

ELEMENTOS METEOROLÓGICOS E AS REPERCUSSÕES NA SAÚDE HUMANA PUBLICADAS NOS ÚLTIMOS 5 ANOS (2024-2020): UMA REVISÃO DE ESCOPO ¹

Ana Luiza Barbosa Ramiro²

Luísa de Castro Batista³

Luisa Neves Klippel⁴

Cássia de Castro Martins Ferreira⁵

INTRODUÇÃO/REFERENCIAL TEÓRICO

O termo mudanças climáticas vem sendo amplamente discutido e debatido pelos órgãos midiáticos, por pesquisadores, políticos, em ambiente escolar e, até mesmo, pelo senso comum. Um guia de bolso denominado “Mudança do Clima para Profissionais da Saúde” publicado em 2021 pela Organização Pan – Americana da Saúde (OPAS) afirma que é uma expressão utilizada para descrever fenômenos climáticos relevantes ocasionados em sua maioria pela concentração abundante de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera terrestre, como por exemplo dióxido de carbono. A emissão desses gases vem aumentando ao longo dos anos, causada principalmente pelas atividades antrópicas por meio da queima de combustíveis fósseis, atividades industriais, entre outros processos.

Na atmosfera, os GEE favorecem a retenção de calor, o que altera a temperatura do ar, os padrões das precipitações, os níveis de umidade do ar, entre outros. Nesse contexto, as mudanças climáticas favorecem a ocorrência, ainda mais frequente, intensa e sucessiva, de eventos (Dias, 2014). Episódios como inundações, secas, ondas de calor e de frio, incêndios,

¹ Resultado parcial do projeto de pesquisa financiado pelo CNPQ, “(RE) Significação da cidade: um olhar que vai da habitação à totalidade da cidade de Juiz de Fora – MG: qualidade ambiental, saúde e clima urbano”.

² Graduanda no Curso de Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, analuiza.barbosa@estudante.ufjf.br;

³ Graduanda no Curso de Medicina da Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora – Suprema, lucastrobatista04@gmail.com;

⁴ Graduanda no Curso de Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, luisa.klippel@estudante.ufjf.br;

⁵ Professora orientadora: professora titular no Curso de Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, cassia.castro@ufjf.br.

propiciam inúmeros danos direta e indiretamente à saúde da população, como por exemplo maior incidência das doenças cardiovasculares, respiratórias e renais, transtornos mentais e psicossociais, estresse térmico, doenças de transmissão vetorial, etc. (OPAS, 2021).

Nessa perspectiva, diversas pesquisas ao longo dos anos vêm abrangendo a intrínseca relação entre clima e saúde, permitindo relacionar de que modo as alterações e variabilidade nos elementos meteorológicos repercutem no bem-estar humano, sobretudo aos grupos de pessoas com comorbidades e mais vulneráveis. Autores como Bainy *et al.* (2021); Domingues *et al.* (2023) e Saraiva *et al.* (2024) refletem sobre a piora da qualidade do ar devido à emissão de poluentes e particulados, que tendem a favorecer a prevalência e intensificação de doenças cardiovasculares, respiratórias, como por exemplo insuficiência cardíaca, alergias, e, até mesmo, a COVID-19.

Além disso, pesquisadores como Freitas *et al.* (2022) e Gomes *et al.* (2024) demonstram a influência de elementos meteorológicos como temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação na ocorrência de doenças infecciosas, de veiculação hídrica, tais como dengue e leptospirose; como também no estímulo de doenças crônicas, a exemplo da diabetes mellitus. Estes estudos mostram a importância em analisar a relação entre elementos meteorológicos e os impactos na saúde humana, podendo auxiliar na gestão e evidenciar as implicações dessa relação no sistema de saúde brasileiro e mundial.

Esta pesquisa fez uso da metodologia da revisão de escopo que consiste em um tipo de revisão da literatura utilizado, cada vez mais, para a investigação de estudos que visam explorar o estado da arte sobre um tema de interesse, buscar a dimensão, o alcance e a natureza do estudo, sumarizar e divulgar os dados da investigação, assim como identificar as lacunas de pesquisas existentes (Sousa e Zaitune, 2022; Stralen, et al., 2022). De acordo com Cacchione (2016) existem três características que diferem a revisão de escopo de outras metodologias: busca mapear a pesquisa e os conceitos-chave que sustentam o estudo; fornece uma síntese que inclui um conjunto amplo de dados que vão além de somente artigos e periódicos revisados por pares; e permite acrescentar várias fontes heterogêneas e diversas ao invés de focar apenas nas de melhores evidências científicas.

Desse modo, esse estudo objetiva analisar, por meio de uma revisão de escopo, os artigos que apresentam a relação entre clima e saúde, realizando um levantamento dos elementos meteorológicos / poluição do ar e das doenças mais analisadas, além das principais consequências e impactos para a saúde humana.

METODOLOGIA

O estudo seguiu as seguintes etapas:

Elaboração da questão de pesquisa: A escolha dessa metodologia visou analisar as evidências e informações já existentes, considerando as lacunas de conhecimento sobre o tema e a possível relação entre os elementos meteorológicos e poluição do ar e a saúde da população humana. Dessa forma, definiu-se a seguinte questão de pesquisa: “Quais estudos dispostos na literatura científica existem sobre o clima/elementos meteorológicos/ poluição do ar e a saúde humana e o que essas informações abordam sobre a relação entre essas duas variáveis?”

Critérios de elegibilidade: No estudo, foram julgados elegíveis artigos de quaisquer espécies divulgados em duas revistas de alta relevância no Brasil, sendo uma na área de climatologia e outra na área de saúde, para melhor abrangência de estudos e informações, visando abarcar estudos realizados tanto por profissionais da área de saúde quanto da área de geografia, meteorologia, etc. Os seguintes critérios de exclusão foram adotados: documentos incompatíveis com o tema, através da análise do título, resumo e palavras chaves, estudos realizados em animais e quaisquer espécies que não humanas e artigos publicados a mais de 5 anos e em outros idiomas que não o Inglês, o Português e o Espanhol.

Técnica de busca e fontes de informação: A busca pelos artigos foi feita num período de 5 anos (2020-2024), através de 2 bases de dados amplamente reconhecidas e que se relacionam, diretamente, com o tema: Revista Brasileira de Climatologia (RBClima) e Cadernos de Saúde Pública (CSP). A partir disso, cada autor procedeu uma análise de cada artigo presente em cada revista e cada caderno, durante o período de 5 anos, incluindo para o estudo, aqueles artigos que possuíam o título, resumo e palavras chaves, diretamente, relacionadas com o tema em questão e que analisavam humanos de todas as faixas etárias e sexo.

Vale ressaltar que a revisão foi realizada de acordo com as recomendações da escala PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews*) com o intuito de sistematizar o estudo (Liberati, et al., 2009).

Seleção dos estudos e extração dos dados: Após análise dos artigos individualmente por cada autor, incluindo os critérios de inclusão e exclusão, as autoras leram e investigaram juntas,

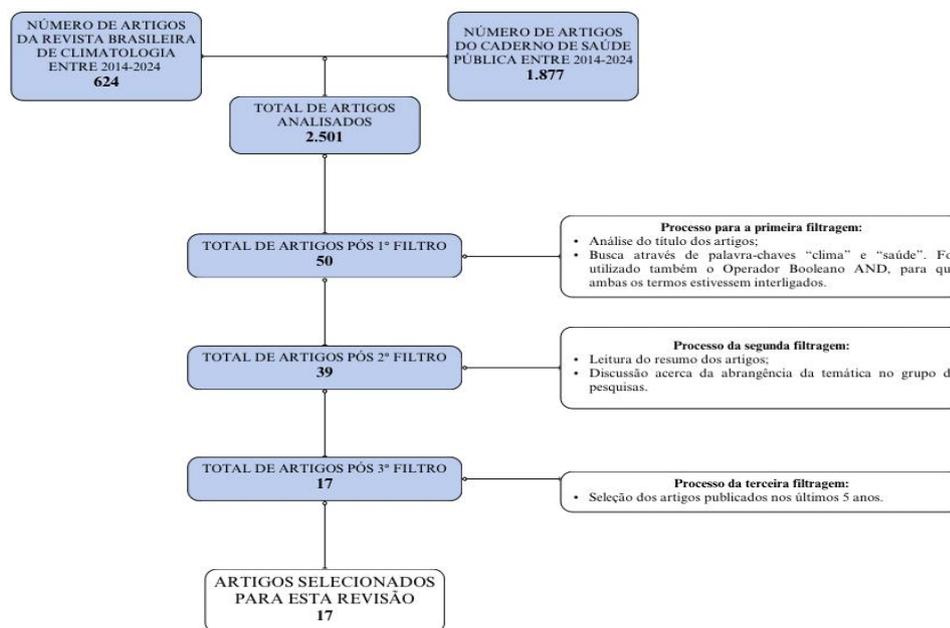
abrangendo as divergências e entrando em consenso, quais estudos deveriam ser selecionados. Assim, os documentos foram extraídos e organizados em uma tabela Excel e um fluxograma.

Mapeamento dos dados: Foi elaborado um fluxograma (figura 1) e uma tabela. O fluxograma (figura 1) demonstra que o processo de seleção iniciou com 2501 documentos identificados na Revista Brasileira de Climatologia (n= 624) e nos Cadernos de Saúde Pública (n= 1877) e após utilização dos critérios de inclusão e exclusão e realização de uma seleção a partir da discussão dos títulos, resumos e palavras chaves, etapa em que foram excluídos 2484 estudos, apenas 17 artigos fizeram parte da análise final. A tabela apresenta os artigos selecionados, os quais foram organizados da seguinte maneira: idioma, referência, palavras-chaves, ano de publicação, objetivo geral, variáveis climáticas, variáveis de saúde, testes estatísticos utilizados, tipo de publicação, principais resultados e conclusão do artigo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 17 artigos selecionados para a leitura e análise de forma contribuinte para a revisão de escopo. Desses, 9 fazem parte dos Cadernos de Saúde Pública, enquanto os outros 8 artigos estão presentes na Revista Brasileira de Climatologia (Figura 1).

Figura 1: fluxograma da seleção dos estudos incluídos na revisão escopo



Fonte: Autoras, 2024.

De acordo com o ano, o que obteve mais publicações foi o de 2023, com 35,3%; seguido por 2021 e 2022, que apresentam 23,5% cada; 2024, com 11,8%; e, por fim, 2020, que possui

apenas 5,9% (Tabela 1). Na tabela 1, nota-se um aumento significativo nas publicações que abrangem a temática de correlação entre clima e saúde a partir de 2021, do qual pode-se contextualizar como o segundo ano de epidemia da SARS-Cov-2, popularmente conhecida como Covid-19, passando a ser uma tese de investigação, como vislumbrado nos estudos de Bainy et al. (2021) e Silva et al. (2023). Destaca-se ainda que os dados de 2024 foram coletados até o mês de maio do mesmo ano.

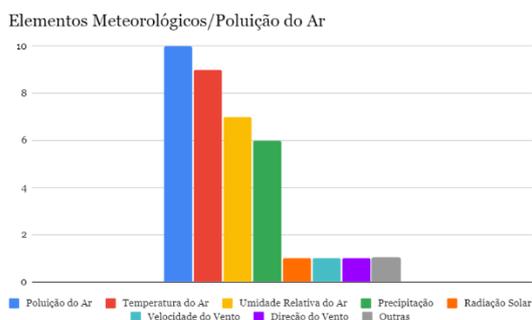
Tabela 1 - Porcentagem anual da publicação dos artigos.

Anos de Publicação	Nº de Artigos Publicados	(%)
2020	1	5,9
2021	4	23,5
2022	4	23,5
2023	6	35,3
2024	2	11,8
Total	17	100

Fonte: Autoras, 2024.

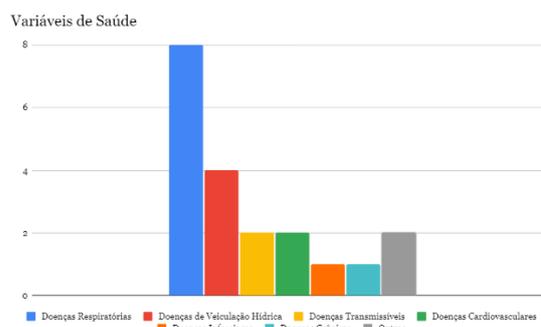
Após releitura dos 17 artigos selecionados, foi realizada a extração de dados considerados relevantes para o alcance do objetivo proposto. Traçou-se dessa forma, os elementos meteorológicos e poluição do ar (Figura 2), assim como as variáveis de saúde (Figura 3) apresentadas em cada contexto. Cabe mencionar que os estudos não se limitaram a apenas um elemento meteorológico e uma variável para saúde.

Figura 2 - Elementos Meteorológicos/poluição do ar utilizados nos artigos selecionados



Fonte: Autoras, 2024.

Figura 3 - Variáveis de Saúde utilizadas nos artigos selecionados.



Fonte: Autoras, 2024.

Como se observa na Figura 2, a variável com maior foco de estudo em sua relação com fatores de saúde humana foi a poluição do ar, presente em 10 dos 17 casos. Esta variável possui diversos pretextos, entretanto, uma similaridade entre os mesmos são as atividades antrópicas e relacionadas a lógica de produção. A exemplo cita-se a análise de Saraiva et al. (2024), onde a poluição do ar é consequência direta dos resíduos de mineração após o desastre do rompimento da barragem de Brumadinho-MG. Como também no estudo de Domingues et al.

(2023), em que a queima da biomassa de cana-de açúcar é a responsável pela emissão de poluentes atmosféricos no estado de Pernambuco. Caumo et al. (2022), traz as queimadas florestais, advindas das mudanças climáticas, como agente dessa variável. As doenças respiratórias tornam-se as variáveis de saúde mais encontradas nesses estudos (Figura 3), uma vez que relações diretas entre essas e a poluição do ar são ponderadas em 41,17% dos estudos. Ao verificar a relação entre doenças respiratórias e poluição do ar detectou-se que quanto maior os níveis de poluentes no ar, menor a qualidade para a saúde humana. Entretanto, questões socioambientais e comportamentais são vetores que incidem de forma direta nessa relação, traçando um perfil de vulnerabilidade dos principais sujeitos atingidos, são essas mulheres (Zhixue et al., 2022), crianças e idosos (Domingues et al., 2023).

Outro ponto de destaque atrelado à análise do material foi a prevalência de artigos com os elementos meteorológicos (Figura 2) de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar de forma conjunta, compreendendo 41,17% dos artigos analisados. Estas, por sua vez, encontram-se nos estudos em uma relação de causa e consequência com diferentes variáveis de saúde. Como amostra dessa relação, cita-se o artigo de Silva et al. (2022), em que os três elementos meteorológicos contribuem de forma direta para a proliferação de doenças de veiculação hídrica, como a dengue. Em pesquisas como as de Freitas et al. (2022), Zezzo et al. (2021) e Silva et al. (2023) é possível visualizar a associação com as variáveis de doenças crônicas, doenças infecciosas e doenças transmissíveis respectivamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi quantificado que os elementos meteorológicos e a poluição do ar mais citados nos artigos analisados foram: poluição do ar, temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação, sendo a poluição do ar a principal, presente em 10 dos 17 artigos considerados.

As principais variáveis de saúde verificadas foram: doenças respiratórias, de veiculação hídrica, cardiovasculares e transmissíveis. As doenças respiratórias foi a mais presente dentre os artigos analisados, totalizando 41,17% dos artigos.

Foi constatado que o ano que obteve maior número de publicações foi 2023, com 35,3%, seguido por 2021 e 2022, ambos com 11,8%, e, por fim, 2020, com 5,9%. Esse crescimento das pesquisas que abordam a relação entre clima e saúde ao longo dos anos pode ter sido influenciado pela pandemia da Covid-19. Outro ponto destacado foi a predominância de artigos (41,17% das publicações) que observaram a ação conjunta dos elementos precipitação, temperatura e umidade relativa do ar na ocorrência de doenças de veiculação hídrica, como a dengue.

Portanto, a revisão de escopo permitiu descrever e quantificar as variáveis de saúde e elementos meteorológicos mais analisados em ambas as revistas.

Palavras-chave: Revisão de Escopo; Saúde Pública; Bem-Estar Humano; Mudanças Climáticas; Elementos Meteorológicos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pelo financiamento da pesquisa; à FAPEMIG e UFJF pela concessão das bolsas de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

BAINY, B.K. et al. Avaliação da qualidade do ar no Sudeste do Brasil durante a pandemia e bloqueio de COVID-19: relato de aumento da poluição atmosférica. **Cadernos de Saúde Pública**, v.37, n.9, 2021.

BOEHM, S.; SCHUMER, C. 10 conclusões do Relatório do IPCC sobre Mudanças Climáticas de 2023. www.wribrasil.org.br, 24 mar. 2023.

CACCHIONE, P.Z. The Evolving Methodology of Scoping Reviews. **Clin Nurs Res**. 2016, Apr;25(2):115-9.

CAUMO, S. et. al. Impactos na saúde humana causados pela exposição a incêndios florestais: as evidências obtidas nas últimas duas décadas. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 30, n. 18, p. 182–218, 2022.

DIAS, M. A. F. S. Eventos climáticos extremos. **Revista USP**, n. 103, p. 33-40, 2014.

DOMINGUES, R. C. et. al. Queima de biomassa da cana-de-açúcar e hospitalizações de crianças e idosos por agravos respiratórios em Pernambuco, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 39, n. 10, 2023.

FREITAS, B. D. S. et. al. Análise de associações entre internações de diabetes mellitus e condições atmosféricas no período de 2010 a 2020 no município de Santarém, Pará. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 30, n. 18, p. 647–667, 2022.

GOMES, J. P. M. et. al. Relação entre temperatura do ar e incidência de dengue: estudo de séries temporais em Minas Gerais, Brasil (2010-2019). **Cadernos de Saúde Pública**, v.40, n. 3, 2024.

LI, Z. H. et. al. Carga de doença devida a câncer de pulmão atribuível à poluição do ar domiciliar na população feminina chinesa: análise de tendências de 1990 a 2019 e previsões futuras. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, p. e00050622, 2022.

LIBERATI, A. et. al. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. **PLoS Med**, v. 6, n. 7, 2009.

Mudança do clima para profissionais da saúde: Guia de bolso. Washington, D.C.: Organização Pan-Americana da Saúde; 2021. Licença: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://doi.org/10.37774/9789275721841>.

PEREIRA, J. M. A. et. al. Impacto das mudanças climáticas na saúde pública: revisão integrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 12, n. 11, p. e4720, 26 nov. 2020.

SANTOS, F. F. S. S.; ARAÚJO, H. M. de. A relação clima/tempo e dengue no espaço urbano de Aracaju/SE. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 31, n. 18, p. 649–670, 2022.

SARAIVA, R. D. S. et. al. Alterações respiratórias em crianças expostas à poeira de resíduos de mineração em Brumadinho, Minas Gerais, BrasilMG: Projeto Bruminha. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 40, n. 2.

SILVA DOS SANTOS, F. F.; ARAÚJO, H. M. de. A relação clima/tempo e dengue no espaço urbano de Aracaju/SE . *Revista Brasileira de Climatologia*, [S. l.], v. 31, n. 18, p. 649–670, 2022.

SILVA, V. B. da; VALVERDE, M. C. Avaliação da relação entre a poluição atmosférica e parâmetros climáticos com a Covid-19 no Grande ABC paulista. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 33, n. 19, p. 124–148, 2023.

SOUZA, L. A. de; ZAITUNE, M. P. do A. Uma revisão de escopo de revisões sistemáticas sobre exposição humana ao mercúrio. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional [online]**, v. 47, 2022.

STRALEN, A. C. et al. Estratégias internacionais de flexibilização da regulação da prática de profissionais de saúde em resposta à pandemia da COVID-19: revisão de escopo. **Cadernos de Saúde Pública [online]**. v. 38, n. 2, 20224.

ZEZZO, L. V. et al. Doenças infecciosas no contexto das mudanças climáticas e da vulnerabilidade socioambiental. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 28, p. 671-697, 2021.