

CLIMATOLOGIA DE CHUVAS PARA CACHOEIRA DO SUL – RS**ZANANDRA BOFF DE OLIVEIRA⁰¹**

¹ *Coordenadoria Acadêmica da UFSM Campus Cachoeira do Sul, Universidade Federal de Santa Maria; Brasil, zanandraboff@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3422-8452>.*

1 RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar a climatologia das chuvas em Cachoeira do Sul – RS a partir de uma série de dados obtidos de 1989 a 2024, com vistas a contribuir na compressão de eventos climáticos extremos e no planejamento das atividades agropecuárias, que são a base da economia do município. O município está situado na região central do Estado do Rio Grande do Sul (30° S e 53° W). O clima, segundo a classificação de Köppen, é subtropical (Cfa). Para este estudo utilizou-se dados de chuva mensais (obtidos em mais de um local no município) que foram tabulados e comparados com a Normal Climatológica (NC) disponível para o local (1961-1990). Os valores médios mensais de chuva observados na série histórica (SH) apresentam diferença estatística significativa (teste t, $p < 0,05$) em comparação aos valores da NC. Para todos os meses, com exceção a agosto, as chuvas da SH foram maiores, resultando em um acumulado anual de 1.643,6 mm, superior ao da NC (1.477,0 mm). Os resultados indicam o acréscimo de 11% nas chuvas no período de 1989-2024 em comparação a 1961-1990, com maior incremento nos meses de outono e primavera.

Palavras-chave: extremos climáticos, normal climatológica, mudança climática.

OLIVEIRA, Z.B**RAIN CLIMATOLOGY FOR CACHOEIRA DO SUL – RS****2 ABSTRACT**

The present study aims to analyze the climatology of rainfall in Cachoeira do Sul, RS, on the basis of a series of data obtained from 1989--2024, with the aim of contributing to the compression of extreme climate events and the planning of agricultural activities, which are the basis of the municipality's economy. The municipality is located in the central region of the state of Rio Grande do Sul (30° S and 53° W). The climate, according to the Köppen classification, is subtropical (Cfa). For this study, monthly rainfall data (obtained from more than one location in the municipality) were used, which were tabulated and compared with the climatological normal (CN) available for the location (1961--1990). The average monthly rainfall values observed in the historical series (HS) are significantly different (t test, $p < 0.05$) from the CN values. For all months, with the exception of August, rainfall in the HS was greater, resulting in an annual accumulation of 1,643.6 mm, which was greater than that in the CN (1,477.0 mm). The results indicate an 11% increase in rainfall from 1989--2024 compared with that from 1961--1990, with greater increases in the months of autumn and spring.

Keywords: climatic extremes, climatological normal, climate change.

3 INTRODUÇÃO

A compreensão dos conceitos que envolvem os estudos meteorológicos e do clima tornam-se cada vez mais necessários e estão sendo incorporado ao cotidiano das pessoas em diferentes segmentos, dentre eles, na economia, na indústria, no comércio e na prevenção, monitoramento e mitigação dos efeitos de desastres naturais, denominada de Gestão Integrada de Risco de Desastres (Silva *et al.*, 2019). Além disso, analisar e conhecer as dinâmicas do clima é essencial para a agricultura. De acordo com Bergamaschi *et al.* (2011), a principal causa de flutuações no rendimento de grãos dos cultivos agrícolas de verão, no sul do Brasil, tem sido a variabilidade climática associada ao regime pluvial, envolvendo desde abundância de chuvas até períodos de estiagens de curta ou de longa duração.

Conforme o no Atlas Climático do RS (Atlas Socioeconômico, 2024), a precipitação pluvial é o elemento meteorológico de maior variabilidade no tempo e no espaço no território gaúcho. A precipitação anual é entre 1600 a 2000 mm na metade Norte do Estado e entre 1.000 a 1.600 mm na metade Sul. A variabilidade mensal é ainda maior com valores entre 40 a mais de 200 mm.

O El Niño Oscilação Sul (ENOS) é a principal causa da variabilidade interanual de precipitações pluviais no estado. A fase quente (El Niño), apresenta chuvas acima da média climatológica para a região sul do Brasil, enquanto a fase fria (La Niña) apresenta chuvas abaixo da média climatológica, especialmente, na primavera-início de verão do ano de início do fenômeno (Berlato; Fontana, 2003). O RS esteve sob a influência da La Niña entre meados de 2020 a meados 2023 (Ggweather, 2023) e, na sequência um evento de El Niño que perdurou até junho de 2024 (CPTEC/INPE, 2024).

Durante este El Niño de 2023/24, o RS passou por um evento de chuvas de grande magnitude entre o final de abril e início de maio de 2024, classificado como a maior catástrofe climática da história do estado. No dia 10 de junho de 2024, a Defesa Civil do Rio Grande do Sul contabilizou 173 mortes. Ao todo, 478 municípios gaúchos foram atingidos por inundações, quedas de barreiras e deslizamentos de terra (Casa Militar Defesa Civil RS, 2024). Conforme World Weather Attribution (2024), mudanças climáticas, El Niño e falhas de infraestrutura estão por trás de enormes inundações no sul do Brasil.

Cachoeira do Sul, município situado na Depressão Central do RS, na área compreendida como Vale do Jacuí, foi um dos municípios afetados pela catástrofe climática e cheia do Rio Jacuí. Muitas famílias ficaram desabrigadas/desalojadas, houve destruição na infraestrutura de estradas e pontes e perdas elevadas em todas as culturas agrícolas e na pecuária. Sendo que, a produção de grãos, em fase de colheita, sofreu perdas, que variam entre 50% e 100%, com muitas lavouras abandonadas. Além disso, a produção de hortaliças, especialmente folhosas, foi severamente afetada, assim como nogueira-pecã em fase de colheita. Na área animal, ocorreram perdas na qualidade da pastagem, morte de animais, rompimento de estruturas de armazenamento de água e perda de peixes na piscicultura (Emater-RS; Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2024).

Diante deste contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a climatologia das chuvas em Cachoeira do Sul – RS, a partir de uma série de dados obtidos de 1989 a 2024, com vistas a contribuir na compressão de eventos climáticos extremos e no planejamento das atividades agropecuárias, que são a base da economia do município.

4 MATERIAL E MÉTODOS

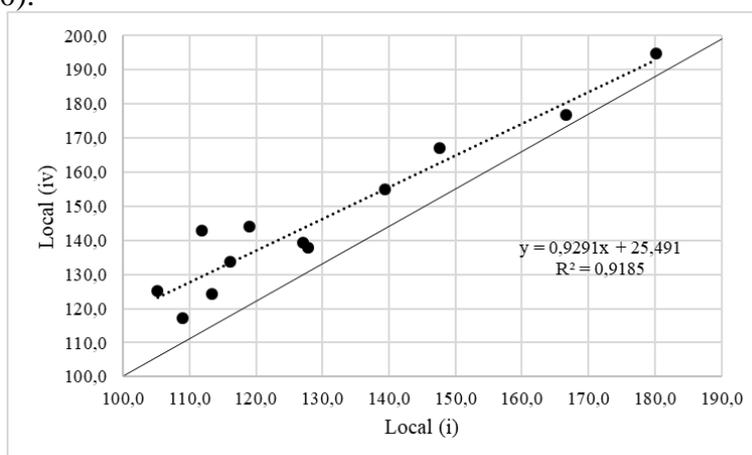
O estudo foi realizado para o município de Cachoeira do Sul situado na região central do Estado do Rio Grande do Sul entre as coordenadas geográficas 52° 45' 00" a 53° 15' 00" de longitude oeste e 30°00'00" a 30°30'00" de latitude Sul. O clima, segundo a classificação de Köppen, é subtropical (Cfa) com clima úmido e verão quente. A NC (INMET) disponível para o município é a de 1961-1990, de acordo com a qual as chuvas acumuladas anuais somam 1.477,1 mm, sendo o mês de abril o menos chuvoso (83,6 mm) e o mês de agosto o mais chuvoso (157,4 mm). A temperatura média do ar anual é de 19,1°C, sendo o mês de julho o mais frio (11,7°C de temperatura mínima) e o mês de janeiro o mais quente (31,2° C de temperatura máxima).

Para este estudo os dados de chuva mensais do período compreendido entre 1989 a 2024 foram obtidos dos seguintes locais: (i) estação Barro Vermelho, código 03053021, obtidos da Agência Nacional de Águas (ANA), no site Hidroweb – Sistemas de Informações Hidrometeorológicas, para o período de janeiro de 1989 a fevereiro de 2024; (ii) de um pluviômetro tipo cunha

instalado na localidade de Palmas, para o período de janeiro de 1989 a dezembro de 2023; (iii) de um pluviômetro tipo cunha instalado na localidade do Bosque, para o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2023; (iv) da estação meteorológica da Universidade Federal de Santa Maria – Grupo Metos, do período de janeiro de 2017 a julho de 2024. De posse destas informações realizou-se médias mensais de chuva para todo o período de janeiro de 1989 a julho de 2024.

Para a verificar o grau de homogeneidade das séries mensais e anuais utilizou-se o método da dupla massa, desenvolvido pelo U.S.Geological Survey – USGS que segundo Tucci (2007), é comumente usados no Brasil para verificar o grau de homogeneidade em séries mensais ou anuais. Assim sendo, plotou-se os totais mensais e anuais acumulados da estação (i) e a média dos totais mensais e anuais acumulados das estações (ii), (iii) e (iv). A consistência entre as os locais de coleta de dados foi verificada pela reta de tendência e pelo coeficiente de determinação (r^2). A Figura 1 ilustra a análise realizada para dados mensais comparando os locais (i) e (iv).

Figura 1. Valores de chuva médios mensais da SH analisada (1/1989 a 7/2024) e da NC INMET (1961 a 1990).



Fonte: Autores.

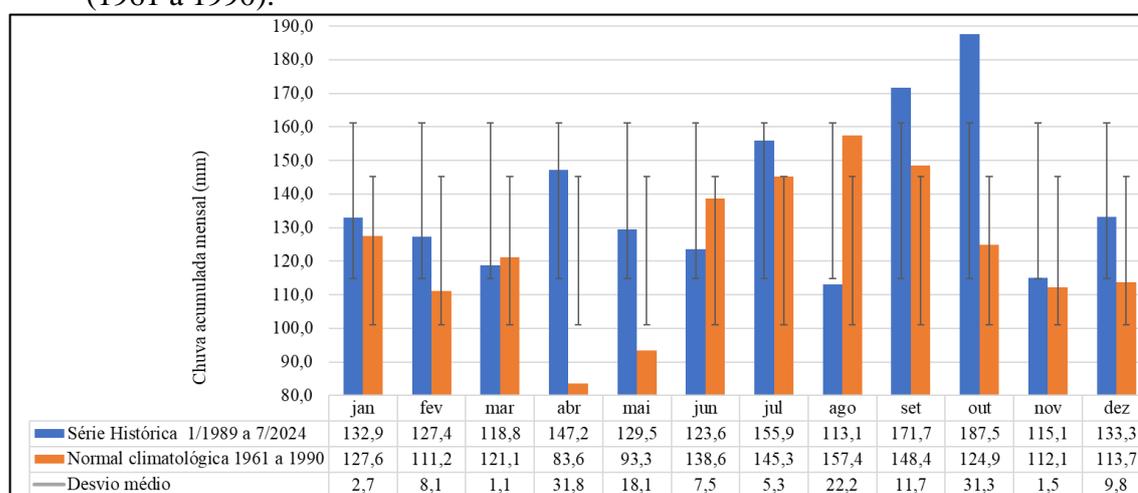
Os dados foram tabulados em planilha do Excel e os resultados da SH analisada foram comparados com a NC por indicadores estatísticos (teste t, $p < 0,05$ e desvio padrão). Além disso, analisou-se o número de anos com chuvas abaixo e acima da média anual dos dados da série histórica analisada e, o número de anos por mês que a chuva foi maior ou menor que a média mensal da série histórica analisada (1/1989 a 7/2024).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios mensais de chuva observados na SH (Figura 2) apresentam diferença estatística significativa (teste t, $p < 0,05$) em comparação aos valores da NC. Os maiores desvios são para os meses de abril e outubro e os menores desvios são para os meses de março, novembro e janeiro (Figura 2). Na SH os meses de outubro e setembro, são os mais chuvosos, com um acumulado próximo a 180 mm. Já, os meses de agosto e novembro, são os menos chuvosos, com um acumulado próximo a 115 mm (Figura 2). Enquanto, os dados da NC indicam os meses de agosto e setembro como os mais chuvosos e o meses de abril e maio os menos chuvosos.

Para todos os meses, com exceção ao mês de agosto, as chuvas da SH analisada foram maiores, resultando em um acumulado anual de 1.643,6 mm. Enquanto, na NC o acumulado anual é de 1.477,0 mm. Com isso, houve um acréscimo de 11% nas chuvas neste período mais recente em Cachoeira do Sul, com maior incremento nos meses de outono e primavera, menor incremento no verão e redução no inverno. Este acréscimo no acumulado anual (178 mm) para o período de 1989-2024 em comparação a 1961-1990 corrobora com os cenários para as mudanças climática no Rio Grande do Sul (B2 e A2) que aprontavam um aumento nas chuvas de até 5% (B2) e de 5 a 10% (A2), respectivamente (IPCC, 2013). De acordo com a World Weather Attribution (2024), a chuva intensa que atingiu o estado entre abril e maio de 2024, causando destruição sem precedentes, foi duas vezes mais provável devido às mudanças climáticas. O aquecimento global influencia na variação da distribuição da precipitação na superfície do planeta, podendo aumentar ou diminuir a ocorrência de chuva em determinadas regiões, acarretando no aumento dos eventos de secas e de cheias mais severas e prolongadas (Karl *et al.*, 1996; Houghton *et al.*, 1996; Back, 2011).

Figura 2. Valores de chuva médios mensais da SH analisada (1/1989 a 7/2024) e da NCINMET (1961 a 1990).



Fonte: Autores.

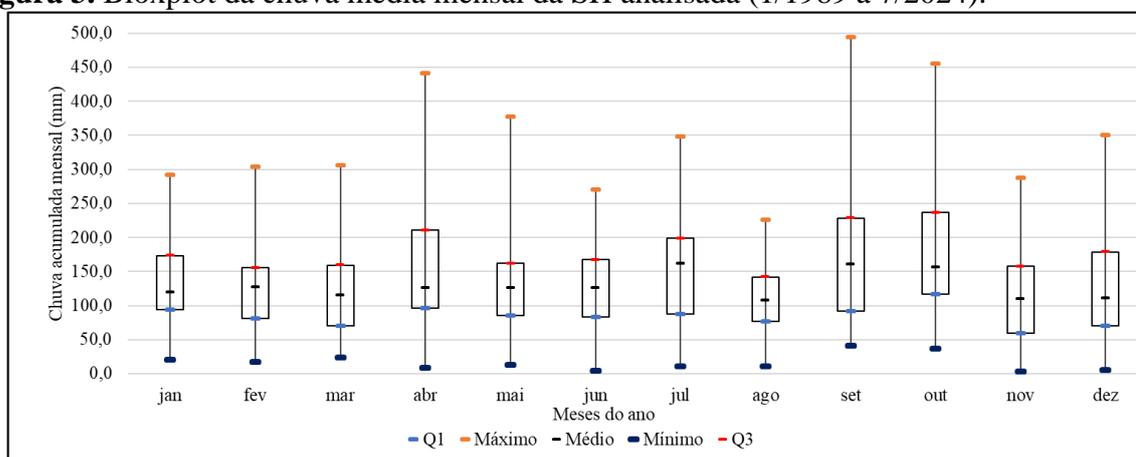
**No gráfico as barras indicam o desvio padrão e na legenda está o desvio médio.

As frentes frias são os sistemas meteorológicos mais comuns que modificam as condições de tempo sobre o RS. Conforme Cavalcanti e Kousky (2009), há duas regiões preferenciais com maior frequência de passagens frontais, uma localizada a leste da Cordilheira dos Andes e outra sobre o litoral das regiões Sul e Sudeste. Condições estas que colocam estado gaúcho como uma das regiões com maior frequência de passagens de sistemas frontais no Brasil. A média mensal de sistemas frontais varia entre 3 a 5, sendo menor nos meses de janeiro a março (Andrade, 2005). Fernandes e Satyamurty (1994) destacam também, os cavados invertidos que se situam, em média, sobre os Estados do RS e SC, estendendo-se até a Argentina e Paraguai, atuando com maior frequência durante o verão e primavera. Sistemas convectivos de mesoescala também são responsáveis por grandes totais de precipitação sobre esta região (Custodio;

Herdies, 1994). Além da relação entre anomalias positivas e negativas de precipitação e a ocorrência do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), confirmada por vários estudos (CPTEC/INPE, 2024).

Analisando o bloxplot da SH (Figura 3), nota-se elevada amplitude entre valores máximos e mínimos de eventos de chuvas observados na SH para um mesmo mês, que pode explicada pela ação dos vários sistemas que influenciam nas chuvas da região. O maior acumulado mensal registrado foi setembro de 2023 com 494,4 mm, seguido de abril de 2024 com 440,8 mm, quando iniciou a catástrofe climática no dia 29/04/2024 e postergou até meados de maio, ou seja, os maiores valores acumulados mensais aconteceram no último El Niño da SH. Já, o menor valor registrado de 3,6 mm foi no mês de novembro de 1995, ano de neutralidade de acordo com o CPTEC/INPE (2024).

Figura 3. Bloxplot da chuva média mensal da SH analisada (1/1989 a 7/2024).



Fonte: Autores.

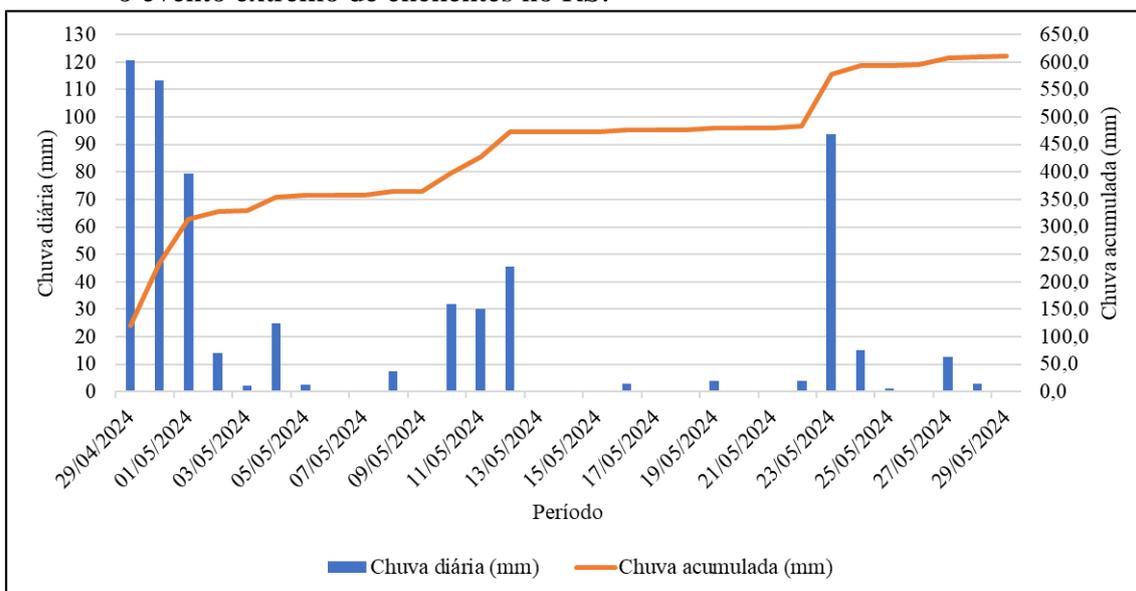
Verifica-se (Figura 3) diferença maior entre a mediana e os valores máximos, bem como, uma maior diferença interquartil da mediana para a o terceiro quartil para os meses de abril, setembro e outubro, indicando a ocorrência de eventos extremos de maiores acumulados em relação à média

dos dados. O que pode estar associado dentre outros fatores, ao ENOS, que exerce mais influência nas chuvas primavera e início de verão do ano de início do fenômeno (Fontana; Berlato, 1996). Nas figuras 4 e 5, estão apresentados em maior detalhe as chuvas durante evento extremo que ocorreu

no RS durante abril e maio de 2024, obtidas no local (iv). No período de 29/04/2024 a 29/05/2024 (31 dias), houveram 27 dias com chuvas que acumularam no período 610,6 mm (Figura 4). Os maiores acumulados concentraram - se entre 29/04/2024 e 01/05/2024, somando 313, 6 mm em três dias. A chuva iniciou entre 6 e 7 h do dia

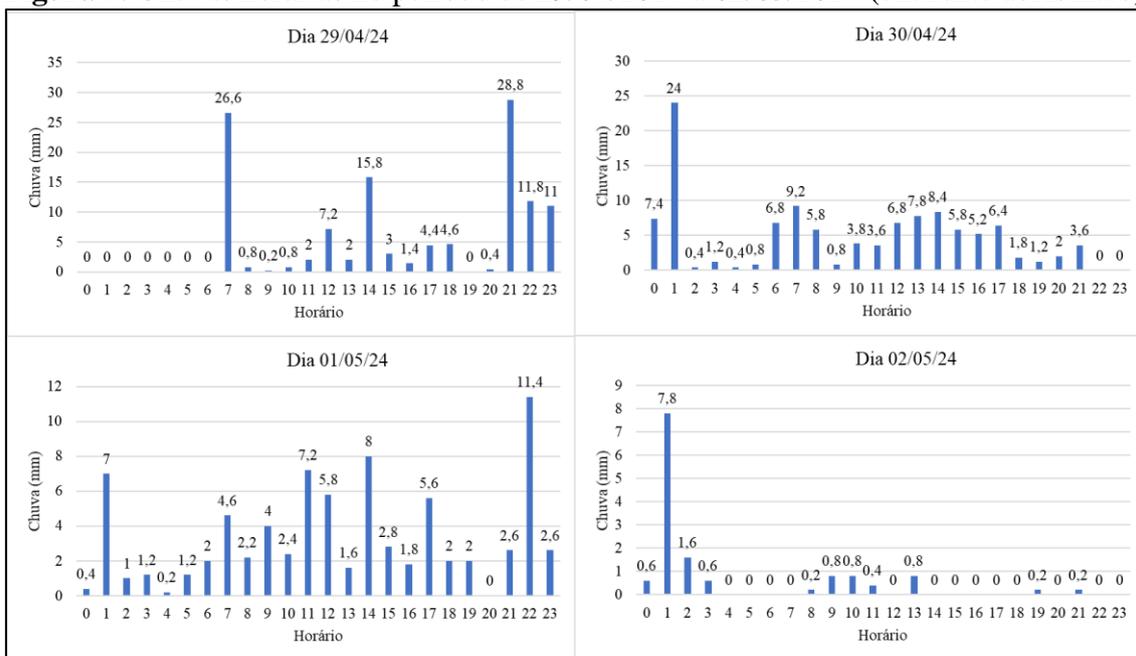
29/04 com alta intensidade e seguiu e forma interrompida até as 21 h do dia 30/04. No dia 01/05 a precipitação foi contínua, só não havendo registros entre 19 e 20 h, em que houve uma trégua. A partir da 1 h do dia 02/05, as chuvas perderam intensidade (Figura 5).

Figura 4. Chuvas diárias e acumuladas no período de 29/04/2024 a 29/05/2024 em que ocorreu o evento extremo de enchentes no RS.



Fonte: Autores.

Figura 5. Chuvas horárias no período de 29/04/2024 a 02/05/2024 (enchente abril/maio).



Fonte: Autores.

As chuvas acumuladas por ano (de 1/1989 a 12/2023) e a comparação com a média anual da SH está apresentada Figura 6 A. Observa-se que do total de 35 anos houveram 19 anos com chuva abaixo da média (Figura 6 B) e 16 anos com chuvas acima da média dos dados desta SH (Figura 6 C). O ano de 2020 foi o mais seco da SH com um acumulado de 967 mm, o ano de 2017, também, teve baixo acumulado (1.039 mm), que foi similar ao ano de 1989 (1.046 mm). O ano mais chuvoso da SH foi o de 2002 (2.896 mm), posteriormente houve uma sequência com três anos consecutivos de 2014 a 2016 com elevados acumulados de chuvas (> 2.200 mm).

Nota-se vários anos consecutivos partir de 2017 com chuva abaixo da média, que podem ser associadas a maior ocorrência de La Niñas nos últimos cinco anos. Esta questão, pode ser atribuída a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), que são oscilações de longo prazo que persistem por 20 a 30 anos. A ODP apresenta duas fases similar ao ENOS (Zhang; Delworth, 2016) e nos últimos cinco anos predomina a oscilação negativa (UNIFEI, 2024), favorecendo a anomalia negativa das chuvas (La Niña). Por outro lado, no período entre 1990 e 2001, quando predominava anomalia positiva da ODP (UNIFEI, 2024), houveram uma sequência de anos com chuvas acima da média (Figura 3 C). Caballero *et al.* (2018) avaliando a precipitação pluviométrica em Pelotas/RS (tendência, sistemas sinóticos associados e influência da ODP) observaram relação significativa entre o índice ODP e a variabilidade da precipitação no município.

Conforme Barreto (2009), ao analisar uma fase fria de 1948 a 1976 e fase quente de 1977 a 1999 da ODP, durante a fase fria, a frequência de eventos de La Niña foi maior que a de El Niños. Os eventos de El Niño apresentaram maior intensidade durante a fase quente. Assim como, os eventos de El Niño da fase fria e os de La Niña da fase quente apesar de serem em

número menor, causaram maior impactos sobre a circulação de verão da América do Sul, principalmente no que se refere ao posicionamento da alta da Bolívia, do cavado sobre o Nordeste e da Zona de convergência Intertropical e na precipitação. Desse modo, mesmo o El Niño (2023/24) ter ocorrido em uma fase fria da ODP, contribuiu para os grandes cumulados de chuva no RS (abril a maio de 2024) em conjunto a outros fatores, sendo eles: frente fria associada massa de ar quente sobre a área central do país, que bloqueia a frente fria e faz com que a instabilidade fique sobre o RS e, a atuação de um fluxo de umidade vindo do norte do país.

Por outro lado, é importante observar (Figura 3) que, para a maioria dos meses há maior quantidade de anos com ocorrência de chuva abaixo da média mensal, com exceção a junho e julho. Indicando que, embora as enchentes preocupam muito, a deficiência hídrica é, também, uma problemática na região. A maior ocorrência de chuvas abaixo da média (de novembro a fevereiro), meses em que a temperatura é bastante elevada, contribuindo para a maior demanda evapotranspiratória, traz prejuízos a produção agrícola de sequeiro, sobretudo, para a cultura da soja que é a principal cultura de primavera-verão do município. No RS é frequente ocorrer déficit hídrico durante o período crítico da soja, podendo ocorrer redução da produtividade em nove a cada vinte safras (Matzenauer; Barni; Maluf, 2003). Ressalta-se que, mesmo para os meses de abril e outubro em que ocorreram os maiores desvios e eventos extremos de chuvas (Figuras 2 e 3), há maior número de anos com chuvas abaixo da média mensal (Figura 3), indicando a ocorrência de eventos extremos (enchentes e secas). Portanto, deve-se haver um planejamento tanto para o excesso como para o déficit hídrico nesta região.

Neste sentido, cabe salientar a importância de reservar/armazenar o

excedente da água da chuva para os momentos de escassez hídrica, de trabalhar com práticas conservacionistas de manejo de solo para um maior aproveitamento da água

das chuvas e de utilizar cada vez mais a irrigação suplementar, como uma estratégia de manejo para a garantia e elevação da produtividade das culturas agrícolas.

Figura 6. Chuvas acumuladas anuais no período de 1989 a 2023 (A); chuvas acumuladas para anos com chuvas abaixo da média dos dados (B) e acima da média dos dados (C).



Fonte: Autores.

6 CONCLUSÃO

Os valores médios mensais de chuva observados na série histórica avaliada (1989-2024) apresentam diferença estatística significativa (teste t, $p < 0,05$) em comparação aos valores da Normal Climatológica (1961-1990). Os maiores desvios são para os meses de abril e outubro

e os menores desvios são para os meses de março e novembro. O acumulado anual foi de 1.643,6 mm, sendo este superior ao da Normal Climatológica de 1.477,0 mm. Portanto, houve o acréscimo de 11% nas chuvas no período de 1989-2024 em comparação a 1961-1990, com maior incremento nos meses de outono e primavera. Porém, do total de 35 anos (1989-

2023) houveram 19 anos com chuva abaixo da média e 16 anos com chuvas acima da média dos dados da série histórica, predominando chuva abaixo da média na maioria dos meses, sobretudo, dezembro e janeiro. Portanto, é possível afirmar que os extremos do excesso e do déficit hídrico devem ser considerados para o planejamento das atividades na região.

7 REFÊRENCIAS

ANDRADE, K. M. **Climatologia e comportamento dos sistemas frontais sobre a América do Sul**. 2005. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio **Atlas Climático Rio Grande do Sul. Atlas Socioeconômico**. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande Do Sul, 2024. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202005/13110034-atlas-climatico-rs.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2024.

BACK, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF n. 36, v. 5, p. 717-726, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/YsG54Qxr3msgZPRBD3nLvF/#>. Acesso em: 8 ago. 2024.

BARRETO, N. J. C. **Relação entre oscilação decadal do pacífico, el niño-oscilação sul e a circulação atmosférica de verão na América do Sul**. 2009. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió,

2009. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/2119>. Acesso em: 14 ago. 2024.

BERGAMASCHI, H., DALMAGO, G. A., SANTI, A., CUNHA, G. R. O fenômeno “seca” sob o ponto de vista agrônomo. *In*: LANA, R. P., GUIMARÃES, G. (Eds). **IV Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável**. Porto Alegre, Anais... Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012 p. 180-204.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul: aplicações de previsões climáticas na agricultura**. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

CASA MILITAR DEFESA CIVIL RS. **Defesa Civil atualiza balanço das enchentes no RS** – 26/05, 9h. Porto Alegre: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, 2024. Disponível em: <https://www.defesacivil.rs.gov.br/defesa-civil-atualiza-balanco-das-enchentes-no-rs-26-5-9h>. Acesso em: 19 ago. 2024.

CABALLERO, C. B.; OGASSAWARA, J. F.; DORNELES, V. R.; NUNES, A. B. A precipitação pluviométrica em Pelotas/RS: tendência, sistemas sinóticos associados e influência da ODP. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 11, n. 4, p. 1429-1441, 2018.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. Parte I - Sistemas meteorológicos que afetam o tempo na América do Sul: Frentes frias sobre o Brasil. *In*: CAVALCANTI, I. F.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. (org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 135-147.

- CPTEC/INPE. **Condições Atuais do Enos: Neutralidade**. Brasília: INPE; Brasília, DF: CPTEC, 2024. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- CUSTODIO, M. A. M.; HERDIES, D. L. O jato de baixos níveis a leste da Cordilheira dos Andes – um estudo de caso. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8., 1994, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: SBMET, 1994, p. 617-619.
- EMATER RS; GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Impactos das chuvas e cheias extremas no Rio Grande do Sul em maio de 2024**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2024. (Boletim Evento Adverso, n. 1). Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/upload/arquivos/202406/relatorio-sisperdas-evento-enchentes-em-maio-2024.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2024.
- FERNANDES, K. A.; SATYAMURTY, P. Cavados invertidos na região central da América do Sul. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8., 1994, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: SBMET, 1994. p. 93-94.
- FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Relação entre El Niño Oscilação Sul (ENOS), precipitação e rendimento do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 39-46, 1996.
- GGWEATHER. **El Niño and La Niña Years and Intensities Based on Oceanic Niño Index (ONI)**. Half Moon Bay: Ggweather, 2024. Disponível em: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>. Acesso em: 17 out. 2023.
- HOUGHTON, J. T.; MEIRA FILHO, L. C.; CALLANDER, B. A.; HARRIS, N.; KATTERBERG, A.; MASKELL, K. (ed.). **Climate change 1995: the science of climate change: contribution of working group I to the second assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- IPCC. **Alterações Climáticas**. A base científica. Geneva: Editorial do Ministério da Educação e Ciência, 2013. **IPCC**. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/03/ar5_wg1_spm.pdf. Acesso em: 17 out. 2023.
- KARL, T. R.; KNIGHT, R. W.; EASTERLING, D. R.; QUAYLE, R. G. Indices of climate change for the United States. **American Meteorological Society Bulletin**, Boston, v. 77, n. 2, p. 279-292, 1996. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/77/2/1520-0477_1996_077_0279_iocfft_2_0_co_2.xml. Acesso em: 17 ago. 2024.
- MATZENAUER, R.; BARNI, N. A.; MALUF, J. R. T. Estimativa do consumo relativo de água para a cultura da soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1013-1019, 2003.
- SILVA, M. E.; FREITAS, F.C.C.; BARRETO NETO, L. R.; GRIÃO, A. F.; GARCIA, C. A. P.; PINHO, L. U.; CATANHO, P. A. G. A Importância do Ensino de Climatologia nas Ações de Defesa Civil em Regiões de Vulnerabilidade Socioeconômica de Fortaleza/CE. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 3, p. 369-37, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-7786343045>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/LLzfDGkq>

B5Hbb48JrPyVgyt/?format=pdf&lang=pt.
Acesso em: 17 ago. 2024.

TUCCI, C. E. M., **Hidrologia: ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH, 2007.

UNIFEI. Ciências Atmosféricas. **Tripole index for the interdecadal pacific oscillation (tpi(ipo))**. Pinheirinho, Itajubá: CEPreMG, 2024. Disponível em: <https://meteorologia.unifei.edu.br/teleconexoes/indice?id=tpi>. Acesso em: 17 ago. 2024.

WORLD WEATHER ATTRIBUTION. **Climate change, El Niño and infrastructure failures behind massive**

floods in southern Brazil. Oxford: World Weather Attribution, 2024. Disponível em: <https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-made-the-floods-in-southern-brazil-twice-as-likely/>. Acesso em: 17 ago. 2024.

ZHANG, L. E.; DELWORTH, T. L. Simulated Response of the Pacific Decadal Oscillation to Climate Change. **Journal of Climate**, American Meteorological Society, v. 29, p. 5999-6017, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0690.1>. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/29/16/jcli-d-15-0690.1.xml>. Acesso em: 27 ago. 2024.