



**SEMANA DE ANÁLISE
REGIONAL E URBANA**

MUDANÇAS CLIMÁTICAS:
estratégias de adaptação e mitigação
nos contextos regional e urbano

Impactos das Mudanças Climáticas na Incidência de Doenças Infectocontagiosas: Evidências Científicas e Estratégias de Adaptação e Mitigação nos Contextos Regional e Urbano

*Impacts of Climate Change on the Incidence of Infectious Diseases: Scientific Evidence
and Adaptation and Mitigation Strategies in Regional and Urban Contexts*

Luiz Fernando Quintanilha

Doutor em Ciências pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil.
Professor do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Urbano
(PPDRU/UNIFACS), Brasil.
luiz.mesq@ulife.com.br

Graciely Lima Ferraz da Silva

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Urbano
(PPDRU/UNIFACS), Brasil.
graciely.silva@ulife.com.br

Ana Luisa Guimarães Siqueira de Araújo

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Urbano
(PPDRU/UNIFACS), Brasil.
analuisa.g.siq@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

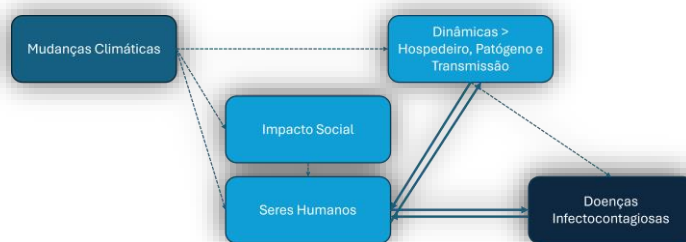
As mudanças climáticas são atribuídas a processos naturais e à atividade humana que altera as condições ambientais. Um conjunto cada vez mais robusto de evidências revelam alterações importantes no planeta nos últimos anos, como o aumento das temperaturas médias da superfície e índices de precipitações. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), entre 2030 e 2050, espera-se que as mudanças climáticas causem aproximadamente 250.000 mortes adicionais por ano, somente por desnutrição, malária, diarreia e estresse por calor (WHO, 2024).

Atualmente, a pauta das mudanças climáticas se destaca como um dos maiores desafios globais, com implicações para a economia, meio ambiente e saúde pública. Neste âmbito, diversos estudos têm revelado, de maneira cada vez mais consistente, os impactos dessas alterações climáticas na saúde humana (CUKIC, 2012). Mudanças regionais e globais de temperatura, precipitação e humidade têm impactos significativos em muitos patógenos infecciosos e nas dinâmicas de doenças (UWISHEMA, 2023). Como exemplo, podemos citar alterações da distribuição geográfica de vetores e de hospedeiros intermediários, incluindo insetos e roedores, em decorrência do aquecimento global (SACHAN, 2010; EL-SAYED, 2020).

Adicionalmente, segundo El-Sayed (2018), o aquecimento global pode resultar em mudanças sociodemográficas e migração massiva de humanos e animais de áreas quentes e secas para novas regiões mais atrativas. Isso é acompanhado por mudanças na distribuição geográfica clássica de animais selvagens, insetos, roedores e suas populações em todo o mundo. A figura 1 ilustra o efeito combinado das mudanças climáticas e suas associações com as doenças infectocontagiosas.



Figura 1 - Efeito das mudanças climáticas no surgimento de doenças infectocontagiosas



Fonte: adaptado de EL-SAYED (2020).

Algumas doenças, especialmente aquelas transmitidas por vetores (ex. dengue) ou pela água (ex. leptospirose), são sensíveis a variações ambientais, o que torna as populações humanas vulneráveis. Por este motivo, urge a necessidade de estudos que investiguem evidências robustas dessa relação e proponham estratégias de mitigação e adaptação dos problemas decorrentes deste cenário. O presente estudo visa revisar e analisar criticamente as evidências científicas que avaliam os impactos das mudanças climáticas na incidência de doenças infectocontagiosas e as abordagens propostas para adaptação e mitigação do problema, com foco em áreas que apresentam maior vulnerabilidade.

2 DESENVOLVIMENTO

Para explorar a relação entre mudanças climáticas e doenças infectocontagiosas, foi realizada uma revisão da literatura científica em bases como PubMed, Scopus e Web of Science, complementada por relatórios técnicos de organizações internacionais, como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Os critérios de inclusão consideraram estudos que apresentaram dados empíricos sobre a correlação entre variáveis climáticas e ambientais e a incidência de doenças. Foram incluídos apenas estudos dos últimos vinte anos (2005 a 2024), de língua portuguesa e/ou inglesa, cujos objetivos se associaram com o escopo do presente estudo.

2.1 Evidências dos Efeitos das Mudanças Climáticas sobre Doenças Infectocontagiosas

As mudanças climáticas estão reconfigurando o cenário epidemiológico global, com impactos significativos sobre a saúde humana. Atualmente, estudos demonstram a clara associação entre as alterações climáticas e o aumento da incidência de diversas doenças infectocontagiosas, incluindo a dengue (ROMANELLO, *et al.* 2024).

Além dos efeitos diretos sobre a transmissão de doenças vetoriais, as mudanças climáticas também influenciam a ocorrência de eventos extremos, como ondas de calor e inundações, que podem levar a problemas de saúde relacionados ao calor, doenças transmitidas pela água e deslocamentos populacionais. Dessa forma, é esperada a expansão da distribuição geográfica de vetores e patógenos, aumentando o risco de surtos epidêmicos em regiões previamente livres de doenças (ROMANELLO, *et al.* 2024).

Como exemplos deste cenário, podemos citar a doença de *Lyme*, que deve se tornar mais comum no Hemisfério Norte e a malária que, por sua vez, deve se espalhar ainda mais na África Subsaariana, Ásia e América do Sul.

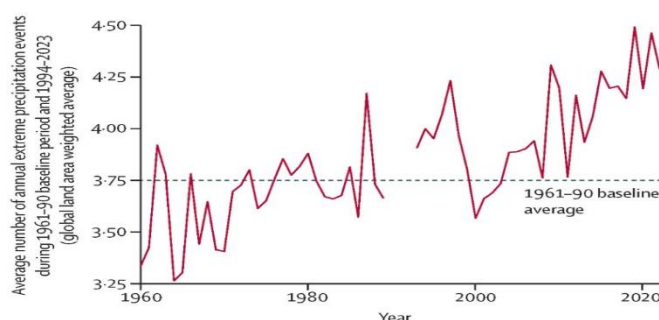
A temperatura e a umidade, componentes cruciais do nicho ecológico dos vetores, influenciam diretamente seus ciclos de vida, abundância populacional e capacidade vetorial. Segundo o IPCC (2022), as mudanças climáticas representam uma grave ameaça à saúde humana, com projeções alarmantes sobre o aumento de doenças e da mortalidade. Sob cenários



de altas emissões de gases de efeito estufa, espera-se um acréscimo de mais de nove milhões de mortes por ano até 2100, afetando principalmente populações mais vulneráveis. A transmissão de doenças transmitidas por vetores, como a dengue e a malária, deve se expandir para novas regiões e durar por períodos mais longos, colocando bilhões de pessoas em risco.

A expansão geográfica de vetores, a deterioração da qualidade da água e o aumento da frequência de eventos extremos corroboram a tendência de aumento na incidência de doenças infectocontagiosas, associando-as diretamente às mudanças climáticas. Dados do Boletim Epidemiológico Brasileiro (2022) evidenciam essa tendência, com um aumento expressivo na incidência de dengue no país, especialmente em regiões com maior vulnerabilidade social e ambiental. As alterações climáticas globais, marcadas pelo aumento das temperaturas médias, pela intensificação de enchentes e secas, e alteração dos padrões de precipitação, têm exercido uma influência significativa na dinâmica de doenças infectocontagiosas. Indicadores de precipitação recém-introduzido no relatório de 2024, revelam um aumento estatisticamente significativo na frequência de eventos extremos de precipitação, particularmente evidente na última década (ROMANELLO, *et al.* 2024).

Figura 2 - Eventos extremos de precipitação ao longo do tempo



Fonte: adaptado de ROMANELLO, *et al.* (2024).

Ademais, dados da situação epidemiológica brasileira evidenciam a associação entre a ocorrência de eventos climáticos extremos e o aumento da incidência de casos de leptospirose no Brasil (BRASIL, 2024). A exposição a ambientes contaminados por urina de roedores, especialmente em áreas com saneamento básico precário e em períodos pós-enchente, emerge como o principal fator de risco, conforme destacado por diversos estudos (SACHAN, 2010; EL-SAYED, 2020; UWISHEMA, 2023). Essa exposição, por sua vez, validam as pesquisas que consideram aspectos como urbanização, densidade populacional e vulnerabilidades sociais como fatores agravantes dos desfechos em saúde.

2.2 Impactos Urbanos e Regionais: Vulnerabilidade e Resiliência em Ambientes de Alta Densidade Populacional

As evidências trazidas a respeito da crise climática trazem à tona o debate imperativo sobre a justiça ambiental e climática. É descrito, por exemplo, que os efeitos dos desastres naturais na saúde humana são agravados nas situações de maior vulnerabilidade social, notadamente em países de média e baixa renda (VIANA, 2021; OLIVER, 2024). A leptospirose serve como exemplo cardinal, já que a correlação de sua ocorrência com fatores socioeconômicos já foi alvo de estudos prévios, que, partindo da ótica de distribuição espacial, observaram maior incidência nos setores de menor infraestrutura sanitária (PORTELA, 2020).

O mesmo padrão de iniquidades socioambientais pode ser evidenciado na escala global, haja vista que, em países de alta renda, a leptospirose está associada a atividades de



lazer no campo e situações ocupacionais específicas, enquanto em países de média renda, como o Brasil, a zoonose é considerada urbana e endêmica – com ocorrência durante todo o ano, porém exibindo aumento expressivo em épocas de sazonalidade de chuvas e inundações (SILVA, 2022).

No contexto das mudanças climáticas, eventos extremos evidenciam as fragilidades urbanas no enfrentamento e mitigação da contaminação de doenças infectocontagiosas. As enchentes, a exemplo das ocorridas no Rio Grande do Sul em 2024, trazem, além das perdas de vidas humanas e não humanas, impactos substanciais na saúde pública, como o surgimento de surtos de zoonoses relacionadas ao ciclo hídrico, em especial a hepatite A e a leptospirose.

Esta recente tragédia é um exemplo notório dos impactos das mudanças climáticas e eventos extremos na saúde pública. No período das enchentes e nos meses que sucederam a tragédia, houve um aumento expressivo do número de casos de leptospirose registrados pelo laboratório central do estado do Rio Grande do Sul (Lacen-RS). Em face ao aumento dos casos, somada à desestruturação da maioria dos serviços de saúde locais, pôde-se testemunhar o desabastecimento de medicações para profilaxia da leptospirose, tanto na assistência pública quanto nas privadas. É importante destacar que, conforme Reis et. al (2008), nota-se que as inequidades socioambientais atingem também as relações intraurbanas em uma mesma cidade. Neste sentido, os indivíduos com maior risco de leptospirose são os moradores de assentamentos irregulares nas periferias, sendo uma doença diretamente relacionada a baixos níveis socioeconômicos. Assim, urge a necessidade de refletirmos e implantarmos estratégias eficazes para a mitigação e adaptação das regiões frente aos desdobramentos da crise climática.

2.3 Adaptação e Mitigação: Estratégias Integradas para a Saúde Pública e o Planejamento Urbano

Para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas no âmbito da saúde, as estratégias de mitigação e adaptação devem ser combinadas para promover um ambiente sustentável e seguro. As evidências científicas atualmente disponíveis indicam que ações eficazes demandam integração entre políticas globais e locais, levando em conta a busca pela redução das emissões de gases de efeito estufa associada a adaptações locais regionais direcionadas para a emergência climática.

No contexto global, além da redução de emissões de gases de efeito estufa, é importante a implementação de práticas de sequestro de carbono, como o uso de tecnologias de captura e armazenamento, além da preservação de florestas e áreas verdes. Esses mecanismos facilitam o cumprimento das metas de redução de emissões ao integrar projetos sustentáveis. Para que tenhamos êxito nessas ações que visam a redução de gases poluentes, faz-se necessária a integração entre os setores econômicos e ambientais, exemplificado por políticas de “precificação de carbono”, como impostos sobre emissões (VIJAYAVENKATARAMAN, 2012).

Outros autores destacam estratégias de resiliência locais, já que o planejamento urbano e regional desempenha um papel essencial na adaptabilidade aos efeitos inevitáveis das mudanças climáticas. Nos Estados Unidos, por exemplo, algumas cidades implementaram práticas como a construção de infraestrutura verde e sistemas de drenagem que ajudam a absorver chuvas intensas e prevenir enchentes, além de políticas de ocupação de solo que reduzem o estresse hídrico em áreas urbanas. Zimmerman e Faris (2011) advogam sobre a necessidade dessas adaptações serem reforçadas continuamente, especialmente em áreas onde eventos climáticos extremos, como enchentes e ondas de calor, estão se tornando mais frequentes.



Como abordado no presente artigo, o aumento na transmissão de doenças infectocontagiosas e surtos pode ser considerado uma consequência das mudanças climáticas e desastres naturais. Neste contexto, estratégias eficazes para o enfrentamento de sérios problemas de saúde pública são necessárias (KOUADIO, 2012). Para isso, além das estratégias de mitigação globais e de longo prazo, planos locais e eficazes de combate à proliferação de vetores de doenças, planejamento de abrigos para eventos agudos, investimento eficiente em melhores condições de água, saneamento e vacinação são essenciais para adaptabilidade das cidades. Assim, o principal objetivo dos governos locais deve ser criar um sistema de resposta rápido e eficaz de emergência à saúde e de controle epidemias. As estratégias de mitigação e adaptação, portanto, devem ser vistas como essenciais e complementares, especialmente em regiões sabidamente mais vulneráveis (VAN VUUREN, 2011).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação entre mudanças climáticas e doenças infectocontagiosas é, atualmente, bem estabelecida. Ela se evidencia pelo aumento do ciclo de doenças ligadas ao calor, umidade e precipitação, bem como pelas consequências do aumento da frequência de eventos ambientais extremos, dadas as limitadas condições de saneamento e infraestrutura de saúde. Em áreas densamente povoadas, os impactos das mudanças climáticas podem ser ainda mais visíveis e significativos, como já visualizados em doenças como a dengue e a leptospirose.

Nesse sentido, é urgente a implantação de estratégias de adaptação e mitigação para o enfrentamento dos desafios impostos pela crise climática, tanto em nível global, quanto local. Dada a magnitude da emergência climática, é essencial que a abordagem parta de uma visão intersetorial, de modo que as políticas de saúde pública, o planejamento urbano, o setor privado, a Universidade e a sociedade cooperem para estratégias eficazes frente aos eventos adversos oriundos das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico**. Brasília, v. 53, n. 48, 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Situação Epidemiológica dos casos de leptospirose no Brasil, 2010 a 2024**. Brasília, 2024.
- COSTA, E.; COSTA, Y.A.; LOPES, A.A.; SACRAMENTO, E; BINA, J.C. Formas graves de leptospirose: aspectos clínicos, demográficos e ambientais. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.34, n.3, p.261-267, 2001
- CUKIC, Vesna. The influence of climate changes on respiratory allergic and infectious diseases. **HealthMED**, v. 6, n. 1, p. 319-323, 2012.
- DIAS, R.; MATOS, F. Impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos: desafios e implicações para a humanidade. **Revista Sociedade Científica**, v. 6, n. 1, p. 1571-1603, 23 set. 2023.
- EL-SAYED, Amr; AWAD, Walid. Brucellosis: Evolution and expected comeback. **International journal of veterinary science and medicine**, v. 6, p. S31-S35, 2018.
- EL-SAYED, Amr; KAMEL, Mohamed. Climatic changes and their role in emergence and re-emergence of diseases. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, n. 18, p. 22336-22352, 2020.
- GUIMARÃES, Raphael Mendonça; et al. Análise temporal da relação entre leptospirose e ocorrência de inundações por chuvas no município do Rio de Janeiro, Brasil, 2007-2012. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**. set2014, Vol. 19 Issue 9, p3683-3692. 10p



- GUPTA, R. et al. Journal of Risk and Financial Management. 13(255), 2020.
- INGHAM, Alan; MA, Jie; ULPH, Alistair. Climate change, mitigation and adaptation with uncertainty and learning. **Energy Policy**, v. 35, n. 11, p. 5354-5369, 2007.
- IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **IPCC**, v. 1, n. 1, 2022..
- KO, A.I.; REIS, M.G.; DOURADO, C.M.R.; JOHNSON, W.D.; RILEY, L.W. Urban epidemic of severe leptospirosis in Brazil. **The Lancet**, v.354, p.820-825, 1999.
- KOUADIO, Isidore K. et al. Infectious diseases following natural disasters: prevention and control measures. **Expert review of anti-infective therapy**, v. 10, n. 1, p. 95-104, 2012.
- MCMICHAEL, Anthony J.; WOODRUFF, Rosalie E. Climate change and infectious diseases. In: **The social ecology of infectious diseases**. Academic Press, 2008. p. 378-407.
- OLIVER, S.F et. al. Desastres Naturais e Saúde: uma revisão sistematizada de literatura. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. 2024 Special Issue, p1-9. 9p.
- PATZ, J. A. et al. Climate change and infectious diseases. **Climate change and human health: risks and responses**, v. 2, p. 103-132, 2003.
- PORTELA, Francisco Carlos; Kobiyama, Masato; Goerl, Roberto Fabris. Panorama brasileiro da relação entre leptospirose e inundações. **Geosul**. mai-ago2020, Vol. 35 Issue 75, p711-734. 24p.
- REIS, R.B.; RIBEIRO, G.S.; FELZEMBURGH, R.D.M.; SANTANA, F.S.; MOHR, S. Impacto f enviroment and social gradiente on leptospira infection in urban slums. **PLOS-NTD**, v.2, n.4, p.e228, 2008.
- ROMANELLO, M. et al. The 2024 report of the Lancet Countdown on health and climate change: facing record-breaking threats from delayed action. **The Lancet**, v. 0, n. 0, 2024.
- SACHAN, Neelam; SINGH, V. P. Effect of climatic changes on the prevalence of zoonotic diseases. **Veterinary World**, v. 3, n. 11, p. 519, 2010.
- SEMENZA, Jan C.; MENNE, Bettina. Climate change and infectious diseases in Europe. **The Lancet infectious diseases**, v. 9, n. 6, p. 365-375, 2009.
- SILVA, Ana Elise Pereira; et al. Tendência temporal da leptospirose e sua associação com variáveis climáticas e ambientais em Santa Catarina, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, 27 (3): 849-860, 2022.
- UWISHEMA, Olivier et al. Impacts of environmental and climatic changes on future infectious diseases. **International Journal of Surgery**, v. 109, n. 2, p. 167-170, 2023.
- VAN VUUREN, Detlef P. et al. The use of scenarios as the basis for combined assessment of climate change mitigation and adaptation. **Global Environmental Change**, v. 21, n. 2, p. 575-591, 2011.
- VIJAYAVENKATARAMAN, Sanjairaj; INIYAN, Sanjairaj; GOIC, Ranko. A review of climate change, mitigation and adaptation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 1, p. 878-897, 2012.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Climate Changes. Disponível em: https://www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab_1. Acesso em: 25 out. 2024.
- ZIMMERMAN, Rae; FARIS, Craig. Climate change mitigation and adaptation in North American cities. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 3, n. 3, p. 181-187, 2011.