



Tendência das temperaturas máxima e mínima do ar na Serra do Nordeste, Rio Grande do Sul

Bernadete Radin^{1(*)}, Bianca Pinheiro Costa¹, Ricardo Wanke de Melo¹ e Denise Cybis Fontana¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Av Bento Gonçalves 7712, CEP 91540-000 Porto Alegre, RS.

E-mails: bernadete.radin@ufrgs.br, bbianca.pc@gmail.com, ricardo.wanke@ufrgs.br e dfontana@ufrgs.br

(*) Autor para correspondência.

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 26 de março de 2024

Aceito em 25 de julho de 2024

Termos para indexação:

eventos extremos
tendências climáticas
mudanças climáticas

RESUMO

Nos últimos anos os estudos sobre mudanças climáticas vêm se destacando em diversas partes do mundo. No entanto, existe a necessidade do entendimento das tendências do clima em escala regional, visando gerar mais conhecimento para planejar ações futuras. Com o objetivo de verificar se estas mudanças ocorrem também na região da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul, principalmente na temperatura do ar, foram analisados os dados meteorológicos de Bento Gonçalves, Bom Jesus, Cambará do Sul, Caxias do Sul e Lagoa Vermelha, no período de 1961 a 2019, conforme a disponibilidade de informações no banco de dados do INMET. Foram analisadas a temperatura máxima e mínima do ar em cada estação do ano, para cada década e a tendência dos 60 anos de dados. A temperatura mínima do ar não apresentou diferença entre as décadas de 1961 até 2019 nas estações do inverno, primavera e verão. No outono, a temperatura mínima foi menor entre os anos de 2000 a 2009, sendo que nas outras décadas não houve diferença. Já as temperaturas máximas foram menores na década de 80, nas estações do outono e no verão e, na década de 70 nas estações do inverno e primavera. Considerando-se o período de 1961 até 2019, houve tendência positiva na temperatura máxima do ar no inverno e tendência negativa na temperatura mínima e, nas outras estações do ano, não foram observadas tendências significativas para a região da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil.

© 2024 SBAgro. Todos os direitos reservados.

Introdução

Nos últimos anos, estudos sobre tendências históricas do clima têm recebido considerável atenção, em diversas partes do mundo. A preocupação é principalmente sobre questões voltadas às mudanças climáticas e seus impactos. Um dos indicadores importantes para essa análise, é a tendência de aumento da temperatura e de alterações na

precipitação pluvial. Exemplos desses estudos podem ser citados como Li et al. (2021) na China, Martinez et al. (2012) na Florida (EUA), Asfaw et al. (2018) na Etiópia, Chitu et al. (2015) e Pokorná et al. (2018) na Romênia, Guedes et al. (2019), Berlato & Cordeiro (2017) e Cera & Ferraz (2015) no estado do Rio Grande do Sul (Brasil), entre tantos outros autores em diversos lugares do mundo.

Além do conhecimento da tendência e variabilidade do

clima é de suma importância o conhecimento dos eventos extremos, os quais impactam no ambiente e nas questões socioeconômicas. Assim, é pertinente estudar variações na frequência ou intensidade das condições meteorológicas extremas, que são informações úteis no contexto do desenvolvimento sustentável. Isso ajudará a compreender padrões e sua possível ocorrência e intensidades no clima presente e futuro (Afuecheta & Omar, 2021). Os extremos climáticos recebem bastante atenção, pois expressam com mais sensibilidade as mudanças climáticas do que o clima médio e, portanto, têm um impacto mais intenso no meio ambiente (New et al., 2006; Aguilar et al., 2009).

Em escala global, os índices de temperatura demonstram um aquecimento significativo durante o século XX, citando as tendências mais altas para os períodos mais recentes e para índices de temperatura mínima.

Foi reconhecido que observações em escala local ou regional são mais úteis para o planejamento ou para as projeções de clima futuro (Barsugli et al., 2009; Brekke et al., 2009; Raucher, 2011). Assim, é necessária a avaliação de tendências históricas ou projeções futuras nas escalas regional ou local (Martinez et al., 2012).

Desde a década de 1990, vários estudos regionais relativos a índices extremos de temperatura e precipitação têm sido realizados e fornecem fortes evidências de que o aquecimento global está relacionado a mudanças significativas nos extremos de temperatura e precipitação (Zhang et al., 2000; Manton et al., 2001; Aguilar et al., 2009; Haylock et al., 2006). Segundo Olmo et al. (2020) eventos de temperatura e precipitação extremos foram amplamente analisados em diferentes escalas e regiões ao redor do mundo (Barrucand et al., 2014 na Argentina; Tencer et al., 2014 no Canadá; Kegggenhoff et al., 2015 e Orth et al., 2016 na Europa; Roy, 2019 na Índia, Halimatou et al., 2017 na África, Shi et al., 2018 na China, Dashkhuu et al., 2015, Mongolia, Silva et al. 2015, Paraná, Brasil, Hao et al., 2018 em várias partes do mundo entre outros).

Alguns dos estudos desenvolvidos no Sul da América do Sul sobre extremos climáticos mostraram mudanças na frequência e intensidade de alguns elementos meteorológicos (Haylock et al., 2006, Donat et al. 2013; Rusticucci, 2012; Olmo et al., 2020) e essas informações são de extrema importância para o Rio Grande do Sul, já que o Estado está muito próximo dessa região.

O entendimento das características climatológicas e as mudanças a longo prazo de eventos extremos, incluindo sua intensidade, frequência e duração, é necessário para desenvolver estratégias de mitigação e adaptação para atividades agrícolas sustentáveis. Informações precisas sobre os extremos de temperatura do ar e suas tendências fornecem referências para a pesquisa científica sobre as mudanças climáticas. É, portanto, imperativo ajustar as atividades agrícolas em função da variabilidade e da tendência do

clima para poder traçar estratégias planejadas de adaptação às mudanças climáticas, de modo a aumentar a capacidade adaptativa e a resiliência dos agricultores que estão a mercê do clima.

Em função do exposto o objetivo deste trabalho foi analisar a tendência da temperatura do ar, através das temperaturas máximas e mínimas na Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul no período de 1961 a 2019.

Materiais e métodos

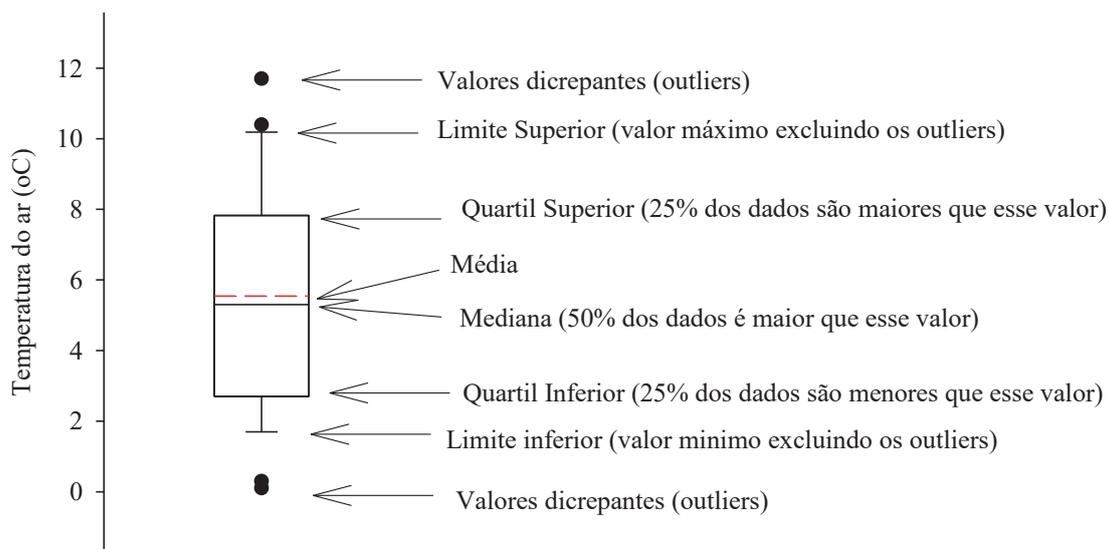
A análise de tendência de eventos extremos de temperatura do ar foi realizada para a Serra do Nordeste, Rio Grande do Sul, Brasil. Foram analisados dados de cinco estações meteorológicas, sendo elas: Bento Gonçalves (alt.: 623m; lat.: -29,164 e long. -51,534), Bom Jesus (alt.: 1048m; lat.: -28,669 e long. -50,441), Cambará do Sul (alt.: 1015m; lat.: -29,049 e long. -50,149), Caxias do Sul (alt.: 750m; lat.: -29,196 e long. -51,186) e Lagoa Vermelha (alt.: 833m; lat.: -28,222 e long. -51,512). O clima é classificado como Cfb, conforme a classificação climática de Köppen (Alvares et al., 2013). Os dados meteorológicos de temperatura do ar foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo três dados por dia (9h, 15h e 21h) nas estações convencionais e dados horários das estações automáticas. Os dados foram organizados em planilhas em base diária, separadas por temperaturas máximas e mínimas e, posteriormente extraiu-se o maior valor de temperatura máxima e o menor valor de temperatura mínima em cada mês. Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, representaram o verão; março, abril e maio o outono; junho, julho e agosto o inverno e setembro, outubro e novembro a primavera. Através da análise de variância, com a utilização do Programa Sisvar, analisou-se as temperaturas máximas e mínimas nas décadas, iniciando em 1961 até 2019 (Dec 60 = 1961-1969; Dec 70 = 1970-1979; Dec 80 = 1980-1989; Dec 90 = 1990- 1999; Dec 00 = 2000-2009; Dec 10 = 2010-2019), utilizando teste de Tukey a 5% de significância. Para a análise de tendências utilizou-se a regressão linear, considerando-se significativa a diferença quando $P < 0,05$. Os dados de todas as cidades foram agrupados por estação do ano.

A elaboração dos gráficos foi realizada com o programa sigmaplot e a explicação do gráfico boxplot está representada na Figura 1.

Resultados e discussão

Na Figura 2 estão representadas as temperaturas mínimas observadas em cada mês, separadas por estação do ano e agrupadas por décadas. A temperatura mínima do ar não apresentou diferença estatística entre as décadas nas estações do inverno, primavera e verão. Somente no outono houve diferença entre as décadas. As décadas de 60, 70,

Figura 1. Interpretação do boxplot.



80, 90 e 10 não foram diferentes entre si. Já as décadas de 10, 70 e 80 apresentaram temperaturas mínimas superiores à década de 00.

Marengo & Camargo (2008) analisaram tendências de temperaturas do ar na Região Sul do Brasil para o período de 1960-2002 e observaram que, em geral, a maioria das estações apresentaram aumentos na temperatura mínima de forma mais evidente do que na temperatura máxima. Di-

vidindo o período por décadas, os autores observaram que o período de 1990 a 2002 foi mais quente em comparação com as décadas anteriores. Cabe ressaltar que nesse trabalho citado não foram analisados dados meteorológicos da região da serra do nordeste do Rio Grande do Sul, região de estudo do presente trabalho.

Com relação às temperaturas máximas do ar houve diferença entre as décadas em todas as estações do ano. No

Figura 2. Distribuição da temperatura mínima do ar nas diferentes estações do ano, agrupados por décadas na Serra do Nordeste, Rio Grande do Sul, Brasil. Letras distintas entre as décadas indicam diferença estatística (Tukey a 5% de probabilidade); ns = não significativo.

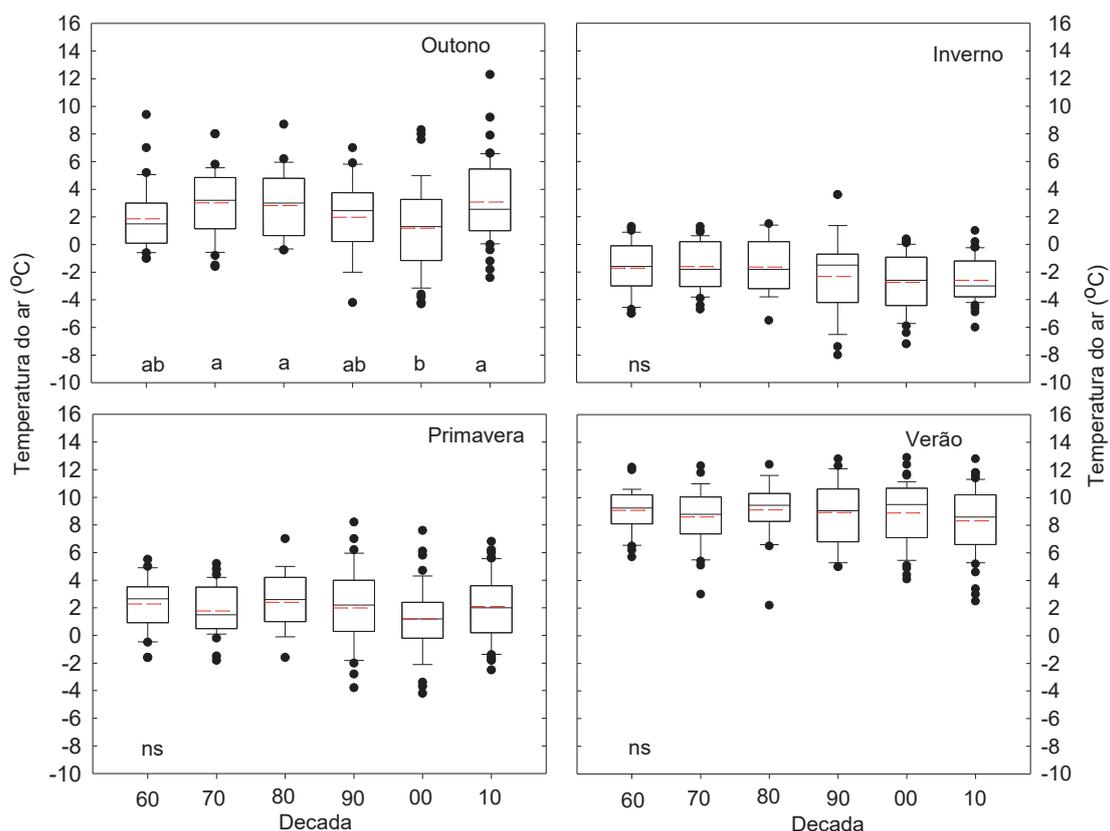
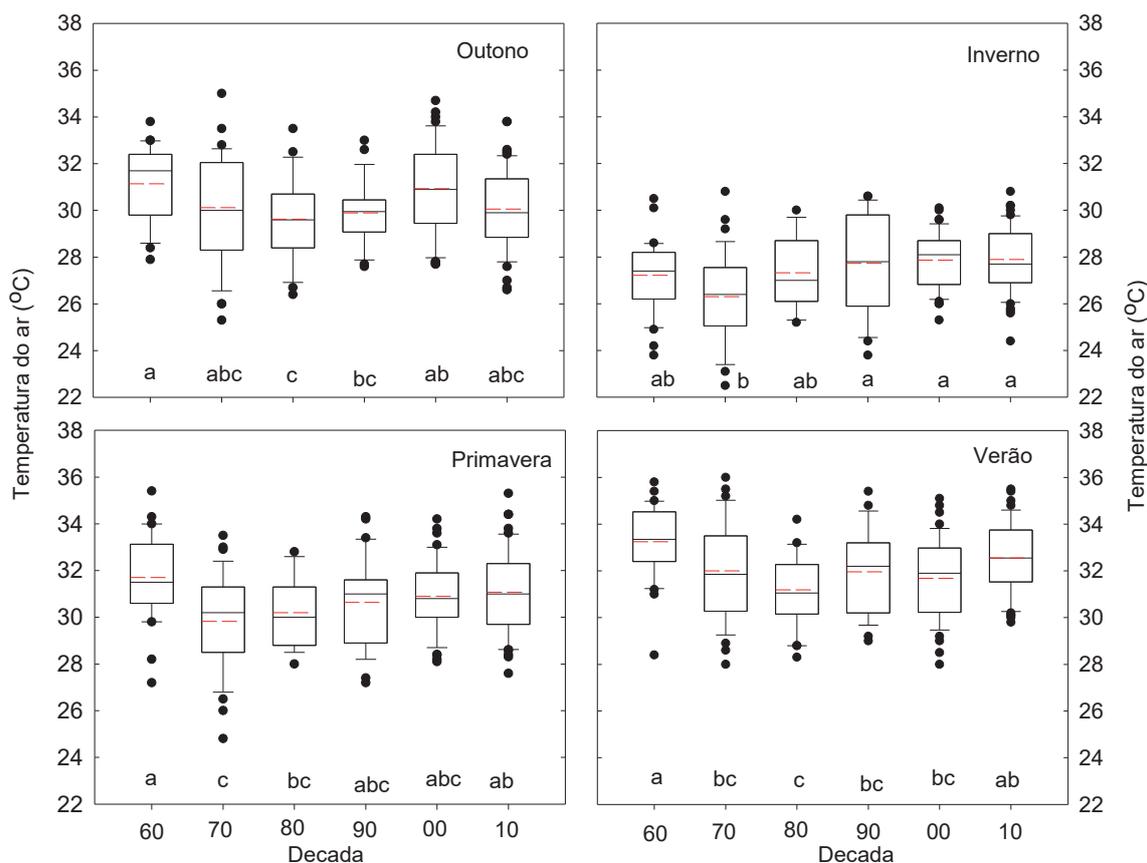


Figura 3. Distribuição da temperatura máxima do ar nas diferentes estações do ano, agrupados por décadas na Serra do Nordeste, Rio Grande do Sul, Brasil. Letras distintas entre as décadas indicam diferença estatística (Tukey a 5% de probabilidade); ns = não significativo



outono, as maiores temperaturas foram na década de 60, 70, 00 e 10 as quais não diferiram entre si. A década de 60 apresentou valores superiores e diferiram das décadas de 80 e 90 (Figura 3). No inverno, as temperaturas máximas foram superiores nas décadas de 90, 00 e 10 e não diferiram das décadas de 60 e 80, mas diferiram na década de 70, a qual apresentou valores mais baixos. Na primavera, as maiores temperaturas máximas foram na década de 60, não diferindo das décadas 90, 00 e 10, mas diferiram da década de 70 e 80. No verão, as temperaturas máximas foram maiores na década de 60 e 10 e as menores temperaturas máximas foram na década de 80.

Analisando-se a tendência das temperaturas mínimas do ar utilizando-se todo o conjunto de dados das cinco cidades, não se observou a ocorrência de tendências significativas de aumento ou diminuição nas estações do verão, outono e primavera, conforme pode ser verificado pela Figura 4. No entanto, a temperatura mínima do ar no inverno apresentou tendência significativa de redução.

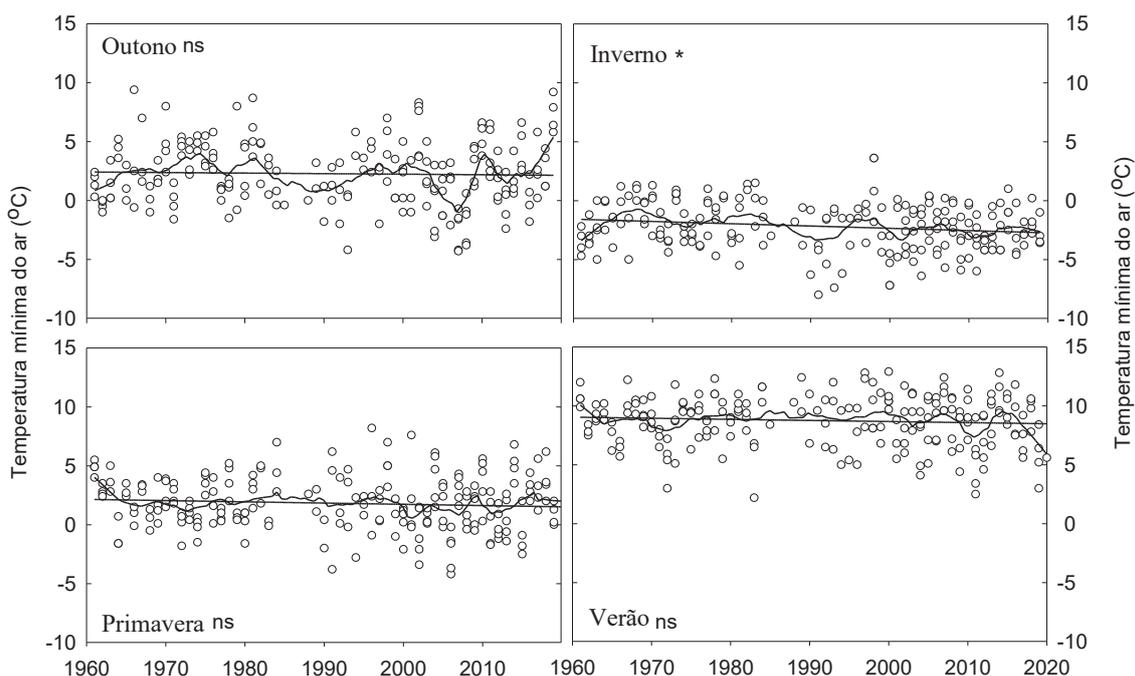
No trabalho de Cordeiro (2010), a qual analisou dados de 1950 até 2009, para 14 estações do Rio Grande do Sul, sendo duas na Serra do Nordeste (Caxias do Sul e Bom Jesus), mostrou não haver tendências significativas na cidade de Bom Jesus, mas observou uma tendência positiva da

temperatura mínima para a cidade de Caxias do Sul em todas as estações do ano. Ainda com relação ao trabalho de Cordeiro (2010), foi observado que o inverno foi a estação do ano com o menor número de locais com sinal de aumento de temperatura mínima. Berlato & Cordeiro (2017) numa revisão bibliográfica sobre mudanças e tendências do clima no Rio Grande do Sul observaram que o inverno foi a estação o ano com menor tendência de mudanças da temperatura do ar.

Na análise da temperatura máxima do ar (Figura 5), não se observou a existência de tendências de aumento ou diminuição nas estações do verão, outono e primavera, no entanto no inverno a temperatura máxima do ar apresentou tendência significativa de aumento. Cordeiro (2010) também observou tendência significativa de aumento da temperatura para a cidade de Bom Jesus no inverno, corroborando com os resultados do presente trabalho, no entanto a autora também observou tendência de aumento na primavera. Na cidade de Caxias do Sul, pertencente a Serra do Nordeste, a autora observou tendência de diminuição somente na estação do verão e as outras estações não apresentaram tendências significativas.

Cunha et al. (2007), avaliando as tendências da temperatura média anual para a região de Passo Fundo, no perf-

Figura 4. Tendência de temperatura mínima do ar na Serra do Nordeste, Rio Grande do Sul, Brasil. A curva representa uma suavização Gaussiana e a linha reta a tendência linear; ns = não significativo; * = tendência significativa.

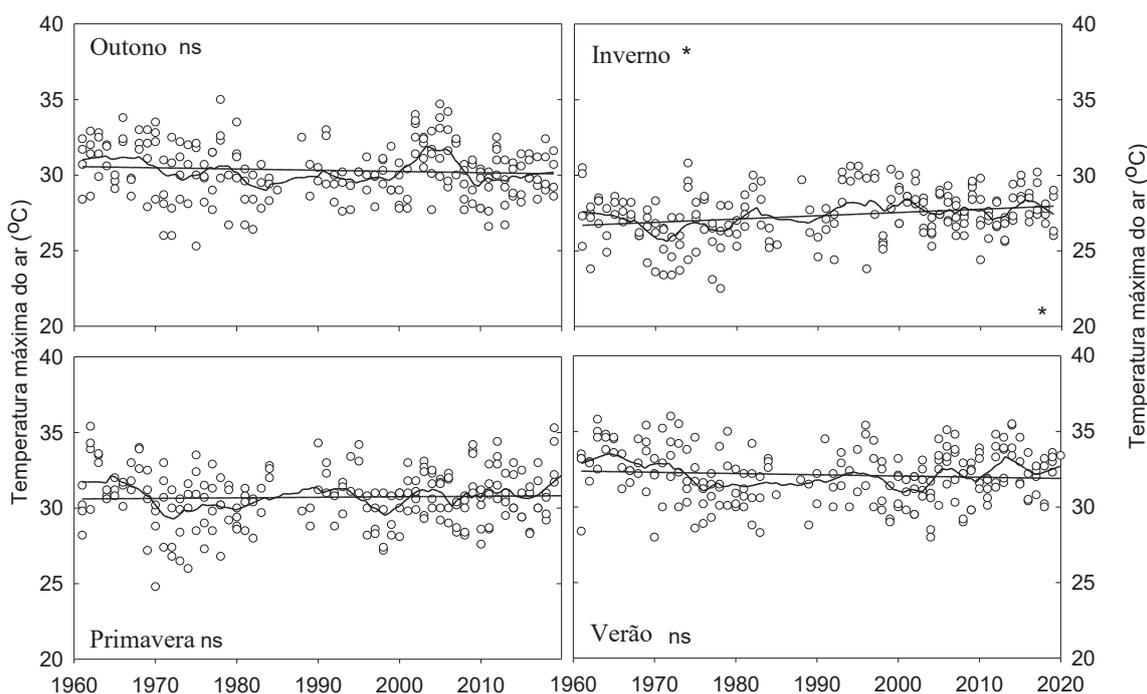


odo de 1917-2006, encontraram aumento de 1,1°C na temperatura mínima, concluindo que, nos 90 anos avaliados, a elevação térmica maior foi da temperatura mínima, mas houve tendência de estabilização das temperaturas mínimas e médias anuais nas últimas décadas analisadas. Já Kuinchtner et al. (2007), analisando a variabilidade da temperatura do ar de cinco estações meteorológicas no norte

do Estado (Cruz Alta, Iraí, Lagoa Vermelha, Passo Fundo e São Luiz Gonzaga), concluíram que não houve tendência, positiva ou negativa, para a temperatura máxima, o que concorda com os resultados de Cunha et al. (2007) para Passo Fundo, que relataram que a temperatura máxima se manteve sem alteração no período 1917-2006.

Com a análise de tendência da temperatura do ar da re-

Figura 5. Tendência de temperatura máxima do ar na Serra do Nordeste, Rio Grande do Sul, Brasil. A curva representa uma suavização Gaussiana e a linha reta a tendência linear; ns = não significativo; * = tendência significativa.



gião da Serra do Nordeste foi possível concluir que embora existam afirmativas a nível mundial de que a temperatura do planeta está aumentando, isso pode ser diferente em cada local específico. Na região estudada, existe uma tendência significativa de aumento da temperatura máxima no inverno, entretanto essa tendência não é significativa no verão, outono e primavera. Também no inverno a temperatura mínima tem tendência significativa de diminuição, enquanto no verão, outono e primavera não há tendência significativa nem para aumento nem para diminuição. Resultados divergentes encontrados nos diversos trabalhos podem ser atribuídos, principalmente por serem análises de séries temporais de diferentes períodos utilizadas na análise, o que pode alterar a conclusão.

Conclusões

A temperatura mínima do ar da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil, não apresenta diferença entre as décadas de 1961 até 2019 nas estações do inverno, primavera e verão. Na estação do outono, a temperatura mínima menor foi na década 00, ou seja, entre os anos de 2000 a 2009, e as outras décadas não diferiram entre si;

As menores temperaturas máximas foram na década de 80, nas estações do outono e no verão e na década de 70 nas estações do inverno e primavera;

Com relação a tendência climática, considerando o período de 1961 até 2019, a estação do inverno apresenta tendência positiva na temperatura máxima do ar e tendência negativa na temperatura mínima e, nas outras estações do ano, não se observa tendências significativas.

Apoio

Agradecimento especial ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pela liberação dos dados meteorológicos. À CAPES pelos periódicos científicos.

Contribuição dos autores

B. RADIN concepção do trabalho, análise dos dados e redação do artigo. B. P. COSTA e R. W. MELO aquisição e organização dos dados. D. C. FONTANA análise dos dados e revisão do artigo.

Referências

AFUECHETA, E.; OMAR, M. H. Characterization of variability and trends in daily precipitation and temperature extremes in the Horn of Africa. *Climate Risk Management*, v. 32, 2021. DOI: 10.1016/j.crm.2021.100295

AGUILAR, E.; AZIZ BARRY, A.; BRUNET, M. FERNANDES, A.; MASSOUKINA, M.; MBAH, J.; MHANDA, A.; DO NASCIMENTO, D. J.; PETERSON, T. C.; THAMBA UMBA, O.; TOMOU, M.; ZHANG, X. Changes in temperature and precipitation extremes in western central Africa, Guinea Conakry, and Zimbabwe 1955–2006. *J. Geophys. Res.*, **114**. 2009. DOI: 10.1029/2008JD011010

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M., SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22 (6), 711–728. 2013. DOI:10.1127/0941-2948/2013/0507

ASFAW, A.; SIMANE, B.; HASSEN, A.; BANTIDER, A. Variability and time series trend analysis of rainfall and temperature in northcentral Ethiopia: A case study in Woleka sub-basin. *Weather and Climate Extremes*, v. 19, p. 29–41, 2018. DOI: 10.1016/j.wace.2017.12.002

BARRUCAND, M., VARGAS, W., BETTOLLI, M. L. Warm and cold dry months and associated circulation in the humid and semi-humid Argentine region. *Meteorol. Atmos. Phys.* 123, 143–154, 2014. DOI: 10.1007/s00703-013-0300-6

BARSUGLI, J., ANDERSON, C., SMITH, J. B., VOGEL, J. M. Options for Improving Climate Modeling to Assist Water Utility Planning for Climate Change. *White Paper*, 2009. Water Utility Climate Alliance.

BERLATO, M. A.; CORDEIRO, A. P. A. Sinais de mudanças climáticas globais e regionais, projeções para o século XXI e as tendências observadas no Rio Grande do Sul: uma revisão. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.25, n.2, p.273–302, 2017.

BREKKE, L. D.; KIANG, J. E.; OLSEN, J. R., PULWARTY, R. S.; RAFF, D. A.; TURNIPSEED, D. P.; WEBB, R. S.; WHITE, K. D. *Climate Change and Water Resources Management: A Federal Perspective*. US Geological Survey Circular, 2009. 1331, 65p. <<http://pubs.usgs.gov/circ/1331/>>.

CERA, J. C.; FERRAZ, S. E. T. Variações climáticas na precipitação no sul do Brasil no clima presente e futuro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 30, n. 1, 81 – 88, 2015 DOI: 10.1590/0102-778620130588

CHITU, E.; GIOSANU, D.; MATEESCU, E. The variability of seasonal and Annual Extreme Temperature Trends of the Latest Three Decades in Romania. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. v. 6, 429 – 437, 2015. DOI: 10.1016/j.aaspro.2015.08.113

CORDEIRO, A. P. A. *Tendências climáticas das variáveis meteorológicas originais, estimadas e das derivadas do balanço hídrico seriado do Rio Grande do Sul*. 273f, 2010.

CUNHA, G. R. da; DALMAGO, G. A.; NICOLAU, M.; PASINATO, A. *Análise de tendências na temperatura do ar e na precipitação pluvial na região de Passo Fundo, RS*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 15 p. HTML (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento online, 48).

DASHKHUU, D.; KIM, J. P.; CHUN, J. A.; LEE, W. S. Long-term trends in daily temperature extremes over Mongolia. *Weather and Climate Extremes*, v. 8, p. 26–33, 2015. DOI: 10.1016/j.wace.2014.11.003

DONAT, M. G.; ALEXANDER, L. V.; YANG, H.; DURRE, I.; VOSE, R.; CAESAR, J. Global Land-Based Datasets for Monitoring Climatic Extremes. *Bulletin of the American Meteorological Society*. v. 94, n.7, p. 997–1006. 2013. DOI: 10.1175/BAMS-D-12-00109.1

GUEDES, H. A. S.; MRIEBE, P. S.; MANKE, E. B. Tendências em Séries Temporais de Precipitação no Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 34, n. 2, 283–291, 2019. DOI: 10.1590/0102-77863340238

HALIMATOU, A. T.; KALIFA, T.; KYEI-BAFFOUR, N. Assessment of changing trends of daily precipitation and temperature extremes in Bamako and Ségou in Mali from 1961– 2014. *Weather and Climate Extremes*, v. 18, p. 8–16, 2017. DOI: 10.1016/j.wace.2017.09.002

HAO, Z., HAO, F., SINGH, V. P., ZHANG, X. Changes in the severity of compound drought and hot extremes over global land areas. *Environmental research Letters*, v.13, 124022, 2018. DOI: 10.1088/1748-9326/aaee96

- HAYLOCK, M. R.; PETERSON, T. C.; ALVES, L. M.; AMBRIZZI, T.; ANUNCIACÃO, Y. M. T.; BAEZ, J.; BARROS, V. R.; BERLATO, M. A.; BIDEGAIN, M.; CORONEL, G.; CORRADI, V.; GARCIA, V. J.; GRIMM, A. M.; KAROLY, D.; MARENGO, J. A.; MARINO, M. B.; MONCUNILL, D. F.; NECHET, D.; QUINTANA, J.; REBELLO, E.; RUSTICUCCI, M.; SANTOS, J. L.; TREBEJO, I.; VINCENT, L. A. Trends in total and extreme South American rainfall 1960–2000 and links with sea surface temperature. **Journal of Climate**, 19: 1490–1512, 2006. DOI: 10.1175/JCLI3695.1
- KEGGENHOFF, I.; ELIZBARASHVILI, M.; KING, L. Recent changes in Georgia's temperature means and extremes: Annual and seasonal trends between 1961 and 2010. **Weather and Climate Extremes**, v. 8, p. 34–45, 2015. DOI: 10.1016/j.wace.2014.11.002
- KUINCHTNER, A.; SIMÕES, J. C.; BURIOL, G. A. Variabilidade da temperatura do ar próximo à superfície no Planalto Meridional Riograndense. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 15, n. 3, p.232–240, 2007.
- LI, X.; SANG, Y. F.; SIVAKUMAR, B.; GIL-ALANA, L. A. Detection of type of trends in surface air temperature in China. **Journal of Hydrology**, v. 596, 2021. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2021.126061
- MANTON, M. J.; DELLA-MARTA, P. M.; HAYLOCK, M. R.; HENNESSY, K. J.; NICHOLLS, N.; CHAMBERS, L. E.; COLLINS, D. A.; DAW, G.; FINET, A.; GUNAWAN, D.; INAPE, K.; ISOBE, H.; KESTIN, T. S.; LEFALE, P.; LEYU, C. H.; LWIN, T.; MAITREPIERRE, L.; OUPRASITWONG, N.; PAGE, C. M.; PAHALAD, J.; PLUMMER, N.; SALINGER, M. J.; SUPPIAH, R.; TRAN, V. L.; TREWIN, B.; TIBIG, I.; YEE, D. Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1961–1998. **International Journal of Climatology**, 21, pp. 269–284, 2001. DOI: 10.1002/joc.610
- MARENGO, J. A.; CAMARGO, C. C. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960–2002. **International Journal of Climatology**, v. 28, p. 893–904, 2008. DOI: 10.1002/joc.1584
- MARTINEZ, C. J.; MALESKI, J. J.; MILLER, M. F. Trends in precipitation and temperature in Florida, USA. **Journal of Hydrology**, v. 452–453, p. 259–281, 2012. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2012.05.066
- NEW, M.; HEWITSON, B.; STEPHENSON, D. B.; TSIGA, A.; KRUGER, A.; MANHIQUE, A.; GOMEZ, B.; COELHO, C. A. S.; MASISI, D. N.; KULULANGA, E.; MBAMBALALA, E.; ADESINA, F.; SALEH, H.; KANYANGA, J.; ADOSI, J.; BULANE, L.; FORTUNATA, L.; MDOKA, M. L.; LAJOIE, R. Evidence of trends in daily climate extremes over Southern and West Africa. **Journal Geophysical Research**, 111, p. D14102, 2006. DOI: 10.1029/2005JD006289
- OLMO, M.; BETTOLLI, M. L.; RUSTICUCCI, M. Atmospheric circulation influence on temperature and precipitation individual and compound daily extreme events: Spatial variability and trends over southern South America. **Weather and Climate Extremes**, v. 29, 2020. DOI: 10.1016/j.wace.2020.100267
- ORTH, R.; ZSCHEISCHLER, J.; SENEVIRATNE, S. I. Record dry summer in 2015 challenges precipitation projections in central Europe. **Scientific reports** 6. 2016, 10.1038/srep28334.
- POKORNÁ, L.; KUČEROVÁ, M.; HUTH, R. Annual cycle of temperature trends in Europe, 1961–2000. **Global and Planetary Change**, v. 170, p. 146–162, 2018. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2018.08.015
- RAUCHER, R.S. The Future of Research on Climate Change Impacts on Water: A Workshop Focused on Adaption Strategies and Information Needs. **Water Research Foundation**. 2011. <<http://www.waterrf.org/projectsreports/publicreportlibrary/4340.pdf>>.
- ROY, S. S. Spatial patterns of trends in seasonal extreme temperatures in India during 1980–2010. **Weather and Climate Extremes**. **Weather and Climate Extremes**, v. 24, 2019. DOI: 10.1016/j.wace.2019.100203
- RUSTICUCCI, M. Observed and simulated variability of extreme temperature events over South America. **Atmospheric Research**, v. 106, p. 1–17, 2012. DOI: 10.1016/j.atmosres.2011.11.001
- SHI, J.; CUI, L.; WEN, K.; TIAN, Z.; WEI, P.; ZHANG, B. Trends in the consecutive days of temperature and precipitation extremes in China during 1961–2015. **Environmental Research**, v. 161, p. 381–391, 2018. DOI: 10.1016/j.envres.2017.11.037
- SILVA, W. L.; DEREZYNSKI, C.; CHANG, M. FREITAS, M.; MACHADO, B. J.; TRISTÃO, L.; RUGGERI, J. Tendências observadas em indicadores de extremos climáticos de temperatura e precipitação no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.30, n.2, 181 - 194, 2015. DOI: 10.1590/0102-778620130622
- TENCER, B., WEAVER, A., ZWIERS, F. Joint occurrence of daily temperature and precipitation extreme events over Canada. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 53, 2148–2162. 2014. DOI: 10.1175/JAMC-D-13-0361.1
- ZHANG, X., VINCENT, L. A., HOGG, W. D., NIITSO, A. Temperature and precipitation trends in Canada during the 20th Century. **Atmosphere-Ocean**, v. 38, p. 395–429. 2000. DOI: 10.1080/07055900.2000.9649654

REFERENCIAÇÃO

RADIN, B.; COSTA, B. P.; MELO, R. W.; FONTANA, D. C. Tendência das temperaturas máxima e mínima do ar na Serra do Nordeste, Rio Grande do Sul. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.32, e027619, 2024.



Trend of maximum and minimum air temperature in Serra do Nordeste, Rio Grande do Sul State, Brazil

Bernadete Radin^{1(*)}, Bianca Pinheiro Costa¹, Ricardo Wanke de Melo¹ and Denise Cybis Fontana¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Av Bento Gonçalves 7712, CEP 91540-000 Porto Alegre, RS, Brazil. E-mails: bernadete.radin@ufrgs.br, bbianca.pc@gmail.com, ricardo.wanke@ufrgs.br and dfontana@ufrgs.br

(*) Corresponding author.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 March 2024

Accepted 25 July 2024

Index terms:

extreme events

climate trends

climatic change

ABSTRACT

In recent years, studies on climate change have been gaining prominence around the world. However, there is a need to understand climate trends on a regional scale, in order to generate more knowledge to planing future actions. With the aim of verifying whether these changes also occur in the Serra do Nordeste region of Rio Grande do Sul, mainly in air temperature, meteorological data from Bento Gonçalves, Bom Jesus, Cambará do Sul, Caxias do Sul and Lagoa Vermelha were analyzed, from 1961 to 2019, according to the availability of information in the INMET database. The maximum and minimum air temperature in each season of the year, for each decade and the trend of 60 years of data were analyzed. The minimum air temperature showed no difference between the decades of 1961 and 2019 in the winter, spring and summer seasons. In autumn, the minimum temperature was lower between 2000 and 2009, with no difference in other decades. Maximum temperatures were lower in the 80s in the autumn and summer seasons and in the 70s in the winter and spring seasons. Considering the period from 1961 to 2019, there was a positive trend in the maximum air temperature in winter and a negative trend in the minimum temperature and, in other seasons of the year, no significant trends were observed for the region of Serra do Nordeste, Rio Grande do Sul State, Brazil.

© 2024 SBAgro. All rights reserved.

CITATION

RADIN, B.; COSTA, B. P.; MELO, R. W.; FONTANA, D. C. Tendência das temperaturas máxima e mínima do ar na Serra do Nordeste, Rio Grande do Sul. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.32, e027619, 2024.