

Patrícia Cassol de Oliveira

Mestranda no Programa de Pós Graduação em Geografia (PPGGeo) da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Chapecó e Erechim
patricia.cassol22@gmail.com

Andrey Luis Binda

Doutorado em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Professor adjunto da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Chapecó e Erechim
abinda@uffs.edu.br

Anomalias anuais e mensais de temperatura em São Joaquim (Serra Catarinense) entre os anos de 2008-2022: análise das respostas térmicas em uma das localidades mais frias do Brasil

Resumo

Esta pesquisa busca avaliar as anomalias mensais de temperatura em São Joaquim, Santa Catarina, no período de 2008 a 2022. A escolha da área de estudo decorre do fato de São Joaquim ser a localidade com a menor temperatura média compensada do Brasil, conforme a normal climatológica de 1991-2020. Essa normal climatológica foi considerada para calcular as anomalias anuais e mensais de temperatura. No contexto anual, entre 2014 e 2020 prevaleceu um período de anomalias positivas. No recorte mensal, observou-se predomínio de anomalias mensais de temperatura acima da média (0,6 a 2,5°C), seguidas de anomalias próximas da média (-0,5 a 0,5°C). Essas duas categorias representaram 70% dos meses analisados. Nenhum mês apresentou anomalias bem abaixo da média (<-2,6°C), enquanto que anomalias muito acima da média (>2,6°C) ocorreram em sete ocasiões. Esses episódios refletem condições que se inserem no amplo quadro continental de anomalias positivas. Além disso, os meses de julho, maio, setembro e janeiro apresentaram os maiores aumentos de temperatura (entre 0,5 a 1,0°C) em relação à normal climatológica, sugerindo um padrão térmico anual distinto.

Palavras-chave: Temperatura do ar, Padrão térmico, Normal climatológica, Climatologia.

Abstract

ANNUAL AND MONTHLY TEMPERATURE ANOMALIES IN SÃO JOAQUIM (SANTA CATARINA HIGHLAND, SOUTHERN BRAZIL) BETWEEN THE YEARS 2008-2022: ANALYSIS OF TEMPERATURE RESPONSES IN ONE OF THE COLDEST LOCATIONS IN BRAZIL

This study aims to assess monthly temperature anomalies in São Joaquim, Santa Catarina, between 2008 and 2022. The choice of the study area is due to São Joaquim having the lowest compensated mean temperature in Brazil, according to the 1991–2020 climatological normal. This reference period was used to calculate annual and monthly temperature anomalies. On an annual scale, a period of positive anomalies prevailed between 2014 and 2020. On a monthly scale, most anomalies were above the mean (0.6 to 2.5 °C), followed by near-average anomalies (–0.5 to 0.5 °C). These two categories accounted for 70% of the analyzed months. No month showed anomalies well below average (< –2.6 °C), while very high anomalies (> 2.6 °C) occurred on seven occasions. These events reflect conditions aligned with the broader continental pattern of positive anomalies. Moreover, the months of July, May, September, and January showed the greatest temperature increases (between 0.5 and 1.0 °C) relative to the climatological normal, suggesting a distinct annual thermal pattern.

Key-words: Air temperature, Thermal pattern, Climatological normal, Climatology.

1. Introdução

Dentre os principais assuntos discutidos em âmbito mundial estão aqueles que envolvem as mudanças climáticas recentes. A preocupação ante suas causas e consequências para a sociedade e para o ambiente planetário é explorada constantemente, com o objetivo de encontrar alternativas que garantam a possibilidade de amenizar a situação futuramente. Nesse contexto, destaca-se o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC) que publica, constantemente, relatórios de avaliação (*Assessment Report*) que atestam as evidências da comunidade científica acerca da condição atual e das perspectivas do clima para o futuro considerando diferentes cenários (IPCC, 2023).

Publicado em 2021, a primeira etapa do relatório AR6 (IPCC, 2021) é categórica ao afirmar que, desde a fase pré-industrial, a temperatura global aumentou 1,09 °C, sendo que, desses, 1,07 seriam decorrentes de ações antrópicas. Além disso, o maior aumento de temperatura ocorreu sobre o continente (+1,59 °C), inserindo-se na faixa de incerteza entre 1,34 a

1,83°C. Nos oceanos, embora menor, o aumento foi de 0,88°C (variação entre 0,68°C e 1,01°C) (IPCC, 2021). Assim como em 2018, quando da publicação do relatório especial (IPCC, 2018), o hodierno também aponta para projeções de aumento da temperatura em 1,5°C no cenário de curto prazo, inclusive podendo superar esse valor ainda no século XXI (IPCC, 2021).

No âmbito das mudanças climáticas no Brasil, estudos também evidenciam aspectos a serem considerados, especialmente no que concerne às alterações nas temperaturas médias. Para se ter uma ideia, em nota técnica publicada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022a), na última década (2011-2020), o país apresentou temperaturas mais elevadas do que na década anterior. Inclusive, os anos de 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 estão entre os dez maiores desvios (entre 0,4 e 0,9°C) considerando a série de 1960-2021. Em outra publicação (INMET, 2022b), o destaque foi dado à temperatura média de 22,8°C no mês de julho de 2022, a maior para o mês desde o ano de 1961, com desvio positivo de 0,82°C. Mais recentemente, o INMET (2023) voltou a enfatizar o mês de julho, destacando que, no ano de 2023, o desvio de 1,04°C acima da média o colocou à frente do ano anterior como o mais quente da história.

Mendonça (2006; 2014), com enfoque na região sul do Brasil, constatou elevação nas temperaturas em diferentes localidades estudadas. Segundo o autor, “[...] Em termos gerais estima-se que nos últimos quarenta anos a temperatura média regional tenha elevado-se cerca de 1,3°C [...]” (MENDONÇA, 2014, p. 26). Ernst (2019), estudando uma série temporal de anomalias de temperatura média anual, também da região sul, concluiu que o aumento chegou a 1,47°C no período de 1901-2018. Para além disso, há evidências que a região esteja passando por um aumento maior na média das temperaturas mínimas (MARENGO; CAMARGO, 2008), seguido pela média compensada e então, pela média das máximas (MENDONÇA, 2006). Nesse sentido, Mendonça (2014, p. 25) esclarece que:

Pela sua posição geográfica, a região Sul é a parte do país sobre a qual as mudanças climáticas apresentariam, hipoteticamente, as mais expressivas manifestações; a intensificação do aquecimento global incidiria, na escala regional, sobre um reforço nas características de tropicalidade da área, ou seja haveria elevação das médias e extremos térmicos [...].

Deve-se recordar que a região sul é onde ocorrem as menores temperaturas médias do Brasil e isso se deve ao fato de estar no âmbito do

clima subtropical, cujas características destoam da maior parte do território brasileiro – 94% estão inseridos em zonas climáticas equatoriais e tropicais (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Assim, estudos que abordem os desvios ou anomalias de temperatura ganham ênfase, sobretudo, frente aos aspectos apresentados acima.

É nesse contexto que se insere a presente pesquisa que busca avaliar as anomalias mensais de temperatura em São Joaquim, Santa Catarina, no período de 2008 a 2022. O critério para escolha de São Joaquim se deve ao fato desta ser a localidade com a menor temperatura média compensada do Brasil considerando-se a normal climatológica de 1991-2020 (INMET, 2022c). Compreender os padrões, as tendências e as anomalias de temperatura nesta que é uma das localidades mais frias do Brasil se apresenta como um recorte de estudo que ainda carece de pesquisas e cujas bases podem permitir a inferência de respostas locais, regionais ou globais.

2. A normal climatológica e as anomalias de temperatura: considerações teóricas

Conforme o INMET (2022c, p. 7) entende-se como normal climatológica os “[...] valores médios de variáveis meteorológicas calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas, e representa as características médias do clima em um determinado local”. A construção das normais climatológicas segue o guia apresentado pela Organização Meteorológica Mundial (*World Meteorological Organization*) e reflete as condições mais prováveis (ou normais) de uma determinada variável, servindo de referência comparativa com dados atuais (aqui entendida como anomalias em relação às normais) (WMO, 2017).

De fato, a definição de normal climatológica se confunde com a própria definição tradicional de clima, tal como o estado médio ou síntese das variáveis atmosféricas sobre um dado local num período de 30 anos (AYOADE, 2010). Reconhece-se que a média, enquanto medida de tendência central, acaba por mascarar extremos. Nesse ínterim, Vianello e Alves (2012, p. 367) são enfáticos ao dizer que em climatologia: “[...] as irregularidades dos fenômenos são as regras e não as exceções”. Contudo,

tendências de longo prazo podem ser avaliadas a partir da comparação com as normais climatológicas e aqui a noção de anomalias ganha relevância superior aos valores absolutos (NOAA, 2023).

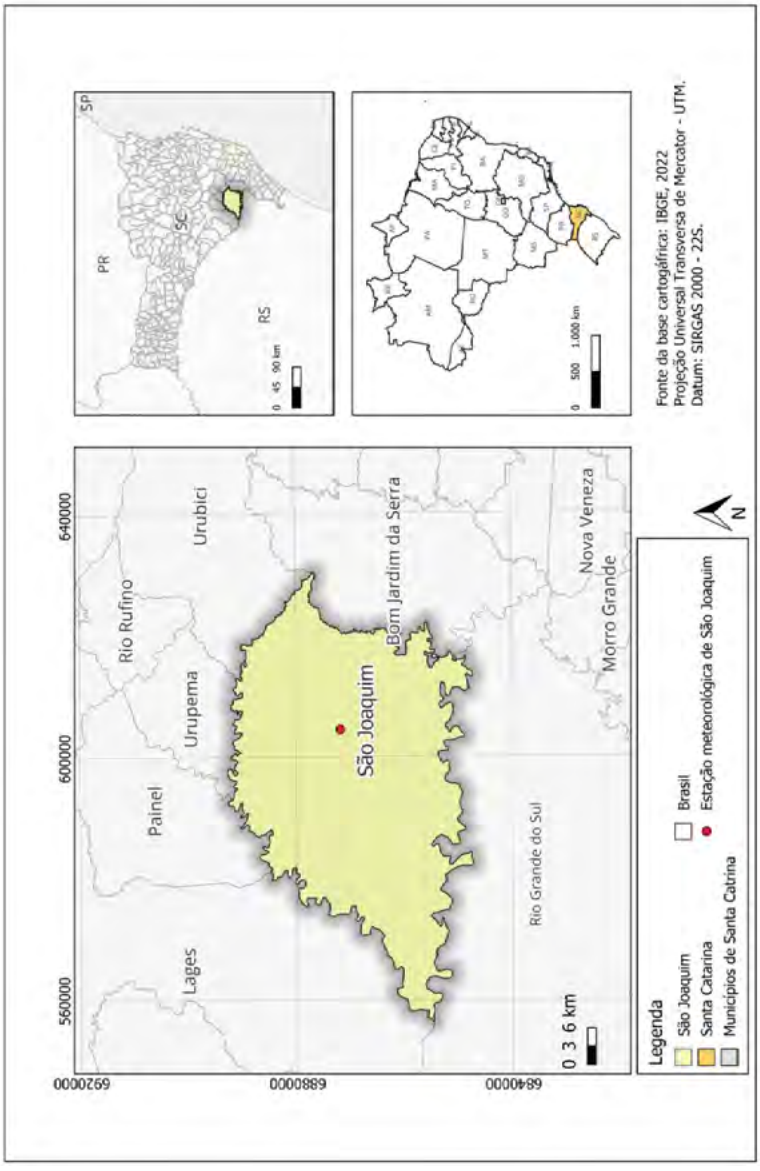
De acordo com o vocabulário meteorológico internacional denomina-se como anomalia climática o “desvio do valor de um elemento climático de seu valor normal”¹ (WMO, 1992, 116, tradução nossa). Logo, no tocante às temperaturas, poderiam ser considerados como anomalias os desvios em relação à média (NOAA, 2023), ou seja, aos valores relativos à normal climatológica. As anomalias são, assim, consideradas positivas quando o valor medido está acima da média e negativas quando o valor fica abaixo da referência (NOAA, 2023).

No Brasil existem, atualmente, três normais climatológicas oficiais disponibilizadas pelo INMET e compreendem os períodos de 1961-1990, 1981-2010 e a mais recente, entre os anos de 1991 e 2020 (INMET, 2022c). Considerando o emprego de normais climatológicas em pesquisas na área de climatologia, destacam-se, a título de exemplo, os trabalhos publicados por Fante e Sant’Anna Neto (2017), que avaliaram as mudanças nos padrões de temperatura num período de 50 anos para 14 cidades localizadas no estado de São Paulo, e Fernandes et al. (2020), que buscaram observar a variação interdecadal da temperatura do ar e da precipitação no estado do Piauí. Em ambos os estudos a normal climatológica foi a base comparativa entre os diferentes períodos analisados.

3. Localização e características da área de estudo

O município de São Joaquim (figura 1) está localizado tanto na região geográfica imediata, como na região geográfica intermediária de Lages (IBGE, 2017a). Conforme o Mapa do Turismo (BRASIL, 2023), São Joaquim se insere na região turística Serra Catarinense, pertencente à categoria C. A toponímia usada para fins turísticos reflete os aspectos geográficos de São Joaquim, sobretudo, no contexto do relevo que se insere no Planalto das Araucárias, onde as altitudes podem superar 1.000 m (MOREIRA; LIMA, 1977; HERRMANN; ROSA, 1989). Inclusive, Fritzsons, Mantovani e Wrege (2016) destacam que, no estado de Santa Catarina, as áreas mais elevadas são também as com as menores temperaturas médias devido à influência do fator altitude.

Figura 1
LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SÃO JOAQUIM/SC



Fonte: Autores (2025).

Segundo a Prefeitura Municipal, São Joaquim encontra-se a cerca de 1.360 m acima do nível do mar, dispondo de uma área territorial de 1.888,634 km², área que representa a segunda maior extensão municipal do estado de Santa Catarina (CORDEIRO, 2006). De acordo com o panorama do censo de 2022, possui uma população de 25.939 habitantes e densidade demográfica de 13,73 hab/km² (IBGE, 2022), o que para Silveira (2016) é considerada baixa, embora deva-se considerar que 71% da população residem na área urbana.

No que tange à economia, em 2020 o seu PIB *per capita* representava R\$ 33.819,52 (IBGE, 2020). Apesar da maior concentração populacional na área urbana, Cordeiro (2006) evidencia que a base econômica municipal é associada à agropecuária. Segundo os dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2017b), o rebanho de bovinos é a principal atividade pecuária municipal, enquanto que na produção agrícola permanente destaca-se a fruticultura (ameixa, maçã, pêra e uva) e na lavoura temporária a batata-inglesa e o milho. No cenário nacional, o município é conhecido pela produção de maçã, sendo considerado a capital brasileira da maçã (CORDEIRO, 2006).

São Joaquim está inserido na zona de clima subtropical úmido (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007) ou, conforme a classificação de Köppen, no clima temperado sem estação seca e verão fresco (Cfb) (PANDOLFO et al., 2002; WREGGE et al., 2012; DUBREUIL et al., 2018). Embora as características climáticas indiquem ausência de estação seca (NIMER, 1989), a variabilidade das chuvas nesse tipo climático é alta, tanto anual, como mensal (NERY, 2005; GRIMM, 2009). Em linhas gerais, o volume médio mensal de precipitação de acordo com a normal climatológica varia entre 110,9 mm (abril) e 198,9 mm (outubro), com média anual de 1.857,9 mm (INMET, 2022c). As temperaturas seguem o regime estacional (NIMER, 1989), ou seja, variam em média entre 9,5°C (julho) e 17,3°C (fevereiro) (INMET, 2022c).

É por esses aspectos que São Joaquim é conhecida nacionalmente por seus invernos com baixas temperaturas, pelas ondas de frio (SILVEIRA, 2016) e pelos registros de precipitação nival, fato que conduziu Souza (1997 apud SCHMITZ, 2007) a usar a denominação Planalto da Neve ou Planalto de São Joaquim. Rombo (2002) assim como Schmitz (2007) constataram que a precipitação de neve é um fenômeno recorrente e

periódico no município, com uma média anual de 2,7 dias/ano. Julho e agosto são os meses que apresentam a maior frequência na ocorrência de neve no município (ROMBO, 2002; SCHMITZ, 2007; SILVEIRA, 2016). Esses episódios tornam-se, devido à atenção dada pela mídia, chamarizes para o turismo municipal.

4. Materiais e métodos

A primeira etapa realizada para execução da presente pesquisa foi delimitar a série de dados a ser utilizada. Para tanto, acessou-se o Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) com a finalidade de se obter os dados de temperatura média mensal da estação automática de São Joaquim (código A815), localizada na latitude de -28.27564, na longitude -49.934617 e a 1.400 metros de altitude (vide figura 1). Em razão dos dados disponíveis no ano de 2008 se iniciarem somente a partir do mês de abril e para que não houvesse lacunas, o preenchimento das informações faltantes foi realizado a partir da estação meteorológica convencional de São Joaquim (código 863920), localizada no mesmo local da anterior. Ademais, alguns meses dispersos ao longo da série de dados possuíam falhas, sendo eles: agosto de 2009, agosto de 2013 e julho de 2015, para os quais, do mesmo modo que para aqueles do ano de 2008, utilizou-se os dados da estação convencional.

Para o preenchimento, considerou-se o fato apresentado por Strassburger et al. (2011), de que, ao comparar dados entre uma estação meteorológica convencional (EMC) e outra estação meteorológica automática (EMA), não houve significativas variações. Contudo, reconhecendo-se a diferença entre a medição por sensor e a direta (termômetro), optou-se por compará-las (107 meses) via teste de correlação, cujo resultado apontou para um coeficiente de determinação muito forte ($R^2 = 0,994$). Com isso, a partir da equação obtida por meio da reta de tendência linear ($y = 0,953x + 0,807$), foram calculados os dados dos meses faltantes, integrando uma série temporal de 15 anos (2008-2022).

No que se refere à normal climatológica, empregou-se, do mesmo modo, a temperatura média compensada (tabela 1) do período mais recente

(1991-2020) (INMET, 2022c). Inclusive, conforme o próprio relatório publicado pelo INMET (2022c), a estação convencional de São Joaquim (código 863920) foi empregada na construção da normal climatológica, embora desativada a partir de maio de 2017. O cálculo das anomalias foi realizado a partir da subtração dos valores correspondentes à temperatura média mensal, registrados no período de 2008 a 2022, e à temperatura média mensal compensada da normal climatológica (1991-2020). Com a finalidade de facilitar a interpretação das anomalias mensais, bem como favorecer a avaliação visual, propôs-se uma classificação quali-quantitativa, conforme apresentado no quadro 1. Essa classificação foi proposta a partir da pré-interpretção dos valores de anomalias mensais, considerando-se, para isso, as maiores e as menores anomalias observadas. Buscou-se, então, categorizar esses valores para facilitar a análise quali-quantitativa dos dados e favorecer a identificação visual por meio de um sistema de cores.

Tabela 1
TEMPERATURA MÉDIA MENSAL DA NORMAL CLIMATOLÓGICA (1991-2020) PARA SÃO JOAQUIM/SC

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
°C	17,2	17,3	16,1	13,9	10,8	9,8	9,5	11,3	11,5	13,5	14,7	16,6

Fonte: Dados Normal climatológica (1991-2020) (INMET, 2022).Org.: Autores (2025).

Quadro 1
CLASSIFICAÇÃO DAS ANOMALIAS DE TEMPERATURA

Intervalo	Classificação
<-2,6°C	Muito abaixo
-0,6 a 2,5°C	Abaixo
-0,5 a 0,5°C	Próximo
0,6 a 2,5°C	Acima
>2,6°C	Muito acima

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

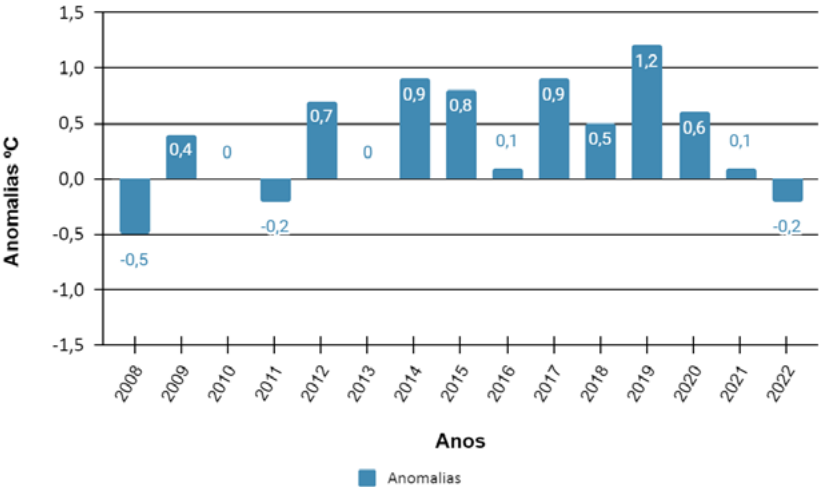
Por fim, selecionou-se os meses com as maiores anomalias positivas de temperatura com a intenção de compreender se tais anomalias ocorreram de modo isolado e local ou se refletem aspectos de escala

mais ampla, como no contexto regional/continental. Para essa avaliação, empregou-se os mapas de anomalias de temperaturas médias mensais disponibilizados pelo INMET [s.d.]. Digno de nota é que as cartografias apresentadas nesses mapas ainda consideram a normal climatológica de 1981-2010. Entretanto, como a análise é visual, julga-se que a diferença entre elas é irrelevante para o viés abordado.

5. Resultados e discussão

Uma análise prévia das anomalias anuais de temperatura no período de 2008 a 2022 (a temperatura média compensada anual em São Joaquim, conforme a normal climatológica de 1991-2020, é de 13,5°C) permite inferir que, dos quinze anos, dez apresentaram anomalias positivas, três anomalias negativas e em dois anos as anomalias foram consideradas nulas, ou seja, próximas a zero. Considerando a nota técnica do INMET (2022a) que atesta que anomalias iguais ou superiores a 0,4°C já indicam anos excepcionalmente mais quentes que a normal, nota-se que, em oito anos, as anomalias superaram esse valor, chegando à anomalia máxima de 1,2°C em 2019 (figura 2).

Figura 2
ANOMALIAS DE TEMPERATURA ANUAIS EM SÃO JOAQUIM/SC, NO PERÍODO DE 2008-2022



Fonte: Dados INMET (2008-2022).Org.: Autores (2025).

Dos anos apontados pelo INMET (2022a), somente 2016 não representou uma anomalia pronunciada ($+0,1^{\circ}\text{C}$) em São Joaquim e, embora o ano de 2015 seja apresentado pelo instituto como o mais quente do Brasil, no contexto local ficou em 4º lugar, atrás do já citado 2019 e dos anos de 2014 e 2017 ($+0,9^{\circ}\text{C}$). As anomalias negativas, além de menos frequentes, atingiram valores menores comparativamente às anomalias positivas, com o mínimo de $-0,5^{\circ}\text{C}$ em 2008 e $-0,2^{\circ}\text{C}$ em 2011, bem como no último ano da série estudada. De fato, o que chama atenção é uma transição de anomalias negativas entre os anos iniciais e finais da série, mediados por uma sequência de anos com anomalias positivas, principalmente entre 2014 e 2020 (figura 2).

Com isso, torna-se pertinente observar como as anomalias de temperatura variaram mensalmente ao longo dos anos. Para tanto, organizou-se o quadro 2, que traz a composição temporal quali-quantitativa das anomalias mensais de temperatura. Dos 180 meses houve predomínio de anomalias acima da normal (72 meses ou 40%) e, secundariamente, de anomalias próximas da média (63 meses ou 35%). Nenhum mês foi classificado como pertencente a anomalias muito abaixo da normal, diferentemente dos meses com anomalias muito acima da referida medida, que ocorreram em sete ocasiões (4%). Anomalias abaixo da média foram observadas em 21 % dos meses (total de 38).

Para além disso, apresenta-se como complemento a figura 3, que ilustra a frequência das anomalias de temperatura mensal por ano. Nota-se que os três anos com anomalias negativas, quais sejam 2008, 2011 e 2022, foram, de fato, aqueles com a maior frequência de anomalias mensais abaixo da normal, com respectivamente sete, seis e cinco vezes. Um adendo deve ser observado para os anos de 2008 e 2022, nos quais foram registrados um mês em cada com anomalia muito acima da normal e, em ambos os casos, no mês de julho. Para os demais anos há nuances que necessitam serem vistas à parte. Nos anos de 2014 e 2015, por exemplo, não ocorreu nenhum mês classificado como abaixo da normal, predominando anomalias acima da respectiva medida em oito meses de cada um dos anos. Em 2012 e 2019, por sua vez, é possível notar a ocorrência de um único mês com anomalias abaixo da normal. No entanto, pelo fato de 2019 apresentar a maior anomalia positiva anual da série de dados, é possível atribuir a maior frequência de meses com anomalias acima da média, incluindo um dos meses muito acima da normal (junho).

Quadro 2
 QUADRO TEMPORAL DAS ANOMALIAS DE TEMPERATURA EM SÃO JOAQUIM/SC, NO PERÍODO DE 2008 A 2022

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2008	-1,1	-1,1	-0,4	-1,8	0,1	-0,9	2,7	0,3	-1,8	-0,5	-0,9	-1,2
2009	1,2	0,1	0,7	0,5	1,3	-1,3	-1,0	0,8	0,1	0,1	3,3	0,7
2010	0,5	1,4	0,2	-0,4	0,0	0,3	1,5	-1,1	0,6	-1,8	-0,6	-0,4
2011	0,9	0,2	-0,6	0,4	-0,6	-0,9	0,9	-1,0	-0,1	0,0	-0,6	-1,3
2012	-0,8	1,2	-0,1	-0,2	0,8	0,8	-0,4	1,9	1,0	1,5	0,6	2,0
2013	-1,1	-0,4	-1,2	-0,3	1,1	0,6	0,9	-1,4	0,6	-0,9	0,4	0,8
2014	1,8	1,5	-0,2	-0,1	0,4	0,9	0,6	0,7	1,8	1,9	0,9	0,3
2015	1,0	0,0	0,0	-0,2	0,8	1,0	1,0	2,4	1,5	1,0	0,3	1,0
2016	0,8	1,1	-0,4	2,7	-0,7	-2,4	0,6	0,0	-0,3	0,6	-0,1	0,2
2017	0,8	1,5	-0,2	-0,5	2,0	1,0	1,3	0,2	4,8	0,3	-0,5	0,4
2018	-0,3	-1,2	0,8	1,8	1,1	0,3	1,7	-1,3	1,8	-0,2	0,7	0,7
2019	2,2	-0,5	-0,2	1,3	2,4	3,0	0,7	-0,9	1,9	2,0	1,0	0,6
2020	0,3	-0,8	0,7	-0,9	0,8	1,9	0,4	1,4	2,8	1,3	-0,3	0,0
2021	-0,1	-0,8	0,3	-0,6	0,0	-0,7	-0,4	1,2	2,2	-0,5	0,6	-0,5
2022	1,0	0,5	0,0	-0,4	-1,1	-0,8	3,4	-1,5	-1,6	-0,4	-1,8	0,1
Anomalia	0,5	0,2	0,0	0,1	0,6	0,2	0,9	0,1	1,0	0,3	0,2	0,2

Legenda:

Muito abaixo

Abaixo

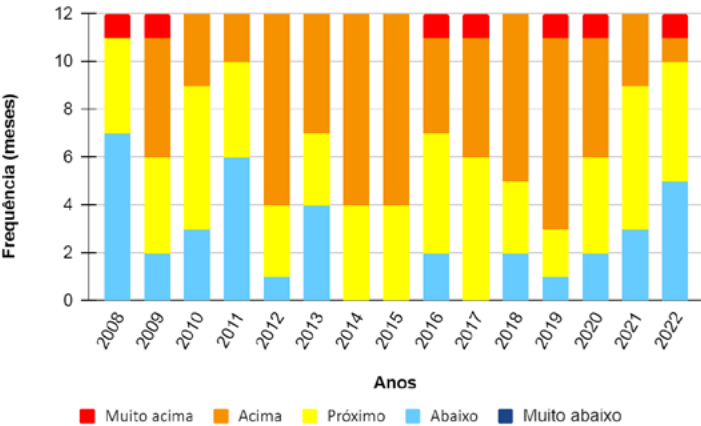
Próximo

Acima

Muito acima

Fonte: INMET (2008-2022).Org.: Autores (2025).

Figura 3
 FREQUÊNCIA DAS ANOMALIAS DE TEMPERATURA EM SÃO JOAQUIM/SC, NO PERÍODO DE 2008 A 2022



Fonte: Dados INMET (2008-2022).Org.: Autores (2025).

A distribuição de frequência (figura 3) entre os anos de 2009, 2016 e 2020 apresenta semelhanças, incluindo desde meses com anomalias abaixo da normal até meses com anomalias muito acima da média (novembro, abril e setembro, respectivamente). Para os anos de 2010 e 2021 isso também ocorre para a dupla, com a exceção de não haver registro de anomalias muito acima da normal e por predominar anomalias próximas da média (em cerca da metade dos meses). Em 2018 também é observado meses com anomalias abaixo da normal, embora haja predomínio de anomalias acima da média. Um caso curioso é que, em 2017, metade dos meses do ano foram classificados com anomalias próximas da média, enquanto que a outra metade ficou acima da medida, incluindo um dos meses com anomalia muito acima da normal (setembro). Outro exemplo interessante é 2013, com um padrão de distribuição de frequência quase homogêneo entre as classes abaixo, próxima e acima da normal, o que responderia por um efeito modulador da anomalia anual que ficou exatamente sobre a média da normal climatológica (figura 2).

Assim, observa-se que, no período de 2008 e 2022, diversos anos apresentaram anomalias de temperaturas acima da média, principalmente entre 2014 e 2020. Essa informação pode ser validada em âmbito global por meio do Informe do Estado do Clima de 2022 (WMO, 2023), que indica que, entre 2015 e 2022, ocorreram oito dos anos mais quentes em 173 anos com registros, mesmo com a influência da fase fria (La Niña) do El Niño Oscilação Sul (ENOS) nos últimos três anos. Além disso, ao longo da série de dados estudados houve predomínio de meses com anomalias acima da média, o que corrobora com as pesquisas que demonstram tendência de aumento das temperaturas no amplo quadro da região sul do Brasil (MENDONÇA, 2006; 2014; MARENGO; CAMARGO, 2008; ERNST, 2019).

Voltando agora à análise da frequência das anomalias de temperatura por mês (figura 4), é notório que em julho e setembro, assim como em janeiro e maio, houve dominância de anomalias acima da normal em mais da metade dos quinze anos da série. Em março, abril, outubro e dezembro a classe mais frequente foi de anomalias próximas à normal, enquanto que em fevereiro e novembro a distribuição das classes é ampla. Em contraponto, junho e agosto foram os meses com a maior frequência de anomalias abaixo da média, no entanto, mesmo assim, foram meses com o mesmo número de anomalias acima da média, demonstrando maior variabilidade nas classes.

Com exceção do mês de março (zero), todos os demais meses do ano apresentaram anomalias médias positivas para a série como um todo (figura 5), com destaque para julho (0,9°C) e setembro (1,0°C) (vide quadro 2). Nestes dois, estão quatro dos sete meses com anomalias muito acima da normal constatados. Inclusive, se considerar a anomalia positiva no mês de julho, nota-se que, no período de 2008-2022, o mês de junho passou a ser o mais frio do ano em São Joaquim, com média de 10°C, frente a 10,4°C de julho. A anomalia positiva em setembro, assim como a de maio (0,6°C) recaem em meses de transição do/para o inverno. Embora em menor amplitude, as anomalias de 0,5°C, em janeiro, o colocaram em igualdade com fevereiro como os meses mais quentes do ano (17,5°C).

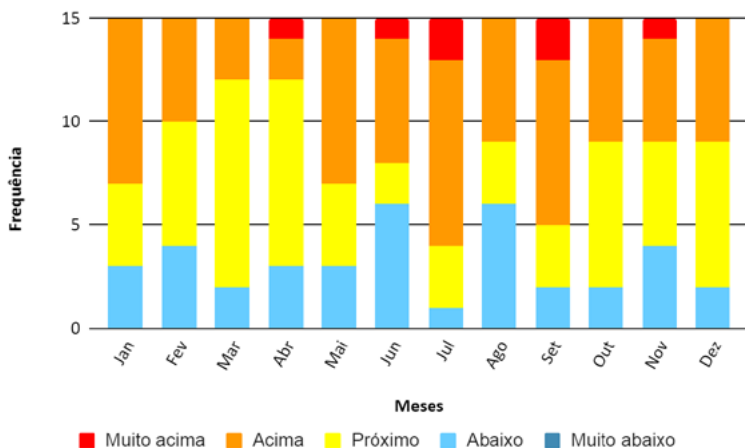
Marengo e Camargo (2008), considerando o período de 1960 a 2002, observaram que, na região sul, há ampla tendência de aumento das temperaturas mínimas, sobretudo no inverno. Como visto, as anomalias positivas, principalmente aquelas acima e muito acima da normal, promoveram incrementos na temperatura média para os meses de julho e setembro e, secundariamente, para maio e janeiro. Com efeito, isso pode ser reflexo, sobretudo, dessa tendência de aumento nas temperaturas mínimas. Digno de nota, é o fato de que São Joaquim está incluído nos estudos realizados por Mendonça (2006), Marengo e Camargo (2008) e Minuzzi (2010). Nos três, há convergência na constatação de aumento na temperatura mínima, tanto anual quanto estacional (verão e inverno). Contudo, divergem em relação às tendências na temperatura máxima.

No entanto, a redução na amplitude térmica anual e estacional, como demonstrado por Marengo e Camargo (2008) e Minuzzi (2010), é evidente, o que, em conjunto, poderia auxiliar na explicação do aumento da temperatura média e na ocorrência de anomalias positivas de temperatura quando comparadas com a normal climatológica. Se as temperaturas mínimas aumentaram ao longo dos anos (MENDONÇA, 2006; MARENGO; CAMARGO, 2008) em proporção maior que as temperaturas máximas, é esperado mudança na temperatura média compensada. Minuzzi (2010) observou significativo aumento nas temperaturas mínimas em todos os meses do ano em São Joaquim, diferente das temperaturas máximas, com tendência significativa de queda (exceto abril e agosto). Como resposta, a temperatura média mensal não apresentou tendência significativa (exceto março, abril e agosto). Contudo, o autor

demonstrou importante ponto de transição nas temperaturas entre 1988 e 1991, para as mínimas, e entre 1995 e 1997, para as máximas (MINUZZI, 2010).

Figura 4

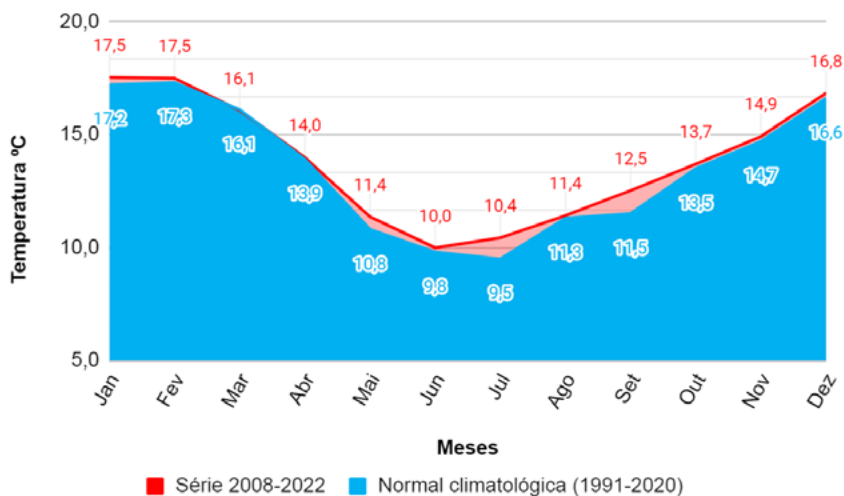
FREQUÊNCIA MENSAL DAS ANOMALIAS DE TEMPERATURA EM SÃO JOAQUIM/SC, NO PERÍODO DE 2008 A 2022



Fonte: Dados INMET (2008-2022).Org.: Autores (2025).

Figura 5

COMPARAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA MÉDIA DA SÉRIE 2008 A 2022 COM A NORMAL CLIMATOLÓGICA (1991-2020) EM SÃO JOAQUIM/SC



Fonte: Dados INMET (2008-2022).Org.: Autores (2025).

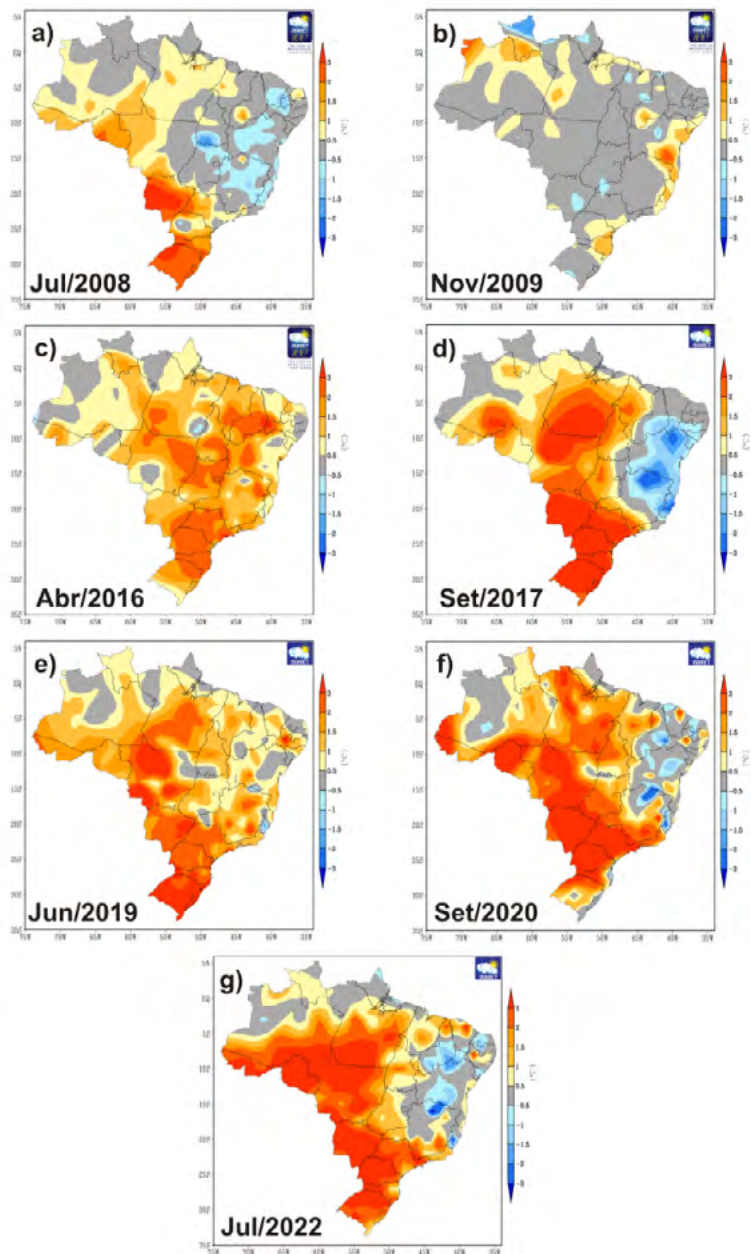
Assim, ao se empregar a normal climatológica de 1991-2020 pode-se, conseqüentemente, ter restrito a análise ao período no qual Minuzzi (2010) observou esses pontos de transição nas tendências de temperaturas. Além disso, é importante chamar atenção para a média da temperatura mensal no período de 2008 a 2022, que contrasta com o padrão térmico apresentado na normal climatológica (1991-2022). Aqui se refere ao fato do mês de julho deixar de ser o mais frio (que passa a ser junho), bem como ao incremento em meses de transição para/do inverno, como é o caso de maio e setembro. Digno de nota é o fato de que Silveira (2016) informa que os meses de julho, maio e setembro estão entre aqueles que se destacam na ocorrência de ondas de frio em São Joaquim. Assim, a tendência encontrada pelo autor, de redução do fenômeno ao longo dos anos, pode estar associada ao aumento das anomalias positivas de temperatura.

Contudo, é necessário observar em específico os sete meses classificados por anomalias muito acima da média, ou seja, julho de 2008, novembro de 2009, abril de 2016, setembro de 2017, junho de 2019, setembro de 2020 e julho de 2022. Isso decorre do questionamento de se essas anomalias muito acima da normal seriam derivadas de aspectos isolados e locais ou se estariam associadas a padrões de larga escala (regional/continental)? Para buscar essa resposta, é apresentada a figura 6, que mostra uma composição de mapas de anomalias de temperatura mensal disponibilizados pelo INMET, respectivamente para os meses mencionados acima.

Verifica-se que todos os meses com anomalias classificadas como muito acima da normal reportam para condições que se inserem no amplo quadro continental de anomalias positivas. Um único mês, novembro de 2009 (Figura 6b), apresenta anomalias positivas restritas à porção leste da região sul, notadamente no estado de Santa Catarina. Por outro lado, abril de 2016 (Figura 6c) e junho de 2019 (Figura 6e) se destacam por apresentarem anomalias positivas amplamente distribuídas em todo o território nacional. Nos meses de julho de 2008 (Figura 6a), setembro de 2017 (Figura 6d), setembro de 2020 (Figura 6f) e julho de 2022 (Figura 6g), as anomalias positivas imperam por toda a região sul e se estendem pelo Centro-Oeste até o Norte do país, ao passo que na porção norte da região sudeste e principalmente no Nordeste foram registradas anomalias negativas de temperatura.

Figura 6

ANOMALIAS DE TEMPERATURA MENSAL NO BRASIL PARA OS MESES CLASSIFICADOS COMO MUITO ACIMA DA NORMAL EM SÃO JOAQUIM/SC, NO PERÍODO DE 2008 A 2022



Fonte: INMET (2008-2022).Org.: Autores (2025).

6. Considerações finais

Os resultados da presente pesquisa sugerem que as anomalias anuais e mensais de temperatura em São Joaquim, na serra catarinense, acompanham as evidências das mudanças climáticas globais. O período de 2014 a 2020 destacou-se por apresentar, em geral, anomalias anuais positivas, corroborando com a tendência de aquecimento observada em outros estudos elencados na seção anterior. A ausência de anomalias mensais bem abaixo da média ($< -2,6^{\circ}\text{C}$) no período de 2008 a 2022 e a recorrência de anomalias positivas acentuam o caráter excepcional dos meses que registraram aumentos significativos de temperatura, especialmente julho, maio, setembro e janeiro. Esses meses se destacam por alterações térmicas expressivas e sugerem mudança no padrão térmico anual de São Joaquim.

Notavelmente, os sete meses com anomalias muito acima da média ($> 2,5^{\circ}\text{C}$) refletem como os eventos extremos acompanham esse contexto das mudanças climáticas recentes e se associaram a anomalias com ampla distribuição espacial, que integram desde a escala regional até amplas partes do território nacional. Nesse sentido, as informações aqui apresentadas contribuem para a compreensão das tendências climáticas de uma das localidades mais frias do Brasil e demonstram que elas seguem as tendências regionais/globais. Isso, por sua vez, torna-se pertinente, não somente frente à economia com viés turístico, mas também, por reconhecer a fragilidade dos ecossistemas de altitude da região sul brasileira. Claramente, é necessário considerar que São Joaquim sofre influências de diversos fatores em sua dinâmica climática, sendo necessários outros estudos para se compreender tais anomalias de temperatura.

Dentro dessa perspectiva, inclui-se, a ampliação da série de dados para anos precedentes a 2008, com vistas a observar a distribuição das anomalias de temperatura mensais num período mais longo. Para além disso, o estudo da variabilidade das temperaturas médias diárias ao longo dos meses, bem como das temperaturas mínimas e máximas associando-as aos sistemas atmosféricos atuantes, pode contribuir para a elucidação dos padrões atmosféricos responsáveis. Compreender a relação entre as anomalias de temperatura e fenômenos de larga escala como o El Niño Oscilação Sul (ENOS), Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), Oscilação

Multidecenal do Atlântico e Modo Anular Sul também são chaves que abrem perspectivas para pesquisas futuras.

Nota

¹ No original: "Departure of the value of a climatic element from its normal value".

Referências

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para trópicos**. 14. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 332 p.

BRASIL. Ministério do Turismo. **Mapa do Turismo 2023**. Disponível em: <https://www.mapa.turismo.gov.br/mapa/init.html#/home>. Acesso em: 09 out. 2023.

CORDEIRO, W.C. **A vitivinicultura em São Joaquim-SC**: uma nova atividade no município. 2006. 138 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/89399>. Acesso em: 01 mar. 2023.

DUBREUIL, V.; FANTE, K.P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. **Confins Revue Franco-Brésilienne de Géographie/Revista Franco-Brasileira de Geografia**, n. 37, 2018. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/15738>. Acesso em: 12 nov. 2022.

ERNST, M.F. **Anomalias de temperatura no Sul do Brasil nos 4 anos mais quentes dos últimos 100 anos**. 2019. 67 f. TCC (Graduação - Bacharel em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/205579>. Acesso em: 15 out. 2022.

FANTE, K. P.; SANT'ANNA NETO, J. L. Mudanças nos padrões da temperatura do Estado de São Paulo/Brasil nos últimos 50 anos. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, n. 1, v. 33, p. 12-23, mar. 2017. <https://doi.org/10.11606/rdg.v33i0.125767>.

FERNANDES, G. S. T.; LIMA, E. A.; MOURA NETO, A.; GONÇALVES JÚNIOR, A.S. Variação interdecadal de elementos climáticos no Estado do Piauí (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Brasil, v. 8, n. 2, p. 136-146, abr. 2020.

Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/375/231>. Acesso em: 01 mai. 2023.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 12, v. 18, p. 80-92, jan.-jul. 2016. <https://doi.org/10.5380/abclima.v18i0.39471>.

GRIMM, A. M. Clima da região sul do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 259-275.

HERRMANN, M.L.P.; ROSA, R.O. Relevô. In: IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil**. v. 2. região sul. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. p. 55-84.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017a. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100600.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário: resultados definitivos**. 2017b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/sao-joaquim/pesquisa/24/76693>. Acesso em: 15 set. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**: São Joaquim. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/sao-joaquim/panorama>. Acesso em: 10 mai. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama do censo 2022**. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em 28 set. 2023.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Anomalia de temperatura**. [s.d.] Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/temp>. Acesso em: 20 mai, 2023.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa** – BDMEP. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 2 abr. 2023.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Elevação da temperatura média no Brasil**. Jan. 2022a. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/notasTecnicas#>. Acesso em: 2 abr. 2023.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Julho/2022 ficou com temperaturas elevadas em grande parte do país**. Ago., 2022b. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/notasTecnicas#>. Acesso em: 02 abr. 2023.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Julho de 2023 foi o mais quente no Brasil desde 1961**. Ago. 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/notasTecnicas#>. Acesso em: 03 out. 2023.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil**. 2022c. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais#>. Acesso em: 2 abr. 2023.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Global Warming of 1.5 °C: Special Report - Summary for Policymakers**. 2018. 24 p. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2022/06/SPM_version_report_HR.pdf. Acesso em: 2 mai. 2023.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis - Summary for Policymakers**. 2021. 32 p. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf. Acesso em: 2 mai. 2023.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **About the IPCC**. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/about/>. Acesso em: 10 maio 2023a.

MARENGO, J. A.; CAMARGO, C. Surface air temperature trends in southern Brazil for 1960-2002. **International Journal of Climatology**, v. 28, p. 893-904, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/joc.1584>.

MENDONÇA, F. Aquecimento global e suas manifestações regionais e locais: alguns indicadores da Região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 2, p. 71-86, dez. 2006. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25388>. Acesso em: 2 mai. 2023.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MENDONÇA, F. Mudanças climáticas e aquecimento global: incertezas e questionamentos. Uma perspectiva a partir de suas repercussões na Região Sul do Brasil. In: MENDONÇA, F. (Org.). **Os climas do Sul: em tempos de mudanças climáticas**. Jundiaí: Paco Editorial, 2014. p. 7-46.

MINUZZI, R. B. Tendências na variabilidade climática de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 12, p. 1288-1293, 2010. Disponível em: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.1584>. Acesso em: 09 out. 2023

MOREIRA, A. A. N.; LIMA, G. R. Relevô. In: IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil**, v. 5. região sul. Rio de Janeiro: SERGRAF; IBGE, 1977. p.1-34.

NERY, J. T. Dinâmica climática da Região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 61-75, dez. 2005. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25233>. Acesso em: 09 out. 2023.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989. 421 p.

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. **Anomalies vs. Temperature**. Disponível em: <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/dyk/anomalies-vs-temperature>. Acesso em: 09 out. 2023.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JÚNIOR, V. P.; MASSIGNAN, A. M.; PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F. V. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-ROM.

ROMBO, M. E. B. **A precipitação de neve como fenômeno climático de interesse geográfico no município de São Joaquim-SC**. 2002. 157 f. TCC (Graduação em Geografia) - Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SÃO JOAQUIM, Prefeitura Municipal. **Geografia**. Disponível em: <https://saojoaquim.sc.gov.br/pagina-713/>. Acesso em 10 set. 2023.

SCHMITZ, C. M. **A precipitação de neve no Brasil Meridional**. 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/12024>. Acesso em: 01 mar. 2023.

SILVEIRA, R. B. **Ondas de frio em São Joaquim - Santa Catarina - Brasil: a saúde como fator dependente da qualidade de vida**. 2016. 179 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/167677>. Acesso em: 01 nov. 2022.

STRASSBURGER, A. S.; MENEZES, A. J. E. A.; PERLEBERG, T. D.; EICHOLZ, E. D.; MENDEZ, M. E. G.; SCHÖFFEL, E. R. Comparação da temperatura do ar obtida por estação meteorológica convencional e automática. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Pelotas, v. 26, n. 2, p. 273-278, out. 2011. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862011000200011>

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. 2.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2012. 460 p.

WMO. World Meteorological Organization. **International Meteorological Vocabulary**. WMO/OMM/BMO - n. 182. Ed. Geneva: WMO, 1992. 784 p.

Disponível em: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4712. Acesso em: 5 abr. 2023.

WMO. World Meteorological Organization. **WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals**. Geneva: WMO, 2017. Disponível em: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4166. Acesso em: 02 abr. 2023.

WMO. World Meteorological Organization. **State of the Global Climate 2022**. Geneva: Chair/WMO, 2023. 49 p. Disponível em: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11593. Acesso em: 10 set. 2023.

WREGGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. **Atlas climático da Região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. 333 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1045852/atlas-climatico-da-regiao-sul-do-brasil-estados-do-parana-santa-catarina-e-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 01 mar. 2023.

Recebido em 26/10/2025

Aceito em 10/11/2025

