

UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL (UNISC)

**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM PROMOÇÃO DA SAÚDE - MESTRADO E
DOUTORADO**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PROMOÇÃO DA SAÚDE

Francine Xavier Guterres

**TENDÊNCIAS TEMPORAIS DE AGRAVOS À SAÚDE ANTES E APÓS A
CATÁSTROFE CLIMÁTICA DO ANO DE 2024 NO ESTADO DO RIO GRANDE DO
SUL**

Santa Cruz do Sul

2026

CIP - Catalogação na Publicação

Guterres, Francine

TENDÊNCIAS TEMPORAIS DE AGRAVOS À SAÚDE ANTES E APÓS A
CATÁSTROFE CLIMÁTICA DO ANO DE 2024 NO ESTADO DO RIO GRANDE DO
SUL / Francine Guterres. – 2026.

185f.

Dissertação (Mestrado em Promoção da Saúde) – Universidade de
Santa Cruz do Sul, 2026.

Orientação: Profa. Dra. Dulciane Paiva.

Coorientação: Profa. Dra. Éboni Reuter.

1. Catástrofes climáticas. 2. Vigilância epidemiológica. 3.
Séries temporais. 4. Análise espacial. 5. Dashboard interativo.
I. Paiva, Dulciane. II. Reuter, Éboni. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UNISC
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Francine Xavier Guterres

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Promoção da Saúde - Mestrado, Área de Concentração em Promoção da Saúde, Linha de Pesquisa em Biodinâmica Humana, Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Dulciane Nunes Paiva
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a. Éboni Marília Reuter

Santa Cruz do Sul

2026

Francine Xavier Guterres

**TENDÊNCIAS TEMPORAIS DE AGRAVOS À SAÚDE ANTES E APÓS A
CATÁSTROFE CLIMÁTICA DO ANO DE 2024 NO ESTADO DO RIO GRANDE DO
SUL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Promoção da Saúde – Mestrado e Doutorado, Área de Concentração em Promoção da Saúde, Linha de Pesquisa em Biodinâmica Humana, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Promoção da Saúde.

Banca examinadora

Dr.^a Dulciane Nunes Paiva

Professora orientadora – PPGPS (UNISC)

Dr.^a Suzane Beatriz Frantz Krug

Professor examinador interno – PPGPS (UNISC)

Dr. Markus Erwin Brose

Professor examinador externo – PPGDR (UNISC)

Dr.^a Ximena Porcasi

Professor examinador externo – Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

Santa Cruz do Sul

2026

RESUMO

Introdução da dissertação: Eventos climáticos extremos têm se intensificado nas últimas décadas, produzindo impactos significativos sobre a saúde pública. No Rio Grande do Sul, as inundações de maio de 2024 constituíram a maior catástrofe climática da história recente do estado, com repercussões sanitárias expressivas. **Objetivo geral da dissertação:** Analisar a influência da catástrofe climática de 2024 na distribuição temporal dos agravos à saúde de notificação compulsória no município de Campo Bom (RS). **Manuscrito I. Efeitos da catástrofe climática de 2024 sobre os agravos à saúde notificados em município do estado do Rio Grande do Sul: estudo com séries temporais interrompidas. Introdução:** Eventos climáticos extremos têm se tornado mais frequentes e com repercussões significativas sobre padrões de adoecimento. As inundações de maio de 2024 no Rio Grande do Sul afetaram centenas de municípios, incluindo Campo Bom, historicamente vulnerável a inundações. **Objetivo:** Examinar o comportamento temporal de agravos à saúde notificados no município de Campo Bom entre 2014 e 2024, com ênfase nas mudanças associadas à catástrofe hidrometeorológica de maio de 2024. **Métodos:** Estudo ecológico retrospectivo que utilizou dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) para compor análise de séries temporais mensais de hepatites virais, acidentes por animais peçonhentos, leptospirose, atendimentos antirrábicos humanos, dengue, *Coronavirus Disease 2019 - Covid-19* e síndrome respiratória aguda grave (SRAG). Aplicada regressão binomial negativa, modelos *Zero-Inflated Negative Binomial (ZINB)* e séries temporais interrompidas, tendo o mês de maio de 2024 como ponto de interrupção. **Resultados:** A leptospirose apresentou aumento de 45 vezes na incidência imediatamente após as enchentes (IRR= 45,0; $p= 0,002$) e os atendimentos antirrábicos humanos quase dobraram (IRR= 1,96; $p= 0,002$). Hepatites virais, dengue e SRAG não apresentaram alterações significativas. O aumento dos casos de acidentes por animais peçonhentos decorreu de tendência crescente pré-existente. A Covid-19 apresentou queda de 99% (IRR= 0,01; $p<0,001$), refletindo declínio de onda epidêmica anterior ao desastre. **Conclusão:** A catástrofe climática de 2024 impactou principalmente a leptospirose e os atendimentos antirrábicos, enquanto outros agravos mantiveram seus padrões, reforçando a importância de vigilância epidemiológica sensível e tecnicamente estruturada para orientar respostas rápidas em futuros desastres climáticos.

Manuscrito II. Comportamento epidemiológico da dengue no Rio Grande do Sul: análise temporal e espacial no contexto da catástrofe climática de 2024. Objetivo:

Analisar o comportamento epidemiológico da dengue no estado do Rio Grande do Sul no ano de 2024, marcado por marcante catástrofe climática, e descrever sua distribuição temporal, espacial e perfil demográfico em comparação ao período de 2017-2023. **Métodos:** Estudo ecológico descritivo com dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) para o período 2017-2024. Realizada análise temporal com suavização por *splines* cúbicos e regressão de *Prais-Winsten* para estimativa da variação percentual anual. A distribuição espacial foi analisada por município, comparando o ano de 2024 à média histórica de 2017-2023. Aplicada análise de autocorrelação espacial local (LISA) com matriz de contiguidade *queen*, permutações com $\alpha=0,05$ e ajuste pelo método *False Discovery Rate*. Foram caracterizados o perfil sociodemográfico abrangendo o sexo, faixa etária e raça/cor. **Resultados:** Foram registrados 209.668 casos confirmados entre 2017-2024, com concentração em 2024. A análise temporal evidenciou surto epidêmico entre março e maio de 2024, com pico no mês de abril, superando em cinco vezes a mediana histórica. A variação percentual anual oscilou entre 270 e 308% ($p<0,001$), sendo maior na faixa ≥ 60 anos (308%). A distribuição espacial demonstrou forte concentração na região Noroeste/Missões, com identificação de 39 municípios em padrão Alto-Alto (*hotspots*), destacando-se Tenente Portela (27.260 casos/100.000 habitantes). Identificadas áreas de baixa transmissão (*coldspots*) na Serra Gaúcha e Campanha/Litoral Sul. O perfil sociodemográfico revelou predomínio do sexo feminino (54,8%), deslocamento para faixas etárias mais elevadas (aumento relativo em ≥ 50 anos) e crescimento proporcional na etnia negra. **Conclusão:** O ano de 2024 apresentou padrão atípico da dengue no estado do Rio Grande do Sul, com intensificação da transmissão, heterogeneidade espacial e mudanças no perfil da população afetada. A coincidência temporal entre o desastre climático e a intensificação epidêmica sugere interface entre eventos hidrometeorológicos extremos e a dinâmica de transmissão de arboviroses. Recomenda-se a estratificação de ações de controle por nível de risco municipal e integração entre vigilância epidemiológica e defesa civil para resposta a emergências climáticas. **Capítulo de E-book. Catástrofe climática no estado do Rio Grande do Sul: quando os agravos avançam. Objetivo:** Abordar a temática das catástrofes climáticas em linguagem acessível para subsidiar a formação de profissionais de saúde, a educação permanente e a divulgação

científica sobre impactos de catástrofes climáticas na saúde pública. **Estrutura:** O capítulo está organizado em quatro seções: (1) contextualização histórica dos eventos climáticos extremos no Rio Grande do Sul desde as enchentes de 1941 até os eventos de 2024; (2) apresentação dos agravos de notificação compulsória sensíveis ao clima analisados na dissertação; (3) síntese dos principais achados empíricos, evidenciando heterogeneidade nos impactos segundo tipo de agravo, distribuição espacial e características territoriais; e (4) discussão sobre implicações para políticas públicas de saúde, sistemas de vigilância epidemiológica e preparação para futuros desastres climáticos. **Contribuição:** Documenta de forma sistematizada e acessível o impacto dos eventos climáticos extremos de 2024 sobre os padrões de morbidade no Rio Grande do Sul e fornece subsídios para formação crítica de profissionais de saúde e qualificação de debates públicos sobre justiça climática e desigualdades socioambientais em saúde. **Dashboard RADAR CB - Registro e análise de dados de agravos à saúde relacionados ao município de Campo Bom. Objetivo:** Desenvolver ferramenta web interativa para exploração descritiva das séries temporais de agravos à saúde em Campo Bom no período de 2014 a 2024, apoiando a vigilância epidemiológica municipal. **Plataforma e funcionalidades:** Aplicação desenvolvida em linguagem R com *framework Shiny*, hospedada em ShinyApps.io, contendo gráficos de séries temporais com filtros interativos por agravo e período, *boxplots* para visualização de sazonalidade, indicadores epidemiológicos básicos e interface responsiva para acesso via computador, *tablet* e *smartphone*. **Contribuição:** Traduz análises estatísticas complexas apresentadas no Manuscrito I em representações gráficas de fácil compreensão, aproxima a produção científica das rotinas da vigilância epidemiológica municipal, funciona como ferramenta de apoio à tomada de decisão baseada em evidências e apresenta potencial de replicação em outros municípios com recursos tecnológicos semelhantes. **Conclusão geral:** A catástrofe climática de 2024 impactou de forma heterogênea os agravos analisados, evidenciando a sensibilidade de determinadas doenças às alterações ambientais abruptas. Os produtos técnicos desenvolvidos (capítulo de *e-book* e *dashboard* RADAR-CB) demonstram viabilidade de tradução do conhecimento científico para a prática aplicada, contribuindo para formação de profissionais, apoio à gestão e fortalecimento de estratégias de vigilância integradas e territorializadas.

Palavras-chave: Catástrofes climáticas. Vigilância epidemiológica. Séries temporais. Análise espacial. Divulgação científica. *Dashboard* interativo.

ABSTRACT

General Introduction: Extreme weather events have intensified in recent decades, producing significant impacts on public health. In Rio Grande do Sul, the floods of May 2024 constituted the largest climate catastrophe in the state's recent history, with substantial health repercussions. **General Objective:** To analyze the influence of the 2024 climate catastrophe on the temporal distribution of notifiable health conditions in the municipality of Campo Bom (RS). **Manuscript I. Effects of the 2024 climate catastrophe on health conditions reported in a municipality in the state of Rio Grande do Sul: a study using interrupted time series. Introduction:** Extreme weather events have become more frequent with significant repercussions on disease patterns. The May 2024 floods in Rio Grande do Sul affected hundreds of municipalities, including Campo Bom, historically vulnerable to flooding. **Objective:** To examine the temporal behavior of notifiable health conditions in the municipality of Campo Bom between 2014 and 2024, with emphasis on changes associated with the hydrometeorological catastrophe of May 2024. **Methods:** A retrospective ecological study using data from the Notifiable Health Conditions Information System (SINAN) to compose monthly time series analysis of viral hepatitis, venomous animal accidents, leptospirosis, human anti-rabies care, dengue, Coronavirus Disease 2019 – Covid-19, and severe acute respiratory syndrome (SARS). Negative binomial regression, Zero-Inflated Negative Binomial (ZINB) models, and interrupted time series were applied, with May 2024 as the interruption point. **Results:** Leptospirosis showed a 45-fold increase in incidence immediately after the floods (IRR= 45.0; $p= 0.002$) and human anti-rabies care almost doubled (IRR= 1.96; $p= 0.002$). Viral hepatitis, dengue, and SARS showed no significant changes. The increase in venomous animal accidents resulted from a pre-existing upward trend. Covid-19 showed a 99% decline (IRR= 0.01; $p<0.001$), reflecting the decline of an epidemic wave prior to the disaster. **Conclusion:** The 2024 climate catastrophe primarily impacted leptospirosis and anti-rabies care, while other conditions maintained their patterns, reinforcing the importance of sensitive and technically structured epidemiological surveillance to guide rapid responses in future climate disasters. **Manuscript II. Epidemiological behavior of dengue in Rio Grande do Sul: temporal and spatial analysis in the context of the 2024 climate catastrophe. Objective:** To analyze the epidemiological

behavior of dengue in the state of Rio Grande do Sul in 2024, a year marked by a significant climate catastrophe, and to describe its temporal and spatial distribution and demographic profile compared to the 2017–2023 period. **Methods:** A descriptive ecological study using data from the Notifiable Health Conditions Information System (SINAN) for the period 2017–2024. Temporal analysis was performed using cubic spline smoothing and Prais-Winsten regression for estimating annual percentage change. Spatial distribution was analyzed by municipality, comparing 2024 to the historical average of 2017–2023. Local spatial autocorrelation analysis (LISA) was applied with a queen contiguity matrix, permutations with $\alpha= 0.05$, and adjustment by the False Discovery Rate method. The sociodemographic profile was characterized by sex, age group, and race/ethnicity. **Results:** A total of 209,668 confirmed cases were recorded between 2017 and 2024, with concentration in 2024. Temporal analysis revealed an epidemic outbreak between March and May 2024, peaking in April and exceeding the historical median fivefold. Annual percentage variation ranged from 270 to 308% ($p<0.001$), being highest in the ≥ 60 years age group (308%). Spatial distribution showed strong concentration in the Northwest/Missões region, with 39 municipalities identified in a High-High pattern (hotspots), notably Tenente Portela (27,260 cases/100,000 inhabitants). Low-transmission areas (coldspots) were identified in Serra Gaúcha and Campanha/Southern Coast. The sociodemographic profile revealed female predominance (54.8%), a shift toward older age groups (relative increase in ≥ 50 years), and proportional growth in the Black population. **Conclusion:** The year 2024 presented an atypical dengue pattern in the state of Rio Grande do Sul, with intensified transmission, spatial heterogeneity, and changes in the profile of the affected population. The temporal coincidence between the climate disaster and epidemic intensification suggests an interface between extreme hydrometeorological events and the dynamics of arbovirus transmission. Stratification of control actions by municipal risk level and integration between epidemiological surveillance and civil defense for response to climate emergencies is recommended. **E-book Chapter. Climate catastrophe in the state of Rio Grande do Sul: when health conditions advance. Objective:** To address the subject of climate catastrophes in accessible language to support the training of health professionals, continuing education, and scientific dissemination on the impacts of climate catastrophes on public health. **Structure:** The chapter is organized into four sections: (1) historical contextualization of

extreme weather events in Rio Grande do Sul from the 1941 floods to the 2024 events; (2) presentation of climate-sensitive notifiable health conditions analyzed in the dissertation; (3) synthesis of the main empirical findings, highlighting heterogeneity in impacts by type of condition, spatial distribution, and territorial characteristics; and (4) discussion of implications for public health policies, epidemiological surveillance systems, and preparedness for future climate disasters. **Contribution:** Documents in a systematic and accessible manner the impact of the 2024 extreme climate events on morbidity patterns in Rio Grande do Sul and provides input for the critical training of health professionals and the enrichment of public debates on climate justice and socioenvironmental health inequalities.

Dashboard RADAR-CB – Registry and Analysis of Data on Health Conditions Related to the Municipality of Campo Bom. Objective: To develop an interactive web tool for descriptive exploration of time series of health conditions in Campo Bom from 2014 to 2024, supporting municipal epidemiological surveillance. **Platform and functionalities:** Application developed in R language with the Shiny framework, hosted on ShinyApps.io, containing time series charts with interactive filters by health condition and period, boxplots for seasonality visualization, basic epidemiological indicators, and a responsive interface accessible via computer, tablet, and smartphone. **Contribution:** Translates complex statistical analyses presented in Manuscript I into easy-to-understand graphical representations, brings scientific production closer to municipal epidemiological surveillance routines, functions as a tool to support evidence-based decision-making, and presents potential for replication in other municipalities with similar technological resources. **General Conclusion:** The 2024 climate catastrophe impacted the analyzed health conditions heterogeneously, evidencing the sensitivity of certain diseases to abrupt environmental changes. The technical products developed (e-book chapter and RADAR-CB dashboard) demonstrate the feasibility of translating scientific knowledge into applied practice, contributing to professional training, management support, and the strengthening of integrated and territorialized surveillance strategies.

Keywords: Climate catastrophes. Epidemiological surveillance. Time series. Spatial analysis. Scientific dissemination. Interactive dashboard.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	21
INTRODUÇÃO	25
2 MARCO TEÓRICO	28
2.1 Mudanças climáticas, determinação social da saúde e desigualdades socioambientais	28
2.2 Eventos climáticos extremos e reconfiguração de padrões epidemiológicos	30
2.3 Abordagem interdisciplinar: integrando clima, território e vigilância em saúde	31
2.4 Sistemas de informação e tecnologias de vigilância territorial em saúde	32
2.5 Síntese integrativa do marco teórico	33
3 OBJETIVOS	35
3.1 Objetivo geral	35
3.2 Objetivos específicos	35
4 PRODUTOS BIBLIOGRÁFICOS, TÉCNICOS E/OU TECNOLÓGICOS DA DISSERTAÇÃO	36
MANUSCRITO I	38
Objetivos atendidos no manuscrito I	39
Objetivo geral	39
Objetivos específicos	39
MANUSCRITO II	65
Objetivos atendidos no manuscrito II	66
Objetivos específicos	66
CAPÍTULO DE E-BOOK	90
CAPÍTULO DE E-BOOK	91
Objetivos atendidos no capítulo do e-book	92
Objetivo específico	92
DASHBOARD	116
DASHBOARD	117
Objetivos atendidos no dashboard	118
Objetivos específicos	118
5 CONCLUSÕES GERAIS E CONSIDERAÇÕES FINAIS	124
6 PERSPECTIVAS FUTURAS	126
7 NOTA À IMPRENSA	137
8 RELATÓRIO DE CAMPO	139
REFERÊNCIAS	147

INTRODUÇÃO

Eventos climáticos extremos têm adquirido relevância crescente no debate científico internacional, especialmente por seu potencial de agravar desigualdades, reconfigurar perfis epidemiológicos e desafiar a capacidade de resposta dos sistemas de saúde. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023) aponta que o aquecimento global intensifica enchentes, secas e ondas de calor, criando um cenário de riscos amplificados que incidem de forma desigual sobre populações e territórios. Esse caráter desigual é particularmente evidente em países marcados por desigualdades sociais estruturais, como o Brasil, onde vulnerabilidades ambientais se sobrepõem a condições precárias de moradia, saneamento e infraestrutura urbana.

A Saúde Coletiva oferece lentes teóricas importantes para compreender tais fenômenos. Castellanos (1997) e Breilh (2006) argumentam que o processo saúde-doença está ligado à determinação social e às relações entre grupos sociais, ambiente e território. Nesse marco, eventos climáticos não podem ser entendidos apenas como ocorrências meteorológicas, mas como expressões de desigualdades socioespaciais que moldam riscos e restringem a capacidade de proteção de determinados grupos. A literatura demonstra que populações que residem em margens de rios, encostas e áreas urbanas precarizadas são as mais expostas a inundações e deslizamentos, ao mesmo tempo em que enfrentam maior dificuldade no acesso a serviços de saúde e proteção social (Uchoa; Lustosa; Uchoa, 2019; Carpentieri; Reis, 2024).

Embora esta dissertação reconheça a centralidade das desigualdades sociais na determinação dos impactos climáticos, seus produtos quantitativos utilizam indicadores populacionais agregados, não sendo possível, com os dados secundários disponíveis no SINAN, desagregar os resultados por raça/cor, renda ou gênero no nível municipal. Essa limitação metodológica é reconhecida e projetada como eixo prioritário de investigação nas Perspectivas Futuras desta dissertação, notadamente no projeto de tese doutoral proposto.

No Rio Grande do Sul, as inundações de maio de 2024 representaram o maior desastre hidrometeorológico das últimas décadas, atingindo municípios de forma heterogênea e evidenciando fragilidades nas políticas de prevenção e resposta. Nesta dissertação, o termo “catástrofe climática” é utilizado em conformidade com a literatura científica que reconhece

eventos hidrometeorológicos extremos como catástrofes de base socioambiental (Marengo et al., 2024), embora o termo técnico normativo correspondente seja “desastre hidrológico”, conforme a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade). Campo Bom, município situado às margens do Rio dos Sinos, foi um dos territórios afetados, com impactos que envolvem deslocamentos populacionais, danos habitacionais, contaminação ambiental e sobrecarga dos serviços de saúde. A experiência profissional na Atenção Básica local e a vivência direta dos efeitos da enchente orientaram a escolha do município como cenário deste estudo e justificam a ênfase na análise temporal e espacial dos agravos.

Diversos autores têm destacado como eventos extremos reconfiguram a distribuição temporal e espacial de doenças. Enchentes ampliam o contato com água contaminada, favorecendo agravos como leptospirose; alteram a proliferação de vetores, influenciando arboviroses; e potencializam agravos respiratórios e transtornos psicossociais (Pereira *et al.*, 2020; Silva; Xavier; Rocha, 2020; Rizzotto; Costa; Lobato, 2024). Em contextos de crise, a capacidade dos sistemas de vigilância depende de bases de dados consistentes, como o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), cuja análise de séries históricas permite identificar tendências, rupturas e sazonalidades relevantes para o planejamento (Brasil, 2007; Souza; Matos; Reis, 2019).

Tecnologias emergentes, como *dashboards* interativos e análises geoespaciais, vem se consolidando como ferramentas estratégicas para apoiar a gestão municipal, permitindo visualizar padrões, identificar áreas críticas e facilitar o acesso à informação por gestores, profissionais e comunidade (Vedovello *et al.*, 2022; Nascimento, 2023). Em cenários de catástrofe climática, tais recursos assumem importância ainda maior, ao possibilitar monitoramento contínuo e comunicação rápida.

A relevância científica e social deste estudo reside em três dimensões: (i) se trata da primeira investigação conduzida no município de Campo Bom utilizando séries temporais interrompidas para avaliar impactos sanitários de desastre climático, preenchendo uma lacuna importante na compreensão dos efeitos locais de eventos extremos sobre a vigilância epidemiológica municipal; (ii) se constitui no primeiro estudo na região do Vale do Sinos a analisar simultaneamente múltiplos agravos de notificação compulsória em perspectiva longitudinal pós-catástrofe, combinando robustez metodológica com aplicabilidade prática; e

(iii) no âmbito estadual, representa contribuição pioneira ao documentar sistematicamente, com série histórica de dez anos, os efeitos epidemiológicos imediatos da maior catástrofe climática da história do Rio Grande do Sul, fornecendo evidências fundamentais para o fortalecimento de sistemas de vigilância e preparação para futuros eventos extremos. Os achados subsidiam diretamente o planejamento de ações de vigilância epidemiológica, a alocação de recursos em contextos de emergência e a elaboração de protocolos de resposta rápida em municípios vulneráveis a eventos hidrometeorológicos.

Nesse contexto, a presente dissertação busca responder à seguinte pergunta de pesquisa: Como as enchentes de 2024 influenciaram a distribuição temporal dos agravos de notificação compulsória em Campo Bom (RS), e de que modo análises estatísticas e ferramentas tecnológicas podem apoiar a vigilância epidemiológica municipal em contextos de catástrofe climática?

MANUSCRITOS

MANUSCRITO I

EFEITOS DA CATÁSTROFE CLIMÁTICA DE 2024 SOBRE OS AGRAVOS À SAÚDE NOTIFICADOS EM MUNICÍPIO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL: ESTUDO COM SÉRIES TEMPORAIS INTERROMPIDAS

Elaborado conforme as normas da revista Cadernos de Saúde Pública. e-ISSN: 1678-4464. Qualis Capes: A1.
Fator de Impacto: 1.9. Área: Saúde Coletiva.

MANUSCRITO II

COMPORTAMENTO EPIDEMIOLÓGICO DA DENGUE NO RIO GRANDE DO SUL: ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL NO CONTEXTO DA CATÁSTROFE CLIMÁTICA DE 2024

* Elaborado conforme as normas da Revista Brasileira de Epidemiologia. e-ISSN:1980-5497. Qualis Capes: A2. Fator de Impacto: 2,0. Área: Saúde Coletiva.

REFERÊNCIAS

- AITSI-SELMI, A.; MURRAY, V. The Sendai framework: a catalyst for the transformation of disaster risk reduction. *International Journal of Disaster Risk Science*, v. 7, p. 149-152, 2016.
- ALDERMAN, K.; TURNER, L. R.; TONG, S. Floods and human health: a systematic review. *Environment International*, v. 47, p. 37-47, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.06.003>. Acesso em: 06 dez. 2025.
- ALPINO, T. M. A. et al. Os impactos das mudanças climáticas na segurança alimentar e nutricional: uma revisão da literatura. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 27, n. 1, p. 273-286, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232022271.05972020>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Relatório de Segurança de Barragens 2023. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/>. Acesso em: 06 dez. 2025.
- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association - LISA. *Geographical Analysis*, Hoboken, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995. DOI: 10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x.
- ANTUNES, J. L. F.; CARDOSO, M. R. A. Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, DF, v. 24, n. 3, p. 565-576, jul./set. 2015. DOI: 10.5123/S1679-49742015000300024.
- BERNAL, J. L.; CUMMINS, S.; GASPARRINI, A. Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: a tutorial. *International Journal of Epidemiology*, v. 46, n. 1, p. 348-355, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ije/dyw098>. Acesso em: 06 dez. 2025.
- BHASKARAN, K. et al. Time series regression studies in environmental epidemiology. *International Journal of Epidemiology*, v. 42, n. 4, p. 1187-1195, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ije/dyt092>. Acesso em: 06 dez. 2025.
- BHATT, S. et al. The global distribution and burden of dengue. *Nature*, v. 496, n. 7446, p. 504-507, 2013. DOI: 10.1038/nature12060.
- BRAGA, J. R. M. et al. Epidemiology of accidents involving venomous animals in the State of Ceará, Brazil (2007-2019). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 54, e05112020, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0511-2020>. Acesso em: 11 dez. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 maio 2016. Seção 1, p. 44-46.

BRASIL. Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 fev. 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Guia de vigilância epidemiológica da influenza e outros vírus respiratórios. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/>. Acesso em: 06 dez. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN: dicionário de dados, versão 5.0/Patch 5.1. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. Disponível em: <https://portalsinan.saude.gov.br/>. Acesso em: 11 dez. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN: normas e rotinas. 2. ed. Brasília, DF, 2007. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Atlas brasileiro de desastres naturais e mapeamentos de risco 2023. Brasília, DF, 2023.

BREILH, J. Epidemiologia crítica: ciência emancipadora e interculturalidade. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2006.

BUSS, P.; PELLEGRINI FILHO, A. Determinantes sociais da saúde e mudanças ambientais. In: BUSS, P.; PELLEGRINI FILHO, A. (orgs.). Saúde e ambiente: sustentabilidade ecológica e equidade em saúde. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2007. p. 21-45.

CARPENTIERI, I. M.; REIS, C. A face oculta da mudança climática: colonialismo e deslocamento ambiental no desastre do Rio Grande do Sul. Estudos Avanzados, n. 40, p. 123-148, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.35588/x72kb388>. Acesso em: 02 dez. 2025.

CASTELLANOS, P. L. Epidemiologia, saúde pública, situação de saúde e condições de vida. In: BARATA, R. B. (org.). Condições de vida e situação de saúde. Rio de Janeiro: Abrasco, 1997. p. 31-75.

CASTRO, C. M. M.; MARTINS, A. B.; SILVA, L. P.; COSTA, J. R. Análise descritiva dos casos de dengue no Rio Grande do Sul, Brasil, 2014-2024. Brazilian Journal of Health Review, Curitiba, v. 7, n. 3, p. e70910, 2024. DOI: 10.34119/bjhrv7n3-070.

CEMADEN – CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE

DESASTRES NATURAIS. Relatório anual de monitoramento de desastres naturais 2023. São José dos Campos, 2023. Disponível em: <https://www.cemaden.gov.br/>. Acesso em: 06 dez. 2025.

CHILDS, M. L.; LYBERGER, K.; HARRIS, M. J.; BURKE, M.; MORDECAI, E. A. Climate warming is expanding dengue burden in the Americas and Asia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, DC, v. 122, n. 37, p. e2512350122, 2025. DOI: 10.1073/pnas.2512350122.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Mapeamento de áreas de inundação no Vale do Rio dos Sinos. Porto Alegre, 2022.

DAI, A. et al. Changes in risk of health outcomes following flooding: a systematic review. *Science of the Total Environment*, v. 778, 146331, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146331>. Acesso em: 06 dez. 2025.

DIAS, D. et al. Impact of extreme rainfall on infectious diseases: evidence from time series studies. *Environmental Research*, v. 221, 115296, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.115296>. Acesso em: 06 dez. 2025.

FENG, F.; MA, Y.; YU, G.; KANG, Z.; TANG, T. Temperature-Driven Dengue Transmission in a Changing Climate: Patterns, Trends, and Future Projections. *GeoHealth*, Washington, DC, v. 8, n. 9, p. e2024GH001059, 2024. DOI: 10.1029/2024GH001059.

FRELL, M. F. Q.; SILVA, A. B.; COSTA, R. P.; SANTOS, L. M. Análise epidemiológica da dengue no Sul do Brasil: 2014 a 2024. *Health Residencies Journal-HRJ*, Curitiba, v. 5, n. 26, p. 142-158, 2024. DOI: 10.51723/hrj.v5i26.589.

GASPARRINI, A.; ARMSTRONG, B. Redefining baseline risks in environmental time-series analysis. *Epidemiology*, v. 33, n. 1, p. 12-20, 2022.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Relatório técnico sobre a enchente de 2024. Porto Alegre, 2024. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/>. Acesso em: 06 dez. 2025.

GUHA-SAPIR, D.; VAN PANHUIS, W. Health impacts of natural disasters: trends, challenges and perspectives. *Lancet Planetary Health*, v. 7, p. e230-e240, 2023.

GUO, Y. et al. Small-area estimation of health impacts of extreme weather events. *Environmental Health Perspectives*, v. 126, n. 9, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1289/EHP2598>. Acesso em: 06 dez. 2025.

HERNANDEZ, C. J. et al. Floods and infectious diseases: public health lessons from the 2024 southern Brazil disaster. *Clinical Microbiology Reviews*, v. 37, n. 4, p. e00165-24, 2024.

Disponível em: <https://doi.org/10.1128/cmr.00165-24>. Acesso em: 11 dez. 2024.

HIH, Y. L.; RYAN, S. J. The effect of temperature on dengue virus transmission by *Aedes* mosquitoes. *Current Opinion in Virology*, Amsterdam, v. 59, p. 101305, 2023. DOI: 10.1016/j.coviro.2023.101305.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativas da população 2024. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 06 dez. 2025.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Boletim climático anual 2024. Brasília, DF, 2024. Disponível em: <https://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 06 dez. 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Sixth Assessment Report – Synthesis Report. Geneva: IPCC, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em: 02 dez. 2025.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Sixth Assessment Report (AR6) – Impacts, Adaptation and Vulnerability. Geneva, 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em: 06 dez. 2025.

KONSTANTYNER, T. C. R. O. et al. Trend in the incidence rates of accidents with venomous animals in children and adolescents in Brazil (2007-2019). *Revista Paulista de Pediatria*, v. 41, e2021272, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1984-0462/2023/41/2021272>. Acesso em: 11 dez. 2024.

LEVY, K. et al. Climate change impacts on waterborne diseases. *Annual Review of Public Health*, v. 37, p. 97-112, 2016.

LINDEN, A. Conducting interrupted time-series analysis for public health research. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, v. 21, p. 192-201, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jep.12263>. Acesso em: 06 dez. 2025.

LIU, T. et al. Urban vulnerability and climate-sensitive diseases: a global review. *Science of the Total Environment*, v. 857, 159310, 2023.

LOWE, R. et al. Climate variability and infectious diseases: a multi-country study. *The Lancet Planetary Health*, v. 4, p. e463-e471, 2020.

MARENGO, J. A. et al. Extreme rainfall and flood risk in Brazil: trends and impacts. *Weather and Climate Extremes*, v. 35, 100412, 2022.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; CUNHA, A. P.; BRITO, S. S. S. Brazil's biggest climate disaster: rains and floods in the state of Rio Grande do Sul in April-May 2024. *Natural*

Hazards, Dordrecht, v. 123, n. 2, p. 1547-1573, 2024. DOI: 10.1007/s11069-024-06789-2.

MARTINS-FILHO, P. R.; CRODA, J.; ARAÚJO, A. A. de S.; CORREIA, D.; QUINTANS-JÚNIOR, L. J. Catastrophic floods in Rio Grande do Sul, Brazil: the need for public health responses to potential infectious disease outbreaks. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 57, p. e00603-2024, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0603-2024>. Acesso em: 11 dez. 2024.

MENDONÇA, F.; ALVES, R.; SOUZA, D.; CUNHA, L. Mudanças climáticas e doenças negligenciadas: a epidemia de dengue na região Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, v. 37, p. 249-274, 2025. DOI: 10.55761/abclima.v37i0.17234.

MORA, C. et al. Over half of known human pathogenic diseases are aggravated by climate change. *Nature Climate Change*, v. 12, p. 869-875, 2022.

NASCIMENTO, L. F. O. Perspectivas da economia política internacional sobre mudanças climáticas: determinantes do financiamento climático na América Latina e Caribe. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciência Política) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/50619>. Acesso em: 02 dez. 2025.

NOBRE, C. et al. Relatório sobre eventos extremos no Sul do Brasil. São Paulo: Instituto de Estudos Climáticos, 2024.

NOGUEIRA, R. M. R.; EPPINGHAUS, A. L. F. Dengue virus type 4 arrives in the state of Rio de Janeiro: a challenge for epidemiological surveillance and control. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, v. 106, n. 3, p. 255-256, 2011. DOI: 10.1590/S0074-02762011000300001.

OLIVEIRA, J. G.; NETTO, S. A.; FRANCISCO, E. O.; VIEIRA, C. P.; VARIZA, P. F.; ISER, B. P. M.; PROPHIRO, J. S. A huge risk of Dengue outbreaks after 2024 autumn flooding in Southern Brazil. *Research, Society and Development*, Vargem Grande Paulista, v. 13, n. 10, p. e46880, 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i10.46880.

OLIVEIRA, V. E.; COELHO, V. S.; LEVI, M. L. Desafios e oportunidades para a política de saúde. *GV Executivo*, v. 23, n. 3, p. e91905, 2024. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/gvexecutivo/article/download/91905/86346>. Acesso em: 02 dez. 2025.

ONU. Organização das Nações Unidas. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 02 dez. 2025.

PAIM, J. S. Reforma Sanitária Brasileira e o Sistema Único de Saúde: avanços, limites e desafios. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 13, n. 6, p. 2123-2134, 2008.

PANIZZA, D. A.; OLIVEIRA, R.; MESQUITA, F.; SANTOS, R.; LEMOS, E. R. S. Identificação de padrões e surtos de dengue no Rio Grande do Sul (2014-2025). *Revista Políticas Públicas & Cidades*, Belo Horizonte, v. 14, n. 6, p. e2307, 2023. DOI: 10.33026/ppc.v14i6.2307.

PELLING, M.; DILL, K. Disaster risk reduction and small municipalities: institutional challenges and capacities. *Disasters*, v. 43, p. 27-45, 2019.

PEREIRA, D. Justiça climática e a luta pela inclusão de direitos: políticas públicas de combate aos desastres no Brasil. 2024. Tese (Doutorado em Direito) – Universidade de Brasília, Brasília, 2024. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/48646>. Acesso em: 02 dez. 2025.

PEREIRA, J. M. A. et al. Impacto das mudanças climáticas na saúde pública: revisão integrativa. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, v. 12, n. 11, p. e4720, 2020.

PRAIS, S. J.; WINSTEN, C. B. Trend estimators and serial correlation. Chicago: Cowles Commission, 1954. (Cowles Commission Discussion Paper, Statistics, n. 383).

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Versão 4.3.2. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 10 dez. 2024.

RIZZOTTO, M. L. F.; COSTA, A. M.; LOBATO, L. V. C. Crise climática e os novos desafios para os sistemas de saúde: o caso das enchentes no Rio Grande do Sul/Brasil. *Saúde em Debate*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 141, p. e141ED, 2024. DOI: 10.1590/2358-28982024141EDP.

RUBLESKI, N. A dengue no Rio Grande do Sul: uma perspectiva socioambiental da saúde única. *Disciplinarum Scientia: Naturais e Tecnológicas*, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 75-89, 2024. DOI: 10.37779/dscent.v25n1-006.

RYAN, S. J.; CARLSON, C. J.; MORDECAI, E. A.; JOHNSON, L. R. Population at risk of dengue virus transmission has increased due to coupled climate factors and population growth. *Communications Earth & Environment*, London, v. 5, n. 538, 2024. DOI: 10.1038/s43247-024-01639-6.

SANTOS-VEGA, M.; MARTINEZ, P. P.; ELSON, R.; GRAHAM, M.; CORDOVA, J.; ANDERSON, K. The greatest Dengue epidemic in Brazil: Surveillance, Prevention, and Control. *Parasitology Research*, Berlin, v. 123, n. 9, p. e335, 2024. DOI:

10.1007/s00436-024-08335-5.

SILVA, A. C. et al. Belo Horizonte: vulnerabilidades e desafios diante das mudanças climáticas. *Boletim de Conjuntura (BOCA)*, v. 15, n. 43, p. 244-267, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8137243>. Acesso em: 02 dez. 2025.

SILVA, J. L. B.; COSTA, F. R. Aplicabilidade das geotecnologias na análise de vulnerabilidades ambientais e sociais. *Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)*, v. 24, n. 2, p. 389-407, 2023. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/855>. Acesso em: 02 dez. 2025.

SILVA, M. A.; XAVIER, D. R.; ROCHA, V. Do global ao local: desafios para redução de riscos à saúde relacionados às mudanças climáticas, desastres e emergências em saúde pública. *Saúde em Debate*, v. 44, p. 48-68, 2020.

SILVA, R. F. et al. A redução de risco de desastres, os ODS e os princípios do SUS no contexto da pandemia de Covid-19. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 28, n. 6, p. 1777-1788, 2023.

SIQUEIRA, T. S. et al. Temporal and spatial trends of accidents with venomous animal in Brazil before and during the COVID-19 pandemic: a population-based ecological study. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 28, e250012, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-549720250012>. Acesso em: 11 dez. 2024.

SMITH, K. et al. Flood impacts on infectious diseases in low-incidence settings: a time-series assessment. *Environmental Health*, v. 18, n. 1, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12940-019-0511-7>. Acesso em: 06 dez. 2025.

SOEK, F. J.; MARTINEZ, P. R.; OLIVEIRA, L. S.; SILVA, A. B. Mudanças climáticas e infestação por *Aedes aegypti* na região Sul do Brasil. *Geo UERJ*, Rio de Janeiro, n. 42, e63789, 2023. DOI: 10.12957/geouerj.2023.63789.

SOUZA, R. R.; MATOS, F. F.; REIS, Z. S. N. Análise de dados na saúde: exploração de dados para tomada de decisão clínica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 2019. Anais [...]. Belo Horizonte: UFMG, 2019.

TEIXEIRA, M. G.; BARRETO, M. L.; COSTA, M. C. N.; FERREIRA, L. D. A.; VASCONCELOS, P. F. C.; CAIRNCROSS, S. Dengue: twenty-five years since reemergence in Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 25, supl. 1, p. S7-S18, 2009. DOI: 10.1590/S0102-311X2009001300002.

TRONCO, I. D. et al. Cenário epidemiológico e espacialidade da dengue no Rio Grande do Sul. *Aracê*, v. 7, n. 9, p. e8137, 2025.

UCHOA, N. M.; LUSTOSA, R. P.; UCHOA, F. N. M. Relação entre mudanças climáticas e saúde humana. *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 12, n. 1, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol12ed1.400>. Acesso em: 02 dez. 2025.

VEDOVELLO, R. et al. Arquitetura e modelagem de plataforma tecnológica para gerenciamento e integração de dados de riscos e desastres. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 17., 2022. Anais [...]. Disponível em: https://schenautomacao.com.br/cbge2022/envio/files/trabalho1_172.pdf. Acesso em: 02 dez. 2025.

WATTS, N. et al. The Lancet Countdown on health and climate change: 2023 report. *The Lancet*, v. 402, p. 2345-2389, 2023.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. Health effects of floods: evidence summary. Geneva, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/>. Acesso em: 06 dez. 2025.

ZEZZO, L. V.; COLTRI, P. P. Educação em mudanças climáticas no contexto brasileiro: uma revisão integrada. *Terrae Didatica*, v. 18, p. 1-12, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/td.v18i00.8671305>. Acesso em: 02 dez. 2025.