



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge>



Climatologia das Ondas de Calor no Sudeste do Brasil entre 1980-2025

Isabelly Bianca dos Santos Gomes¹, Michelle Simões Reboita², Natan Chrysostomo de Oliveira Nogueira³, Vanessa Silveira Barreto Carvalho²

¹Graduanda em Ciências Atmosféricas na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Av. BPS, 1303, Pinheirinho, CEP 37500-903, Itajubá, Minas Gerais. d2021028339@unifei.edu.br. ²Dras. em Meteorologia, Professoras e Pesquisadoras no Instituto de Recursos Naturais - UNIFEI, reboita@unifei.edu.br, vanessa.silveira@unifei.edu.br. ³Mestrando em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Av. BPS, 1303, Pinheirinho, CEP 37500-903, Itajubá, Minas Gerais. d2021002459@unifei.edu.br.

Artigo recebido em 16/12/2025 e aceito em 15/03/2026

RESUMO

O aumento contínuo dos gases do efeito estufa tem sido o principal responsável pelo aumento da temperatura média global e, consequentemente, por perturbações em todo o sistema climático. Um exemplo dessas perturbações é a ocorrência de eventos extremos mais frequentes, intensos e duradouros. Entre esses, destacam-se as ondas de calor (OC), que têm causado grande impacto socioeconômico no mundo. Diante disso, o objetivo deste estudo é identificar as OC ocorridas entre 1980 e 2025 na região Sudeste do Brasil e elaborar uma climatologia sazonal da frequência, duração e intensidade desse fenômeno. Em adição, composições de diferentes variáveis atmosféricas durante as OC são elaboradas e comparadas com a climatologia. Os dados utilizados no estudo são temperatura mínima (Tmin) e máxima (Tmax) diária, providas pelo *Climate Prediction Center* (CPC) - *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), e variáveis como temperatura do ar e umidade específica em níveis verticais de pressão da reanálise ERA5. Embora existam diferentes metodologias para a identificação das OC, neste trabalho foi usada a que leva em consideração o percentil 90 (p90) aplicado às séries temporais de Tmin e Tmax, que se justifica por englobar a Tmin, que é mais prejudicial à saúde. Uma OC ocorre quando ambas temperaturas permanecem acima do p90 por, no mínimo, 3 dias consecutivos. Foram identificados 75 eventos no período estudado. O inverno apresentou maior frequência de eventos, porém com menor duração, enquanto a primavera possui as maiores intensidades de temperatura, associadas a maior incidência de radiação solar nessa época do ano na região de estudo. A análise de composições mostrou que as OC estão associadas com anomalia positiva de altura geopotencial que predomina por diferentes níveis da troposfera na região Sudeste, contribuindo para alta pressão e movimentos subsidentes próximos à superfície. Esse padrão dificulta a convecção local e os jatos de baixos níveis a se deslocarem para a região Sudeste contribuindo para menor umidade específica, principalmente no verão e primavera. Com o estabelecimento da alta pressão anômala sobre o Sudeste do Brasil, o aquecimento radiativo é mais efetivo levando às altas temperaturas. Em 1000 hPa, as anomalias de temperatura do ar chegaram até 7°C na primavera em episódios de OC. Esse estudo é importante, pois contribui para a compreensão dos padrões climatológicos e dinâmicos associados às OC, fornecendo subsídios para o monitoramento e a previsão desses eventos.

Palavras-chave: climatologia, eventos extremos, ondas de calor, região sudeste do Brasil.

Climatology of Heat Waves in Southeastern Brazil between 1980-2025

ABSTRACT

The continuous increase in greenhouse gas emissions has been the main cause of the rise in average global temperature and, consequently, of disturbances throughout the climate system. One example of these disturbances is the occurrence of more frequent, intense, and recurring extreme events. Among these, heat waves (HW) stand out, causing a major socioeconomic impact worldwide. Given this, the objective of this study is to identify the HWs that occurred between 1980 and 2025 in the Southeast region of Brazil and to develop a seasonal climatology of their frequency, duration, and intensity. In addition, composites of different atmospheric variables during the HW are calculated and compared with the climatology. The data used in the study are daily minimum (Tmin) and maximum (Tmax) temperatures, provided by the Climate Prediction Center (CPC) - National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), and variables such as air temperature and specific humidity at vertical pressure levels from the ERA5 reanalysis. Although there are different methodologies for identifying HWs, this study used the one that considers the 90th percentile (p90) applied to the time series of Tmin and Tmax. This choice is justified because it includes Tmin, which is more harmful to health. A HW occurs when both temperatures remain above p90 for at least 3 consecutive days. In total, 75 events were identified during the study period. Winter showed a higher frequency of events, but with shorter duration, while spring has the highest temperature intensities, associated with the greater incidence of solar radiation at that time of year in the study region.

The composite analysis showed that the HWs are associated with a positive geopotential height anomaly predominating by different levels of the troposphere in the Southeast region, indicating a predominance of high pressure and subsidence near-surface. This pattern hinders local convection and low-level jets from moving to the region, contributing to lower specific humidity, especially in summer and spring. With the establishment of anomalous high pressure over Southeast Brazil, radiative heating is more effective, leading to high temperatures. At 1000 hPa, air temperature anomalies reach up to 7°C in spring during HW episodes. This study is important because it contributes to the understanding of climatological and synoptic patterns associated with HW, providing subsidies for the monitoring and forecasting of these events.

Keywords: climatology, extreme events, heat waves, Southeast region of Brazil.

Introdução

O aumento das emissões de gases de efeito estufa é responsável pelo aumento da temperatura média global que, por sua vez, causa inúmeras perturbações no sistema climático. Um exemplo está nas características espaço-temporais das ondas de calor (OC), isto é, na frequência, duração, e magnitude desses eventos (Reboita et al., 2022; Roffe; Walt, 2023).

De modo geral, as OC estão associadas a eventos de circulação geral da atmosfera em grande escala, como os bloqueios atmosféricos. Durante esses episódios, um sistema de alta pressão causa estagnação da circulação atmosférica próxima à superfície, contribuindo para o aumento da temperatura do ar diária, tanto das temperaturas mínimas quanto das máximas (Rusticucci et al., 1995; de Oliveira; Assis; Ferreira, 2018). De forma resumida, a persistência da alta de bloqueio (Black et al., 2004; Dole et al., 2011) leva à situação de céu limpo e ventos fracos em superfície (Meehl; Tebaldi, 2004). No Brasil, episódios de altas pressões anômalas sobre as regiões Sul e Sudeste também têm contribuído para a ocorrência de OC (Geirinhas et al., 2018).

Não há um critério único para a identificação das OC, o que leva a diferentes metodologias (WHO, 2015). As OC são comumente conhecidas como um período em que as temperaturas ficam acima de determinado limiar por uma sequência de dias, considerando em alguns estudos variáveis como temperatura máxima (Tmax) (Tong et al., 2010b; Xu et al., 2013; Bitencourt et al., 2016), temperatura mínima (Tmin) (Geirinhas et al., 2018), temperatura média (Tmed) (Anderson e Bell, 2009; Tong et al., 2014a) e diferentes combinações dessas variáveis (Perkins, 2015; Geirinhas et al., 2018; Feron et al., 2019; Bitencourt et al., 2020). Os limiares, em geral, são definidos a partir do cálculo de percentis dessas variáveis (Rusticucci et al., 2016). Assim, cada região apresentará limiares distintos, levando em consideração as suas especificidades climáticas (Pham-Thanh et al., 2024).

A frequência das OC tem aumentado em diversas regiões do mundo (Kuglitsch, 2010; Anderson e Bell, 2010; Silveira et al., 2019; Alves et al., 2020; Thompson et al., 2023; Pham-Thanh et

al., 2024). No Brasil, Geirinhas et al. (2018), com a metodologia do percentil 90 (p90) calculado com as séries temporais de Tmin e Tmax, identificaram tendência de aumento na frequência e duração das OC a partir da década de 1980 em todo o território brasileiro, mas com destaque nas cidades de São Paulo, Recife e Manaus. Marengo e Camargo (2008) e Bitencourt et al. (2016, 2020) também identificaram um aumento crescente da frequência de OC. Bitencourt et al. (2016) destacaram que as OC que apresentam maior duração são também as que atingem maiores áreas. No mesmo estudo, é ressaltado que a frequência de ocorrência de OC aumentou significativamente a partir de 2000, com duração média de 4,6 dias. Em adição, Bitencourt et al. (2020), no período de 1961 a 2016, compararam as OC com as ondas de frio (OF) e verificaram que as OC apresentaram maior frequência e duração em pontos isolados por todo o Brasil. Ressaltaram, ainda, que nas áreas de latitudes mais altas, há maior duração nos eventos de OC.

Marengo e Valverde (2007), Bitencourt et al. (2016) e um relatório recente do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI, 2025) apontam que as OC não estão associadas apenas com a variabilidade natural do clima, mas, também, com o aquecimento global, e destacam que a região Sul do Brasil é a que apresenta os valores mais extremos de temperaturas. Na região Sudeste do Brasil, muitas OC estão associadas a episódios de seca (Geirinhas et al., 2021, 2022).

Para Verdan e Silva (2022), eventos de OC têm gerado grandes perdas econômicas e de vida em várias partes do planeta. As OC podem ser responsáveis por problemas para a saúde como sintomas cardiovasculares e respiratórios, o que tem ocasionado o aumento de hospitalizações associadas a essas enfermidades (de Moraes et al., 2022; Silveira et al., 2023) e milhares de óbitos (Barriopedro et al., 2011; Zhao et al., 2019; Hartinger et al., 2023; Wang et al., 2023). Além disso, as OC podem induzir estresse fisiológico no corpo humano (de Moraes et al., 2022), com maior vulnerabilidade os grupos de idosos (Anderson e Bell, 2009; Vasconcelos et al., 2013; Wang et al., 2016; Song et al., 2018; Chen et al., 2019), de

mulheres (Silveira et al., 2023), crianças (Arsad et al., 2022; Corrêa, 2025), pessoas com doenças crônicas, trabalhadores ao ar livre e populações em situação de vulnerabilidade (MCTI, 2025).

Segundo a *World Health Organization* (WHO), as OC estão entre os eventos extremos climáticos mais perigosos, mas que raramente recebem a devida atenção, pois tanto o número de mortes quanto a destruição causada por elas, nem sempre é vista imediatamente. A gravidade das OC é definida a partir de índices que relacionam o bem-estar humano com variáveis como: temperatura, umidade, vento e radiação (Pham-Thanh et al., 2024). O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação realizou uma revisão bibliográfica, entre 2015 e 2025 no Brasil, da associação entre eventos extremos como OC e os impactos na saúde pública. O objetivo do autor era de oferecer subsídios relevantes para orientar análises futuras, fortalecer a vigilância e apoiar políticas públicas (o que fornece suporte para os procedimentos e monitoramento antes, durante e depois dos eventos), visando também a conscientização da população sobre os impactos desses eventos na saúde humana. Segundo de Moraes et al. (2022), o impacto das OC se tornou um grande problema na saúde pública em todo o mundo; também verificaram que o maior risco de morte está associado aos limiares de temperaturas mais elevadas e eventos mais longos. Esses autores realizaram um estudo para avaliar o risco de morte entre idosos (maior ou igual a 65 anos) devido à doença cardiovascular, doença cerebrovascular, acidente vascular cerebral isquêmico, acidente vascular cerebral hemorrágico, doença cardíaca isquêmica, doença respiratória e doença pulmonar obstrutiva crônica na cidade de São Paulo associados às OC entre 2006 e 2015. Para isso, definiram as OC utilizando a temperatura média, com limiares acima dos percentis 90 (p90), 92,5 (p92,5), 95 (p95) e 97,5 (p97,5) e duração de dois, três e quatro dias consecutivos e identificaram os óbitos nos períodos relacionados às OC. Foram utilizados esses limiares devido a falta de estudo relacionando as OC com os impactos na saúde e para verificarem qual os limiares e número de dias que causam maiores impactos. Durante uma OC, as temperaturas apresentaram risco elevado de mortalidade, identificado nos limiares de temperatura mais elevadas (p95 e p97,5) com duração maior ou igual a três e maior ou igual a quatro dias. Além disso, no estudo mostraram que os eventos extremos de temperatura têm aumentado significativamente a mortalidade cardiovascular e respiratória, corroborando com

estudos anteriores (Anderson e Bell, 2009; Cheng et al., 2019).

Como as OC causam impactos sociais e econômicos e ainda há poucos estudos sobre esses eventos no Sudeste do Brasil, o objetivo deste estudo é identificar as OC ocorridas entre 1980 a fevereiro de 2025 na região citada e elaborar uma climatologia para a duração, frequência e intensidade desse fenômeno por estação do ano. Além disso, para cada estação do ano, será analisado o comportamento médio da umidade específica, altura geopotencial em 500 hPa, temperatura em 1000 e 700 hPa e vento em 850 hPa associado aos episódios de OC.

Material e métodos

Área de estudo

A região Sudeste do Brasil (Figura 1) é de grande interesse por ser o principal polo econômico do país e concentra a maior parte da população brasileira, cerca de 90 milhões de habitantes (IBGE, 2020). A economia da região é diversificada, contribuindo para os setores agrícola, industrial, comercial e de serviços. A região Sudeste encontra-se entre as latitudes 25,5°S e 14°S e longitudes 53,5°W e 39°W, localizada em uma área que abrange diversas características geográficas. O relevo possui topografia acidentada com as serras da Mantiqueira, da Canastra e do Mar (EMBRAPA, 2021), também há planaltos e planícies, predominantes nas regiões costeiras. O clima dominante na região é do tipo monção (Reboita et al., 2022), com verões chuvosos e quentes e invernos secos e com temperaturas mais amenas. A vegetação varia de acordo com o clima, apesar de grande parte ter sido devastada por conta da urbanização e expansão agrícola (EMBRAPA, 2021). O Sudeste é majoritariamente coberto pela Mata Atlântica, exceto em Minas Gerais, que predomina o Cerrado e a Caatinga.

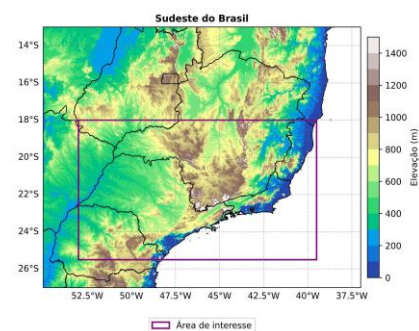


Figura 1 - Área que compreende a localização da região Sudeste (Minas Gerais, São Paulo, Rio de

Janeiro e Espírito Santo). A área de estudo está indicada em roxo, mas destaca-se que o oceano não é incluído nas análises. A topografia (em metros) foi obtida de Becker (2009) com resolução espacial de 1 km.

Dados

Nesse estudo são utilizados dados diários de Tmin e Tmax do *Climate Prediction Center - CPC* (Chen et al., 2008) - *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) (<https://psl.noaa.gov/>), com resolução espacial de 0,5° x 0,5° de latitude e longitude. Os dados são disponibilizados em arquivos globais em formato netcdf, que são processados para seleção da região Sudeste do Brasil.

Também foram utilizados dados do horário sinótico das 1800 UTC da reanálise ERA5 (Hersbach et al., 2023), obtidos na resolução espacial de 1,5° x 1,5°, para o período de 1980 a 2025. As variáveis obtidas foram: temperatura em 1000 e 700 hPa, umidade específica em 1000, 925, 850, 700, 600 e 500 hPa, altura geopotencial em 500 hPa e componentes zonal (u) e meridional (v) do vento em 850 hPa.

Definição de onda de calor

Como discutido na introdução, há diversas metodologias para identificar as OC e, nesse estudo, é empregada a de Geirinhas et al. (2018), em que as OC são identificadas usando o cálculo do percentil 90 (p90) com as séries temporais de

Tmin e Tmax. Assim, uma OC ocorre quando ambas Tmin e Tmax apresentam valor maior do que o p90 por uma sequência de pelo menos 3 dias. É importante destacar que os percentis são definidos separadamente para cada estação do ano. Por isso, os limiares que caracterizam as OC também variam de uma estação para outra.

O uso do p90 da Tmin e Tmax foi escolhido a partir da literatura por ser mais focado no impacto das OC na saúde. Estudos mostram que o aumento da Tmin tem afetado a saúde humana (Lavaysse et al., 2019). De acordo com Kim et al. (2023), parte do impacto do calor na saúde humana é causado pelas altas temperaturas durante à noite, o que é considerado um fator de risco para doenças induzidas pelas altas temperaturas. Basu (2009) enfatiza que a Tmin desempenha um papel importante na saúde humana, e explica que se a temperatura noturna não diminuir, a população não consegue se refrescar e se recuperar do calor diurno, causando uma sobrecarga no corpo (Thompson et al., 2023).

A duração da OC é definida pelo número de dias consecutivos que cumpre o critério definido para um episódio de OC e a frequência é definida pelo número de episódios de OC. Neste estudo, a intensidade é definida a partir da média das variáveis usadas como critério (Tmin e Tmax) durante a OC. A Figura 2 mostra uma ilustração da identificação da OC, sua duração e intensidade.

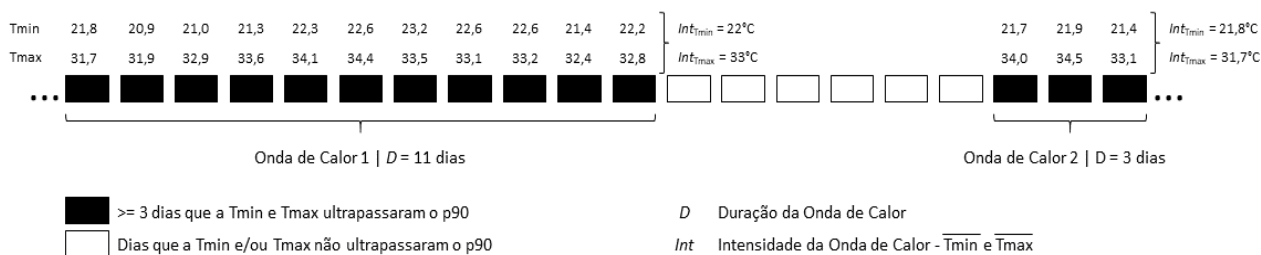


Figura 2 - Esquema ilustrativo para identificação de uma OC, duração (D) e intensidade (o que é definido pelas variáveis Tmin (Int_{Tmin}) e Tmax (Int_{Tmax})), baseado em Bitencourt et al. (2016).

Análises

Inicialmente, foram determinadas as séries temporais diárias de Tmin e Tmax da região de estudo que é a área no retângulo da Figura 1, sendo obtidas como a média simples diária na caixa (mas sem incluir o oceano), no período de janeiro de 1980 a fevereiro de 2025. Se analisou a tendência dessas séries temporais usando o teste de hipótese de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1948),

que verifica se existe ou não um aumento significativo das tendências. As tendências são significativas quando o *P-value* for $< 0,05$.

Para a determinação das OC, a metodologia usada é a de Geirinhas et al. (2018), baseada no p90 da Tmin e Tmax diária (abaixo detalhada). Essa metodologia tem se mostrado consistente em representar as OC. Por exemplo, num estudo recente, Nogueira et al. (2025)

verificaram que tal metodologia capturou bem áreas coincidentes com temperatura máximas próximas e/ou acima de 35°C, que era a média acima de 5°C em relação a climatologia de 1991 a 2020, e pouca ou nenhuma precipitação associada à OC ocorrida no final de abril e começo de maio de 2024 no centro-sul do Brasil.

Foram realizados os seguintes passos para a identificação das OC:

- separar as estações do ano, ou seja, verão (DJF), outono (MAM), inverno (JJA) e primavera (SON),
- cálculo do p90 da Tmin e Tmax em cada estação do ano,
- aplicação dos limiares (p90) obtidos nos dados de Tmin e Tmax,
- identificação da duração, frequência e intensidade dos eventos e
- elaboração de gráficos e mapas representando os resultados obtidos.

Quando um episódio de OC teve início numa estação do ano e se estendeu para a próxima, o episódio foi contabilizado como da estação em que teve início. Por fim, é realizado o cálculo de anomalias, dada pela média dos eventos por estação subtraído da média climatológica (1980-2025) da respectiva estação das variáveis atmosféricas: temperatura em 1000 e 700 hPa, média da umidade específica nos níveis: 1000, 925, 850, 700, 600 e 500 hPa, altura geopotencial em 500 hPa e componentes u e v do vento em 850 hPa na área definida pelas coordenadas entre as latitudes 3°S e 45°S e as longitudes 85°W e 25°W.

Resultados e discussão

Percentis Sazonais

A partir da metodologia descrita na seção anterior, foram extraídas as séries temporais da média espacial de Tmin e Tmax na região Sudeste. Essas séries são apresentadas na Figura 3 juntamente com a linha de tendência. Tanto para Tmin quanto para Tmax, o resultado do teste de hipótese foi de 0,00; ou seja, há aumento significativo das temperaturas em ambas as séries temporais no período de estudo (1980 - 2025).

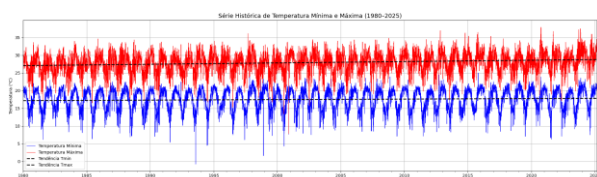


Figura 3 - Séries temporais da média espacial de Tmin (linha azul) e Tmax (linha vermelha) (°C) para o período de 01/01/1980 a 28/02/2025, com a

linha de tendência em preto para ambas as variáveis.

Os dados apresentados na Figura 3 foram separados por estação do ano e calculado o p90. A Tabela 1 indica que as estações de primavera e verão são as que apresentaram valores do p90 mais elevados. A primavera na região Sudeste do Brasil é caracterizada por elevados valores de Tmax, visto que ainda predominam condições de baixa nebulosidade, antecedendo o período chuvoso, o que contribui para o intenso aquecimento radiativo diurno.

Tabela 1 - Valores do percentil 90 (p90) para cada estação do ano (DJF, MAM, JJA, SON) das variáveis Tmin e Tmax considerando a série histórica de 1980 a 2025.

Valores do percentil 90 (p90) por estação		
Trimestre (Estação)	p90 Tmin (°C)	p90 Tmax (°C)
DJF (verão)	21,3	31,9
MAM (outono)	20,5	30,9
JJA (inverno)	16,3	28,8
SON (primavera)	20,4	32,0

Frequência das OC

Nesse estudo foram identificadas 75 OC (~1,7 eventos/ano) entre janeiro de 1980 e fevereiro de 2025, sendo 17 casos no verão (DJF), 18 no outono (MAM), 24 no inverno (JJA) e 16 na primavera (SON).

A frequência por ano das OC é mostrada na Figura 4. Há um aumento na frequência desses eventos ao longo da última década, com destaque para 2024, que apresentou o maior número de ocorrências de toda a série histórica. Esse comportamento está de acordo com o relatório divulgado pela Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica (2025) e por Marengo et al. (2025), o qual aponta que 2023 e 2024 registraram temperaturas excepcionalmente elevadas. Segundo o documento, a tendência de aquecimento intensificou-se a partir de julho de 2023, mantendo, em 2024, a temperatura média global com 1,5 °C acima da climatologia (1940 - 2024). Como resultado, 2024 foi caracterizado como o ano mais quente da história, superando os recordes observados em 2023. O relatório também destaca que o El Niño de 2023 foi potencializado pelas

mudanças climáticas, contribuindo para o aumento das temperaturas oceânicas e para episódios de calor extremo no Sudeste brasileiro. Os resultados apresentados na Figura 5d são consistentes com os apresentados no relatório divulgado pela Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica (2025) e por Marengo et al. (2025), mostrando a ocorrência de três eventos de onda de calor durante a primavera de 2023, o que não é observado nas décadas de 80 e 90.

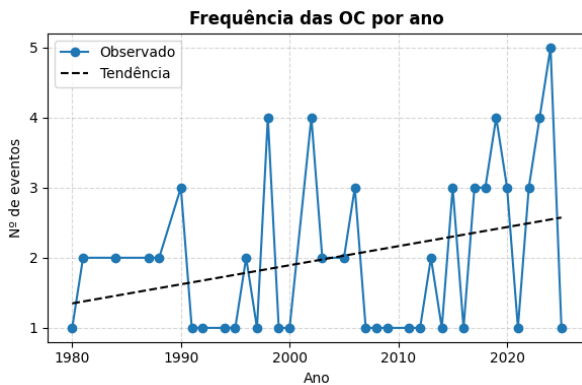


Figura 4 - Frequência das OC por ano entre os anos de 1980 e 2025. A linha preta tracejada indica a tendência da série temporal.

Embora a metodologia aplicada no presente estudo seja uma das mais restritivas para identificação de OC, mesmo assim, na média anual tem-se um número maior de OC (~1,7/ano) do que o obtido em outros estudos com diferentes metodologias. Bitencourt et al. (2016), identificaram ~0,57 eventos por ano (31 OC no domínio considerando as regiões Sul e Sudeste do Brasil entre 1961 a 2014) e Reis (2017), um evento por ano (34 OC entre 1980 e 2013) no estado de São Paulo. Sugere-se que o maior número de OC encontrado aqui esteja relacionado ao período analisado, que contempla os anos mais quentes desde o período do início da revolução industrial e anomalias climáticas que podem contribuir para o aumento de OC.

A Figura 5 mostra a frequência de OC por ano, dentro de cada estação do ano, e a Figura 6, o número médio sazonal de OC. O inverno (Figura 5c e Figura 6) foi a estação do ano que registrou o maior número de eventos de OC, embora com menor duração quando comparada às outras estações (Figura 8). Os resultados mostrados estão em concordância com Geirinhas et al. (2018), que na região de São Paulo verificou um ligeiro aumento na frequência de OC no outono e inverno. Reis (2017) também encontrou maior frequência de OC no inverno e sugeriu que esse resultado pode

estar relacionado ao fato dos bloqueios atmosféricos também serem mais frequentes nesse período. Como os bloqueios rompem o padrão zonal de circulação, acabam impedindo o avanço de sistemas sinóticos nas regiões bloqueadas. Essa configuração na atmosfera causa elevação nas temperaturas e pode levar à formação das OC.

Em geral, anos com ocorrência de OC limitam-se a um episódio por estação do ano (Figura 5). Na primavera (Figura 5d), chama-se a atenção, que os anos de 2015 e 2023 registraram três eventos, o que corresponde aos anos da série histórica com maior número de OC. Segundo Marengo et al. (2025), sete OC foram registradas entre agosto e dezembro de 2023 na América do Sul, abrangendo a Argentina, o Paraguai, a Bolívia e o Brasil. Dentre os resultados, foi verificado que no Rio de Janeiro a temperatura mais alta registrada no período foi em 12 de novembro com 42,5°C. São Paulo registrou a maior temperatura máxima dos últimos 9 anos, 37,1°C, em 12 de novembro e 37,7°C em 15 de novembro.

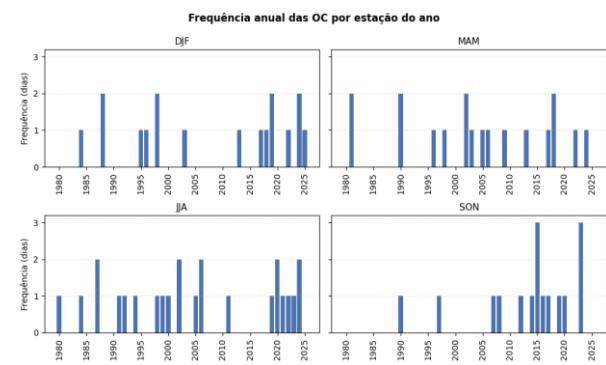


Figura 5 - Frequência anual das OC por estação do ano: (a) DJF, (b) MAM, (c) JJA e (d) SON entre 1980 a 2025.

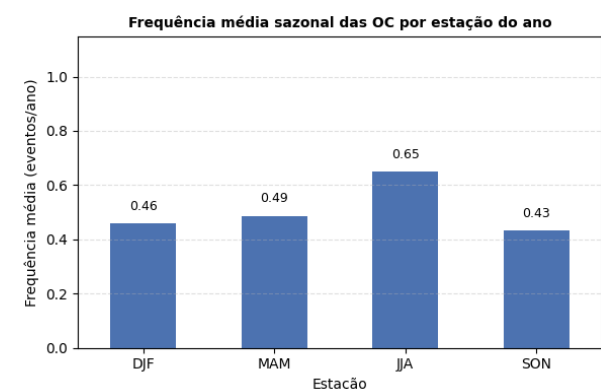


Figura 6 - Frequência média sazonal das OC por estação do ano (DJF, MAM, JJA, SON) entre 1980 a 2025.

Duração e Intensidade das OC

Em termos de duração (Tabela no anexo 1), os anos com eventos mais persistentes foram: 1988, com uma OC com duração de 10 dias no verão; 2020 e 2023, ambos com OC de nove dias durante a primavera; e 2024, que registrou dois eventos, um com doze dias no verão e outro com onze dias no outono. Na Figura 7 é mostrada a distribuição de frequência das OC por estação do ano. Tais eventos apresentam duração entre três a sete dias, sendo a duração de 3 dias com maior frequência observada em todas as estações do ano; com quinze ocorrências no inverno, nove no outono e sete na primavera e no verão. Para eventos de quatro dias, o verão (Figura 7a) e o inverno (Figura 7c) apresentaram um número maior de OC, ocorrendo cinco e sete vezes, respectivamente. Os eventos que duraram de cinco a sete dias, não ultrapassaram dois eventos por estação do ano.

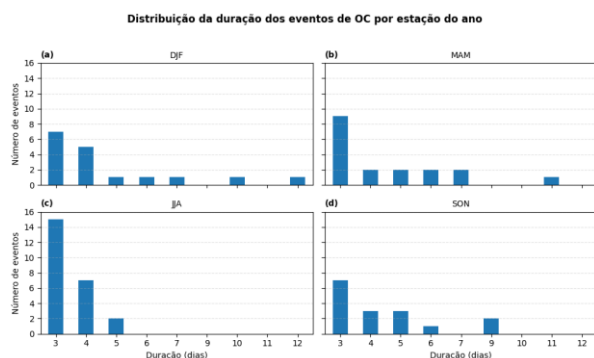


Figura 7 - Distribuição da duração dos eventos de OC por estação do ano: (a) DJF, (b) MAM, (c) JJA e (d) SON de 1980 a 2025.

Embora o inverno seja a estação com maior frequência de OC, essa estação tem as OC menos duradouras (3,5 dias, Figura 8). As demais estações do ano mostram OC com duração variando de 4,5 a 4,8 dias, nas quais se observaram as temperaturas (Tmin e Tmax) ultrapassando os limiares apresentados na Tabela 1.

Sugere-se que a ocorrência de OC mais duradouras na primavera e verão esteja associada a sistemas de alta pressão semi-estacionários (bloqueio atmosférico), com característica barotrópica, que se posicionam sobre a região do Sudeste Brasileiro que, juntamente com intenso aquecimento radiativo, favorecem o aumento das temperaturas (Reis, 2017). Já no inverno, a região fica sujeita às condições de menor temperatura do ar, desfavorecendo o prolongamento de vários dias quentes.

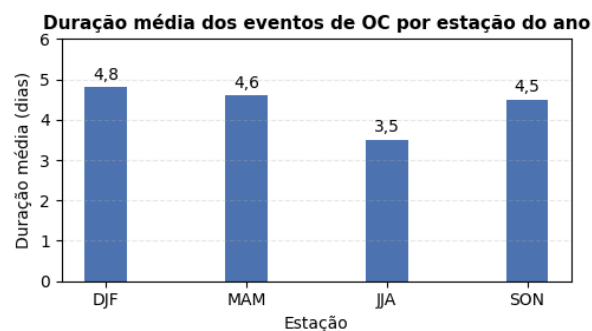


Figura 8 - Duração média dos eventos de OC por estação do ano (DJF, MAM, JJA, SON) entre 1980 a 2025.

Na Figura 9, é apresentada a intensidade média da Tmax e Tmin para cada estação do ano. Vale ressaltar que o método aplicado para calcular a intensidade foi a média das temperaturas (mínimas e máximas) de cada evento. Observa-se um padrão climatológico bem definido: as temperaturas são mais elevadas durante a primavera e o verão e mais amenas no outono e inverno. A primavera se destaca por registrar as maiores intensidades de temperatura, caracterizando-se como o período de transição do regime seco para o úmido. Nesse período do ano, como ainda não há predomínio de nebulosidade na região Sudeste como no verão, a incidência de radiação solar sobre a superfície é mais efetiva, favorecendo o aquecimento da baixa atmosfera (Rodrigues, 2023). Em relação à amplitude térmica, o inverno apresenta a maior diferença entre temperaturas máxima e mínima (13,2 °C), seguido pela primavera (12,9 °C), verão (11,2 °C) e, por último, o outono (10,9 °C).

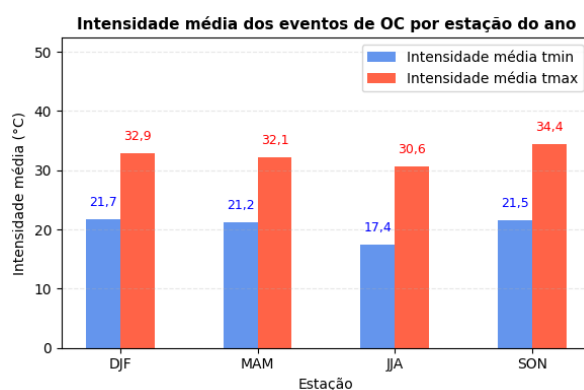


Figura 9 - Intensidade média da temperatura máxima e mínima dos eventos de OC por estação do ano (DJF, MAM, JJA, SON) entre 1980 a 2025.

Composições dos Campos Atmosféricos

A Figura 10 mostra a anomalia média da umidade específica calculada entre os níveis de 1000 e 500 hPa e a anomalia de temperatura do ar em 700 hPa. No caso da umidade específica, esta reflete a diferença da quantidade de vapor d'água disponível na atmosfera nos eventos de OC em relação à climatologia para cada estação. Já a temperatura em 700 hPa indica as condições térmicas em níveis mais afastados da superfície, o que pode auxiliar na identificação da estabilidade atmosférica.

O inverno (Figura 10c) mostra anomalias ligeiramente negativas de umidade específica na região de estudo (indicada pela caixa em roxo), pois independentemente da ocorrência de OC essa estação é seca. Já a primavera (Figura 10d) e verão (Figura 10a) têm predomínio de anomalias negativas principalmente no centro-norte da área de estudo, indicando condições mais secas em relação à média climatológica. Na análise de temperatura em 700 hPa, a região de estudo é dominada por anomalias de 2,5°C na primavera (Figura 10d), sendo a estação do ano com maior anomalia em casos de OC. Corroborando com o resultado, a Figura 11 apresenta a anomalia de temperatura em 1000 hPa, que também mostra a primavera (Figura 11d) com maiores anomalias de temperatura em baixos níveis, chegando até 7,0°C. No outono, há predomínio de anomalias positivas de umidade específica e de temperaturas sobre a região de estudo (Figura 10b e 11b). Portanto, as OC no outono parecem não ter grande impacto na umidade.

A Figura 11 mostra o campo de anomalia da altura geopotencial em 500 hPa, que representa as condições dinâmicas da atmosfera em níveis médios: valores negativos (positivos) remetem a anomalias de baixa (alta) pressão. Em condições de OC, observa-se anomalia positiva sobre a região de interesse, principalmente no verão (Figura 11a), que é uma situação inibidora à convecção e desenvolvimento de nuvens (Reboita et al., 2010; Valverde e Rosa, 2023). Esta anomalia pode ser associada à circulação anticiclônica identificada na Figura 12a do campo de anomalia de vento em 850 hPa. Ambas indicam a presença do sistema de alta pressão. Entre a primavera e outono, o máximo das anomalias de altura geopotencial encontra-se entre as regiões Sul e Sudeste do Brasil, enquanto no inverno o máximo está sobre o oceano Atlântico.

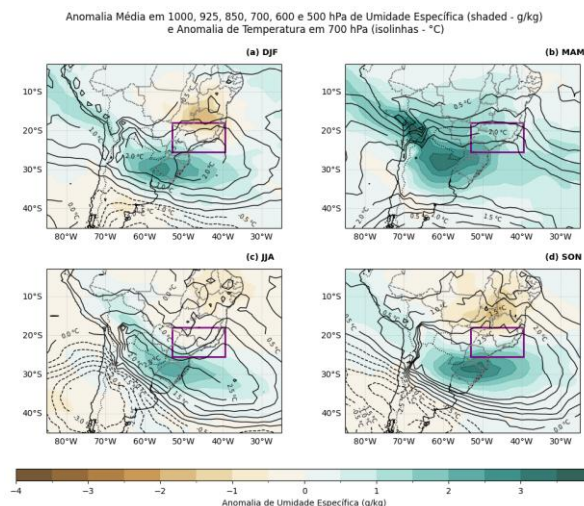


Figura 10 - Anomalia média da umidade específica (g/kg), calculada entre os níveis de 1000, 925, 850, 700, 600 e 500 hPa, em sombreado, e a anomalia de temperatura (°C) em 700 hPa em linhas contínuas para as quatro estações do ano (a) DJF, (b) MAM, (c) JJA e (d) SON sobre a América do Sul. A área em destaque (retângulo roxo) corresponde à região de foco principal da análise.

A Figura 12 mostra a velocidade vertical do ar em 500 hPa, bem como os ventos em 850 hPa. Valores positivos (negativos) do movimento vertical indicam movimento descendente (ascendente). Todas as estações do ano apresentam anomalias positivas de velocidade vertical, que indicam, predomínio de subsidência na região de estudo durante as OC. Porém, o destaque é no verão (Figura 12a), com anomalias positivas mais intensas, o que dificulta os movimentos ascendentes necessários para a formação de nuvens. Já os ventos em 850 hPa, em todas as estações do ano, indicam uma anomalia de circulação com curvatura anticiclônica entre a região Sul e Sudeste do Brasil e com o jato de baixos níveis a leste dos Andes se deslocando para o nordeste da Argentina e sul do Brasil. Isso significa, que há condições de maior pressão na região Sudeste, o que desfavorece o percurso do jato para tal região. Como esse jato transporta umidade da região tropical para a subtropical, menos umidade chega na região de estudo, o que também ajuda a explicar as anomalias negativas de umidade indicadas na Figura 10.

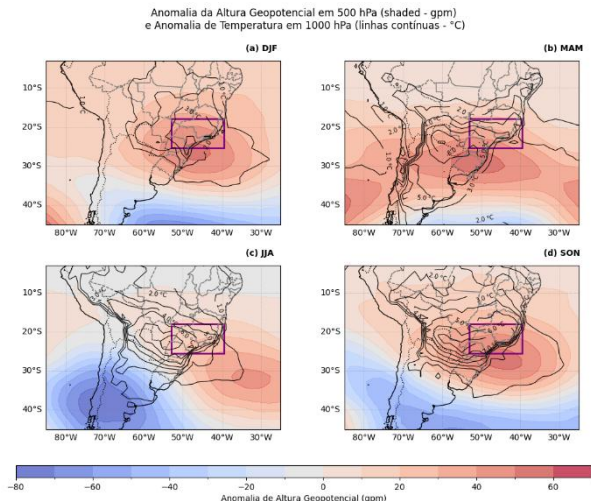


Figura 11 - Anomalia da altura geopotencial (gpm) em 500 hPa em sombreado e anomalia de temperatura (°C) em 1000 hPa em linhas contínuas para as quatro estações do ano (a) DJF, (b) MAM, (c) JJA e (d) SON sobre a América do Sul. A área em destaque (retângulo roxo) corresponde à região de foco principal da análise.

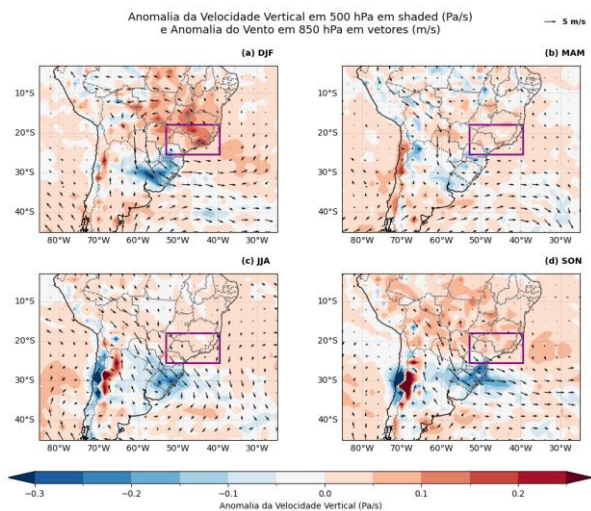


Figura 12 - Anomalia da velocidade vertical do vento (Pa/s) em 500 hPa em sombreado, e a anomalia do vento (°C) em 850 hPa em vetores, o vetor de referência é de 5 m/s. Campos para as quatro estações do ano (a) DJF, (b) MAM, (c) JJA e (d) SON sobre a América do Sul. A área em destaque (retângulo roxo) corresponde à região de foco principal da análise.

Conclusão

Este estudo identificou as OC ocorridas entre os anos de 1980 a 2025 no Sudeste do Brasil e elaborou uma climatologia para a frequência, duração e intensidade desses eventos. Além disso, foram apresentadas composições atmosféricas para

destacar as diferenças nos campos meteorológicos em episódios de OC com a climatologia. Entre os principais resultados do estudo se destacam:

- Frequência: durante o período analisado, foram identificadas 75 OC (média de ~1,7 sistemas/ano), sendo 17 no verão, 18 no outono, 24 no inverno e 16 na primavera.
- Duração: considerando todos os casos de OC, a duração média é de 4,3 dias, mas sazonalmente as OC são menos duradouras no inverno (3,5 dias) e mais no verão (4,8 dias).
- Intensidade: A primavera apresenta as OC com maiores intensidades de temperatura no Sudeste, associadas à maior incidência de radiação solar.
- Composições: a análise integrada dos campos atmosféricos permite sugerir que as OC no Sudeste do Brasil ocorrem pelo estabelecimento de anomalias positivas de altura geopotencial por diferentes níveis troposféricos sobre o Sudeste do Brasil (condição barotrópica), o que intensifica os movimentos subsidentes, certificados pelos valores negativos de movimento vertical. Essa situação inibe à ascensão de ar que é importante para a formação de nuvens, bem como dificulta a passagem de sistemas sinóticos organizadores de chuva pela região. Com isso, a radiação atinge mais facilmente a superfície tendo um aquecimento mais efetivo. Ao mesmo tempo, a circulação anticiclônica entre o sul e sudeste do Brasil dificulta a canalização do jato de baixos níveis para o Sudeste, o que leva a menor quantidade de umidade, também indicada nas composições. Essa explicação é acompanhada da Figura 12, que sumariza o padrão médio dos campos atmosféricos associados com OC no Sudeste do Brasil.

Concluindo, os resultados mostram que os eventos de OC estão associados à presença de sistemas de alta pressão e condições de estabilidade atmosférica, o que reduz a umidade disponível na atmosfera e dificulta a formação de nuvens e precipitação, principalmente durante o verão e a primavera.

Esse estudo é importante, pois contribui para a compreensão dos padrões climatológicos e dinâmicos associados às OC, ampliando o entendimento sobre seus mecanismos de formação. Além disso, fornece subsídios para o aprimoramento do monitoramento, previsão e gestão de riscos climáticos.

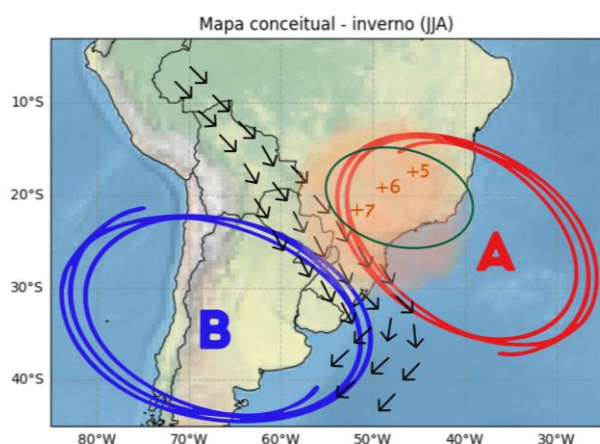


Figura 12 - Mapa conceitual da estação do inverno, destacando as variáveis altura geopotencial em 500 hPa, com regiões de alta (vermelho) e baixa pressão (azul), a região com domínio de anomalia negativa de umidade específica entre os níveis de 1000 e 500 hPa (linha verde), a região com anomalia positiva de temperatura do ar em 1000 hPa (região da OC), indicadas pela área em laranja com seus respectivos valores, e percurso do escoamento em baixos níveis da atmosfera (setas).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro para a realização desse estudo.

Referências

- Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica, 2025. *Brasil em transformação: 2024 - o ano mais quente da história*.
- Alves, M., Silveira, R. B., de Sousa, A. M. R. M., Bitencourt, D. P., & Sousa, C. M., 2020. Reconstrução de dados e detecção de ondas de calor e de frio no Porto e concelhos vizinhos—Portugal. *Territorium*, 27, 22.
- Anderson, B. G., & Bell, M. L., 2009. Weather-related mortality: how heat, cold, and heat waves affect mortality in the United States. *Epidemiology*, 20(2), 205-213.
- Anderson, G. B., & Bell, M. L., 2010. Heat waves in the United States: mortality risk during heat waves and effect modification by heat wave characteristics in 43 US communities. *Environmental health perspectives*, 119(2), 210.
- Arsad, F. S., Hod, R., Ahmad, N., Ismail, R., Mohamed, N., Baharom, M., ... & Tangang, F., 2022. The impact of heatwaves on mortality and morbidity and the associated vulnerability factors: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), 16356.

- Barriopedro, D., Fischer, E. M., Luterbacher, J., Trigo, R. M., & García-Herrera, R., 2011. The hot summer of 2010: redrawing the temperature record map of Europe. *Science*, 332(6026), 220-224.
- Basu, R., 2009. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. *Environmental health*, 8(1), 40.
- Becker, J. J., Sandwell, D. T., Smith, W. H. F., Braud, J., Binder, B., Depner, J. L., ... & Weatherall, P., 2009. Global bathymetry and elevation data at 30 arc seconds resolution: SRTM30_PLUS. *Marine Geodesy*, 32(4), 355-371.
- Bitencourt, D. P., Fuentes, M. V., Maia, P. A., & Amorim, F. T. (2016). Frequência, duração, abrangência espacial e intensidade das ondas de calor no Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 31, 506-517.
- Bitencourt, D. P., Fuentes, M. V., Franke, A. E., Silveira, R. B., & Alves, M. P., 2020. The climatology of cold and heat waves in Brazil from 1961 to 2016. *International Journal of Climatology*, 40(4), 2464-2478.
- Black, E., Blackburn, M., Harrison, G., Hoskins, B., & Methven, J., 2004. Factors contributing to the summer 2003 European heatwave. *Weather*, 59(8), 217-223.
- Chen, M., Shi, W., Xie, P., Silva, V. B., Kousky, V. E., Wayne Higgins, R., & Janowiak, J. E., 2008. Assessing objective techniques for gauge-based analyses of global daily precipitation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113(D4).
- Cheng, J., Xu, Z., Bambrick, H., Prescott, V., Wang, N., Zhang, Y., ... & Hu, W., 2019. Cardiorespiratory effects of heatwaves: A systematic review and meta-analysis of global epidemiological evidence. *Environmental research*, 177, 108610.
- Corrêa, M. D. P., 2025. Heatwaves, biodiversity and health in times of climate change. *Jornal de Pediatria*, 101(suppl 1), s27-s33.
- de Moraes, S. L., Almendra, R., & Barrozo, L. V., 2022. Impact of heat waves and cold spells on cause-specific mortality in the city of São Paulo, Brazil. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 239, 113861.

- de Oliveira, D. E., de Assis, D. C., & Ferreira, C. D. C. M., 2018. Dinâmica climática regional em municípios da zona da mata, campo das vertentes e sul e sudoeste de Minas Gerais: as ondas de calor e frio. *Revista Brasileira de Climatologia*.
- Dole, R., Hoerling, M., Perlwitz, J., Eischeid, J., Pegion, P., Zhang, T., ... & Murray, D., 2011. Was there a basis for anticipating the 2010 Russian heat wave? *Geophysical research letters*, 38(6).
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2021. Clima.
- Feron, S., Cordero, R. R., Damiani, A., Llanillo, P. J., Jorquera, J., Sepulveda, E., ... & Torres, G., 2019. Observations and projections of heat waves in South America. *Scientific reports*, 9(1), 8173.
- Geirinhas, J. L., Russo, A., Libonati, R., Sousa, P. M., Miralles, D. G., & Trigo, R. M., 2021. Recent increasing frequency of compound summer drought and heatwaves in Southeast Brazil. *Environmental Research Letters*, 16(3), 034036.
- Geirinhas, J. L., Russo, A. C., Libonati, R., Miralles, D. G., Sousa, P. M., Wouters, H., & Trigo, R. M., 2022. The influence of soil dry-out on the record-breaking hot 2013/2014 summer in Southeast Brazil. *Scientific Reports*, 12(1), 5836.
- Geirinhas, J. L., Trigo, R. M., Libonati, R., Coelho, C. A., & Palmeira, A. C., 2018. Climatic and synoptic characterization of heat waves in Brazil. *International Journal of Climatology*, 38(4), 1760-1776.
- Hartinger, S. M., Yglesias-González, M., Blanco-Villafuerte, L., Palmeiro-Silva, Y. K., Lescano, A. G., Stewart-Ibarra, A., ... & Romanello, M., 2023. The 2022 South America report of The Lancet Countdown on health and climate change: trust the science. Now that we know, we must act. *The Lancet Regional Health—Americas*, 20.
- Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz Sabater, J., ... & Thépaut, J. N., 2023. ERA5 hourly data on pressure levels from 1940 to present. *Copernicus climate change service (c3s) climate data store (cds)*, 10, 24381.
- Kendall, M. G., 1948. Rank correlation methods.
- Kim, S. E., Hashizume, M., Armstrong, B., Gasparrini, A., Oka, K., Hijioka, Y., ... & Honda, Y., 2023. Mortality risk of hot nights: a nationwide population-based retrospective study in Japan. *Environmental health perspectives*, 131(5), 057005.
- Kuglitsch, F. G., Toreti, A., Xoplaki, E., Della-Marta, P. M., Zerefos, C. S., Türkeş, M., & Luterbacher, J., 2010. Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960. *Geophysical Research Letters*, 37(4).
- Lavaysse, C., Naumann, G., Alfieri, L., Salamon, P., & Vogt, J., 2019. Predictability of the European heat and cold waves. *Climate Dynamics*, 52(3), 2481-2495.
- Mann, H. B., 1945. Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 245-259.
- Marengo, J. A., & Camargo, C. C., 2008. Surface air temperature trends in Southern Brazil for. *Int. J. Climatol*, 28, 893-904.
- Marengo, J. A., Costa, M. C., Cunha, A. P., Espinoza, J. C., Jimenez, J. C., Libonati, R., ... & Salinas, R., 2025. Climatological patterns of heatwaves during winter and spring 2023 and trends for the period 1979–2023 in central South America. *Frontiers in Climate*, 7, 1529082.
- Marengo, J. A., & Valverde, M. C., 2007. Caracterização do clima no Século XX e Cenário de Mudanças de clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. *Revista Multiciência*, 8(1), 5-28.
- MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2025. Clima em síntese: estudos sobre saúde e ondas de calor no Brasil (2015-2025).
- Meehl, G. A., & Tebaldi, C., 2004. More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science*, 305(5686), 994-997.
- Nogueira, N. C. de O., Carvalho, V. S. B., Reboita, M. S., Gomes, I. B. dos S., da Silva, J. P., 2025. A onda de calor ocorrida no período de 27 de abril a 11 de maio de 2024 em grande parte do Brasil: simulação e análise com diferentes

- metodologias. Em análise em revisão na Revista Brasileira de Geografia Física.
- Perkins, S. E., Argüeso, D., & White, C. J., 2015. Relationships between climate variability, soil moisture, and Australian heatwaves. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 120(16), 8144-8164.
- Pham-Thanh, H., Pham-Thi, L., Phan, H., Fink, A. H., van der Linden, R., & Phan-Van, T., 2024. Heatwaves in Vietnam: Characteristics and relationship with large-scale climate drivers. *International Journal of Climatology*, 44(13), 4725-4740.
- Reboita, M. S., da Rocha, R. P., Souza, C. A. D., Baldoni, T. C., Silva, P. L. L. D. S., & Ferreira, G. W. S., 2022. Future projections of extreme precipitation climate indices over South America based on CORDEX-CORE multimodel ensemble. *Atmosphere*, 13(9), 1463.
- Reboita, M. S., Gan, M. A., Rocha, R. P. D., & Ambrizzi, T., 2010. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. *Revista brasileira de meteorologia*, 25, 185-204.
- Reis, N. C. S. D., 2017. Variabilidade das ondas de calor na região subtropical do Brasil. Universidade Federal de Santa Maria.
- Rodrigues, L., 2023. A zona de transição climática tropical-subtropical do Brasil. Universidade Estadual de Londrina.
- Roffe, S. J., & van der Walt, A. J., 2023. Representation and evaluation of southern Africa's seasonal mean and extreme temperatures in the ERA5-based reanalysis products. *Atmospheric Research*, 284, 106591.
- Rusticucci, M., & Vargas, W., 1995. Synoptic situations related to spells of extreme temperatures over Argentina. *Meteorological Applications*, 2(4), 291-300.
- Rusticucci, M., Kysely, J., Almeida, G., & Lhotka, O., 2016. Long-term variability of heat waves in Argentina and recurrence probability of the severe 2008 heat wave in Buenos Aires. *Theoretical and Applied Climatology*, 124(3), 679-689.
- Silveira, I. H., Cortes, T. R., Bell, M. L., & Junger, W. L., 2023. Effects of heat waves on cardiovascular and respiratory mortality in Rio de Janeiro, Brazil. *PLoS One*, 18(3), e0283899.
- Silveira, R. B., Alves, M., Barreiro, M., & Bitencourt, D., 2019. Ondas de calor nas capitais do Sul do Brasil e Montevideu-Uruguai. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 12(4), 1259-1276.
- Song, X., Wang, S., Li, T., Tian, J., Ding, G., Wang, J., ... & Shang, K., 2018. The impact of heat waves and cold spells on respiratory emergency department visits in Beijing, China. *Science of the total environment*, 615, 1499-1505.
- Thompson, V., Mitchell, D., Hegerl, G. C., Collins, M., Leach, N. J., & Slingo, J. M., 2023. The most at-risk regions in the world for high-impact heatwaves. *Nature Communications*, 14(1), 2152.
- Tong, S., Wang, X. Y., FitzGerald, G., McRae, D., Neville, G., Tippet, V., ... & Verrall, K., 2014. Development of health risk-based metrics for defining a heatwave: a time series study in Brisbane, Australia. *BMC public health*, 14(1), 435.
- Tong, S., Wang, X. Y., & Barnett, A. G., 2010. Assessment of heat-related health impacts in Brisbane, Australia: comparison of different heatwave definitions. *PloS one*, 5(8), e12155.
- Valverde, M. C., & Rosa, M. B., 2023. Heat waves in São Paulo State, Brazil: Intensity, duration, spatial scope, and atmospheric characteristics. *International Journal of Climatology*, 43(8), 3782-3798.
- Vasconcelos, J., Freire, E., Almendra, R., Silva, G. L., & Santana, P., 2013. The impact of winter cold weather on acute myocardial infarctions in Portugal. *Environmental Pollution*, 183, 14-18.
- Verdan, I., & Silva, M. E. S., 2022. Variabilidade da Zona de Convergência do Atlântico Sul em relação a eventos ENOS de 2000 a 2021. *Revista do Departamento de Geografia*, 42, e193110-e193110.
- Wang, L., Liu, T., Hu, M., Zeng, W., Zhang, Y., Rutherford, S., ... & Zhou, M., 2016. The impact of cold spells on mortality and effect modification by cold spell characteristics. *Scientific reports*, 6(1), 38380.

- Wang, Y., Zhao, N., Wu, C., Quan, J., & Chen, M., 2023. Future population exposure to heatwaves in 83 global megacities. *Science of the Total Environment*, 888, 164142.
- WHO, 2015. Guidelines on heatwaves and health: warming systems. World Meteorological Organization.
- Xu, Y., Dadvand, P., Barrera-Gómez, J., Sartini, C., Mari-Dell'Olmo, M., Borrell, C., ... & Basagaña, X., 2013. Differences on the effect of heat waves on mortality by sociodemographic and urban landscape characteristics. *J Epidemiol Community Health*, 67(6), 519-525.
- Zhao, Q., Li, S., Coelho, M. S., Saldiva, P. H., Hu, K., Huxley, R. R., ... & Guo, Y., 2019. The association between heatwaves and risk of hospitalization in Brazil: a nationwide time series study between 2000 and 2015. *PLoS medicine*, 16(2), e1002753.

Anexo 1

Duração e intensidade dos eventos ocorridos entre 1980 e 2025

Ano	Estação	Início	Fim	Duração	Int_tmin	Int_tmax	Ano	Estação	Início	Fim	Duração	Int_tmin	Int_tmax
1980	JJA	1980-08-19	1980-08-22	4	18,36	29,83	2009	MAM	2009-03-04	2009-03-08	5	21,26	32,73
1981	MAM	1981-03-01	1981-03-03	3	20,92	32,52	2011	JJA	2011-08-27	2011-08-30	4	17,24	31,33
1981	MAM	1981-03-13	1981-03-15	3	20,62	31,37	2012	SON	2012-10-28	2012-10-31	4	21,82	35,85
1984	DJF	1984-01-17	1984-01-19	3	21,95	33,44	2012	DJF	2012-12-25	2012-12-27	3	21,60	33,17
1984	JJA	1984-08-06	1984-08-08	3	17,27	30,33	2013	MAM	2013-03-06	2013-03-12	7	21,21	31,73
1987	JJA	1987-08-12	1987-08-16	5	17,32	31,32	2014	SON	2014-10-15	2014-10-19	5	20,91	34,84
1987	JJA	1987-08-28	1987-08-30	3	17,22	31,25	2015	SON	2015-10-15	2015-10-17	3	21,14	35,84
1988	DJF	1988-01-18	1988-01-23	6	21,95	32,93	2015	SON	2015-10-20	2015-10-22	3	22,53	34,72
1988	DJF	1988-01-27	1988-01-30	4	21,94	32,90	2015	SON	2015-11-11	2015-11-14	4	21,23	33,30
1990	MAM	1990-03-11	1990-03-15	5	20,99	32,69	2016	SON	2016-10-16	2016-10-20	5	21,75	33,89
1990	MAM	1990-04-06	1990-04-08	3	21,09	31,90	2016	DJF	2016-12-25	2016-12-28	4	21,63	32,82
1990	SON	1990-11-13	1990-11-15	3	21,50	32,90	2017	MAM	2017-03-09	2017-03-12	4	21,30	31,72
1991	JJA	1991-08-28	1991-08-30	3	16,45	30,01	2017	SON	2017-10-11	2017-10-13	3	20,72	34,36
1992	JJA	1992-06-06	1992-06-08	3	19,55	30,87	2018	DJF	2018-01-22	2018-01-24	3	21,73	32,08
1994	JJA	1994-08-29	1994-08-31	3	16,78	30,42	2018	MAM	2018-03-12	2018-03-15	4	21,43	31,72
1995	DJF	1995-01-16	1995-01-18	3	21,70	33,72	2018	MAM	2018-03-18	2018-03-20	3	21,68	31,58
1996	DJF	1996-01-25	1996-01-27	3	21,55	32,37	2018	DJF	2018-12-16	2018-12-18	3	21,61	32,15
1996	MAM	1996-03-29	1996-03-31	3	20,85	31,87	2019	DJF	2019-01-28	2019-02-03	7	21,89	33,31
1997	SON	1997-11-09	1997-11-11	3	21,47	33,78	2019	JJA	2019-08-10	2019-08-12	3	17,24	29,32
1997	DJF	1997-12-23	1997-12-27	5	21,77	32,78	2019	SON	2019-10-12	2019-10-14	3	20,84	32,86
1998	DJF	1998-02-01	1998-02-10	10	22,05	32,49	2020	JJA	2020-06-11	2020-06-13	3	17,34	29,50
1998	MAM	1998-03-08	1998-03-13	6	21,35	32,01	2020	JJA	2020-08-12	2020-08-15	4	17,67	29,91
1998	JJA	1998-08-24	1998-08-26	3	17,71	29,13	2020	SON	2020-09-30	2020-10-08	9	22,44	36,18
1999	JJA	1999-08-28	1999-08-31	4	17,22	31,09	2021	JJA	2021-08-22	2021-08-26	5	17,37	31,77
2000	JJA	2000-08-24	2000-08-26	3	17,83	31,98	2022	DJF	2022-02-26	2022-03-01	4	21,54	32,44
2002	MAM	2002-03-08	2002-03-10	3	21,03	32,21	2022	MAM	2022-03-03	2022-03-09	7	20,85	31,98
2002	MAM	2002-03-12	2002-03-14	3	21,22	32,38	2022	JJA	2022-08-26	2022-08-28	3	16,71	30,60
2002	JJA	2002-08-06	2002-08-09	4	17,14	30,20	2023	JJA	2023-08-23	2023-08-25	3	18,72	33,21
2002	JJA	2002-08-23	2002-08-25	3	16,54	29,48	2023	SON	2023-09-23	2023-09-27	5	21,97	36,01
2003	DJF	2003-02-28	2003-03-03	4	21,16	32,87	2023	SON	2023-10-04	2023-10-07	4	21,56	33,24
2003	MAM	2003-03-05	2003-03-07	3	20,57	32,17	2023	SON	2023-11-11	2023-11-19	9	22,42	35,85
2005	MAM	2005-03-08	2005-03-13	6	21,38	32,08	2024	DJF	2024-01-16	2024-01-19	4	21,86	33,15
2005	JJA	2005-08-28	2005-08-31	4	18,56	31,75	2024	DJF	2024-02-24	2024-03-06	12	21,56	32,65
2006	MAM	2006-03-02	2006-03-04	3	21,85	31,73	2024	MAM	2024-03-11	2024-03-21	11	22,00	33,04
2006	JJA	2006-08-10	2006-08-12	3	16,51	30,15	2024	JJA	2024-08-05	2024-08-08	4	16,65	29,52
2006	JJA	2006-08-15	2006-08-17	3	17,04	30,47	2024	JJA	2024-08-21	2024-08-23	3	17,32	31,84
2007	SON	2007-10-27	2007-11-01	6	21,02	33,39	2025	DJF	2025-02-16	2025-02-18	3	21,71	33,88
2008	SON	2008-10-25	2008-10-27	3	20,58	33,84							