III SIMPOSIO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA HUMANA
26 a 28 de agosto de 2026

DESASTRES METEOROLÓGICOS: A INFLUÊNCIA DAS ONDAS DE CALOR NA SAÚDE

Ketlyn da Cunha Roque (1); Luciene Pimentel (2)
(1) Mestranda em Gestão Urbana, (PPGTU/PUCPR), E-mail: ketlyn.roque@pucpr.edu.br
(2) Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente (PPGMA/UERJ) e Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana (PPGTU/PUCPR), E-mail: pimentel.luciene@pucpr.br

RESUMO

As mudanças climáticas têm intensificado a ocorrência de eventos meteorológicos extremos, especialmente as ondas de calor, ampliando os riscos à saúde pública em áreas urbanas. Estudos recentes apontam aumento da frequência e intensidade desses eventos, tornando as ondas de calor um importante problema socioambiental e sanitário. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar as ondas de calor ocorridas em Curitiba nos últimos cinco anos, relacionando os níveis de estresse térmico aos atendimentos médicos registrados nos períodos de maior criticidade climática. A pesquisa foi desenvolvida no município de Curitiba, localizado na Região Sul do Brasil. Para identificação das ondas de calor, utilizou-se a definição da Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente e da COBRADE, considerando períodos mínimos de três dias consecutivos com temperaturas máximas iguais ou superiores a 5°C acima da média climatológica diária. Foram utilizados dados meteorológicos da estação A807 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes às normais climatológicas de 1991 a 2020. Para análise do estresse térmico aplicou-se o Índice Termoclimático Universal (UTCI), calculado no software Bioklima 2.6, considerando temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e radiação. Os dados de saúde foram obtidos no portal de dados abertos da Prefeitura de Curitiba, utilizando registros de atendimentos médicos classificados pelos códigos CID-10 relacionados às ondas de calor. Os resultados demonstraram aumento significativo das ondas de calor a partir de 2023, com destaque para 2024, ano que apresentou aproximadamente 17 eventos e maior quantidade de dias acima de 30°C e 32°C. Observou-se também associação entre períodos de calor extremo e aumento dos atendimentos médicos, especialmente durante a onda de calor de janeiro de 2024. Nos dias 8 e 10 de janeiro ocorreram episódios de estresse térmico extremo, com sensação térmica de até 49°C. O dia 8 concentrou os maiores registros de atendimentos médicos e aproximadamente 12 horas consecutivas de estresse térmico variando de moderado a extremo. Conclui-se que Curitiba apresentou intensificação das ondas de calor, evidenciando impactos na saúde pública e a necessidade de estratégias de adaptação climática e prevenção voltadas à população vulnerável.

Palavras-chave: ondas de calor, estresse térmico, saúde pública, adaptação.

1. INTRODUÇÃO

No contexto da problemática das anomalias e mudanças climáticas, desastres deflagrados por eventos meteorológicos extremos estão mais vigentes, em inúmeros territórios existem evidências acumuladas da intensificação da onda de calor (Fronza, 2020; Oliveira *et al*., 2021). De acordo com o relatório de 2022 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC (sigla em inglês) - da Organização das Nações Unidas (ONU) que alega que a onda de calor se potencializará em razão dos efeitos das mudanças climáticas. Inclusive, relatou também que os indivíduos vulneráveis possuem 15 vezes mais probabilidade de morrer devido às consequências do aquecimento global do que no passado (Portner *et al*., 2022).

Entre o período de 2000 e 2018 cerca de 48mil brasileiros morreram por efeitos diretos ou por agravos de saúde originados das ondas de calor. Esse número é superior às outras consequências da mudança do clima, tal como deslizamento de terra (Santos *et al*., 2024). Diversas pesquisas têm evidenciado a relação entre a ocorrência de ondas de calor e os efeitos adversos à saúde, assim como a manifestação de forma mais intensa em áreas marcadas por vulnerabilidade socioambiental. No entanto as ondas de calor são desastres negligenciados, principalmente nos países de clima subtropical, já que os impactos do aumento da temperatura, pode ter menor visibilidade em relação aos outros desastres (Santos *et al*., 2024). Os eventos extremos de calor, manifestam-se de forma direta na saúde das populações, caracterizando um risco sanitário urbano. De acordo com a nota técnica Nº 18/2023 publicada em 27 de novembro de 2023 pela Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente (SVSA) os grupos de maiores risco são as crianças e os idosos devido

características fisiológicas (Bitencourt, 2016; Diniz, 2022). A mortalidade em relação às ondas de calor está associada a problemas associados à saúde, como doenças cardiovasculares, respiratórias entre outras (Sarra et al., 2021).

2. OBJETIVO

Analisar as ondas de calor ocorridas em Curitiba nos últimos cinco anos, relacionando os níveis de estresse térmico e os atendimentos médicos registrados nos períodos de maior criticidade climática.

3. MÉTODO

Curitiba está localizada no Primeiro Planalto Paranaense, na Região Sul do Brasil, coordenadas LAT 25°26’ S; LONG 49°16’ W, a aproximadamente 934 metros de altitude, em um planalto subtropical. Com área territorial de cerca de 435 km² e população estimada em mais de 1,7 milhão de habitantes (IBGE, 2022), integra uma região metropolitana que ultrapassa 3,5 milhões de pessoas, exercendo forte influência econômica, cultural e política sobre o entorno. O clima é classificado como subtropical úmido (Cfb, segundo Köppen-Geiger), caracterizado por verões amenos, invernos relativamente frios e chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

Para o cálculo das ondas de calor, adotou-se a definição da Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente, em consonância com a COBRADE, em que relatam que o fenômeno ocorre quando as temperaturas permanecem acima do padrão esperado para determinada região e período, por no mínimo três dias consecutivos, com valores iguais ou superiores a 5 °C acima da média das temperaturas máximas.

Dessa forma, a análise foi realizada em escala diária, considerando como referência o índice normal esperado para a região, definido a partir das normais climatológicas de 30 anos. Para tanto, foram utilizados os períodos de 1991 a 2020. Inicialmente, calculou-se a média das temperaturas máximas para cada dia do ano ao longo desses intervalos, estabelecendo-se, assim, a normal climatológica diária. Em seguida, foi acrescido um limiar de 5 °C a esses valores de referência, identificando-se como ondas de calor os períodos em que as temperaturas máximas ultrapassaram esse limite por três dias consecutivos. Foram utilizados os dados de temperaturas máximas da estação meteorológica de código A807, a partir do portal da web do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Para o cálculo da sensação térmica utilizou-se o Índice Termoclimático Universal - UTCI (termo do inglês Universal Thermal Climate Index) é um índice desenvolvido para avaliar o impacto do ambiente térmico no corpo humano, simulando a resposta fisiológica. Ele considera a temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do vento e radiação (solar/infravermelha). É uma temperatura equivalente em Celsius (ºC) que indica o estresse térmico, variando de "sem estresse" a "estresse extremo" por calor ou frio, conforme a figura 1. Foi utilizado o software Bioklima 2.6.

UTCI (°C)	Classificação de Stress
Superior a +46	Stress por calor extremo
+38 a +46	Stress por calor muito elevado
+32 a +38	Stress por calor elevado
+26 a +32	Stress por calor moderado
+9 a +26	Sem stress térmico
0 a +9	Stress por frio ligeiro
0 a -13	Stress por frio moderado
+-13 a -27	Stress por frio elevado
-27 a -40	Stress por frio muito elevado
-Inferior a -40	Stress por frio extremo

Figura 1 - Temperatura equivalente do UTCI classificada em termos de stress térmico (INMET, 2020).

Para os dados de atendimentos médicos de saúde foi utilizado o portal de dados abertos da Prefeitura de Curitiba, especificamente o perfil de atendimento médico nas Unidades Municipais de Saúde, com filtragem baseada na CID-10 para ondas de calor, tais como T67 E X30.

4. RESULTADOS

Observa-se na figura 2, reduções nos indicadores entre 2020 e 2022, seguida de um crescimento expressivo a partir de 2023. O ano de 2024 apresentou os maiores valores do período, com aproximadamente

17 ondas de calor e aumento significativo de dias acima de 30°C e 32°C. Esse comportamento evidencia intensificação das condições de calor extremo no município. Em 2025 houve redução em relação a 2024, porém os índices permaneceram superiores aos observados entre 2021 e 2022.

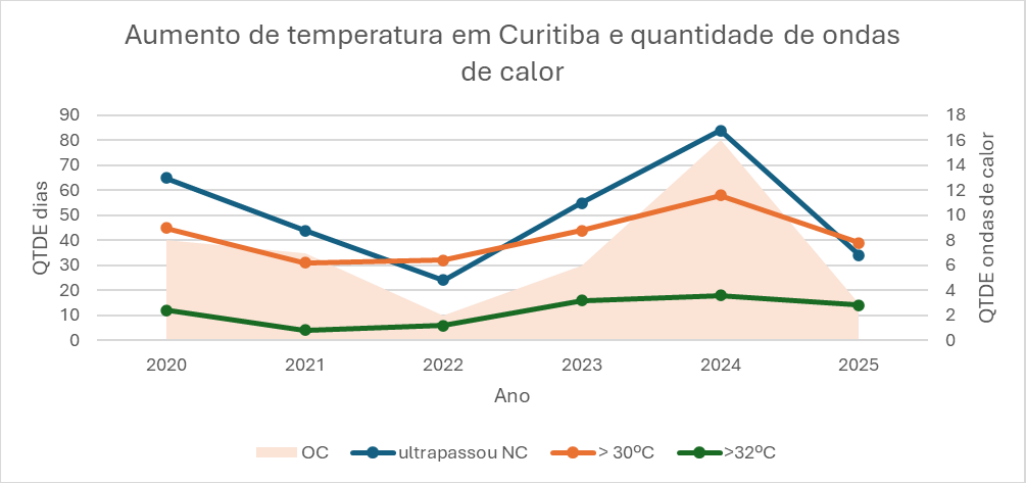


Figura 2 – Aumento de temperatura em Curitiba e quantidade de ondas de calor (A AUTORA, 2026).

Observa-se na figura 3 maior concentração de atendimentos durante o período de onda de calor entre os dias 7 e 11, quando as temperaturas permaneceram acima de 30°C e ultrapassaram a normal climatológica. O pico de atendimentos ocorreu no dia 8 de janeiro, coincidindo com temperaturas próximas de 35°C. Outro aumento expressivo ocorreu em 19 de janeiro, também associado a temperaturas elevadas. Após o dia 22, com a redução térmica para valores próximos de 20°C, houve diminuição significativa nos atendimentos.

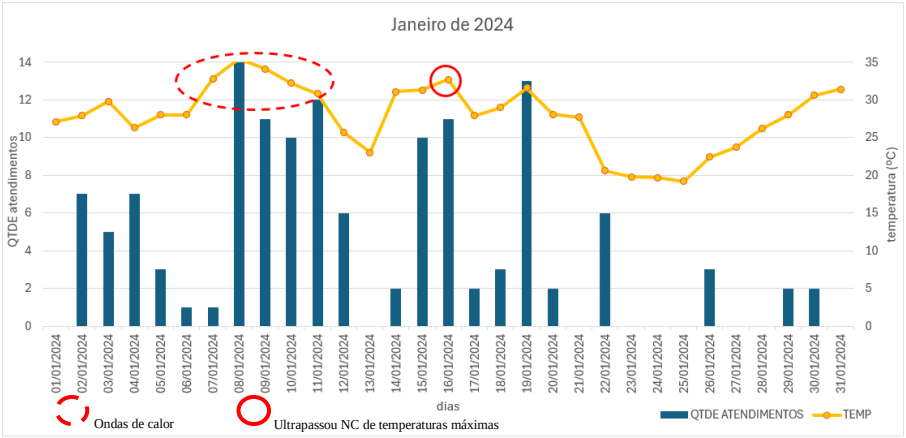


Figura 3 – Atendimento médicos de saúde em janeiro de 2024. (A AUTORA, 2026).

Durante a onda de calor de janeiro de 2024, de acordo com a figura 4, nos dias 8 e 10, às 16h, ocorreram episódios de estresse por calor extremo, com sensações térmicas de 49°C e 46°C, respectivamente. Nessas ocasiões, as temperaturas do ar foram de 35,3°C e 31,2°C, com umidade relativa de 29% e 43% e velocidades do vento de 4,3 m/s e 2 m/s. No dia 8, houve estresse térmico variando de moderado a extremo entre 8h e 20h, totalizando 12 horas consecutivas, período que também concentrou a maior demanda por atendimentos médicos relacionados ao CID de ondas de calor.

DATE	TIME	TEMP. (°c)	U.R (%)	v10m (m/s)	RAD. (w/m²)	A. SOL (°)	TMR (°C)	UTCI (°C)	CATEGORIA UTCI
07/01/2024	09:00	22,5	71	1,8	583,9444444	30	40,11	27,25	stress por calor moderado
07/01/2024	10:00	24,8	62	1,9	758,1666667	37	44,66	29,65	stress por calor moderado
07/01/2024	11:00	27,2	55	2,6	901,1944444	41	48,46	31,31	stress por calor moderado
07/01/2024	12:00	29,2	49	1,8	945,0277778	41	50,22	34,14	stress por calor elevado
07/01/2024	13:00	29,9	44	3,5	748,0555556	37	48,38	32,1	stress por calor moderado
07/01/2024	14:00	32,1	35	2,8	777,25	30	50,34	34,9	stress por calor moderado
07/01/2024	15:00	32,7	34	3	854,4166667	20	51,83	35,6	stress por calor moderado
07/01/2024	16:00	31,5	42	3,5	526,8611111	9	83,69	42,13	stress por calor muito elevado
07/01/2024	17:00	28	62	3,5	477,5	0	74,98	37,65	stress por calor elevado
07/01/2024	18:00	26,9	67	2,5	256,3888889	0	44,99	31,08	stress por calor moderado
08/01/2024	08:00	25	72	0,7	176,4166667	20	24,23	26,11	stress por calor moderado
08/01/2024	09:00	28,5	50	3,7	552,8333333	29	44,28	29,87	stress por calor moderado
08/01/2024	10:00	29,7	47	4,4	750,2777778	37	48,31	31,2	stress por calor moderado
08/01/2024	11:00	31,5	46	3,9	900,5555556	41	51,77	34,24	stress por calor elevado
08/01/2024	12:00	32,1	42	4,8	980,6388889	41	53,16	34,29	stress por calor elevado
08/01/2024	13:00	32,9	37	4,7	976,6666667	37	53,16	35,06	stress por calor elevado
08/01/2024	14:00	33,1	40	3,2	947,0833333	29	53,52	36,54	stress por calor elevado
08/01/2024	15:00	35,1	31	2,9	791,8055556	20	52,93	38,17	stress por calor elevado
08/01/2024	16:00	35,3	29	4,3	632,1111111	8	100,46	49,13	stress por calor extremo
08/01/2024	17:00	34,6	31	3,7	509,1666667	0	83,02	44,36	stress por calor muito elevado
08/01/2024	18:00	33,6	33	3	358,0555556	0	62,33	38,95	stress por calor elevado
08/01/2024	19:00	30,9	41	1,9	125,1944444	0	33,99	30,9	stress por calor moderado
08/01/2024	20:00	28	54	1,3	3,694444444	0	22,18	26,51	stress por calor moderado
09/01/2024	09:00	26,5	63	2,3	533,8055556	29	42,48	30,07	stress por calor moderado
09/01/2024	10:00	27,6	58	3,9	736,6666667	37	46,58	29,81	stress por calor moderado
09/01/2024	11:00	29,6	55	3,4	888,3888889	41	50,23	33,03	stress por calor elevado
09/01/2024	12:00	30,9	52	2,4	945,5	41	51,94	35,59	stress por calor elevado
09/01/2024	13:00	31,6	48	2,5	1017,277778	37	25,84	29,66	stress por calor moderado
09/01/2024	14:00	33,2	42	1,8	878,3055556	29	52,8	37,84	stress por calor elevado
09/01/2024	15:00	33,7	40	3,1	780,9444444	20	51,9	36,85	stress por calor elevado
09/01/2024	16:00	28,9	52	5,2	471,9722222	8	74,54	36,18	stress por calor elevado
10/01/2024	08:00	23,2	79	0,5	309,1666667	20	35,12	28,3	stress por calor moderado
10/01/2024	09:00	24,2	77	1,4	546,25	29	40,95	29,74	stress por calor moderado
10/01/2024	10:00	26,2	68	1,1	782,6944444	37	46,22	32,48	stress por calor moderado
10/01/2024	11:00	27,1	65	2	691,2222222	41	44,01	31,5	stress por calor moderado
10/01/2024	12:00	29,9	49	2,9	886,5555556	41	50,35	33,52	stress por calor elevado
10/01/2024	13:00	30,2	50	3,1	891,6944444	37	50,67	33,72	stress por calor elevado
10/01/2024	14:00	30,4	44	3,3	902,8888889	29	50,85	33,39	stress por calor elevado
10/01/2024	15:00	31,3	42	3,3	879,1111111	20	51,25	34,24	stress por calor elevado
10/01/2024	16:00	31,2	43	2	615,6944444	9	96,08	46,8	stress por calor extremo
10/01/2024	17:00	31,1	42	1,3	513,9166667	0	81,62	43,53	stress por calor muito elevado
10/01/2024	18:00	30,8	43	1,8	251,8055556	0	47,26	34,34	stress por calor elevado
10/01/2024	19:00	28,2	65	1,9	92,75	0	28,96	28,87	stress por calor moderado

Figura 4 – Períodos de estresse térmico na onda de calor de janeiro de 2024. (A AUTORA, 2026).

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram a intensificação das ondas de calor em Curitiba nos últimos cinco anos, com destaque para o ano de 2024, que apresentou maior frequência de eventos extremos e aumento expressivo de dias com temperaturas superiores a 30°C e 32°C. A análise evidenciou relação entre os períodos de calor extremo, o aumento do estresse térmico e a ampliação dos atendimentos médicos associados aos agravos relacionados às ondas de calor. Porém, esse acréscimo de atendimentos não se apresenta, em termos absolutos, como suficientemente expressivo para representar de forma significativa o conjunto da população do município de Curitiba.

Assim, especula-se a possibilidade de que parte da população recorra à automedicação, à adaptação informal aos sintomas pois nos períodos houve elevados momentos de estresse térmico do moderado ao muito elevado e alguns momentos estresse extremo. Além disso, considera-se a hipótese de que a população busque atendimento médico sem que a condição clínica seja registrada como associada aos efeitos do calor.

Dessa forma, conclui-se que Curitiba vem apresentando sinais de aumento da frequência e intensidade de eventos extremos de calor, tornando necessária a implementação de estratégias de adaptação climática, monitoramento meteorológico e ações preventivas em saúde pública, especialmente voltadas aos grupos mais vulneráveis. Estudos futuros podem aprofundar a análise espacial da vulnerabilidade socioambiental e dos impactos das ondas de calor em diferentes setores urbanos do município.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRONZA, Eduardo Erpen. **Caracterizando Ondas de Calor no Centro-sul do Brasil, de 1980 a 2019.** Trabalho Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2020.

OLIVEIRA, D. S. *et al.*Hotter, longer and more frequent heatwaves: an observational study for the Brazilian city of Campinas, SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, n. 2, p. 305–316, 2021.

PÖRTNER, H.-O. *et al*. to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. p. 2897–2930, 2022.

SANTOS, M. D. *et al*. Twenty-first-century demographic and social inequalities of heat-related deaths in Brazilian urban areas. **PLOS ONE**, v. 19, n. 1, p. e0295766, 24 jan. 2024.

BITENCOURT, Daniel Pires et al. Frequência, duração, abrangência espacial e intensidade das ondas de calor no brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, p. 506-517, 2016.