REVISTA Geoconexões On Line

Ondas de calor e saúde: panorama da produção científica e caracterização dos grupos de pesquisa na América Latina

SILVA, Eliane Lima e[1]
GURGEL, Helen[2]
SANTANA, Eucilene Alves[3]
GOMES DE SÁ, Isabella Anderson de Jesus[4]
OLIVEIRA, Lívia Feitosa de[5]

Recebido (Received): 29/04/2026 Aceito (Accepted): 11/06/2026

Como citar este artigo: SILVA, E.L., GURGEL, H., SANTANA, E.A., GOMES DE SÁ, I.A.J., OLIVEIRA. Ondas de calor e saúde: panorama da produção científica e caracterização dos grupos de pesquisa na América Latina. Geoconexões Online, v. 6, e2026001, p. 50-70, 2026.

RESUMO: As ondas de calor constituem um dos principais eventos extremos associados à mudança do clima, com impactos relevantes sobre a saúde humana, especialmente em contextos urbanos e socialmente vulneráveis. Este estudo analisou o perfil da produção científica sobre seus impactos, com foco na distribuição geográfica dos estudos, na localização institucional dos grupos de pesquisa e na caracterização temática das evidências na América Latina. Trata-se de revisão integrativa, articulada a análises bibliométrica e espacial, com busca nas bases PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde, resultando em 161 artigos publicados até julho de 2023. Os resultados indicam crescimento da produção científica, porém concentrada em países de alta renda, especialmente Europa (34%), Oceania (22%) e Ásia (17%), enquanto a América Latina apresenta baixa participação, com apenas três estudos com recorte territorial explícito e presença institucional restrita a cinco países. Observa-se ainda baixa recorrência institucional, indicando fragmentação científica e ausência de redes regionais consolidadas. Predominam estudos sobre mortalidade e morbidade, com menor atenção a abordagens integradas que considerem determinantes sociais, vulnerabilidade territorial e adaptação dos sistemas de saúde. Conclui-se que há dissociação entre territórios mais vulneráveis e aqueles com maior produção científica, limitando políticas baseadas em evidências e reforçando a necessidade de fortalecer a capacidade científica regional.

PALAVRAS-CHAVE: ondas de calor; saúde; mudança do clima; geografia da saúde; análise bibliométrica; América Latina.

[1] Doutora e Mestre em Geografia pela Universidade de Brasília (UnB), com pós-doutorado em Geografia da Saúde. Pesquisadora colaboradora do Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS/UnB) e do Centro de Estudos e Pesquisas em Emergências e Desastres em Saúde (Cepedes/Fiocruz). E-mail: elianelima26@gmail.com Orcid: https://orcid.org/0000-0003-4608-5946

[2] Geógrafa pela Universidade Federal Fluminense (UFF) e doutora em Geografia e Prática do Desenvolvimento pela Université Paris Nanterre, França. É professora associada da Universidade de Brasília, coordenadora do Laboratório de Geografia. E-mail: helen.gurgel@gmail.com . Orcid: https://orcid.org/0000-0002-4250-6742.

[3] Bióloga pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e doutora em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), com pós-doutorado pela Universidade Federal do Paraná. É pesquisadora colaboradora da Universidade de Brasília e consultora técnica da Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde (OPAS/OMS) junto ao Ministério da Saúde. E-mail: fmacao@ifes.edu.br. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-8745-6216.

[4] Graduanda em Psicologia pela Universidade de Brasília. É membro do Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS/UnB) desde 2023. E-mail: isabella.sa@aluno.unb.br Orcid: https://orcid.org/0009-0004-2739-7658

[5] Geógrafa pela Universidade de Brasília e mestranda em Geografia no Programa de Pós-Graduação em Geografia da mesma instituição. É pesquisadora do Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS/UnB). E-mail: isabella.sa@aluno.unb.br Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6613-1383

Heatwaves and health: overview of scientific production and characterization of research groups in Latin America

ABSTRACT: Heatwaves are among the main extreme events associated with climate change, with significant impacts on human health, particularly in urban and socially vulnerable contexts. This study analyzed the profile of scientific production on their impacts, focusing on the geographical distribution of studies, the institutional location of research groups, and the thematic characterization of evidence in Latin America. This is an integrative review combined with bibliometric and spatial analyses, based on a search conducted in PubMed and the Virtual Health Library, resulting in 161 articles published up to July 2023. The findings indicate a growth in scientific production, but concentrated in high-income countries, especially Europe (34%), Oceania (22%), and Asia (17%), while Latin America shows limited participation, with only three studies with explicit territorial focus and institutional presence restricted to five countries. Low institutional recurrence is also observed, indicating fragmentation and the absence of consolidated regional research networks. Studies on mortality and morbidity predominate, with limited attention to integrated approaches addressing social determinants, territorial vulnerability, and health system adaptation. The study concludes that there is a mismatch between the most vulnerable territories and those with greater scientific production, limiting evidence-based policymaking and highlighting the need to strengthen regional scientific capacity.

KEYWORDS: heatwaves; health; climate change; health geography; bibliometric analysis; Latin America.

INTRODUÇÃO

As ondas de calor são eventos climáticos extremos caracterizados por períodos consecutivos de temperaturas elevadas acima da média esperada para uma localidade, considerando suas condições climatológicas específicas (GARCIA, 2021; PERKINS; ALEXANDER, 2013; STEFANON; D'ANDREA; DROBINSKI, 2012). A intensificação desses eventos nas últimas décadas está associada às mudanças climáticas globais, conforme indicado pelos mais recentes relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021). Além de seus efeitos sobre o ambiente, as ondas de calor têm repercussões diretas sobre a saúde humana, com impactos mais acentuados entre populações vulneráveis, como pessoas idosas, indivíduos com doenças crônicas, trabalhadores expostos ao sol e residentes de áreas urbanas densamente ocupadas (MCMICHAEL; WOODRUFF; HALES, 2006; WHO, 2024).

Os efeitos adversos do calor extremo incluem o agravamento de doenças cardiovasculares, respiratórias, renais, metabólicas e dermatológicas, além de transtornos mentais, desidratação, insolação e aumento da demanda por serviços de urgência e emergência (FRY, 1977; VERONESI, 1976). Embora esses riscos sejam amplamente reconhecidos e, em grande medida, evitáveis, sua mitigação depende de ações coordenadas entre vigilância ambiental, atenção à saúde e planejamento urbano, incluindo a implementação de sistemas de alerta precoce e estratégias de adaptação baseadas em evidências (MCGREGOR et al., 2015; PASCAL et al., 2012).

Nesse contexto, a produção científica internacional sobre ondas de calor e saúde tem apresentado crescimento significativo, com ênfase na análise de efeitos sobre morbidade, mortalidade e sobrecarga dos serviços de saúde, sobretudo em países da Europa, Ásia e Oceania (BACCINI et al., 2008; CAMPBELL et al., 2018). Entretanto, essa expansão não ocorre de forma homogênea. Regiões do Sul Global, como a América Latina e a África, reconhecidas como altamente vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas (IPCC, 2021), permanecem subrepresentadas nos estudos acadêmicos. Essa lacuna compromete a formulação de políticas públicas territorializadas e limita a capacidade de preparação e resposta dos sistemas de saúde, especialmente em contextos marcados por desigualdades estruturais (ALPINO et al., 2022; BRASIL, 2024).

Para além dessa dimensão epidemiológica e ambiental, a compreensão das lacunas na produção científica requer a incorporação de uma perspectiva geográfica, capaz de analisar a distribuição desigual do conhecimento no espaço. A ciência não se desenvolve de maneira homogênea, sendo condicionada por processos históricos, econômicos e institucionais que estruturam assimetrias entre regiões centrais e periféricas no sistema global de produção científica. Nesse sentido, a geografia da ciência oferece um referencial analítico relevante para compreender não apenas onde os estudos são realizados, mas também onde se localizam as instituições que concentram capacidade técnica, financiamento e infraestrutura de pesquisa.

Sob essa perspectiva, a distribuição espacial da produção científica sobre ondas de calor e saúde pode ser interpretada como expressão das desigualdades que caracterizam a organização do espaço mundial. Conforme argumenta Milton Santos (2006), o espaço geográfico é produto de relações sociais historicamente construídas, marcadas por desigualdades no acesso a recursos, tecnologias e informações. No campo científico, essas desigualdades se manifestam na concentração de centros de pesquisa em países de alta renda, que detêm maior capacidade de produção e difusão do conhecimento, enquanto regiões do Sul Global permanecem em posição subordinada, tanto como objeto quanto como produtoras marginais de pesquisa.

Essa dinâmica é reforçada pela economia política da ciência, na qual a produção de conhecimento tende a se concentrar em redes institucionais altamente conectadas e financiadas, localizadas predominantemente na Europa, América do Norte e Oceania. De acordo com David Harvey (2005), os processos de acumulação e circulação de capital também se expressam na organização do espaço científico, contribuindo para a reprodução de desigualdades territoriais e para a centralização das capacidades analíticas em determinados polos globais. No contexto das mudanças climáticas, essa assimetria torna-se particularmente crítica, uma vez que as regiões mais expostas aos impactos ambientais extremos nem sempre

correspondem àquelas com maior capacidade de produzir evidências científicas sobre tais fenômenos.

A abordagem relacional do espaço proposta por Doreen Massey (2008) permite aprofundar essa análise ao compreender o espaço como resultado de múltiplas trajetórias e interações. Nesse sentido, a produção científica sobre ondas de calor e saúde não apenas reflete essas relações, mas também contribui para sua reprodução, influenciando quais territórios são investigados, quais populações são visibilizadas e quais agendas de pesquisa são priorizadas. Assim, a limitada presença de estudos na América Latina não deve ser interpretada apenas como uma lacuna técnica, mas como expressão de processos históricos de marginalização científica e inserção desigual nos circuitos internacionais de produção de conhecimento.

No âmbito intraurbano, a perspectiva crítica da geografia urbana contribui para compreender como a produção desigual do espaço intensifica a vulnerabilidade às ondas de calor. Conforme discutido por Neil Smith (1984) e Henri Lefebvre (2001), a segregação socioespacial, a precariedade habitacional e o acesso desigual a infraestrutura urbana resultam em padrões diferenciados de exposição e sensibilidade ao calor extremo. Apesar de sua relevância, essas dimensões permanecem pouco exploradas na literatura latino-americana, evidenciando uma lacuna importante na articulação entre território, produção do conhecimento e saúde.

Diante desse quadro, a análise da produção científica sobre ondas de calor e saúde ultrapassa a identificação de tendências temáticas ou quantitativas, exigindo a compreensão de como o conhecimento é territorialmente produzido, distribuído e apropriado. Ao incorporar a dimensão espacial e institucional da ciência, torna-se possível evidenciar assimetrias regionais, identificar vazios de conhecimento e subsidiar o fortalecimento de agendas de pesquisa mais equitativas e territorialmente orientadas. Essa abordagem é particularmente relevante para a América Latina, onde a intensificação dos eventos extremos associados às mudanças climáticas contrasta com a limitada densidade de produção científica e com a fragmentação dos grupos de pesquisa atuantes na área.

Nesse sentido, além da escassez de publicações, observa-se uma dispersão institucional no campo científico latino-americano. A baixa recorrência de autores e instituições indica uma capacidade instalada ainda incipiente, dificultando a consolidação de linhas de pesquisa contínuas e a formação de redes colaborativas. Mapear a distribuição espacial dos estudos e das instituições produtoras do conhecimento constitui, portanto, etapa fundamental para evidenciar lacunas e subsidiar estratégias de fortalecimento científico na região. Assim, o objetivo deste artigo é analisar a produção científica sobre os impactos das ondas de calor na

saúde humana, com foco na distribuição espacial das áreas de estudo e na identificação e caracterização das instituições e grupos de pesquisa atuantes na América Latina, especialmente no Brasil.

Procedimentos metodológicos.

Este estudo caracteriza-se como uma análise bibliométrica descritiva associada a uma análise espacial exploratória da produção científica sobre os impactos das ondas de calor na saúde humana. Essa abordagem permite sistematizar, quantificar e interpretar padrões de produção do conhecimento científico, considerando simultaneamente dimensões temporais, temáticas, institucionais e territoriais.

A adoção da bibliometria mostrou-se adequada para identificar tendências na literatura, lacunas de pesquisa e a distribuição espacial da produção científica, especialmente no contexto de assimetrias entre regiões globais. A incorporação da análise espacial, por sua vez, possibilita examinar a localização geográfica das áreas de estudo e das instituições produtoras de conhecimento, contribuindo para a compreensão das desigualdades na produção científica sobre o tema.

Estratégia de busca e bases de dados

A busca bibliográfica foi realizada exclusivamente nas bases PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), selecionadas por sua relevância para os campos da saúde pública, epidemiologia e ciências biomédicas, bem como por reunirem periódicos internacionais e latino-americanos de ampla circulação científica. O levantamento considerou publicações indexadas até julho de 2023, sem delimitação de período inicial, de modo a abranger o conjunto acumulado da produção científica disponível sobre a temática.

Foram empregados descritores em português, inglês e espanhol, aplicados aos campos de título, resumo e palavras-chave, combinados por operadores booleanos. A estratégia geral de busca foi definida como: ("heat wave" OR "heatwave" OR "ondas de calor" OR "ola de calor") AND ("health" OR "saúde" OR "salud") AND ("impact" OR "effect" OR "mortality" OR "morbidity" OR "hospitalization"). Quando necessário, a sintaxe foi adaptada às especificidades de indexação e recuperação de cada base consultada.

Critérios de elegibilidade

Foram incluídos artigos originais revisados por pares, artigos de revisão e estudos com foco explícito em ondas de calor ou calor extremo que abordassem efeitos diretos ou indiretos sobre a saúde humana, publicados em português, inglês ou espanhol. Foram excluídos estudos

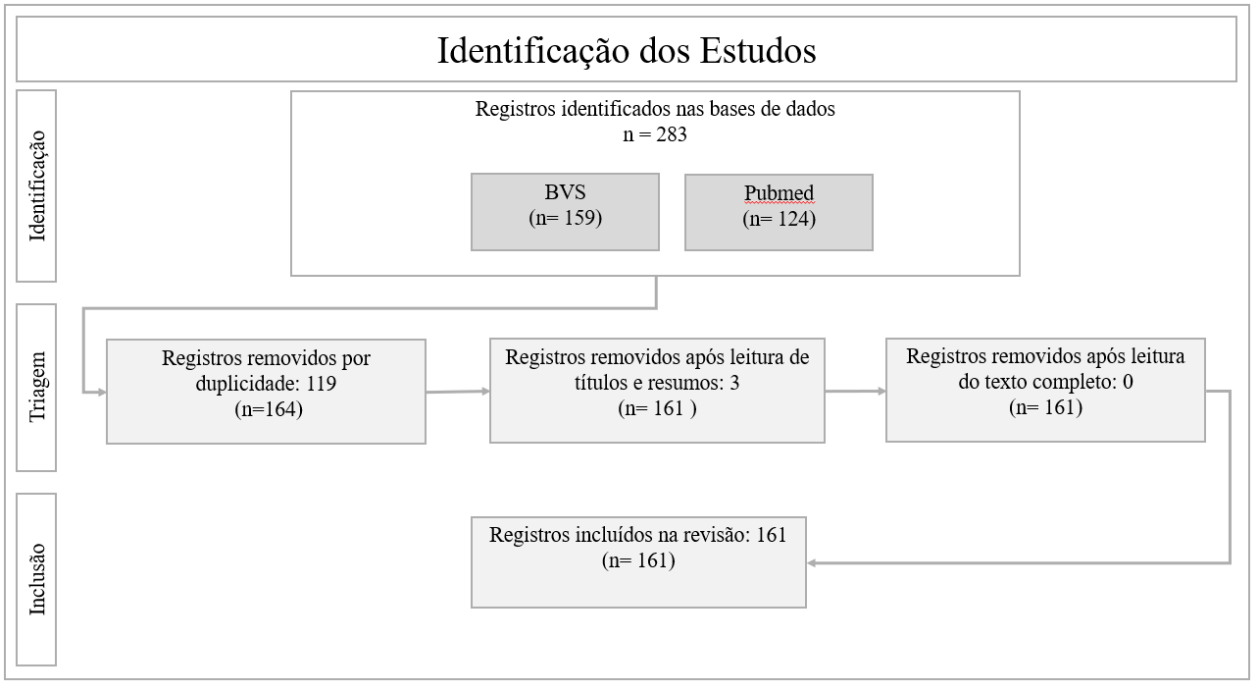
que tratavam genericamente de mudanças climáticas sem recorte específico para ondas de calor, bem como editoriais, cartas, resumos de eventos, literatura cinzenta, publicações duplicadas e estudos sem relação direta com desfechos em saúde humana.

Processo de seleção dos estudos

O processo de seleção foi estruturado com base nas etapas recomendadas pelo Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses – PRISMA (PAGE *et al.,* 2021), compreendendo identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos. Na fase de identificação, foram recuperados 283 registros, sendo 159 provenientes da BVS e 124 da PubMed. Em seguida, procedeu-se à verificação de duplicidades, resultando na exclusão de 119 registros repetidos e na manutenção de 164 estudos únicos para análise.

Na etapa de triagem, realizou-se leitura de títulos e resumos dos 164 registros remanescentes, com verificação da aderência temática aos critérios estabelecidos e mais três foram descartados. Posteriormente, os textos completos dos estudos elegíveis foram analisados integralmente, sem exclusões adicionais. Dessa forma, o número final de estudos incluídos na revisão correspondeu a 161 artigos científicos (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma da revisão integrativa sobre ondas de calor e saúde humana



Extração e organização dos dados

Para cada estudo selecionado, foram extraídas e sistematizadas as seguintes informações:

- título do artigo;
- autoria;
- periódico e ano de publicação;
- país e instituição do primeiro autor;
- localização geográfica da área de estudo;
- tipo de impacto relacionado à saúde;
- objetivo do estudo;
- principais resultados ou evidências;
- palavras-chave;
- DOI ou link de acesso.

As informações foram registradas em formulários estruturados elaborados na plataforma Google Forms, posteriormente exportados e organizados em planilhas eletrônicas no Microsoft Excel. O gerenciamento bibliográfico e a conferência de duplicidades foram realizados com apoio do Mendeley. Para as ilustrações, foi utilizado o NotebookLM e a revisão final do texto foi realizada com o apoio da ferramenta ChatGPT.

Tratamento analítico

Os dados foram submetidos à análise descritiva, com produção de frequências absolutas e relativas, distribuição temporal das publicações, caracterização institucional dos grupos de pesquisa e identificação temática dos principais desfechos em saúde. Também foram examinadas lacunas espaciais da produção científica, especialmente no contexto latino-americano, permitindo identificar assimetrias regionais entre vulnerabilidade climática e capacidade instalada de pesquisa.

Controle de qualidade e validação

A organização, curadoria e validação da base de dados contaram com apoio da equipe de iniciação científica vinculada ao projeto Geocalor (Indicadores espaciais e sistema de alerta para ondas de calor para a saúde pública nas regiões metropolitanas brasileiras), por meio de reuniões periódicas destinadas ao alinhamento conceitual, padronização categorial dos registros e revisão cruzada das informações coletadas, buscando assegurar consistência metodológica e confiabilidade analítica.

Limitações metodológicas

Algumas limitações devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A busca foi restrita a duas bases bibliográficas, o que pode não contemplar integralmente estudos indexados em outras fontes internacionais. Também não foram incluídos documentos da literatura cinzenta, relatórios institucionais ou preprints. A heterogeneidade conceitual existente na definição de ondas de calor entre países e estudos pode influenciar a comparabilidade dos achados. Ademais, a utilização predominante da afiliação institucional do primeiro autor como

referência analítica pode subestimar redes colaborativas multicêntricas. Ainda assim, a estratégia adotada permitiu reunir panorama consistente e representativo da literatura científica disponível sobre ondas de calor e saúde humana.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos resultados foi estruturada de forma integrada, articulando as três dimensões metodológicas adotadas neste estudo: análise bibliométrica, análise espacial e revisão integrativa. Inicialmente, buscou-se caracterizar a evolução temporal e o perfil da produção científica sobre os impactos das ondas de calor na saúde humana, identificando padrões de crescimento e distribuição da literatura. Em seguida, procedeu-se à análise da distribuição geográfica dos estudos e das instituições produtoras do conhecimento, com ênfase nas desigualdades territoriais e na posição relativa da América Latina no cenário científico internacional. Por fim, a revisão integrativa permitiu examinar o conteúdo dos artigos, sistematizando os principais eixos temáticos, abordagens metodológicas e lacunas na literatura. Essa articulação entre diferentes níveis de análise possibilita uma compreensão abrangente da produção científica, evidenciando não apenas tendências quantitativas, mas também suas implicações territoriais, institucionais e epistemológicas no contexto das mudanças climáticas e da saúde pública.

Perfil geral e evolução da produção científica

A análise dos 161 artigos selecionados evidenciou a expansão progressiva da produção científica sobre os impactos das ondas de calor na saúde humana, particularmente a partir da década de 2010, com intensificação significativa nos anos mais recentes. Esse crescimento acompanha a ampliação da agenda global sobre mudanças climáticas e saúde, impulsionada tanto pelo aumento da frequência e intensidade de eventos extremos quanto pela maior disponibilidade de dados climáticos e epidemiológicos (CAMPBELL et al., 2018; IPCC, 2021; WHO, 2024).

Apesar desse avanço, a distribuição da produção científica revela forte assimetria entre regiões, indicando que a consolidação do campo está diretamente associada à capacidade instalada de pesquisa, ao financiamento e à inserção em redes científicas internacionais. Tal configuração favorece países de alta renda, onde se concentram infraestrutura e tradição de pesquisa na interface entre clima e saúde.

Distribuição geográfica dos estudos e desigualdades na produção científica

A análise integrada da distribuição geográfica dos estudos e da localização institucional da produção científica evidencia um padrão marcado por heterogeneidade territorial, tanto na definição das áreas investigadas quanto na origem da produção do conhecimento. Observa-se predominância de estudos realizados na Europa (34%), seguidos pela Oceania (22%) e Ásia (17%), enquanto a América Latina apresenta participação reduzida, com apenas três estudos com recorte territorial explícito — dois no Brasil e um na Argentina — e ausência de investigações com foco em países africanos, apesar de sua elevada vulnerabilidade (IPCC, 2021).

Esse padrão revela um desalinhamento entre a produção científica e a distribuição dos riscos climáticos. Regiões do Sul Global, como América Latina e África, apresentam maior exposição aos impactos das mudanças climáticas, mas permanecem com menor visibilidade na literatura científica, o que limita a construção de evidências contextualizadas e a formulação de políticas públicas territorialmente adequadas (PASCAL et al., 2012).

A literatura internacional demonstra avanço significativo na análise dos efeitos do calor extremo, especialmente em países europeus e na Austrália, onde eventos críticos impulsionaram o desenvolvimento de métodos epidemiológicos e modelos de risco mais sofisticados (BACCINI et al., 2008; MCGREGOR et al., 2015; MCMICHAEL; WOODRUFF; HALES, 2006). Entretanto, essa produção permanece concentrada em contextos específicos, com limitada representatividade de realidades socioambientais diversas.

Adicionalmente, cerca de 17% dos estudos apresentam abordagem internacional ou multicêntrica sem delimitação geográfica precisa. Embora contribuam para generalizações analíticas, esses estudos têm aplicabilidade restrita em contextos locais, especialmente em regiões marcadas por elevada diversidade socioambiental. No caso brasileiro, observa-se escassez de estudos multiescalares e geograficamente distribuídos, sobretudo nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

No plano institucional, esse cenário se expressa por meio de uma distribuição desigual da capacidade científica. A produção concentra-se em países como Estados Unidos, Austrália, China e na Europa Ocidental, enquanto a América Latina apresenta baixa densidade institucional, com poucas instituições e participação pontual. No Brasil, destacam-se instituições como a Fundação Oswaldo Cruz e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, porém sem recorrência significativa de publicações.

A análise da frequência institucional indica predominância de instituições com participação única na base de dados, sugerindo dispersão da produção científica e ausência

de continuidade em linhas de pesquisa. Esse padrão evidencia limitações na consolidação de agendas científicas e na formação de redes colaborativas.

A articulação entre distribuição geográfica dos estudos e localização institucional evidencia uma contradição central: os territórios mais expostos aos impactos das ondas de calor não correspondem àqueles com maior capacidade de produção científica. Essa dissociação compromete a produção de conhecimento aplicável e limita a capacidade de resposta dos sistemas de saúde.

Sob a perspectiva da Geografia da Saúde, essa configuração pode ser compreendida como expressão das desigualdades socioespaciais que condicionam tanto a ocorrência dos agravos quanto a produção de conhecimento sobre eles. Conforme discutido por Barcellos et al. (2009), a disponibilidade de evidências científicas está diretamente relacionada às condições estruturais dos territórios. De forma complementar, Guimarães (2015) destaca que a análise da saúde requer a incorporação da dimensão territorial, considerando a influência das desigualdades espaciais sobre a exposição e a capacidade de resposta.

Perfil dos periódicos e centralidade disciplinar

A análise dos periódicos evidencia a predominância das áreas de saúde ambiental, epidemiologia e ciências climáticas na produção científica sobre ondas de calor e saúde. Revistas internacionais de alto impacto concentram a maior parte das publicações, indicando a consolidação do tema no campo biomédico e ambiental, com forte ênfase em métodos quantitativos e modelagem estatística.

Entretanto, observa-se limitada inserção de abordagens oriundas da Geografia da Saúde e das ciências sociais, o que restringe a compreensão integrada das relações entre clima, território e saúde. Conforme Barcellos et al. (2009), os processos de saúde e doença possuem forte determinação espacial, sendo influenciados por desigualdades socioambientais. Guimarães (2015) reforça que a organização do espaço é elemento central para compreender a distribuição dos riscos e das respostas em saúde.

No contexto das mudanças climáticas, essa lacuna torna-se ainda mais relevante. A relação entre eventos extremos e saúde é mediada por dinâmicas territoriais, como urbanização, segregação socioespacial e condições de infraestrutura. Mendonça (2010) destaca que fenômenos como ilhas de calor urbanas amplificam os efeitos das ondas de calor, especialmente em cidades com desigualdades estruturais.

Assim, a centralidade disciplinar observada evidencia a necessidade de maior integração entre abordagens biomédicas e geográficas, de modo a ampliar a capacidade analítica e subsidiar políticas públicas territorialmente orientadas.

Análise de conteúdo dos estudos: temáticas, abordagens e lacunas

A análise de conteúdo dos artigos identificou predominância de estudos voltados a desfechos diretos e mensuráveis, organizados em cinco eixos principais: mortalidade, morbidade, serviços de saúde, vulnerabilidade populacional e modelagem de riscos.

Os estudos sobre mortalidade constituem o núcleo mais consolidado da literatura, evidenciando aumento significativo de óbitos durante eventos de calor extremo, especialmente por causas cardiovasculares e respiratórias (BACCINI et al., 2008; MCMICHAEL; WOODRUFF; HALES, 2006). De forma complementar, estudos sobre morbidade indicam elevação de internações hospitalares e agravamento de doenças crônicas, com efeitos modulados por fatores ambientais e socioeconômicos.

A análise da demanda por serviços de saúde revela aumento expressivo de atendimentos emergenciais durante ondas de calor, evidenciando a pressão exercida sobre os sistemas de saúde (MCGREGOR et al., 2015). Estudos sobre vulnerabilidade populacional destacam maior impacto em grupos específicos, como idosos, crianças e populações de baixa renda, reforçando a importância dos determinantes sociais da saúde (BARCELLOS et al., 2009).

Apesar desses avanços, a análise evidencia lacunas importantes, especialmente em temas como saúde mental, impactos ocupacionais, efeitos de longo prazo e estratégias de adaptação. A baixa frequência de estudos que articulam clima, território e políticas públicas limita a compreensão integrada dos impactos das ondas de calor, especialmente em contextos latino-americanos.

Além disso, observa-se predominância de estudos em países de alta renda, com menor representação de cidades do Sul Global, onde as condições socioambientais potencializam os efeitos do calor. Essa lacuna restringe a aplicabilidade das evidências e reforça a necessidade de ampliar a produção científica em contextos diversos. No quadro 1, apresenta-se a síntese dos achados dos estudos analisados.

Quadro 1. Principais categorias temáticas e síntese dos achados da produção científica sobre ondas de calor e saúde humana do estudo

Categoria Temática	Principais Achados	Fonte
Mortalidade associada ao calor extremo	Avaliação do risco relativo de morte em diversas cidades globais. Observou-se que ondas de calor aumentam significativamente a mortalidade por causas naturais, circulatórias e respiratórias, com efeitos que variam conforme a intensidade e duração do evento.	BOBB et al., 2011; CULQUI et al., 2013; MIRÓN et al., 2015; GEIRINHAS et al., 2019; DOHERTY et al., 2017; XU et al., 2016; HAJAT et al., 2002; GREEN et al., 2016.
Morbidade e internações hospitalares	Estudos focados no aumento de internações por doenças renais, diabetes, doenças cardiovasculares e respiratórias. O calor extremo exacerba condições crônicas, resultando em picos de admissões hospitalares e visitas ao pronto-socorro.	WANG et al., 2019; GAO et al., 2022; QU et al., 2023; MASON et al., 2023; LISS et al., 2017; ALHO et al., 2024; STEUL et al., 2018; VAN LOENHOUT et al., 2018; NAWARO et al., 2023; RAGETTLI et al., 2019; WU et al., 2024; ARSAD et al., 2022.
Serviços de saúde e resposta assistencial	Monitoramento da demanda por serviços de ambulância e sobrecarga dos sistemas de emergência. A vigilância sindrômica, incluindo dados do Google e registros de chamadas em tempo real, é eficaz para detectar precocemente o impacto na saúde pública.	CAMPBELL et al., 2021; NADARAJAN et al., 2021; SMITH et al., 2016; GREEN et al., 2018; LI et al., 2016; YONG et al., 2023; OBERAI et al., 2024; TOLOO et al., 2014; SMITH et al., 2019; CHENG et al., 2016; O'DONNELL et al., 2021; PACKER et al., 2022.
Vulnerabilidade populacional	Identificação de grupos de risco: idosos (65+), crianças (0-14), grávidas, pessoas com baixa escolaridade ou morando sozinhas, e trabalhadores da construção civil. A vulnerabilidade também está ligada a condições habitacionais e falta de ar-condicionado.	CAMPBELL et al., 2021; ZHOU et al., 2023; GARIAZZO et al., 2023; FISHER et al., 2021; KEMEN et al., 2021; FATIMA et al., 2021; RUSSO et al., 2019; LE VU et al., 2024; ENGLISH et al., 2022; OUDIN ÅSTRÖM et al., 2020; SAMUELSON et al., 2020; WEEDA et al., 2024; CHESINI et al., 2022; LAAIDI et al., 2018; TRAN et al., 2020; URBAN et al., 2020; SON et al., 2012; XIANG et al., 2014.
Modelagem e previsão de riscos	Proposição de modelos matemáticos e de inteligência artificial (Bayesian, Random Forest, NARX) para prever riscos de saúde e dinâmicas térmicas. Uso do *Excess Heat Factor* (EHF) como métrica universal para comparar severidade.	BOBB et al., 2011; WANG et al., 2019; ZHU et al., 2024; CHAE et al., 2021; PARK et al., 2018; SHIN et al., 2020; MASATO et al., 2015; NAIRN et al., 2018; ABADIE et al., 2019.
Sistemas de alerta e adaptação	Avaliação da eficácia de Planos de Ação e Sistemas de Alerta Precoce (HHWS). Estratégias de mitigação urbana, como telhados frios e verdes, reduzem a temperatura de superfície e a demanda energética.	ZHANG et al., 2023; TONG et al., 2012; LEITE et al., 2020; BUSCAIL et al., 2012; LIU et al., 2021; DANNENBERG et al., 2020; HO et al., 2023; TAN et al., 2023; TOMLINSON et al., 2011; MACINTYRE et al., 2019; VAN LOENHOUT et al., 2016.
Saúde mental e efeitos indiretos	Correlação entre calor/umidade e aumento de comportamentos suicidas. Observou-se também aumento de internações por transtornos mentais orgânicos e deficiência intelectual durante ondas de calor.	FLORIDO NGU et al., 2021; ZHANG et al., 2023; TRANG et al., 2016; CUSACK et al., 2011; LAWRANCE et al., 2022; HU et al., 2020.
Outros temas emergentes (gestação, infância, doenças infecciosas, ecossistemas)	Impactos em partos prematuros e natimortos; distúrbios do sono na infância; aumento de infecções por *Vibrio* e *Salmonella*; e danos ecológicos severos como branqueamento de corais e alteração do ciclo de nitrogênio nas plantas.	KUNZE et al., 2022; BONELL et al., 2024; DZWONKOWSKI et al., 2020; WINSTON et al., 2022; FORD et al., 2020; WANG et al., 2008; BERGER et al., 2024; HUGHES et al., 2018; MILAZZO et al., 2016; BERGER et al., 2023; WANG et al., 2014; EWERE et al., 2021; VIVANCO-BERCOVICH et al., 2024; LIAO et al., 2024; KELLY et al., 2023; ZHANG et al., 2022; XU et al., 2014.

Fonte: Elaboração própria, a partir da base de dados da pesquisa

Fragmentação institucional e ausência de redes regionais

A análise da base de dados evidencia que, para além da baixa participação relativa da América Latina na produção científica sobre ondas de calor e saúde, há um padrão consistente de fragmentação institucional e limitada formação de redes colaborativas regionais. Esse padrão se manifesta tanto na baixa recorrência de instituições quanto na ausência de continuidade em linhas de pesquisa ao longo do tempo, configurando um cenário de dispersão científica.

A identificação das instituições responsáveis pelas publicações relacionadas ao tema revelou um quadro ainda mais restrito. No caso do Brasil, foram identificadas oito instituições distintas, cada uma com apenas uma publicação no período analisado. Essas instituições compreendem universidades, centros de pesquisa em saúde, instituições meteorológicas e de saúde do trabalhador, como a Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) e a Fundação Oswaldo Cruz – Instituto Leônidas e Maria Deane (ALPINO et al., 2022). Esse padrão indica uma baixa média de publicações por instituição, reforçando a ausência de especialização institucional e de continuidade na produção científica.

Além do Brasil, apenas quatro outros países latino-americanos - Argentina, Chile, Uruguai e México - apresentaram instituições com produção científica sobre o tema, também com publicações isoladas. Essa dispersão institucional e a ausência de núcleos consolidados de pesquisa revelam uma baixa densidade científica na região, o que impede o acúmulo sistemático de conhecimento e dificulta a geração de diagnósticos abrangentes e comparáveis entre diferentes territórios.

A ausência de publicações recorrentes e de articulação entre instituições sugere que não há, no contexto latino-americano, grupos de pesquisa com atuação continuada ou redes estruturadas de colaboração científica voltadas ao estudo das ondas de calor e seus impactos na saúde. Essa fragilidade estrutural limita a formação de massa crítica e reduz a capacidade de desenvolvimento de agendas de pesquisa consolidadas, especialmente em um campo que exige abordagens interdisciplinares e integração entre diferentes áreas do conhecimento.

Essa condição também se reflete na limitada diversidade temática dos estudos produzidos na região. Conforme evidenciado na análise de conteúdo, a maior parte das pesquisas concentra-se em efeitos diretos do calor extremo, como mortalidade por causas naturais, sem avançar de forma consistente para análises integradas que considerem os determinantes sociais da saúde, os efeitos combinados de múltiplos eventos extremos ou as estratégias de vigilância, preparação e resposta dos sistemas de saúde (BRASIL, 2024). A

ausência de abordagens interdisciplinares, interseccionais e territorializadas compromete a compreensão das dinâmicas complexas que envolvem clima e saúde, bem como a formulação de respostas adaptativas eficazes no contexto das mudanças climáticas (GARCIA, 2021).

Do ponto de vista da organização do sistema científico, essa fragmentação pode ser interpretada como expressão das desigualdades estruturais na capacidade de produção e circulação do conhecimento. Conforme discutido por Christovam Barcellos (2009), a produção científica em saúde está diretamente relacionada à disponibilidade de recursos, infraestrutura e articulação institucional, elementos que se distribuem de forma desigual no território. De forma complementar, Raul Borges Guimarães (2015) destaca que tanto a produção do conhecimento quanto a resposta aos agravos em saúde são condicionadas por desigualdades socioespaciais, o que reforça a necessidade de fortalecer capacidades científicas em regiões mais vulneráveis.

Outro aspecto relevante refere-se à inserção das instituições latino-americanas nas redes globais de produção científica. Parte dos estudos com participação da região está vinculada a pesquisas multicêntricas lideradas por instituições de países de alta renda, o que indica uma inserção periférica e subordinada nas redes internacionais. Nesses casos, embora haja colaboração, a definição das agendas de pesquisa, dos métodos e das interpretações tende a permanecer concentrada em centros científicos localizados fora da região, limitando a autonomia científica latino-americana.

As implicações dessa fragilidade estrutural são significativas para a formulação de políticas públicas. A ausência de redes regionais consolidadas dificulta a tradução do conhecimento científico em estratégias coordenadas de vigilância, prevenção e resposta às ondas de calor, especialmente no âmbito dos sistemas de saúde.

Os resultados apresentados nesta análise evidenciam, portanto, não apenas uma lacuna quantitativa na produção científica sobre ondas de calor e saúde na América Latina, mas sobretudo um desafio qualitativo e institucional. A necessidade de consolidar grupos de pesquisa especializados, fomentar redes de colaboração entre instituições e integrar a produção de conhecimento às estratégias de gestão em saúde pública torna-se central diante da intensificação dos eventos extremos previstos nos cenários climáticos (IPCC, 2021).

A superação dessas lacunas requer investimento contínuo em pesquisa, formação de novos pesquisadores e fortalecimento das capacidades institucionais. Além disso, é fundamental promover a articulação entre universidades, serviços de saúde, instituições de defesa civil e planejamento urbano, ampliando a integração entre produção científica e ação pública. Trata-se de uma agenda estratégica não apenas para o avanço do conhecimento acadêmico, mas para a promoção da equidade em saúde, da justiça ambiental e da resiliência dos sistemas de saúde frente às crises climáticas do século XXI.

Síntese integradora dos resultados: produção científica, território e capacidade institucional

A análise integrada dos resultados evidencia que o campo científico sobre ondas de calor e saúde humana, embora em expansão, apresenta assimetria estrutural que se manifesta de forma simultânea nas dimensões espacial, institucional e temática (Figura 2). Em consonância com o IPCC (2021), os maiores riscos associados ao calor extremo tendem a se intensificar em regiões do Sul Global, incluindo América Latina e África, onde fatores como urbanização acelerada, desigualdade socioespacial e limitações dos sistemas de saúde ampliam a vulnerabilidade das populações. Paradoxalmente, os resultados desta análise indicam que a produção científica permanece concentrada em países de alta renda, especialmente na Europa, Oceania e partes da Ásia, configurando um descompasso entre territórios mais expostos aos riscos e aqueles com maior capacidade de produção de conhecimento. Esse desajuste constitui o principal achado do estudo e evidencia uma limitação crítica para o desenvolvimento de respostas baseadas em evidências em contextos de maior vulnerabilidade.

Do ponto de vista empírico, os artigos analisados revelam que a produção científica permanece fortemente concentrada em poucos contextos nacionais, enquanto regiões como a América Latina apresentam participação residual, tanto na delimitação territorial dos estudos quanto na produção institucional. Foram identificados apenas três estudos com recorte territorial explícito na região, sendo dois realizados no Brasil — Alpino et al. (2022) e Nunes et al. (2017) — e um na Argentina, conduzido por Abrutzky et al. (2015). No que se refere à afiliação institucional, a participação latino-americana restringe-se a cinco países — Brasil, Argentina, Chile, México e Uruguai —, com número reduzido de instituições e sem recorrência significativa ao longo do período analisado. No Brasil, destacam-se a Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), a Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) e a Fundação Oswaldo Cruz – Instituto Leônidas e Maria Deane (FIOCRUZ/ILMD) (ALPINO et al., 2022). Na Argentina, identificam-se instituições como o Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) e a Universidad de Buenos Aires; no Chile, universidades como a Universidad de Chile; no México, instituições como a Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); e, no Uruguai, a Universidad de la República. Esse padrão indica não apenas baixa representatividade regional, mas também limitações na consolidação de agendas de pesquisa

contínuas, o que compromete a produção de evidências contextualizadas para territórios marcados por elevada vulnerabilidade socioambiental.

No plano institucional, o dado mais relevante não é apenas a baixa participação regional, mas a ausência de recorrência e continuidade na produção científica. A identificação de oito instituições brasileiras com apenas uma publicação cada sintetiza esse cenário: não se trata apenas de pouca produção, mas de uma produção que não se consolida em linhas de pesquisa, grupos estruturados ou redes colaborativas. Essa fragmentação compromete a formação de massa crítica e reduz a capacidade de avanço cumulativo do conhecimento.

No que se refere ao conteúdo dos estudos, observa-se que a literatura tem avançado na consolidação de evidências sobre os efeitos diretos do calor extremo, especialmente mortalidade e morbidade, com uso de métodos quantitativos robustos (BACCINI et al., 2008; MCMICHAEL; WOODRUFF; HALES, 2006). No entanto, a análise indica que esse avanço não tem sido acompanhado pela incorporação de abordagens mais complexas, capazes de articular determinantes sociais, condições territoriais e respostas institucionais. Temas como adaptação dos sistemas de saúde, vulnerabilidades interseccionais e efeitos combinados de eventos extremos permanecem pouco desenvolvidos, particularmente em contextos latino-americanos (WHO, 2024).

A articulação desses resultados permite identificar um padrão analítico central: a produção científica sobre ondas de calor e saúde tem se desenvolvido de forma setorizada e territorialmente concentrada, o que limita sua capacidade de responder aos desafios impostos pelas mudanças climáticas. Em outras palavras, há um acúmulo de evidências sobre os efeitos do calor, mas ainda insuficiente avanço na compreensão das condições que modulam esses efeitos em diferentes territórios e na tradução desse conhecimento em estratégias de ação.

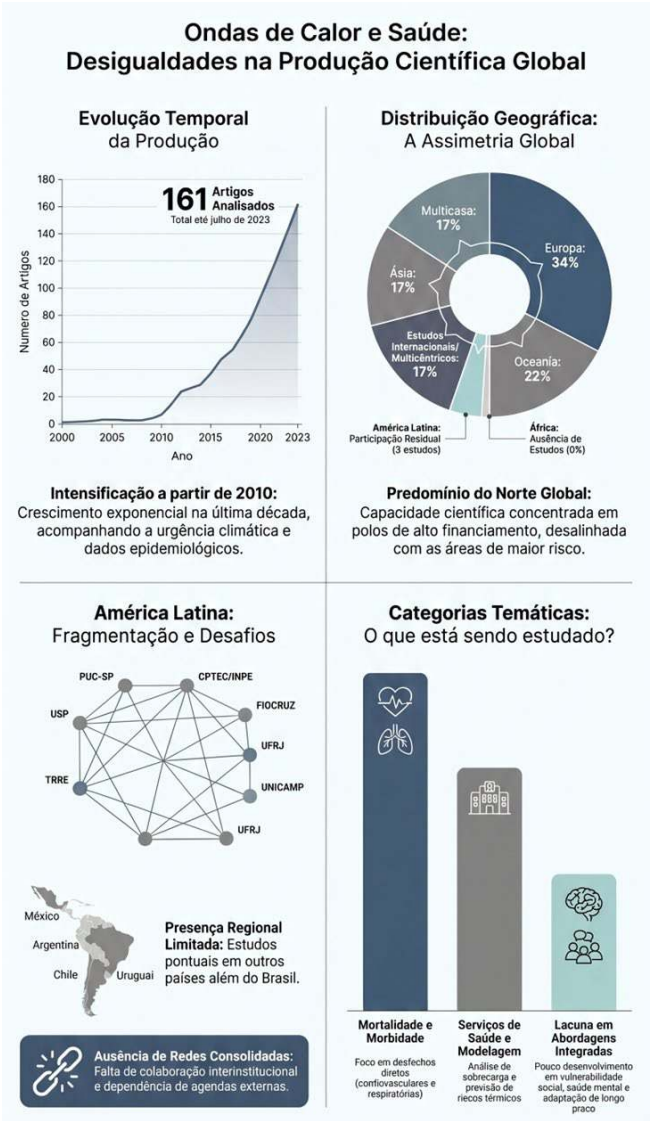
Esse cenário reforça a importância de abordagens que integrem clima, território e saúde, conforme discutido no campo da Geografia da Saúde. A distribuição desigual da produção científica não é apenas um problema acadêmico, mas uma questão que impacta diretamente a capacidade de resposta dos sistemas de saúde. Como argumenta Barcellos et al. (2009), a disponibilidade de evidências condiciona a formulação de políticas públicas, enquanto Guimarães (2015) destaca que as respostas em saúde são inseparáveis das condições territoriais em que se inserem.

Diante disso, o principal desafio que emerge desta análise não se restringe ao aumento do volume de publicações, mas à reorientação da agenda científica. Isso implica avançar na consolidação de grupos de pesquisa, no fortalecimento de redes regionais e na ampliação de estudos territorializados, capazes de captar a diversidade socioambiental da América Latina.

Implica, também, aproximar a produção científica das necessidades dos sistemas de saúde, especialmente no que se refere à vigilância, preparação e resposta a eventos extremos.

Assim, a síntese dos resultados aponta que a ampliação da capacidade científica regional é condição essencial para enfrentar os impactos das ondas de calor no contexto das mudanças climáticas. Sem essa base, persistirá a dissociação entre conhecimento e ação, comprometendo a efetividade das políticas públicas e a proteção das populações mais vulneráveis, especialmente em cenários de intensificação dos eventos extremos projetados pelo IPCC (2021).

Figura 2. Síntese integrada da produção científica sobre ondas de calor e saúde: evolução temporal, distribuição geográfica e estrutura institucional



Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados da pesquisa, com apoio da ferramenta NotebookLM para organização visual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar a produção científica sobre os impactos das ondas de calor na saúde humana, com ênfase na distribuição geográfica dos estudos, na localização institucional dos grupos de pesquisa e na caracterização temática das evidências disponíveis, com foco na América Latina. A partir da articulação entre revisão integrativa, análise bibliométrica e análise espacial, foi possível identificar não apenas o estado da arte da literatura, mas também lacunas estruturais que condicionam a produção e a aplicação do conhecimento científico nesse campo.

Os resultados evidenciam que, embora haja crescimento consistente da produção científica internacional, essa expansão ocorre de forma desigual e territorialmente concentrada, com predominância de estudos conduzidos em países de alta renda, especialmente na Europa, Oceania e Ásia. Em contraste, a América Latina apresenta participação reduzida, tanto em termos de recorte territorial dos estudos quanto na produção institucional, configurando um cenário de baixa densidade científica e elevada fragmentação. Essa distribuição reforça a dissociação entre os territórios mais vulneráveis aos impactos da emergência climática e aqueles com maior capacidade de produção de conhecimento, conforme apontado pelo IPCC (2021), evidenciando um desafio central para a promoção da equidade em saúde.

No plano institucional, a análise revelou a inexistência de grupos de pesquisa consolidados e a ausência de redes regionais estruturadas na América Latina, com predominância de iniciativas isoladas e baixa recorrência de publicações por instituição. Esse padrão limita o acúmulo de conhecimento, a padronização metodológica e a realização de estudos multicêntricos, comprometendo a capacidade de geração de evidências comparáveis e territorialmente sensíveis. Ademais, a inserção periférica das instituições latino-americanas nas redes internacionais de pesquisa reforça a dependência de agendas científicas definidas em países centrais, aprofundando assimetrias que também se expressam no campo da produção do conhecimento.

No que se refere ao conteúdo dos estudos, observou-se predominância de investigações voltadas aos efeitos diretos do calor extremo, como mortalidade e morbidade, com uso de métodos quantitativos robustos. No entanto, persistem lacunas importantes relacionadas à incorporação de determinantes sociais e territoriais da saúde, à análise de efeitos indiretos e cumulativos e ao desenvolvimento de estratégias de adaptação dos sistemas de saúde. A limitada presença de abordagens interdisciplinares e territorializadas restringe a compreensão das dinâmicas complexas que articulam clima, ambiente e saúde, especialmente em contextos marcados por desigualdades socioespaciais.

Diante desse cenário, os resultados deste estudo apontam para a necessidade de reorientação da agenda científica na América Latina, com foco na ampliação da produção de conhecimento contextualizado, no fortalecimento de grupos de pesquisa e na consolidação de redes de cooperação interinstitucional. Torna-se fundamental promover estudos multiescalares, que integrem análises epidemiológicas, territoriais e sociais, e que dialoguem diretamente com as demandas dos sistemas de saúde, especialmente no âmbito da vigilância, preparação e resposta a eventos extremos.

Além disso, a integração entre produção científica e políticas públicas deve ser fortalecida, de modo a subsidiar estratégias de adaptação baseadas em evidências. Isso implica ampliar o diálogo entre universidades, centros de pesquisa, serviços de saúde e instituições de planejamento urbano e defesa civil, reconhecendo o caráter transversal e intersetorial dos impactos das ondas de calor. Nesse contexto, o fortalecimento do Sistema Único de Saúde (SUS) como ator estratégico na resposta à emergência climática torna-se central.

No que se refere às recomendações para pesquisas futuras, destacam-se algumas direções prioritárias. Em primeiro lugar, é necessário ampliar estudos empíricos em países e regiões sub-representados, especialmente na América Latina, com recortes territoriais mais detalhados e abordagens comparativas entre cidades e regiões. Em segundo lugar, recomenda-se o desenvolvimento de pesquisas que integrem determinantes sociais da saúde, vulnerabilidade socioespacial e variáveis climáticas, de modo a avançar na compreensão das desigualdades nos impactos das ondas de calor. Em terceiro lugar, é fundamental investir em estudos sobre adaptação e resposta dos sistemas de saúde, incluindo avaliação de políticas públicas, sistemas de alerta precoce e estratégias de gestão de risco em saúde. Adicionalmente, há necessidade de aprofundar investigações sobre efeitos de longo prazo, saúde mental, impactos ocupacionais e grupos populacionais específicos, como crianças e gestantes, ainda pouco explorados na literatura. Por fim, recomenda-se o fortalecimento de abordagens interdisciplinares e colaborativas, com incentivo à formação de redes regionais de pesquisa e à produção de dados comparáveis e abertos.

A intensificação dos eventos extremos projetada pelos cenários climáticos globais reforça a urgência de ampliar a capacidade científica e institucional da região. A superação das desigualdades na produção do conhecimento constitui não apenas um desafio acadêmico, mas uma condição essencial para a promoção da equidade, da justiça climática e da resiliência dos sistemas de saúde. Considerando que os impactos das mudanças climáticas tendem a atingir de forma desproporcional populações historicamente vulnerabilizadas, fortalecer a produção científica na América Latina representa um passo estratégico para reduzir iniquidades, orientar

políticas públicas e enfrentar, de forma mais justa e eficaz, os desafios impostos pela emergência climática no século XXI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALPINO, T. de M. A.; MAZOTO, M. L.; BARROS, D. C. de; FREITAS, C. M. de. Os impactos das mudanças climáticas na segurança alimentar e nutricional: uma revisão da literatura. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 273–286, 2022. Disponível em: https://www.scielosp.org/article/csc/2022.v27n1/273-286/pt/. Acesso em: 13 set 2025. https://doi.org/10.1590/1413-81232022271.05972020

BACCINI, M. et al. Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology*, Baltimore, v. 19, n. 5, p. 711–719, 2008. Disponível em: https://journals.lww.com/epidem/fulltext/2008/09000/The_Time_Course_of_Weather_Related_Deaths.00013.aspx. Acesso em: 15 jul 2024. https://doi.org/10.1097/ede.0b013e318176bfcd

BARCELLOS, Christovam; MONTEIRO, Ana Maria Vieira; CORVALÁN, Carlos et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. Epidemiologia e Serviços de Saúde, Brasília, v. 18, n. 3, p. 285–304, 2009. Disponível em: https://www.icict.fiocruz.br/sites/www.icict.fiocruz.br/files/Mudancas%20climaticas%20e%20doencas.pdf. Acesso em 13 set 2025. https://doi.org/10.5123/s1679-49742009000300011

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Ações Estratégicas de Epidemiologia e Vigilância em Saúde e Ambiente. Guia de vigilância em saúde: volume 1. 6. ed. rev. Brasília: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_6edrev_v1.pdf. Acesso em: 13 set 2025.

CAMPBELL, S.; REMENYI, T.; WHITE, C.; JOHNSTON, F. Heatwave and health impact research: a global review. Health & Place, Oxford, v. 53, p. 210–218, set. 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1353829218301205. Acesso em: 15 jul 2024. https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2018.08.017

FRY, J. *Doenças comuns: incidência, natureza e tratamento*. São Paulo: Manole, 1977.

GARCIA, B. N. *Caracterização de ondas de calor no Brasil e seus impactos na saúde humana nas últimas décadas*. 2021. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/16844/1/GARCIA%2cB.N.pdf. Acesso em: 10 jul 2024.

GUIMARÃES, Raul Borges. Saúde: fundamentos de geografia humana. São Paulo: Editora UNESP, 2015. Disponível em: https://static.scielo.org/scielobooks/4xpyq/pdf/guimaraes-9788568334386.pdf. Acesso em: 10 jul 2024. https://doi.org/10.7476/9788568334386

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_FullReport_small.pdf. Acesso em: 10 jul 2024. https://doi.org/10.1017/9781009157896

MCGREGOR, G. R. et al. *Heatwaves and health: guidance on warning-system development*. Geneva: World Health Organization, 2015. Disponível em: https://www.who.int/publications/m/item/heatwaves-and-health--guidance-on-warning-system-development. Acesso em: 10 jul 2024.

MCMICHAEL, A. J.; WOODRUFF, R. E.; HALES, S. Climate change and human health: present and future risks. The Lancet, London, v. 367, n. 9513, p. 859–869, 2006. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(06)68079-3

MENDONÇA, Francisco. Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias. Terra Livre, São Paulo, v. 1, n. 34, p. 101–120, 2010. Disponível em: https://publicacoes.agb.org.br/terralivre/article/view/184. Acesso em: 13 set 2025. https://doi.org/10.62516/terra_livre.2003.184

PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, London, v. 372, n. 71, p. 1-9, 2021. Disponível em: https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71. Acesso em: 27 mar 2026. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

PASCAL, M. et al. How can a climate change perspective be integrated into public health surveillance? Public Health, London, v. 126, n. 8, p. 660–667, ago. 2012. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0033350612001527. Acesso em: 13 set 2025. https://doi.org/10.1016/j.puhe.2012.04.013

PERKINS, S. E.; ALEXANDER, L. V. On the measurement of heat waves. Journal of Climate, Boston, v. 26, n. 13, p. 4500–4517, 2013. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/26/13/jcli-d-12-00383.1.xml. Acesso em: 10 jul 2024. https://doi.org/10.1175/jcli-d-12-00383.1

STEFANON, M.; D'ANDREA, F.; DROBINSKI, P. Heatwave classification over Europe and the Mediterranean region. Environmental Research Letters, Bristol, v. 7, n. 1, p. 014023, 2012. Disponível em: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/7/1/014023/meta. Acesso em: 13 set 2025. https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/1/014023

VERONESI, R. *Doenças infecciosas e parasitárias*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1976.

WHO. World Health Organization. Climate change, heat and health: key facts. Geneva: World Health Organization, 2024. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-heat-and-health. Acesso em: 10 jul 2024. https://doi.org/10.2471/b09626