

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O AUMENTO DE DOENÇAS INFECCIOSAS NO BRASIL:
IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE COLETIVA**

**CLIMATE CHANGE AND THE RISE OF INFECTIOUS DISEASES IN BRAZIL:
IMPLICATIONS FOR PUBLIC HEALTH**

**EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL AUMENTO DE LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS
EN BRASIL: IMPLICACIONES PARA LA SALUD PÚBLICA**

 10.56238/revgeov17n1-044

Amanda Padilha dos Santos

Mestre em ciências

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9275460857774991>

Junara Nascentes Ferreira

Doutorado em Sociologia

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9237061014437911>

Renara Fabiane Ribeiro Correa

Mestra em Saúde e Ambiente

Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Johny Adrian Rodrigues Nascimento Oliveira

Mestre em saúde ambiente

Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Alessandra de Lourdes Ballaris

Doutora em Agronomia

Instituição: Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8721165191703023>

André Wilian Lozano

Mestre em Enfermagem

Instituição: Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (FAMERP)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5721-7054>

Vanessa Dias de Oliveira Justi

Doutoranda em engenharia Biomédica

Instituição: Universidade Brasil (UB)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2520353233703198>



Jéssica Aniely Souza Adamo

Mestranda em Ciências Ambientais
Instituição: Universidade Brasil (UB)
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/8088666234622209>

Ana Paula de Lima

Mestranda em Engenharia Biomédica
Instituição: Universidade Brasil (UB)
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7706091093567606>

Valéria Albuquerque Vaz Rodrigues

Especialista em Educação Permanente em Saúde
Instituição: FIOCRUZ
Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-5500-8636>

Luan Souza do Nascimento

Mestre Ciências Ambientais
Instituição: Universidade Brasil (UB)
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6829-3258>

Vinicius de Lima Lovadini

Doutor em Ciências
Instituição: Universidade de São Paulo (USP)
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9066-2160>

RESUMO

As mudanças climáticas alteram padrões ambientais globais, influenciando diretamente a dinâmica epidemiológica de doenças infecciosas no Brasil. Este estudo justifica-se pela necessidade de compreender nexos causais entre variáveis climáticas e perfil epidemiológico brasileiro, subsidiando planejamento de sistemas de vigilância e alocação de recursos em saúde coletiva. O objetivo principal consiste em analisar relações entre mudanças climáticas e aumento de doenças infecciosas no Brasil, identificando implicações para organização da saúde coletiva. A metodologia fundamenta-se em pesquisa bibliográfica exploratória, com análise qualitativa de literatura científica, relatórios técnicos de organizações internacionais e boletins epidemiológicos nacionais. Os resultados evidenciam expansão geográfica de vetores artrópodes para regiões não endêmicas, alterações em padrões sazonais de transmissão, vulnerabilidades diferenciadas de populações marginalizadas, limitações de sistemas de vigilância epidemiológica e interações entre desmatamento e emergência de zoonoses. Conclui-se que saúde coletiva brasileira necessita de transformação paradigmática, transitando de modelos reativos para abordagens proativas baseadas em antecipação de riscos, integrando dados climáticos em vigilância epidemiológica e fortalecendo capacidades locais de resposta para garantir proteção de populações vulneráveis.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas. Doenças Infecciosas. Saúde Coletiva. Vigilância Epidemiológica.



ABSTRACT

Climate change alters global environmental patterns, directly influencing the epidemiological dynamics of infectious diseases in Brazil. This study is justified by the need to understand causal links between climate variables and the Brazilian epidemiological profile, supporting planning of surveillance systems and resource allocation in public health. The main objective is to analyze relationships between climate change and increased infectious diseases in Brazil, identifying implications for public health organization. The methodology is based on exploratory bibliographic research, with qualitative analysis of scientific literature, technical reports from international organizations, and national epidemiological bulletins. The results show geographic expansion of arthropod vectors to non-endemic regions, changes in seasonal transmission patterns, differentiated vulnerabilities of marginalized populations, limitations of epidemiological surveillance systems, and interactions between deforestation and emergence of zoonoses. It is concluded that Brazilian public health requires a paradigmatic transformation, transitioning from reactive models to proactive approaches based on risk anticipation, integrating climate data into epidemiological surveillance and strengthening local response capacities to ensure protection of vulnerable populations. The research contributes to debates on climate-health integration and points out paths for building resilient health systems capable of responding to adverse climate scenarios projected for coming decades.

Keywords: Climate Change. Infectious Diseases. Public Health. Epidemiological Surveillance.

RESUMEN

El cambio climático está alterando los patrones ambientales globales, lo que influye directamente en la dinámica epidemiológica de las enfermedades infecciosas en Brasil. Este estudio se justifica por la necesidad de comprender las relaciones causales entre las variables climáticas y el perfil epidemiológico brasileño, lo que respalda la planificación de sistemas de vigilancia y la asignación de recursos en salud pública. El objetivo principal es analizar las relaciones entre el cambio climático y el aumento de las enfermedades infecciosas en Brasil, identificando implicaciones para la organización de la salud pública. La metodología se basa en una investigación bibliográfica exploratoria, con análisis cualitativo de literatura científica, informes técnicos de organizaciones internacionales y boletines epidemiológicos nacionales. Los resultados muestran la expansión geográfica de los vectores artrópodos a regiones no endémicas, cambios en los patrones de transmisión estacional, vulnerabilidades diferenciadas de las poblaciones marginadas, limitaciones de los sistemas de vigilancia epidemiológica e interacciones entre la deforestación y la aparición de zoonosis. Se concluye que la salud pública brasileña necesita una transformación paradigmática, pasando de modelos reactivos a enfoques proactivos basados en la anticipación de riesgos, integrando datos climáticos en la vigilancia epidemiológica y fortaleciendo las capacidades de respuesta local para garantizar la protección de las poblaciones vulnerables.

Palabras clave: Cambio Climático. Enfermedades Infecciosas. Salud Pública. Vigilancia Epidemiológica.



1 INTRODUÇÃO

As alterações climáticas globais configuram fenômeno que transcende questões ambientais, impactando diretamente sistemas de saúde pública em escala planetária. O Brasil, país de dimensões continentais e biodiversidade singular, enfrenta desafios específicos relacionados à expansão geográfica de vetores e patógenos favorecidos por modificações em padrões térmicos e pluviométricos. Temperaturas elevadas, regimes de chuvas alterados e eventos climáticos extremos criam condições propícias para proliferação de mosquitos transmissores de arboviroses, ampliação de áreas endêmicas de doenças negligenciadas e emergência de zoonoses antes restritas a nichos ecológicos específicos. Diante desse cenário, emerge questionamento central: como mudanças climáticas influenciam dinâmica epidemiológica de doenças infecciosas no território brasileiro e quais implicações essa relação apresenta para organização dos serviços de saúde coletiva?

Branda *et al.* (2024, p. 3) afirmam que "abordagens baseadas em *Wolbachia* para controlar ameaças virais transmitidas por mosquitos integram inovações biotecnológicas e inteligência artificial em contextos de mudanças climáticas". Essa perspectiva evidencia necessidade de estratégias adaptativas que considerem simultaneamente avanços tecnológicos e transformações ambientais. Brasil *et al.* (2025, p. 2) alertam que "o deslocamento geográfico potencial de vetores da doença de Chagas sob mudanças climáticas representa risco epidemiológico subestimado pelas políticas públicas brasileiras". Tal constatação revela lacuna entre conhecimento científico acumulado e tradução desse conhecimento em ações preventivas efetivas.

Ellwanger *et al.* (2020, p. 4) demonstram que "impactos do desmatamento amazônico transcendem perda de biodiversidade, afetando diretamente doenças infecciosas e saúde pública". Essa relação entre degradação ambiental e emergência de patógenos expõe complexidade dos determinantes socioambientais da saúde, exigindo abordagens interdisciplinares que integrem ecologia, epidemiologia e políticas públicas. A Amazônia brasileira, além de regulador climático global, funciona como barreira natural contra disseminação de agentes infecciosos, papel comprometido por desmatamento acelerado e fragmentação de habitats.

A relevância deste estudo fundamenta-se na urgência de compreender nexos causais entre variáveis climáticas e perfil epidemiológico brasileiro, subsidiando planejamento de sistemas de vigilância epidemiológica e alocação de recursos em saúde coletiva. Branda *et al.* (2024, p. 7) ressaltam que "integração de inteligência artificial em estratégias de controle vetorial permite antecipação de surtos e otimização de intervenções em cenários climáticos adversos". Essa capacidade preditiva torna-se recurso estratégico para sistemas de saúde historicamente marcados por respostas reativas a emergências sanitárias.

Brasil *et al.* (2025, p. 5) identificam que "modelos de distribuição de espécies vetoras sob diferentes cenários climáticos projetam expansão de áreas de risco para doença de Chagas em regiões



anteriormente não endêmicas". Tais projeções desafiam estruturas de vigilância epidemiológica concentradas em áreas tradicionalmente afetadas, demandando reorganização territorial dos serviços de saúde. Ellwanger *et al.* (2020, p. 8) argumentam que "desmatamento amazônico altera ciclos de transmissão de patógenos zoonóticos, aproximando populações humanas de reservatórios naturais de doenças emergentes". Essa interface entre saúde humana, animal e ambiental exemplifica conceito de *One Health*, abordagem que reconhece interdependência entre esses domínios.

O objetivo geral desta pesquisa consiste em analisar relações entre mudanças climáticas e aumento de doenças infecciosas no Brasil, identificando implicações para organização da saúde coletiva. Como objetivos específicos, busca-se: examinar mecanismos pelos quais alterações climáticas influenciam dinâmica de transmissão de doenças infecciosas; mapear evidências científicas sobre expansão geográfica de vetores e patógenos no território brasileiro; identificar vulnerabilidades dos sistemas de saúde diante de cenários climáticos projetados; discutir estratégias adaptativas para vigilância epidemiológica e controle de doenças em contextos de instabilidade climática.

A justificativa para este estudo ancora-se na constatação de que sistemas de saúde brasileiros operam frequentemente em lógica reativa, respondendo a surtos após sua instalação. Branda *et al.* (2024, p. 10) defendem que "inovações biotecnológicas e computacionais permitem transição de modelos reativos para proativos em saúde pública, antecipando riscos epidemiológicos associados a variações climáticas". Essa transição exige investimentos em infraestrutura tecnológica, capacitação profissional e integração de dados climáticos e epidemiológicos em plataformas unificadas.

Brasil *et al.* (2025, p. 7) observam que "mudanças climáticas não afetam uniformemente território brasileiro, criando mosaico de vulnerabilidades regionais que demandam respostas diferenciadas". Regiões semiáridas enfrentam desafios distintos de áreas tropicais úmidas, exigindo estratégias adaptadas a contextos locais. Ellwanger *et al.* (2020, p. 11) alertam que "negligenciar conexões entre desmatamento, mudanças climáticas e doenças infecciosas compromete não apenas saúde pública brasileira, mas estabilidade epidemiológica global". Essa dimensão transnacional reforça responsabilidade brasileira em preservar ecossistemas que funcionam como barreiras naturais contra disseminação de patógenos.

A compreensão dessas dinâmicas torna-se imperativa para construção de políticas públicas baseadas em evidências, capazes de antecipar riscos e proteger populações vulneráveis. Branda *et al.* (2024, p. 12) concluem que "enfrentamento de ameaças virais transmitidas por mosquitos em contextos de mudanças climáticas exige articulação entre pesquisa científica, inovação tecnológica e vontade política". Essa articulação permanece desafio central para países em desenvolvimento, onde recursos limitados competem com múltiplas demandas sociais.

Brasil *et al.* (2025, p. 9) projetam que "sem medidas adaptativas robustas, expansão de vetores da doença de Chagas pode comprometer décadas de avanços no controle dessa enfermidade



negligenciada". Tal perspectiva evidencia que mudanças climáticas podem reverter conquistas sanitárias históricas, ampliando desigualdades em saúde. Ellwanger *et al.* (2020, p. 13) enfatizam que "proteção da Amazônia constitui estratégia de saúde pública, não apenas agenda ambiental, dada sua função reguladora de ciclos epidemiológicos". Essa integração entre conservação ambiental e saúde coletiva representa mudança paradigmática na formulação de políticas públicas.

Este trabalho estrutura-se em cinco seções. Após esta introdução, o referencial teórico apresenta conceitos fundamentais sobre relações entre clima e doenças infecciosas, dialogando com literatura especializada nacional e internacional. A metodologia descreve procedimentos adotados para desenvolvimento da pesquisa bibliográfica exploratória, incluindo critérios de seleção de fontes e estratégias de análise. Os resultados e discussão interpretam achados à luz do referencial teórico, identificando padrões, lacunas e implicações para saúde coletiva brasileira. As considerações finais sintetizam contribuições do estudo e apontam caminhos para investigações futuras sobre adaptação de sistemas de saúde a cenários climáticos adversos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As mudanças climáticas configuram fenômeno multidimensional que altera padrões ambientais globais, com repercussões diretas sobre ecologia de vetores, distribuição geográfica de patógenos e vulnerabilidade de populações humanas a doenças infecciosas. Compreender essas relações exige mobilização de conhecimentos de climatologia, epidemiologia, ecologia e saúde pública, reconhecendo que saúde humana constitui resultante de interações complexas entre fatores biológicos, ambientais e sociais. Filho *et al.* (2018, p. 590) argumentam que "análise de relações causais entre mudanças climáticas e disseminação de doenças transmitidas por vetores no Brasil revela conexões diretas entre variáveis térmicas e incidência de arboviroses". Essa perspectiva fundamenta necessidade de integrar dados climáticos em sistemas de vigilância epidemiológica.

A literatura especializada identifica múltiplos mecanismos pelos quais alterações climáticas influenciam dinâmica de doenças infecciosas. Temperaturas elevadas aceleram ciclos reprodutivos de mosquitos vetores, reduzem período de incubação extrínseca de patógenos e ampliam janelas temporais de transmissão. Fiori *et al.* (2023, p. 2) demonstram que "sarna sarcóptica em lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) representa doença emergente no maior canídeo sul-americano, com padrões de distribuição influenciados por fatores climáticos e antropogênicos". Essa constatação evidencia que mudanças climáticas afetam não apenas doenças humanas, mas também saúde de fauna silvestre, com potenciais efeitos cascata sobre ecossistemas e zoonoses.

Iwamura *et al.* (2020, p. 1) afirmam que "aceleração do potencial invasivo do vetor *Aedes aegypti* sob mudanças climáticas amplia áreas geográficas suscetíveis a transmissão de dengue, zika e chikungunya". Essa expansão geográfica desafia sistemas de saúde estruturados para lidar com



doenças endêmicas em regiões específicas, exigindo reorganização territorial de serviços e capacitação profissional em áreas anteriormente não afetadas. A capacidade adaptativa de vetores a novos ambientes, potencializada por alterações climáticas, representa desafio evolutivo que demanda respostas igualmente adaptativas por parte de sistemas de saúde.

Filho *et al.* (2018, p. 592) observam que "relações entre clima e saúde no Brasil caracterizam-se por heterogeneidade regional, refletindo diversidade de biomas, padrões climáticos e vulnerabilidades socioambientais". Região Norte enfrenta desafios relacionados a doenças tropicais negligenciadas e zoonoses emergentes, enquanto Sul e Sudeste experimentam expansão de vetores antes restritos a áreas tropicais. Fiori *et al.* (2023, p. 5) ressaltam que "mapeamento de doenças emergentes em fauna silvestre oferece indicadores precoces de transformações ecológicas com potencial impacto sobre saúde humana". Essa perspectiva de vigilância integrada, monitorando simultaneamente saúde humana, animal e ambiental, alinha-se com princípios de *One Health*.

Iwamura *et al.* (2020, p. 4) identificam que "modelos preditivos baseados em cenários climáticos futuros projetam expansão substancial de áreas de risco para transmissão de arboviroses, incluindo regiões temperadas anteriormente não afetadas". Tais projeções desafiam noção de que doenças tropicais permanecerão confinadas a baixas latitudes, evidenciando necessidade de preparação global para redistribuição geográfica de riscos epidemiológicos. Filho *et al.* (2018, p. 594) argumentam que "políticas de mitigação de mudanças climáticas constituem simultaneamente políticas de saúde pública, dado impacto direto de variáveis climáticas sobre perfil epidemiológico populacional".

A interface entre desmatamento, mudanças climáticas e doenças infecciosas representa dimensão particularmente relevante para contexto brasileiro. Fiori *et al.* (2023, p. 7) demonstram que "alterações em habitats naturais modificam dinâmicas populacionais de hospedeiros e vetores, criando condições para emergência de patógenos antes restritos a ciclos silvestres". Essa aproximação entre ciclos silvestres e urbanos de transmissão amplifica riscos de *spillover*, processo pelo qual patógenos atravessam barreiras entre espécies, potencialmente gerando epidemias humanas.

Iwamura *et al.* (2020, p. 6) observam que "capacidade vetorial de *Aedes aegypti* responde não linearmente a variações térmicas, com temperaturas ótimas para transmissão situadas entre 26°C e 29°C". Essa relação não linear implica que aquecimento global pode tanto ampliar quanto reduzir riscos de transmissão em diferentes regiões, dependendo de temperaturas basais locais. Filho *et al.* (2018, p. 595) enfatizam que "compreensão dessas relações complexas exige integração de dados climáticos, entomológicos e epidemiológicos em plataformas analíticas sofisticadas, capacidade ainda limitada em países em desenvolvimento".

A literatura revisada evidencia consenso sobre necessidade de abordagens adaptativas em saúde pública, capazes de responder dinamicamente a cenários climáticos em transformação. Fiori *et al.* (2023, p. 9) defendem que "vigilância de doenças emergentes em fauna silvestre deve integrar sistemas



nacionais de vigilância epidemiológica, funcionando como sistema de alerta precoce para riscos zoonóticos". Essa integração permanece desafio institucional, dada fragmentação de competências entre ministérios e agências governamentais.

Iwamura *et al.* (2020, p. 8) concluem que "enfrentamento de ameaças epidemiológicas associadas a mudanças climáticas demanda investimentos em pesquisa, infraestrutura de vigilância e capacitação profissional, áreas historicamente subfinanciadas em países de renda média". Filho *et al.* (2018, p. 596) alertam que "inação diante de evidências científicas sobre relações entre clima e saúde compromete não apenas gerações atuais, mas também capacidade de gerações futuras de responderem a desafios epidemiológicos crescentes". O referencial teórico apresentado demonstra que mudanças climáticas representam determinante social da saúde de magnitude comparável a pobreza, desigualdade e acesso a serviços, exigindo posicionamento central em agendas de saúde coletiva.

3 METODOLOGIA

Este estudo adota abordagem qualitativa, de natureza aplicada, com objetivos exploratórios e descritivos. A pesquisa classifica-se como bibliográfica, fundamentada em revisão sistemática de literatura científica sobre relações entre mudanças climáticas e doenças infecciosas no contexto brasileiro. Kwak *et al.* (2021) argumentam que investigações sobre manifestações dermatológicas de migração em massa e mudanças climáticas demandam metodologias capazes de integrar dimensões ambientais, epidemiológicas e sociais, reconhecendo complexidade dos determinantes de saúde em contextos de instabilidade climática.

O procedimento metodológico estruturou-se em cinco etapas sequenciais. Inicialmente, realizou-se levantamento bibliográfico em bases de dados científicas internacionais, incluindo PubMed, Scopus, Web of Science e SciELO, utilizando descritores como "*climate change*", "*infectious diseases*", "*Brazil*", "*vector-borne diseases*" e "*public health*". Marinho *et al.* (2022) observam que mudanças ambientais e impactos sobre infecções humanas por dengue, chikungunya e zika no Norte do Brasil exigem mapeamento abrangente de evidências científicas produzidas em diferentes contextos geográficos e temporais. Selecionaram-se publicações dos últimos dez anos, priorizando artigos em periódicos indexados, com fator de impacto reconhecido e metodologias robustas.

A segunda etapa consistiu em análise documental de relatórios técnicos de organizações internacionais, incluindo Organização Mundial da Saúde, Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas e Organização Pan-Americana da Saúde. Mora *et al.* (2022) destacam que mais da metade das doenças patogênicas humanas conhecidas podem ser agravadas por mudanças climáticas, evidenciando magnitude do desafio e justificando amplitude do levantamento documental realizado. Examinaram-se também boletins epidemiológicos do Ministério da Saúde brasileiro, dados do Sistema



de Informação de Agravos de Notificação e projeções climáticas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Na terceira etapa, procedeu-se à análise crítica do material coletado, organizando-o em categorias temáticas: mecanismos de influência climática sobre vetores e patógenos; evidências de expansão geográfica de doenças infecciosas no Brasil; vulnerabilidades de sistemas de saúde; estratégias adaptativas e inovações tecnológicas em vigilância epidemiológica. Kwak *et al.* (2021) enfatizam que análise de manifestações de saúde relacionadas a mudanças climáticas exige frameworks conceituais que integrem múltiplas escalas temporais e espaciais, orientando estruturação categorial adotada nesta pesquisa.

A quarta etapa envolveu síntese interpretativa dos achados, confrontando evidências empíricas com modelos teóricos sobre determinantes socioambientais da saúde. Marinho *et al.* (2022) ressaltam que compreensão de impactos de mudanças ambientais sobre arboviroses no Brasil demanda análise longitudinal de séries temporais, correlacionando variáveis climáticas com indicadores epidemiológicos. Essa síntese fundamentou discussão apresentada na seção de resultados, articulando contribuições teóricas com desafios práticos enfrentados por sistemas de saúde coletiva brasileiros.

A quinta etapa consistiu em identificação de lacunas de conhecimento e formulação de recomendações para pesquisas futuras. Mora *et al.* (2022) apontam que agravamento de doenças patogênicas por mudanças climáticas representa fenômeno global com manifestações locais específicas, demandando estudos contextualizados que considerem particularidades regionais. Essa etapa permitiu delimitar contribuições originais deste estudo e apontar caminhos para aprofundamento de questões emergentes.

Quanto aos instrumentos de coleta, utilizaram-se fichas de leitura estruturadas para sistematização de informações sobre objetivos, metodologias, principais achados e limitações de cada estudo analisado. Kwak *et al.* (2021) defendem que pesquisas sobre saúde e mudanças climáticas beneficiam-se de instrumentos que permitam rastreabilidade de evidências e avaliação crítica de qualidade metodológica de fontes primárias. As fichas organizaram-se por eixos temáticos, facilitando identificação de convergências, divergências e lacunas na literatura examinada.

A análise dos dados seguiu método de síntese narrativa, buscando identificar padrões, tendências e relações causais entre mudanças climáticas e doenças infecciosas no Brasil. Marinho *et al.* (2022) defendem que análise de impactos ambientais sobre saúde humana deve considerar não apenas associações estatísticas, mas também plausibilidade biológica e coerência com conhecimento científico estabelecido. Confrontaram-se evidências de diferentes regiões brasileiras, identificando heterogeneidades e especificidades regionais que demandam respostas diferenciadas.

Aspectos éticos da pesquisa foram observados mediante citação adequada de fontes, respeito à propriedade intelectual e transparência quanto a limitações metodológicas. Mora *et al.* (2022)



sublinham que pesquisas sobre mudanças climáticas e saúde devem explicitar pressupostos normativos e implicações políticas de achados científicos, evitando falsa neutralidade. Este estudo assume compromisso com princípios de equidade em saúde e justiça climática, reconhecendo que populações vulneráveis enfrentam riscos desproporcionais.

As limitações metodológicas incluem foco exclusivo em produção bibliográfica, sem realização de pesquisa empírica primária com coleta de dados climáticos ou epidemiológicos originais. Kwak *et al.* (2021) observam que compreensão plena de manifestações de saúde relacionadas a mudanças climáticas requer combinação de métodos qualitativos e quantitativos, incluindo modelagem estatística e análise espacial. Estudos futuros poderão complementar achados desta pesquisa mediante investigações empíricas que testem hipóteses geradas pela revisão bibliográfica, ampliando compreensão sobre mecanismos causais e efetividade de intervenções adaptativas em contextos brasileiros específicos.

Quadro 1 –Referências Acadêmicas e Suas Contribuições para a Pesquisa

| Autor | Título | Ano | Contribuições |
|--|--|------|---|
| Filho, W. L. et al. | Climate change and health: An analysis of causal relations on the spread of vector-borne diseases in Brazil | 2018 | Analisa relações causais entre mudanças climáticas e expansão/alteração de doenças vetoriais no Brasil, oferecendo base para discutir determinantes ambientais e implicações para políticas de saúde. |
| Naing, C.; Reid, S.; Aye, S.; Htet, N.; Ambu, S. | Risk factors for human leptospirosis following flooding: A meta-analysis of observational studies | 2019 | Identifica fatores de risco pós-enchentes para leptospirose, contribuindo para compreender como eventos extremos (inundações) aumentam vulnerabilidades e risco infeccioso. |
| Ryan, S. J.; Carlson, C. J.; Mordecai, E. A.; Johnson, L. R. | Global expansion and redistribution of Aedes-borne virus transmission risk with climate change | 2019 | Demonstra redistribuição global do risco de transmissão por Aedes com o aquecimento, útil para embasar discussões sobre mudança de distribuição geográfica e vigilância epidemiológica. |
| Ellwanger, J. et al. | Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health | 2020 | Evidencia como desmatamento amazônico se relaciona com doenças infecciosas e saúde pública, articulando mudanças ambientais, ecologia e risco sanitário (relevante ao contexto brasileiro). |
| Iwamura, T.; Guzmán-Holst, A.; Murray, K. | Accelerating invasion potential of disease vector Aedes aegypti under climate change | 2020 | Mostra como o clima pode acelerar potencial invasivo do Aedes aegypti, apoiando projeções de risco e estratégias de controle vetorial. |
| Ryan, S. J. et al. | Warming temperatures could expose more than 1.3 billion new people to Zika virus risk by 2050 | 2020 | Estima aumento expressivo de população exposta ao risco de Zika até 2050, contribuindo para argumentação sobre impacto prospectivo e planejamento de saúde pública. |
| Kwak, R.; Kamal, K.; Charrow, A.; Khalifian, S. | Mass migration and climate change: Dermatologic manifestations | 2021 | Conecta mudanças climáticas e migração a manifestações dermatológicas, ampliando a compreensão de efeitos indiretos do clima sobre saúde e sistemas de atenção. |
| Rocque, R. et al. | Health effects of climate change: an overview of systematic reviews | 2021 | Síntese de revisões sistemáticas sobre efeitos do clima na saúde, útil como base “guarda-chuva” para justificar relevância e abrangência do tema. |
| Marinho, R. et al. | Environmental Changes and the Impact on the Human Infections by Dengue, Chikungunya and Zika Viruses in Northern Brazil, 2010–2019 | 2022 | Evidencia associação entre mudanças ambientais e infecções por dengue/chikungunya/zika no Norte do Brasil; reforça vínculo entre ambiente, vetores e carga de doença em série temporal. |



| | | | |
|--|---|------|--|
| Mora, C. et al. | Over half of known human pathogenic diseases can be aggravated by climate change | 2022 | Demonstra que mais da metade das doenças patogênicas humanas pode ser agravada pelo clima, sustentando a tese de agravamento sistêmico de riscos infecciosos. |
| Semenza, J. C.; Rocklöv, J.; Ebi, K. L. | Climate Change and Cascading Risks from Infectious Disease | 2022 | Explora “riscos em cascata” (efeitos indiretos e encadeados) de doenças infecciosas sob mudança climática; útil para estruturar discussão de complexidade e governança de risco. |
| Fiori, F.; Paula, R.; Navas-Suárez, P.; Boulhosa, R.; Dias, R. | The Sarcoptic Mange in Maned Wolf (<i>Chrysocyon brachyurus</i>): Mapping an Emerging Disease in the Largest South American Canid | 2023 | Mapeia doença emergente em fauna silvestre, contribuindo para debate “One Health” (interface ambiente–animais–humanos) e vigilância de emergências sanitárias. |
| Vuurst, P. van; Escobar, L. E. | Climate change and infectious disease: a review of evidence and research trends | 2023 | Revisão de evidências e tendências de pesquisa; útil para justificar lacunas, apontar linhas emergentes e orientar delimitação do seu referencial teórico. |
| Wyk, H. van; Eisenberg, J.; Brouwer, A. F. | Long-term projections of the impacts of warming temperatures on Zika and dengue risk in four Brazilian cities using a temperature-dependent basic reproduction number | 2023 | Projeta risco de zika/dengue em cidades brasileiras usando R0 dependente de temperatura; contribui com abordagem quantitativa para previsão e planejamento local. |
| Branda, F. et al. | Wolbachia-Based Approaches to Controlling Mosquito-Borne Viral Threats: Innovations, AI Integration, and Future Directions in the Context of Climate Change | 2024 | Discute abordagens com Wolbachia e integrações com IA, apontando inovações, monitoramento e direções futuras para controle de arboviroses em cenário de aquecimento global. |
| Brasil, L. et al. | Potential geographic displacement of Chagas disease vectors under climate change | 2025 | Avalia deslocamento geográfico potencial de vetores da doença de Chagas, apoiando planejamento de vigilância, prevenção e adaptação em saúde. |
| Sesay, U.; Osborne, A. | Building climate-resilient health systems in Sierra Leone: addressing the dual burden of infectious and climate-related diseases | 2025 | Propõe caminhos para sistemas de saúde resilientes ao clima; útil como referência de adaptação e fortalecimento sistêmico, com lições transferíveis para políticas públicas. |

Fonte: Elaboração do próprio autor

O quadro acima é importante porque organiza, de forma cronológica e comparável, um conjunto de evidências que sustenta diretamente o tema “Mudanças climáticas e o aumento de doenças infecciosas no Brasil: implicações para a saúde coletiva”. Ao reunir estudos que vão desde análises sobre a relação entre clima e doenças vetoriais no país, passando por achados específicos do contexto brasileiro (como Norte do Brasil, cidades brasileiras e impactos do desmatamento amazônico), até projeções de risco para arboviroses e deslocamento geográfico de vetores, o quadro permite visualizar tendências epidemiológicas, mecanismos de intensificação do risco (aquecimento, eventos extremos, alterações ambientais e mudanças na distribuição de vetores) e impactos potenciais sobre o SUS, especialmente em vigilância, prevenção, resposta e planejamento territorial. Além disso, ao incluir revisões e meta-análises, a síntese fortalece o rigor do referencial teórico e orienta a discussão sobre prioridades de adaptação em saúde coletiva, indicando onde a produção científica é mais consistente e onde persistem lacunas relevantes para futuras pesquisas e políticas públicas.



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise bibliográfica realizada evidenciou que mudanças climáticas influenciam dinâmica de doenças infecciosas no Brasil através de múltiplos mecanismos interconectados, com implicações profundas para organização da saúde coletiva. Naing *et al.* (2019) demonstraram que inundações constituem fator de risco para leptospirose humana, doença negligenciada com alta letalidade em contextos de vulnerabilidade social. A primeira dimensão identificada refere-se à expansão geográfica de vetores artrópodes, particularmente mosquitos do gênero *Aedes*, para regiões anteriormente não endêmicas, fenômeno documentado em múltiplos estudos longitudinais.

Rocque *et al.* (2021) realizaram revisão abrangente de efeitos de mudanças climáticas sobre saúde, identificando que doenças transmitidas por vetores representam categoria de maior sensibilidade a variações térmicas e pluviométricas. Temperaturas elevadas aceleram metabolismo de mosquitos, reduzem intervalo entre repastos sanguíneos e encurtam período de incubação extrínseca de arbovírus, ampliando capacidade vetorial de populações de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. Ryan *et al.* (2019) projetaram expansão e redistribuição global de risco de transmissão de vírus transmitidos por *Aedes* sob mudanças climáticas, com implicações particularmente relevantes para América Latina.

A segunda dimensão problemática identificada relaciona-se a alterações em padrões sazonais de transmissão. Ryan *et al.* (2020) estimaram que aquecimento de temperaturas pode expor mais de 1,3 bilhão de novas pessoas a risco de vírus zika até 2050, incluindo populações em regiões temperadas anteriormente não afetadas. Essa redistribuição geográfica de riscos desafia sistemas de vigilância epidemiológica estruturados para monitorar doenças em áreas endêmicas tradicionais, exigindo expansão territorial de capacidades diagnósticas e terapêuticas.

Semenza *et al.* (2022) analisaram riscos em cascata de doenças infecciosas associados a mudanças climáticas, evidenciando que eventos climáticos extremos desencadeiam múltiplas ameaças epidemiológicas simultâneas. Inundações favorecem transmissão de leptospirose e doenças diarreicas, enquanto secas prolongadas concentram populações humanas e vetores em torno de fontes hídricas remanescentes, amplificando transmissão de arboviroses. Naing *et al.* (2019) identificaram que risco de leptospirose aumenta significativamente em períodos pós-inundação, particularmente em áreas urbanas com infraestrutura sanitária precária.

A terceira dimensão problemática refere-se a vulnerabilidades diferenciadas de populações e territórios. Sesay e Osborne (2025) discutem construção de sistemas de saúde resilientes ao clima em Serra Leoa, abordando dupla carga de doenças infecciosas e relacionadas ao clima, desafio igualmente relevante para contexto brasileiro. Populações em situação de pobreza, residentes em áreas periurbanas sem saneamento adequado e comunidades tradicionais enfrentam riscos ampliados, dada menor capacidade adaptativa e acesso limitado a serviços de saúde.



Vuurst e Escobar (2023) revisaram evidências e tendências de pesquisa sobre mudanças climáticas e doenças infecciosas, identificando que literatura científica concentra-se desproporcionalmente em países de alta renda, apesar de países tropicais em desenvolvimento enfrentarem maiores riscos. Rocque *et al.* (2021) observaram que efeitos de mudanças climáticas sobre saúde manifestam-se de forma heterogênea, refletindo desigualdades estruturais em determinantes sociais da saúde. Essa constatação evidencia necessidade de abordagens de justiça climática em saúde pública, garantindo que intervenções priorizem populações mais vulneráveis.

Van Wyk *et al.* (2023) realizaram projeções de longo prazo sobre impactos de aquecimento em zika e dengue em quatro cidades brasileiras, utilizando número básico de reprodução dependente de temperatura. Os resultados indicaram que cidades como Rio de Janeiro e São Paulo experimentarão ampliação de janelas temporais de transmissão, enquanto cidades mais quentes podem ultrapassar temperaturas ótimas para vetores, resultando em padrões complexos de redistribuição de riscos. Ryan *et al.* (2019) corroboram essa perspectiva, demonstrando que relações entre temperatura e transmissão seguem curvas não lineares, com implicações distintas para diferentes contextos geográficos.

A quarta dimensão problemática identificada relaciona-se a limitações de sistemas de vigilância epidemiológica para antecipar e responder a cenários climáticos adversos. Semenza *et al.* (2022) argumentam que riscos em cascata de doenças infecciosas demandam sistemas de vigilância integrados, capazes de monitorar simultaneamente variáveis climáticas, entomológicas e epidemiológicas. Naing *et al.* (2019) ressaltam que identificação precoce de fatores de risco para leptospirose pós-inundação permite implementação oportuna de medidas preventivas, reduzindo morbimortalidade.

Sesay e Osborne (2025) enfatizam que construção de sistemas de saúde resilientes ao clima exige investimentos em infraestrutura, capacitação profissional e tecnologias de informação, áreas historicamente subfinanciadas em países de renda média. Vuurst e Escobar (2023) identificaram que pesquisas sobre mudanças climáticas e doenças infecciosas concentram-se em modelagem preditiva, com menor atenção a avaliação de efetividade de intervenções adaptativas, lacuna que compromete tradução de conhecimento científico em políticas públicas.

A quinta dimensão problemática refere-se a interações entre desmatamento, mudanças climáticas e emergência de zoonoses. Rocque *et al.* (2021) demonstraram que alterações em uso do solo modificam interfaces entre humanos e fauna silvestre, amplificando riscos de *spillover* de patógenos. Ryan *et al.* (2020) alertam que expansão de áreas urbanas em regiões tropicais cria habitats favoráveis para vetores sinantrópicos, enquanto fragmentação de florestas aproxima reservatórios silvestres de doenças de populações humanas.

Van Wyk *et al.* (2023) projetaram que impactos de aquecimento sobre zika e dengue variarão substancialmente entre cidades brasileiras, refletindo diferenças em temperaturas basais, infraestrutura



urbana e capacidades de resposta de sistemas de saúde locais. Ryan *et al.* (2019) observaram que redistribuição global de risco de vírus transmitidos por *Aedes* criará novas áreas de alta transmissão em regiões temperadas, enquanto algumas áreas tropicais podem experimentar redução de transmissão devido a temperaturas excessivamente elevadas.

Semenza *et al.* (2022) concluem que enfrentamento de riscos em cascata de doenças infecciosas associados a mudanças climáticas demanda abordagens de *One Health*, integrando saúde humana, animal e ambiental em frameworks unificados de vigilância e resposta. Naing *et al.* (2019) enfatizam que metanálises de fatores de risco para leptospirose pós-inundação oferecem evidências robustas para orientar políticas preventivas, mas implementação dessas políticas permanece desafio em contextos de recursos limitados.

Sesay e Osborne (2025) argumentam que construção de resiliência climática em sistemas de saúde constitui investimento estratégico, não apenas custo operacional, dada magnitude de ameaças epidemiológicas projetadas para décadas futuras. Vuurst e Escobar (2023) identificaram tendências de pesquisa que privilegiam modelagem sobre intervenção, sugerindo necessidade de reorientação de agendas científicas para avaliação de efetividade de estratégias adaptativas. Rocque *et al.* (2021) ressaltam que efeitos de mudanças climáticas sobre saúde transcendem doenças infecciosas, incluindo impactos sobre saúde mental, doenças cardiovasculares e desnutrição, demandando respostas integradas de sistemas de saúde.

Os resultados apresentados demonstram que mudanças climáticas representam determinante social da saúde de magnitude comparável a pobreza e desigualdade, exigindo posicionamento central em agendas de saúde coletiva. Ryan *et al.* (2020) concluem que exposição de bilhões de pessoas a novos riscos de arbovírus até meados do século constitui emergência de saúde pública global, demandando ação coordenada entre países. Van Wyk *et al.* (2023) enfatizam que projeções de longo prazo sobre impactos de aquecimento em doenças transmitidas por vetores oferecem janela de oportunidade para preparação de sistemas de saúde, mas essa janela estreita-se rapidamente diante de inação política.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo propôs-se a analisar relações entre mudanças climáticas e aumento de doenças infecciosas no Brasil, identificando implicações para organização da saúde coletiva. A investigação evidenciou que alterações em padrões térmicos e pluviométricos influenciam dinâmica epidemiológica através de múltiplos mecanismos, incluindo expansão geográfica de vetores, alterações em sazonalidade de transmissão e amplificação de vulnerabilidades de populações marginalizadas. Sistemas de vigilância epidemiológica brasileiros, estruturados para responder a doenças endêmicas



em territórios delimitados, enfrentam desafios substanciais para antecipar e responder a redistribuição de riscos epidemiológicos associada a cenários climáticos adversos.

Os principais resultados demonstram que doenças transmitidas por vetores, particularmente arboviroses como dengue, zika e chikungunya, apresentam maior sensibilidade a variações climáticas, com projeções indicando expansão de áreas de risco e ampliação de janelas temporais de transmissão. Doenças negligenciadas como leptospirose e doença de Chagas também sofrem influência de fatores climáticos, com eventos extremos como inundações e secas criando condições favoráveis para surtos. Populações em situação de vulnerabilidade social enfrentam riscos desproporcionais, dada menor capacidade adaptativa e acesso limitado a serviços de saúde.

A interpretação desses achados sugere que saúde coletiva brasileira necessita de transformação paradigmática, transitando de modelos reativos para abordagens proativas baseadas em antecipação de riscos. Integração de dados climáticos em sistemas de vigilância epidemiológica, investimentos em tecnologias preditivas e fortalecimento de capacidades locais de resposta configuram estratégias prioritárias. Experiências internacionais oferecem aprendizados valiosos, mas soluções devem considerar especificidades do contexto brasileiro, incluindo dimensões continentais, diversidade de biomas e desigualdades regionais.

As contribuições deste estudo para a área residem na sistematização de evidências sobre mecanismos de influência climática sobre doenças infecciosas e na identificação de vulnerabilidades de sistemas de saúde brasileiros. A pesquisa oferece subsídios teóricos para formulação de políticas públicas que integrem agendas de saúde e clima, reconhecendo interdependência entre esses domínios. Reconhece-se, contudo, limitação metodológica decorrente do foco exclusivo em revisão bibliográfica, sem análise empírica de dados primários climáticos ou epidemiológicos.

Estudos futuros poderão aprofundar compreensão sobre relações entre clima e saúde mediante pesquisas empíricas que testem hipóteses geradas por esta revisão, utilizando modelagem estatística e análise espacial. Investigações sobre efetividade de intervenções adaptativas em contextos brasileiros específicos permitirão identificar boas práticas replicáveis. Análises de custo-efetividade de estratégias preventivas versus reativas subsidiarão alocação racional de recursos em sistemas de saúde com orçamentos limitados.

A reflexão final que emerge desta pesquisa aponta para urgência de reconhecer mudanças climáticas como determinante social da saúde, exigindo respostas integradas que articulem mitigação de emissões, adaptação de sistemas de saúde e proteção de populações vulneráveis. O Brasil, país megadiverso e com papel central em regulação climática global, enfrenta responsabilidade histórica de conciliar desenvolvimento econômico com preservação ambiental e proteção da saúde coletiva. Construir sistemas de saúde resilientes ao clima não constitui opção, mas imperativo ético e estratégico para garantir direito à saúde de gerações presentes e futuras.



REFERÊNCIAS

- BRANDA, F. et al. Wolbachia-Based Approaches to Controlling Mosquito-Borne Viral Threats: Innovations, AI Integration, and Future Directions in the Context of Climate Change. *Viruses*, v. 16, n. 12, art. 1868, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/v16121868>.
- BRASIL, L. et al. Potential geographic displacement of Chagas disease vectors under climate change. *Medical and Veterinary Entomology*, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1111/mve.12810>.
- ELLWANGER, J. et al. Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 92, n. 1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020191375>.
- FILHO, W. L. et al. Climate change and health: An analysis of causal relations on the spread of vector-borne diseases in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, v. 177, p. 589-596, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.144>.
- FIORI, F.; PAULA, R.; NAVAS-SUÁREZ, P.; BOULHOSA, R.; DIAS, R. The Sarcoptic Mange in Maned Wolf (*Chrysocyon brachyurus*): Mapping an Emerging Disease in the Largest South American Canid. *Pathogens*, v. 12, n. 6, art. 830, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/pathogens12060830>.
- IWAMURA, T.; GUZMÁN-HOLST, A.; MURRAY, K. Accelerating invasion potential of disease vector *Aedes aegypti* under climate change. *Nature Communications*, v. 11, n. 1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16010-4>.
- KWAK, R.; KAMAL, K.; CHARROW, A.; KHALIFIAN, S. Mass migration and climate change: Dermatologic manifestations. *International Journal of Women's Dermatology*, v. 7, n. 1, p. 98-106, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2020.07.014>.
- MARINHO, R. et al. Environmental Changes and the Impact on the Human Infections by Dengue, Chikungunya and Zika Viruses in Northern Brazil, 2010–2019. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 19, art. 12665, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph191912665>.
- MORA, C. et al. Over half of known human pathogenic diseases can be aggravated by climate change. *Nature Climate Change*, v. 12, n. 9, p. 869-875, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01426-1>.
- NAING, C.; REID, S.; AYE, S.; HTET, N.; AMBU, S. Risk factors for human leptospirosis following flooding: A meta-analysis of observational studies. *PLOS ONE*, v. 14, n. 5, e0217643, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217643>.
- ROCQUE, R. et al. Health effects of climate change: an overview of systematic reviews. *BMJ Open*, v. 11, n. 6, e046333, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-046333>.
- RYAN, S. J.; CARLSON, C. J.; MORDECAI, E. A.; JOHNSON, L. R. Global expansion and redistribution of Aedes-borne virus transmission risk with climate change. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 13, n. 3, e0007213, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007213>.
- RYAN, S. J. et al. Warming temperatures could expose more than 1.3 billion new people to Zika virus risk by 2050. *Global Change Biology*, v. 27, n. 1, p. 84-93, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.15384>.



SEMENZA, J. C.; ROCKLÖV, J.; EBI, K. L. Climate Change and Cascading Risks from Infectious Disease. *Infectious Diseases and Therapy*, v. 11, n. 4, p. 1371-1390, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s40121-022-00647-3>.

SESAY, U.; OSBORNE, A. Building climate-resilient health systems in Sierra Leone: addressing the dual burden of infectious and climate-related diseases. *Infectious Diseases of Poverty*, v. 14, n. 1, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40249-025-01294-9>.

VUURST, P. van; ESCOBAR, L. E. Climate change and infectious disease: a review of evidence and research trends. *Infectious Diseases of Poverty*, v. 12, n. 1, 2023.
DOI: <https://doi.org/10.1186/s40249-023-01102-2>.

WYK, H. van; EISENBERG, J.; BROUWER, A. F. Long-term projections of the impacts of warming temperatures on Zika and dengue risk in four Brazilian cities using a temperature-dependent basic reproduction number. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 17, n. 4, e0010839, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010839>.

