

# **ANÁLISE DE EPISÓDIO DE ONDA DE CALOR EM SÃO PAULO**

## **EM NOVEMBRO DE 2023**

Rogério Rozolen Alves<sup>1</sup>  
Allan Carlos de Andrade<sup>2</sup>  
Emerson Galvani<sup>3</sup>

### **INTRODUÇÃO**

As Ondas de Calor (OC) têm ocorrido com mais frequência ao longo dos anos em diversas partes do planeta. No mês de novembro de 2023, na primavera, o Estado de São Paulo passou por dias onde a temperatura máxima média do ar esteve acima das medições históricas. De acordo com as Normais Climatológicas do INMET (1991-2020), a média das temperaturas máximas é de 26,9°C na capital de São Paulo, no mês de novembro.

De acordo com o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2022), uma OC é caracterizada como um conjunto de eventos extremos que se registram 5°C acima da temperatura máxima média de um determinado local por um período mínimo de cinco dias consecutivos. Já a Organização Meteorológica mundial (OMM) define que uma OC pode ser definida quando existem ao menos 6 dias consecutivos com a temperatura maior que 5°C acima do valor da normal climatológica desse lugar (FANTE, 2019).

Santos e Silva (2024), definem que as OC são eventos nos quais altas temperaturas se fixam por um determinado período, ao longo de dias, e podem estar associadas à baixa umidade. Estas condições resultam em desconforto térmico para a população em geral e são capazes de progredir para sérios danos à saúde, principalmente para crianças, idosos e pessoas com comorbidades em geral.

Já Sartori (2003) *apud* Fante (2019), definiu as OC para o Estado do Rio Grande do Sul como um período de elevação das temperaturas, com duração de 3 a 7 dias, com limiares para identificação da onda variando com a altitude dos locais. Nas baixas e médias altitudes as temperaturas máximas e mínimas devem ser superiores a 33°C e 22°C.

---

<sup>1</sup> Graduado pelo Curso de Geografia da Universidade de São Paulo - USP, rroz@usp.br;

<sup>2</sup> Mestrando pelo Curso de Geografia da Universidade de São Paulo - USP, allan.andrade@usp.br;

<sup>3</sup> Docente do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo - USP, egalvani@usp.br

De acordo com McGregor et al. (2015), o calor, ou tempo quente com duração de vários dias, referido em grande parte das vezes como “onda de calor”, é um perigo natural generalizado que pode causar um pesado impacto a saúde e as demais atividades humanas. Os sistemas naturais também podem ser gravemente afetados pelos impactos sofridos para além da duração de uma onda de calor.

Ainda segundo McGregor et al. (2015), durante esses períodos de clima quente, não só as temperaturas diurnas atingem valores elevados, mas as temperaturas noturnas podem subir muito além da sua média a longo prazo. As ondas de calor são relativas ao clima de um local; as mesmas condições meteorológicas podem constituir uma onda de calor num local, mas não em outro. Além disso, o potencial de risco é ainda maior para as populações de maior vulnerabilidade social. Nas grandes cidades, o risco de morte por exposição a altas temperaturas é maior nas áreas urbanas devido ao efeito das chamadas ilhas de calor. (BITENCOURT et al., 2016). No clima urbano, a atmosfera é alterada por suas edificações, supressão da vegetação arbórea, pela movimentação de pessoas, veículos e atividades industriais, criando um clima específico (PORANGABA e AMORIM, 2019).

Diante deste contexto, o município de São Paulo e toda a região Sudeste do país passaram por fortes ondas de calor ao longo de 2023. O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) registrou 37,7°C de temperatura máxima em São Paulo nos dias 13 e 14 de novembro, no posto da Estação do Mirante de Santana, Zona Norte do município. Segundo estes dados, foram os maiores registros de temperatura para o mês de novembro desde 1943.

## **METODOLOGIA**

Para este trabalho, foi selecionado o período de novembro, mês de ocorrência de um episódio de longa duração de OC. Os dados meteorológicos analisados foram da Estação Meteorológica Automática Experimental (EMAE) do Laboratório de Climatologia e Biogeografia da USP. O objetivo assim foi demonstrar através dos dados meteorológicos, as temperaturas máximas médias no mês de novembro de 2023, quando uma forte onda de calor atingiu o Estado de São Paulo, durante 11 dias (de 08 a 18 de novembro).

Utilizou-se os dados da Estação Meteorológica Automática Experimental (EMAE). Ela está localizada no Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo e está alocada sob

responsabilidade do Laboratório de Climatologia e Biogeografia (latitude 23°33'S, longitude 46°43'W, altitude 739 m ANMM). Ela fica localizada na Cidade Universitária, bairro do Butantã (Zona Oeste do município). O sensor utilizado para medição de temperatura do ar é do modelo HMP45C, de fabricação da Campbell Scientific, cuja faixa de medição de temperatura vai de -39,2 °C a 60 °C, com precisão de  $\pm 0,5$  °C. A coleta de dados é feita através de um *Datalogger*, modelo CR1000, fabricado pela mesma empresa.

Os dados são coletados e registrados neste *Datalogger* de hora em hora, obtendo para o período deste estudo, o total de 264 dados. Foram selecionados onze dias, quando as temperaturas máximas médias do ar alcançaram valores acima da média para esta época do ano, de acordo com as Normais Climatológicas do INMET (1991-2020), que é de 26,9°C na capital de São Paulo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas máximas médias no município de São Paulo apresentam valores inferiores a 30°C, mesmo nos meses de verão (Figura 01). Em novembro, mês analisado neste estudo, as temperaturas máximas médias são de 26,9°, as médias compensadas chegam a 21,2°C e as temperaturas mínimas médias são de 17,3°C. (NORMAIS CLIMATOLÓGICAS, 1991-2020).

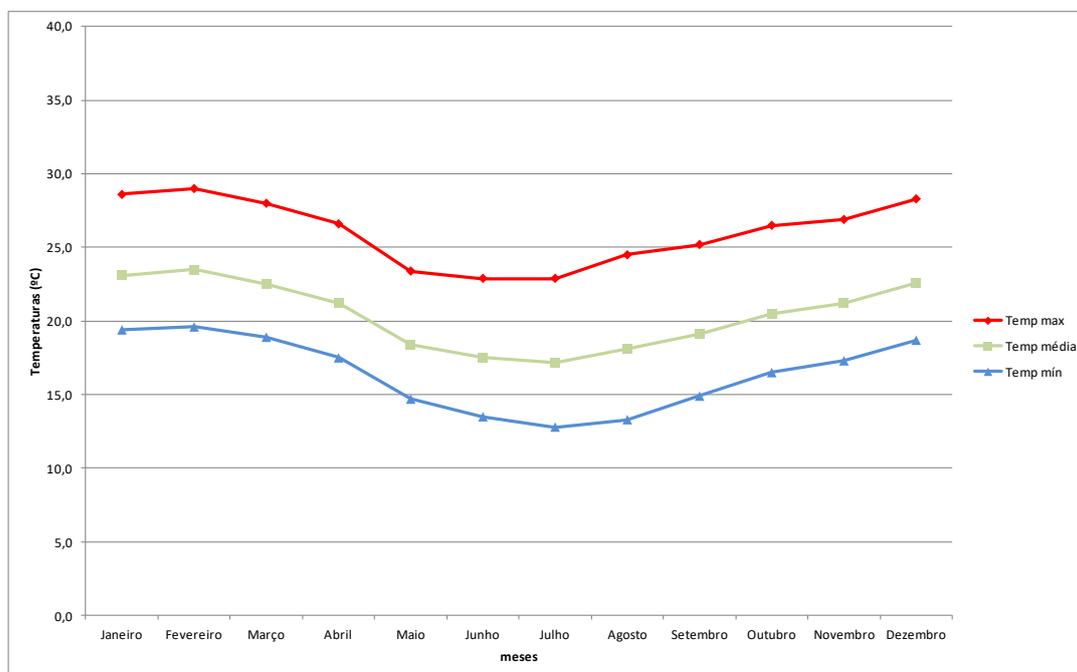


Figura 01: Temperaturas mensais médias, máximas e mínimas em São Paulo/SP (INMET). Fonte: Normais Climatológicas (1991-2020). Org.: os autores.

Ao selecionar os onze dias consecutivos com temperaturas extremas, foi possível visualizar valores muito elevados para o mês de novembro, na primavera. Na figura 02 estão dispostas as temperaturas máximas médias ao longo do mês, sendo evidenciado o período de maior aquecimento do ar. Nota-se as temperatura muito acima das médias históricas.

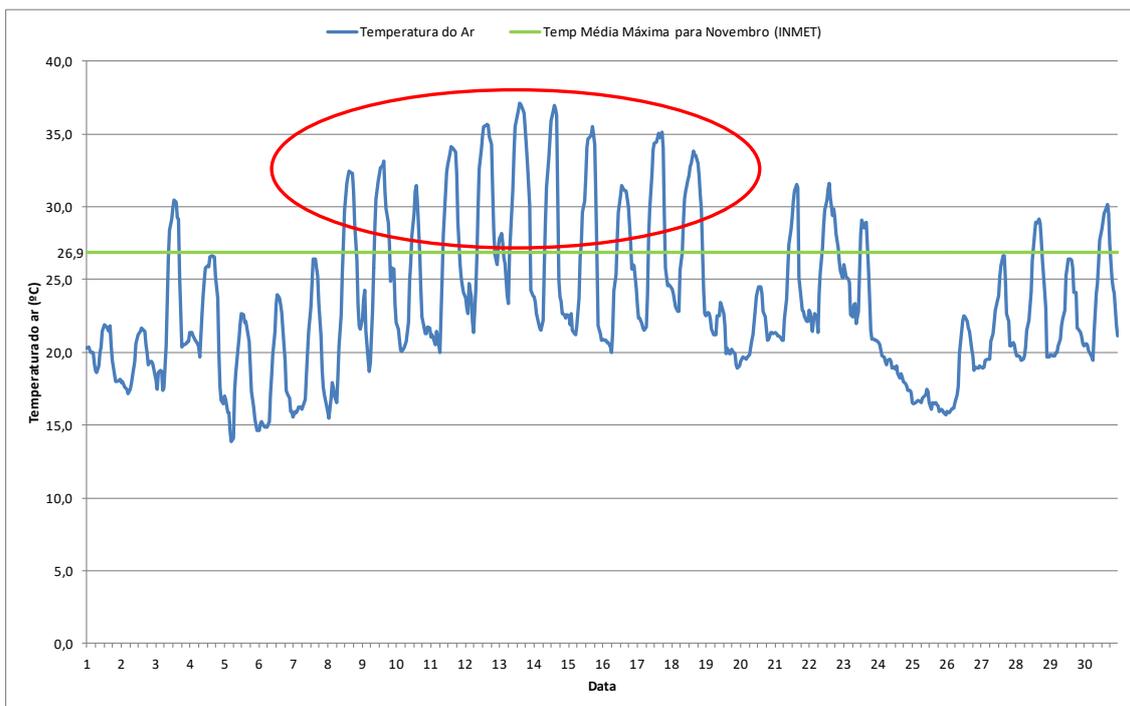


Figura 02: Dados de temperatura máxima média do ar para o mês de novembro de 2023. Em destaque circulado em vermelho, o período de 08 a 18 de novembro, com temperaturas mais elevadas. A linha traçada em verde aponta para a temperatura máxima média do mês de novembro, segundo as Normais Climatológicas do INMET(1991-2020). Org.: os autores.

Na figura 03 é possível observar que as temperaturas máximas ultrapassam os 31,9° C ao longo dos dias, exceto nos dias 10 e 16 de novembro, quando as temperaturas máximas atingiram 31,4°C às 14 horas (dia 10) e 31,5°C às 13 horas (dia 16).

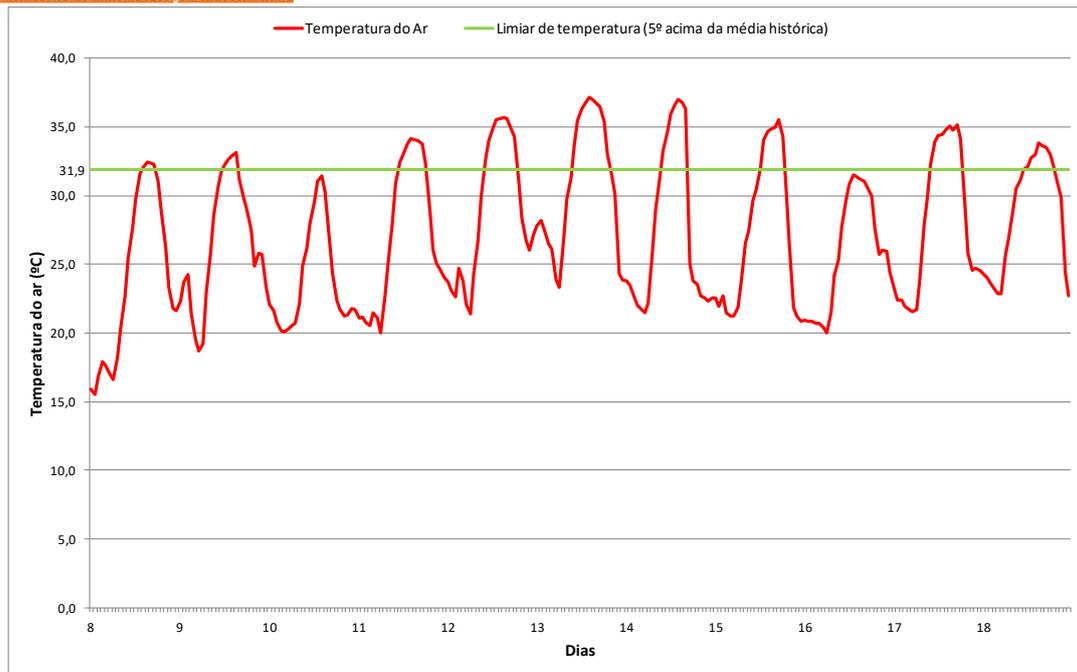


Figura 03: Dados de temperatura máxima média do ar para o período de 08 a 18 de novembro. A linha verde representa o limiar de temperatura máxima, 5°C acima da média das temperaturas máximas das Normais Climatológicas do INMET (1991-2020), para o mês. Org.: os autores.

O dia 13 apresentou a maior temperatura registrada no período (37,1°C), seguido do dia 14, com 37°C. Um pouco inferior ao registrado no posto oficial do INMET, no bairro de Mirante de Santana, quando atingiu 37,7°C neste dia, como mencionado anteriormente. Desse modo, nestes dias, a temperatura máxima foi mais de 10°C superior à média das máximas para São Paulo, em novembro.

Podemos observar que os dias têm magnitudes da OC de dimensões diferentes. Por exemplo, no dia 13 houve um período de 10 horas consecutivas no qual a temperatura máxima foi acima do limiar dos 31,9°C (de 9 horas da manhã até às 19 horas), sendo este o dia mais quente da série analisada.

A temperatura durante as madrugadas não foram inferiores a 20°C em nove dos dias analisados, chegando a 23,3°C na madrugada do dia 13 de novembro. Algumas metodologias, como as de Sartori (2003) definem valores elevados de temperatura mínima durante as madrugadas para classificar as OC.

Nota-se que apesar de nos dias 10 e 16 as temperaturas máximas não terem alcançado ou ultrapassado o limite, estão a 0,5°C e 0,4°C respectivamente dos 31,9°C. Desta forma, analisamos que estes dois dias não devem ser excluídos deste conjunto de dados e desta sequência de onze dias de elevação extrema das temperaturas, pois de

acordo com McGregor et al (2015), esses períodos podem ser entendidos com clima excepcionalmente quente e seco ou quente e úmido que têm um início e uma cessação sutis, uma duração de pelo menos dois a três dias e um impacto perceptível nas atividades humanas.

Ou seja, os registros superaram esta média em 5°C por um período maior do que cinco dias consecutivos. O que caracteriza uma OC, de acordo com os critérios do IPCC (2022). Devido às condições de El Niño, durante este período ocorreu um bloqueio atmosférico nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, fazendo com que os sistemas frontais não avançassem pelo continente, desviando suas trajetórias para o oceano Atlântico (INMET, 2024).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os dados registrados pela Estação Meteorológica Experimental do Laboratório de Climatologia e Biogeografia evidenciam a atuação de uma Onda de Calor no município de São Paulo, corroborando com as medições feitas pelo INMET para o período.

De acordo com as Normais Climatológicas do INMET (1991-2020), a média das temperaturas máximas é de 26,9°C na capital de São Paulo, no mês de novembro. Com isso, observa-se que os registros ultrapassaram sobremaneira os valores esperados para esta época de primavera. Apesar de haver certas divergências em se adotar critérios para considerar determinados períodos como Ondas de Calor, percebe-se que dentro do quadro analisado, este conjunto de onze dias pode ser classificado como tal.

## **REFERÊNCIAS**

BITENCOURT, D. P. et al. Frequência, Duração, Abrangência Espacial e Intensidade das Ondas de Calor no Brasil. *Rev. bras. meteorol.*, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 506-517, Dez. 2016 .

FANTE, K. P. Eventos extremos de temperatura e seus impactos no conforto térmico humano: estudo de caso em Presidente Prudente, Brasil, na perspectiva da geografia do clima. Tese - Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2019.

IPCC (2022). Sexto Relatório de Avaliação do Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>. Acessado em: 10 jul. 2024.

McGREGOR, G. R.; BESSEMOULIN, R.; EBI, K.; MENNE, B. Heatwaves and health: Guidance on warning-system development. Geneva, Switzerland. World Meteorological Organization and World Health Organization, 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais Climatológicas do Brasil 1991-2021. Brasília, DF: INMET, 2022. 27 p. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/uploads/normais/NORMAISCLIMATOLOGICAS.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2024.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Boletim climatológico são paulo: balanço primavera em 2023. Brasília, DF. Disponível em: [https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/BoletimSP\\_primavera\\_revisado.pdf](https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/BoletimSP_primavera_revisado.pdf). Acesso em: 23 ago. 2024.

PORANGABA, G. F. O., e AMORIM, M. C. D. C. T. Geotecnologias Aplicadas à Análise de Ilhas de Calor de Superfície em Cidades do Interior do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 12(06), 2041-2050., 2019.

SANTOS, S. C. P.; SILVA, C. A. da. Ocorrência, intensidade e duração de ondas de calor em Dourados (MS) no período de 1980 a 2019. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 34, n. 20, p. 601-619, 2024. DOI: 10.55761/abclima.v34i20.16155. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/16155>. Acesso em: 20 ago. 2024.

SARTORI, M. G. B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v.1, nº 20, p. 27-49, jan/jul 2003.