, 2021.
- HEALY, Andrew; MALHOTRA, Neil. Myopic voters and natural disaster policy. **American Political Science Review**, v. 103, n. 3, p. 387-406, 2009.
- JI, Hyunjung; LEE, David. Disaster risk reduction, community resilience, and policy effectiveness: the case of the Hazard Mitigation Grant Program in the United States. **Disasters**, v. 45, n. 2, p. 378-402, 2021.

KELLENBERG, Derek K.; MOBARAK, Ahmed Mushfiq. Does rising income increase or decrease damage risk from natural disasters? **Journal of Urban Economics**, v. 63, n. 3, p. 788-802, 2008.

LESAGE, James; PACE, Robert Kelley. **Introduction to spatial econometrics**. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2009.

MARENGO, José A. et al. Flash floods and landslides in the city of Recife, Northeast Brazil after heavy rain on May 25-28, 2022: causes, impacts, and disaster preparedness. **Weather and Climate Extremes**, p. 100545, 2023.

RASCHKY, Paul A. Institutions and the losses from natural disasters. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 8, n. 4, p. 627-634, 2008.

SANT'ANNA, Andre Albuquerque. Not so natural: unequal effects of public policies on the occurrence of disasters. **Ecological Economics**, v. 152, p. 273-281, 2018.

TOL, Richard S. J. State capacity and vulnerability to natural disasters. In: **Handbook on the Economics of Disasters**. Cheltenham: Edward Elgar, 2022. p. 434-457.

