



ARTIGO DE REVISÃO

Ondas de calor, biodiversidade e saúde em tempos de mudança climática ☆, ☆☆

Marcelo de Paula Corrêa

Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, Brasil

Recebido em 19 de setembro de 2024; aceito em 2 de outubro de 2024

PALAVRAS-CHAVE

Mudanças climáticas;
Saúde pública;
Vulnerabilidade social;
Mortalidade infantil;
Políticas preventivas

Resumo

Objetivos: Este artigo discute as ondas de calor (OC), suas definições e frequências crescentes associadas às mudanças climáticas, bem como seus efeitos na saúde humana, especialmente em crianças e grupos vulneráveis. Enfatizamos a necessidade de estudos interdisciplinares para melhor entendimento dos efeitos das OC e de ações preventivas para mitigar os efeitos causados por esse fenômeno.

Fonte dos dados: Os dados foram obtidos de estudos recentes, realizados no Brasil e no exterior, sobre os impactos das OC. As figuras foram produzidas com dados fornecidos pelo Climate Change Knowledge Portal.

Síntese dos dados: As OC são períodos de calor extremo, modulados por fenômenos climáticos como o El Niño e as oscilações decadais do Pacífico. A frequência e intensidade das OC aumentaram desde a década de 1950, impulsionadas pelas mudanças climáticas. As OC afetam a saúde pública, por aumentarem os riscos de mortalidade por doenças respiratórias e cardiovasculares. Crianças estão mais vulneráveis a problemas como febre por insolação, doenças infecciosas respiratórias e renais, além de riscos como síndrome da morte súbita infantil. Quase metade dos episódios de OC, observados neste século na América do Sul, ocorreram no Brasil, principalmente em regiões socioeconomicamente vulneráveis.

Conclusões: O aumento do número de OC é consequência direta das mudanças climáticas e tem impactos severos na saúde pública e na biodiversidade. Grupos vulneráveis sofrem mais com esses fenômenos, e as desigualdades sociais agravam os problemas. É essencial promover a conscientização, implementar políticas públicas eficazes e incentivar pesquisas interdisciplinares para mitigar os efeitos das OC na sociedade.

0021-7557/© 2024 Sociedade Brasileira de Pediatria. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

Ondas de calor (OC) podem ser definidas como períodos em que temperaturas elevadas se acumulam ao longo de uma sequência de dias e noites considerados excepcionalmente quentes. Não há uma definição formal sobre o período de tempo mínimo ou temperaturas necessárias para configurar

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.ped.2024.10.002>

☆ Trabalho realizado no Instituto de Recursos Naturais - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, Brasil.

☆☆ Como citar este artigo: de Paula Corrêa M. Heatwaves, biodiversity and health in times of climate change. J Pediatr (Rio J). 2025;101:S27-S33.

E-mail: mpcorrea@unifei.edu.br (M.P. Corrêa).

0021-7557/© 2024 Sociedade Brasileira de Pediatria. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

uma OC. O Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos (EUA) define OC como um período de clima anormalmente quente que dura pelo menos dois dias ou mais, e podem ocorrer com muita ou pouca umidade.¹ Na Europa, o EuroHEAT, um projeto coordenado pelo Escritório Regional da Organização Mundial da Saúde (OMS), fornece uma definição mais técnica: “OC é um período em que a temperatura máxima aparente e a temperatura mínima estão acima do 90° percentil da distribuição mensal durante pelo menos dois dias”.² Há, também, outras terminologias correlatas que podem ajudar a indicar períodos quentes, tal como o índice de noites tropicais, definido como o número anual de dias com temperatura mínima noturna de pelo menos 20°C.³ No Brasil, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) adota a recomendação da Organização Meteorológica Mundial (OMM), que define OC como o período de cinco ou mais dias consecutivos durante os quais a temperatura máxima diária ultrapassa a temperatura máxima média em pelo menos 5°C.^{4,5}

As OC estão associadas ao aumento de riscos em diferentes setores da sociedade, afetando principalmente a economia e a saúde. Entre os principais efeitos estão o aumento de interações e da mortalidade humana, a duração e intensidade das secas, piora na qualidade da água, incêndios florestais e fumaça, escassez de energia, perdas agrícolas, dentre outros. O impacto das OC na mortalidade e morbidade envolve todas as faixas etárias. No entanto, em geral, crianças e idosos são os mais afetados, além de pessoas com condições médicas específicas, particularmente os acometidos por doenças cardiovasculares e respiratórias.⁶ Estudos recentes, realizados no Brasil, mostram associação entre o aumento no risco de mortalidade, por diferentes causas, com a ocorrência e a intensidade das OC.^{7,8}

A frequência e a intensidade das OC têm aumentado em todo o mundo desde a década de 1950. É consenso científico que essa tendência está associada às mudanças climáticas.⁹ Esses estudos também convergem para uma descoberta preocupante, indicando que o limite de sobrevivência em diversas regiões do planeta pode ser alcançado no final do século XXI em virtude da combinação fatal de aumento de temperaturas e extremos, positivos ou negativos, de umidade.¹⁰ Ações humanas deletérias para o meio ambiente, como o desmatamento, contribuem para a intensificação do fenômeno em todas as regiões do Brasil. OC mais intensas na Amazônia na última década, por exemplo, aconteceram sob seca extrema na região e estão associadas à diminuição da área florestal original.¹¹ Esse aumento de episódios de OC também tem sido registrado nas últimas décadas em toda a América do Sul. No Brasil, em particular, observa-se contribuição substancial de condições secas persistentes para episódios de OC, destacando a vulnerabilidade da região às mudanças climáticas.¹²

Este artigo apresenta um breve balanço dos estudos mais recentes sobre a relação entre a ocorrência de OC, sua relação com a biodiversidade e seus impactos sobre a saúde humana, principalmente sobre grupos mais frágeis, como crianças e adolescentes. Espera-se que esta revisão científica, apesar de sucinta, contribua para maior conscientização sobre o tema, o desenvolvimento de ações preventivas e a identificação, mais rápida e eficiente, para o atendimento de emergências médicas ocorridas durante tais episódios climáticos. Além disso, o aprofundamento dos conhecimentos sobre os perigos associa-

dos às OC deve sempre ser visto como incentivo para o desenvolvimento de mais estudos interdisciplinares entre pesquisadores das ciências atmosféricas e da saúde.

Distribuição, frequência e intensidade das ondas de calor e sua relação com as mudanças climáticas

O ano de 2023 foi o mais quente observado em toda a história.¹³ Essa afirmação é corroborada pelos registros meteorológicos iniciados por volta dos anos 1850 e a reconstrução, por modelos matemáticos, de séries temporais de 2.000 anos.¹⁴ Esse recorde também foi confirmado por meio de evidências indiretas, tais como estudos de testemunhos de gelo na Antártica, indicando-o como, possivelmente, o ano mais quente dos últimos 100.000 anos.¹⁵ Desde o seu início, 2023 também foi o ano de extremos de calor ocorrendo simultaneamente em diferentes partes do mundo. As temperaturas em algumas partes do Brasil ultrapassaram os 40°C em meados de setembro, enquanto grande parte da Austrália registrava temperaturas 16°C maiores do que o normal. Importante ressaltar que essas altas temperaturas, e sua chegada antecipada no início da primavera, são consistentes com projeções realizadas em estudos precedentes. Esse aumento da ocorrência de temporadas de calor extremo, simultâneas em larga escala, está em grande parte relacionado à alteração das circulações atmosféricas em virtude do aquecimento do planeta.¹⁶

As OC devem se tornar mais frequentes, persistentes e intensas em quase todas as regiões habitadas. Esses episódios devem acompanhar tanto tendências de ressecamento do solo, especialmente em latitudes médias, como também ocorrências de OC úmidas em outras regiões do planeta, como no sul da Ásia. Esses extremos climáticos também impactam ecossistemas e a biodiversidade por meio da maior predisposição à ocorrência de incêndios florestais, comumente observados no Brasil, parte da América do Sul, Austrália, EUA, dentre outros países.¹⁷

A consistência desses resultados é corroborada por estudos que usam uma gama diferenciada de análises, bases de dados e modelos, mas que cujos resultados convergem para um futuro de alterações na gravidade, duração e frequência das OC em virtude das mudanças climáticas. Tais projeções indicam forte impacto nas cidades mais populosas do planeta neste século, pois estão previstos aumentos entre 3,4 e 6,6°C nas temperaturas e OC com duração entre 4 e 10 dias. Mesmo cidades mais distantes das regiões tropical e subtropical devem enfrentar aquecimento importante. Paris, por exemplo, deve apresentar um dos mais significativos aumentos na severidade das OC, com incrementos de 3,4°C em OC de 5 dias e de 1,7°C em OC mais longas, com cerca de 10 dias de duração.¹⁸

Na América do Sul, um estudo com 191 episódios de OC observadas na região mostrou que aproximadamente 47% desses períodos de calor foram observados no leste e sudeste do continente — isto é, dentro do território brasileiro. A área mais quente, que se estende do nordeste ao sudoeste na América do Sul, se destacou por suas maiores frequências de episódios intensos de OC, e em todo o continente houve um aumento significativo na intensidade e persistência das OC entre 1979 e 2019.¹⁹ Há, também, evidências significativas de que as OC estão se tornando cada vez mais associadas às secas no Nordeste e Sudeste do Brasil, na Amazônia e no Pantanal.²⁰ Em um

estudo realizado no estado de São Paulo, com observações de OC ocorridas entre 2000 e 2020, a temperatura média das OC foi de aproximadamente 35 °C, com duração média de 5,3 dias. Importante notar que 92% desses eventos extremos ocorreram entre as primaveras e verões da segunda década do período estudado, isto é, entre 2010 e 2020.²¹

As figuras 1 e 2 ilustram essa tendência de aumento das temperaturas, ao mostrarem a variação, em relação ao ano de 1950, das médias de temperaturas máximas anuais (x) em quatro estados brasileiros (fig. 1)²² e do número de dias no ano (NT>25) no qual as temperaturas máximas superaram os 25 °C (fig. 2).²² As diferenças relativas (DF) apresentadas nos gráficos foram calculadas da seguinte maneira:

$$RD [\%] = 100 \times \left(\frac{x_j - x_{1950}}{x_{1950}} \right)$$

Onde x representa e NT_{>25} nas figuras 1 e 2, respectivamente.

Note que em ambas as figuras as curvas de regressão linear das séries temporais (linhas tracejadas) apresentam tendência de aumento, estatisticamente significativas (p < 0,001), tanto de quanto de NT>25 entre 1950 e 2020. Isto é, as médias das temperaturas máximas aumentaram entre meados do século XX e início deste século em todas as regiões do país, com destaque para maior incremento dessas temperaturas na região Sudeste do Brasil (curvas azul e vermelha). Em paralelo, o número de dias com temperaturas máximas superiores a 25 °C aumentou entre 20% e 30% nas regiões Sul e Sudeste - portanto, um forte indicativo do aumento da frequência e intensidade das OC nessas regiões.

A figura 2 não apresenta os dados de Pernambuco, pois não houve aumento significativo de NT>25, uma vez que as temperaturas máximas na localidade já eram, em 1950, superiores a 25 °C em grande parte do ano.

Importante ressaltar que os aumentos da ocorrência e intensidade das OC no Brasil também têm estreita relação com fenômenos cíclicos envolvendo variações, positivas ou negativas, nas temperaturas médias do oceano Pacífico. Por exemplo, as Oscilações Decadal do Pacífico (PDO) e o El Niño-Sul (ENOS) são capazes de modular as OC em diferentes regiões do Brasil e do mundo. A PDO e o ENOS são fenômenos semelhantes, mas com variações temporais distintas. Enquanto a primeira tem variação climática com duração de cerca de uma ou duas décadas, o ENOS costuma durar entre 6 e 18 meses.^{23,24} A região Sul do Brasil apresenta, em geral, maior número de OC durante a fase quente da PDO (aumento das temperaturas da superfície do oceano Pacífico), enquanto as OC foram mais frequentes nas regiões Sudeste e Centro-Oeste durante a fase fria do fenômeno e, portanto, relacionada à diminuição das temperaturas no Pacífico. Além disso, na parte austral do Brasil, a intensidade e a persistência das OC não se alteraram significativamente entre as duas fases da PDO, mas os eventos têm sido, claramente, mais intensos e persistentes na fase fria.²⁵

Ondas de calor e saúde das crianças e adolescentes

Do período de gestação até a velhice, os seres humanos estão expostos aos efeitos deletérios das OC. Durante a gravidez, tais

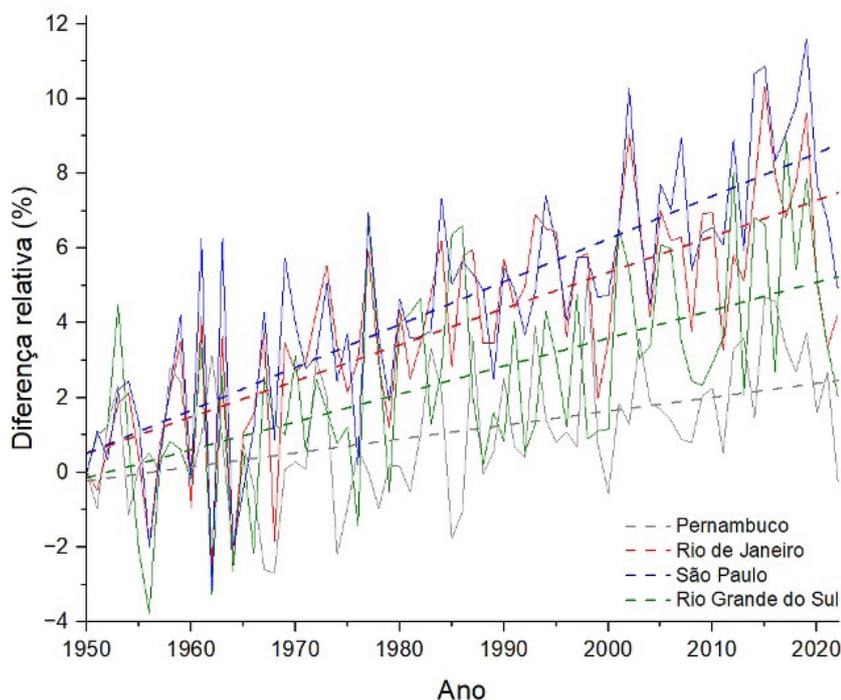


Figura 1 Variação relativa (%) das médias de temperaturas máximas em relação ao ano de 1950 (linhas cheias). As linhas tracejadas mostram a curva de tendência por meio da regressão linear dos dados. Fonte dos dados: World Bank.²²

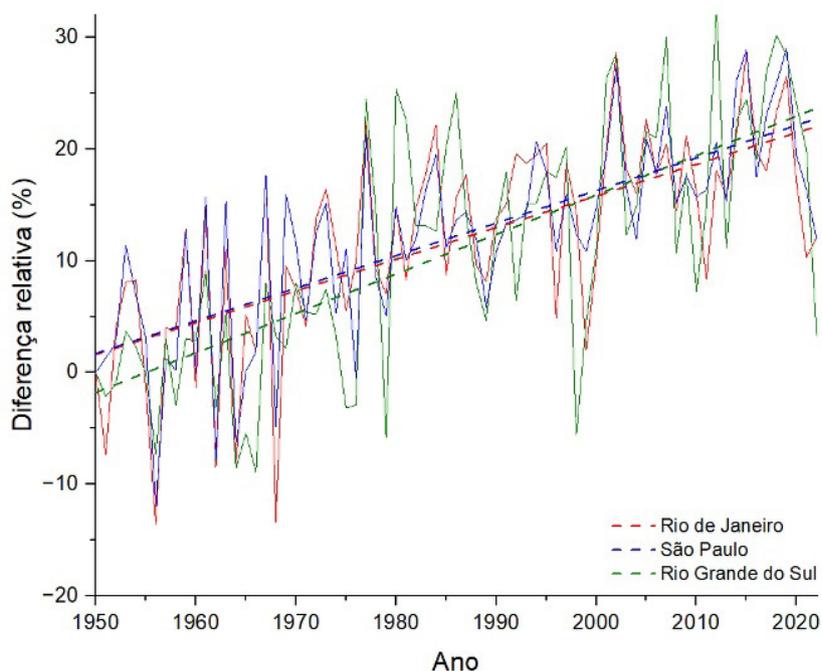


Figura 2 Variação relativa (%) do número de dias no ano no qual as temperaturas máximas superaram os 25°C em relação ao ano de 1950 (linhas cheias). As linhas tracejadas mostram a curva de tendência por meio da regressão linear dos dados. Fonte dos dados: World Bank.²²

efeitos estão principalmente associados à capacidade de termorregulação e alterações fisiológicas, com consequente aumento na carga futura de doenças crônicas tanto nas mães quanto em seus bebês.²⁶ Ademais, as OC e as secas recorde observadas recentemente no Sudeste do Brasil resultaram em aumento da mortalidade fetal e de nascimentos prematuros.²⁰ Outro estudo realizado no país, envolvendo ampla base de informações de mais de 160 milhões de habitantes, indicou associação positiva entre a ocorrência de OC e número de hospitalizações em qualquer idade. Em relação à mortalidade, as evidências sugerem maior relação entre OC e mortes causadas por problemas respiratórios do que por causas cardiovasculares. Mulheres e idosos constituem os grupos mais vulneráveis,⁷ enquanto os homens aparentam ser mais suscetíveis a morrer de acidente vascular encefálico (AVE) isquêmico durante episódios de OC.⁸

Em paralelo, o número de admissões hospitalares por condições perinatais foram os mais fortemente associados às OC.²⁷ É de consenso científico que crianças pequenas (< 5 anos) e indivíduos idosos (> 65 anos), além de portadores de doenças crônicas ou cardiopulmonares, são mais vulneráveis às OC, independentemente de fatores socioeconômicos ou geográficos. Em relação ao fator geográfico, as regiões tropicais do planeta se destacam, pois o aumento de temperatura durante as OC, e em virtude das mudanças climáticas, tem atingido limites de tolerância fisiológica e podem se tornar recorrentes no futuro.²⁸ Além do risco de morte, a vida cotidiana sob temperaturas elevadas diminui a produtividade laboral, aumenta o risco de lesões e doenças e, mesmo que de maneira indireta, está associada ao aumento do número de crimes violentos, agressões sexuais e homicídios.^{29,30}

Esses problemas são ainda mais agravados pelo contexto socioeconômico regional, principalmente em um país marcado por grandes desigualdades sociais. Nas duas primeiras décadas deste século, aproximadamente 50.000 mortes excessivas foram atribuídas ao número crescente de OC no Brasil, o que re-

presenta mais de 20 vezes o número de mortes relacionadas a deslizamentos de terra no mesmo período. Esse excesso de mortalidade relacionada ao calor teve tendência maior nas regiões mais pobres do país (Norte, Nordeste e Centro-Oeste), com maior ênfase em pessoas com menor nível educacional, entre negros e pardos e, como já observado, entre mulheres e idosos.³¹ É cada vez maior o número de publicações recentes que reforçam o caráter indissociado entre os aspectos de vulnerabilidade social na avaliação da relação entre a mortalidade em crianças menores de 5 anos e as mudanças climáticas. Afinal, agregar resultados de mortalidade por todas as causas durante várias estações e zonas climáticas pode ser enganoso sobre nuances em resposta à exposição ao calor.³²

No caso de crianças e adolescentes, o excesso de calor aumenta o risco de síndrome da morte súbita infantil (SMSI), os problemas de saúde mental, desequilíbrio hidroeletrólítico, febre causada por insolação e a ocorrência de doenças infecciosas, respiratórias, renais e cardíacas.^{33,34} Entre bebês, mais mortes são relatadas durante os períodos de OC, mas ainda faltam evidências conclusivas sobre a relação direta entre esses períodos de calor e a mortalidade infantil.³⁵ No entanto, essa mortalidade também pode ser afetada de maneira indireta pelas OC - pois estudos mostram que as mortes por afogamento de idosos³⁶ e de crianças entre 5 e 14 anos aumentam em mais de 10% durante episódios de calor duradouro.³⁷ A **tabela 1**, adaptada de Hicks et al.,³⁸ apresenta um resumo dos riscos à saúde associados à exposição ao calor.^{39,40}

Importante observar que, entre os diversos riscos à saúde apresentados na **tabela 1**, destaca-se o potencial perigo de morte associado a insolações, além de implicações que podem resultar em insuficiência do funcionamento de órgãos vitais como o coração, fígado e rins. Outro ponto de destaque é a associação da exposição ao calor ao agravamento de erupções cutâneas e de doenças crônicas comuns, como a asma.

Tabela 1 Riscos para a saúde associados à exposição ao calor (adaptado de Hicks et al.³⁸)

Questão	Problema	Gravidade	Sintomas	Sinais	Prevenção	Tratamento
Termorregulação ³⁹	Estresse por calor Exaustão pelo calor	Leve Moderado	Desconforto Sede, dor de cabeça, fraqueza, tontura, síncope, vômito, desidratação	Sinais vitais normais Temperatura corporal < 40°C Taquicardia, hipotensão Não há disfunção do sistema nervoso central ou de órgãos terminais	Limitar a exposição ao calor Procurar abrigo fresco ou com ar condicionado Garantir hidratação adequada Evitar exercícios extenuantes	Fresco, hidratado Resfriamento, descanso
	Insolação	Grave, com risco de vida	Disfunção neurológica, estado mental alterado, hematêmese, hematoquezia, erupção cutânea purpúrica e demais sintomas de exaustão pelo calor	Temperatura corporal > 40°C Insuficiência cardíaca, hepática e/ou renal, hipotensão, arritmia, alterações pupilares, tetania	Bebês, crianças pequenas e atletas adolescentes correm maior risco e devem ser cuidadosamente observados	Cuidados médicos de emergência Imersão imediata em água fria Resfriamento contínuo Suporte ventilatório Gerenciar danos aos órgãos terminais
Perda de fluidos e eletrólitos	Desidratação	Variável	Sede	Sinais vitais normais	Manter a ingestão adequada de líquidos	Ingestão adequada de líquidos e eletrólitos
Queimaduras	Queimadura solar	Variável	Eritema, calor, dor, inchaço, bolhas	Principalmente superficial	Evitar a exposição ao sol Usar protetor solar	Prevenção: sombra, cobertura de roupas, uso de protetor solar
	Queimadura térmica	Variável	Eritema, calor, dor, bolhas, palidez ou ausência de dor são sinais de alerta para uma queimadura de espessura total	Queimadura de espessura superficial, parcial ou total	Verificar as superfícies que podem estar quentes antes de expor as crianças	Prevenção: verificar superfícies quentes, incluindo areia e pavimentos
Outras questões	Exacerbação da asma	Variável	Falta de ar, tosse, chiado	Trabalho respiratório, hipoxemia	Evitar calor extremo, ter sempre medicamentos de alívio disponíveis	Gestão da asma ⁴⁰
	Erupção cutânea causada pelo calor	Leve	Erupção cutânea eritematosa (pode ser pruriginosa)	Brotoejas, comuns em bebês	Manter-se em ambiente fresco, evitar agasalhar demais bebês e crianças	Roupas leves e frescas
	Edema	Leve	Inchaço nas mãos e pés	Edema dependente	Manter-se em ambiente fresco	Resfriar e elevar as áreas afetadas
	Cãibras musculares associadas a exercícios	Leve	“Cãibras de calor” podem ocorrer com exercícios de alta intensidade em calor ou frio São mais comuns com falta de condicionamento, desidratação ou má aclimação	Sinais vitais normais	Evitar exercícios extenuantes ou não habituais em dias quentes e climas desconhecidos Garantir hidratação adequada	Repouso, hidratação, resfriamento e alongamento

Considerações finais

As OC emergem como um fenômeno climático crescente e preocupante, associado às mudanças climáticas e à degradação ambiental. O aumento na frequência e intensidade das OC, conforme evidenciado por dados históricos e projeções futuras, tem consequências diretas e graves sobre a saúde pública e a biodiversidade. Grupos vulneráveis, como crianças, idosos e pessoas com condições de saúde preexistentes, são particularmente afetados, apresentando aumento nas taxas de mortalidade e hospitalizações. A interseção entre os efeitos das OC e fatores socioeconômicos agrava ainda mais esses problemas, expondo as desigualdades sociais que permeiam a resposta a esses eventos climáticos extremos.

Diante desse cenário, a conscientização e a implementação de medidas preventivas tornam-se essenciais para mitigar os impactos das OC. É imperativo que haja um esforço conjunto entre pesquisadores de diferentes disciplinas, além de políticas públicas eficazes, que abordem tanto a saúde pública quanto a proteção ambiental. A promoção de estudos interdisciplinares e a adoção de estratégias para lidar com as consequências das OC são fundamentais para garantir a segurança e o bem-estar das populações, especialmente em regiões vulneráveis. Apenas por meio de ações integradas será possível enfrentar os desafios impostos pelas OC e suas repercussões na sociedade. Em comum, a maior parte dos estudos citados neste artigo reforça a necessidade de pesquisas mais aprofundadas sobre os efeitos das mudanças climáticas na saúde, em especial a saúde pediátrica, incluindo o estabelecimento de novas diretrizes para fatores de proteção e que levem em consideração subgrupos de indivíduos que tenham maior vulnerabilidade.

Contribuição do autor

Concepção, aquisição de dados e redação.

Conflito de interesses

O autor declara não haver conflito de interesses.

Editor

D. Solé

Referências

- National Weather Service. During a heat wave. [Acesso em 19 Set 2024]. Disponível em: <https://www.weather.gov/safety/heat-during>.
- World Health Organization (WHO). Regional Office for Europe. (2009). EuroHEAT: improving public health responses to extreme weather/heat-waves: summary for policy-makers. World Health Organization. Regional Office for Europe. [Acesso em 19 Set 2024]. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/107934>.
- Crespi A, Terzi S, Cocuccioni S, Zebisch M, Berckmans J, Füssel H-M. Climate-related hazard indices for Europe. European Topic Centre on Climate Change Impacts, Vulnerability and Adaptation. (ETC/CCA) Technical Paper 2020/1. 2020;64p. https://doi.org/10.25424/cmcc/climate_related_hazard_indices_europe_2020.
- World Meteorological Organization. Heatwave. [Acesso em 19 Set 2024]. Disponível em: <https://wmo.int/topics/heatwave>.
- Instituto Nacional de Meteorologia. Glossário de termos técnicos. [Acesso em 19 Set 2024]. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/glossario/glossario#0>.
- Arsad FS, Hod R, Ahmad N, Ismail R, Mohamed N, Baharom M, et al. The Impact of Heatwaves on Mortality and Morbidity and the Associated Vulnerability Factors: A Systematic Review. *Int J Environ Res Pub Health*. 2022;19:16356.
- Silveira IH, Cortes TR, Bell ML, Junger WL. Effects of heat waves on cardiovascular and respiratory mortality in Rio de Janeiro, Brazil. *PLoS ONE*. 2023;18:e0283899.
- Moraes SL, Almendra R, Barrozo LV. Impact of heat waves and cold spells on cause-specific mortality in the city of São Paulo, Brazil. *Int J Hyg Environ Health*. 2022;239:113861. Erratum in: *Int J Hyg Environ Health*. 2023;247:113952.
- IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. 2023, 1-34. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>
- Marx W, Haunschild R, Bornmann L. Heat waves: a hot topic in climate change research. *Theor Appl Climatol*. 2021;146:781-800.
- Costa DF, Gomes HB, Silva MCL, Zhou L. The most extreme heat waves in Amazonia happened under extreme dryness. *Clim Dyn*. 2022;59:281-95.
- Geirinhas JL, Russo A, Libonati R, Sousa PM, Miralles DG, Trigo RM. Recent increasing frequency of compound summer drought and heatwaves in Southeast Brazil. *Environ Res Lett*. 2021;16:034036.
- Bardan R. NASA analysis confirms 2023 as warmest year on record. [Acesso em 19 Set 2024]. Disponível em: <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-analysis-confirms-2023-as-warmest-year-on-record>.
- Esper J, Torbenson M, Büntgen U. 2023 summer warmth unparalleled over the past 2,000 years. *Nature*. 2024;631:94-97.
- Zhang W, Clark R, Zhou T, Li L, Li C, Rivera J, et al. 2023: Weather and Climate Extremes Hitting the Globe with Emerging Features. *Adv Atmos Sci*. 2024;41:1001-16.
- Founda D, Varotsos KV, Pierros F, Giannakopoulos C. Observed and projected shifts in hot extremes' season in the Eastern Mediterranean. *Global Planet Change*. 2019;175:190-200.
- Domeisen DJ, Eltahir EA, Fischer EM, Knutti R, Perkins-Kirkpatrick SE, Schär C, et al. Prediction and projection of heatwaves. *Nat Rev Earth Environ*. 2023;4:36-50.
- Brown SJ. Future changes in heatwave severity, duration and frequency due to climate change for the most populous cities. *Weather Clim Extrem*. 2020;30:100278.
- de Araújo GR, Frassoni A, Sapucci LF, Bitencourt D, de Brito Neto FA. Climatology of heatwaves in South America identified through ERA5 reanalysis data. *Int J Climatol*. 2022;42:9430-48.
- Libonati R, Geirinhas JL, Silva PS, Monteiro dos Santos D, Rodrigues JA, Russo A, et al. Drought-heatwave nexus in Brazil and related impacts on health and fires: A comprehensive review. *Ann NY Acad Sci*. 2022;1517:44-62.
- Valverde MC, Rosa MB. Heat waves in São Paulo State, Brazil: Intensity, duration, spatial scope, and atmospheric characteristics. *Int J Climatol*. 2023;43:3782-98.
- World Bank. Climate Change Knowledge Portal. [Acesso em 19 Set 2024]. Disponível em: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>.
- Mantua NJ, Hare SR. The Pacific Decadal Oscillation. *J Oceanog*. 2002;58 :35-44.
- Choi J, Son SW. Seasonal-to-decadal prediction of El Niño-Southern Oscillation and Pacific Decadal Oscillation. *Clim Atmos Sci*. 2022;5:29.
- Reis NC, Boiaski NT, Ferraz SE. Characterization and Spatial Coverage of Heat Waves in Subtropical Brazil. *Atmos*. 2019;10:284.

26. Böckmann M, Chersich MF, Pham MD, Areal A, Haghighi MM, Manyuchi A, et al. Extreme heat exposure in pregnancy and risk for preterm birth, low birth weight and stillbirths. *Eur J Pub Health*. 2020;30.
27. Zhao Q, Li S, Coelho MS, Saldiva PH, Hu K, Huxley RR, et al. The association between heatwaves and risk of hospitalization in Brazil: A nationwide time series study between 2000 and 2015. *PLoS Med*. 2019;16:e1002753.
28. Ebi KL, Capon A, Berry P, Broderick C, de Dear R, Havenith G, et al. Hot weather and heat extremes: health risks. *Lancet*. 2021;398:698-708.
29. Ishak PW. Murder nature: Weather and violent crime in rural Brazil. *World Develop*. 2022;157:105933.
30. Mahendran R, Xu R, Li S, Guo S. Interpersonal violence associated with hot weather. *Lancet*. 2021;5:571-2.
31. Monteiro dos Santos D, Libonati R, Garcia BN, Geirinhas JL, Salvi BB, Lima e Silva E, et al. Twenty-first-century demographic and social inequalities of heat-related deaths in Brazilian urban areas. *PLoS One*. 2024;19:e0295766.
32. Brimicombe C, Wieser K, Monthaler T, Jackson D, de Bont J, Chersich MF. Effects of ambient heat exposure on risk of all-cause mortality in children younger than 5 years in Africa: a pooled time-series analysis. *Lancet Planet Health*. 2024;8:640-6.
33. Bach V, Libert J-P. Hyperthermia and Heat Stress as Risk Factors for Sudden Infant Death Syndrome: A Narrative Review. *Front Pediatr*. 2022;10:816136.
34. Faurie C. Increased temperatures and child health outcomes: a systematic review. *Eur J Pub Health*. 2023;33.
35. Xu Z, Sheffield PE, Su H, Wang X, Bi Y, Tong S. The impact of heat waves on children's health: a systematic review. *Int J Biometeorol*. 2014;58:239-47.
36. Peden AE, Mason HM, King JC, Franklin RC. Examining the relationship between heatwaves and fatal drowning: a case study from Queensland, Australia. *Inj Prev*. 2024;30:7-13.
37. Huang Z, Li Z, Hu J, Zhu S, Gong W, Zhou C, et al. The association of heatwave with drowning mortality in five provinces of China. *Sci Total Environ*. 2023;903:166321.
38. Hicks A, Komar L. Too hot! Preventing, recognizing and managing heat injury in children. *Paediatr Child Health*. 2022;28:72-4.
39. Tanen D. Distúrbios causados pelo calor. *Manuais MSD*, 2023. [Acesso em 19 Set 2024]. Disponível em: <https://www.msdmannuals.com/pt-br/casa/les%C3%B5es-e-envenenamentos/dist%C3%BARbios-causados-pelo-calor>.
40. Vicente C, Costa R, Alves L, Pina N, Sousa JC, Ramires J, et al. Guia Prático De Gestão Da Asma Nos Cuidados De Saúde Primários (atualização 2022). Springer Health care Ibérica S.L.; 2022. p.52. <https://apmgf.pt/wp-content/uploads/2024/01/guia-pratico-de-gestao-da-asma.pdf>.