

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS NO MUNICÍPIO DE LAGES/SC: UM ESTUDO DE CASO

Daniel Vieira Mendes¹; Raquel Valério de Sousa²

Abstract: The knowledge of local rainfall patterns is crucial for the development of human society, as it supports decision-making in public policy due to the intrinsic relationship between water and society. This study aimed to determine which rainfall stations in the municipality of Lages are most reliable for data usage, and, for this, raw data from CEMADEN network stations were used, analyzing through the comparison of the monthly rainfall totals using MS Excel. It was observed that some stations deviated significantly from expected values in certain years (Santa Catarina and Morro do Pandolfo); São Miguel was the station with the highest number of months lacking data during the analyzed period, whereas Coral did not present any months with missing data. The analysis showed that the stations with the most consistent behavior were Coral, Centro, and Rio Carahá, with Centro and Rio Carahá being the most similar to each other. It was concluded that during the analyzed period, the stations that tend not to provide data reliable enough for use are Morro do Pandolfo and São Miguel. On the other hand, those that showed more consistent and reliable behavior are Centro, Coral, and Rio Carahá.

Resumo: O conhecimento da pluviometria local se faz proeminente no desenvolvimento da sociedade humana, uma vez que subsidia estudos para tomadas de decisão em políticas públicas, dada a inerente relação entre água e sociedade. Este estudo objetivou determinar quais estações pluviométricas do município de Lages são mais confiáveis para uso de seus dados. Foram utilizados dados brutos das estações da rede CEMADEN, realizando-se a análise através da comparação dos totais pluviométricos mensais através do MS Excel. Observou-se que há algumas estações que fogem completamente do esperado em alguns anos (Santa Catarina e Morro do Pandolfo); São Miguel é a estação com maior quantidade de meses sem dados, para o período analisado, por outro lado, Coral não apresentou nenhum mês com ausência de dados. Na análise, verificou-se que as estações que apresentam comportamento mais coerente são Coral, Centro e Rio Carahá; e também as estações que possuem a maior semelhança são Centro e Rio Carahá. Concluiu-se que, portanto, que durante o período analisado, as estações que tendem a não apresentar dados tão confiáveis para uso são Morro do Pandolfo e São Miguel. Por outro lado, as que apresentaram comportamentos mais coerentes e confiáveis são Centro, Coral e Rio Carahá.

Palavras-Chave – Estação pluviométrica. CEMADEN. Lages/SC.

1) Graduando da 10ª fase de Engenharia Ambiental e Sanitária – CAV/UDESC. Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, Lages - SC, 88520-000. danielmendesdaniel@hotmail.com, 49999273033

2) Professora na Engenharia Ambiental e Sanitária – CAV/UDESC. Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, Lages - SC, 88520-000. raquel.sousa@udesc.br, 49999649394

INTRODUÇÃO

O conhecimento da pluviometria em uma cidade proporciona avanços científicos, tecnológicos e sociais, auxiliando, por exemplo, na gestão dos recursos hídricos e prevenção de desastres. Desse modo, ter equipamentos que medem o total precipitado em determinados períodos de interesse, são fundamentais. Todavia, há vários fatores que interferem na medição, quer internos ao equipamento (mal funcionamento), quer externos (intempéries da natureza, interferência humana). Assim, conhecer os equipamentos e a qualidade dos dados por eles produzidos se faz proeminente no desenvolvimento de uma sociedade.

Conforme consulta com a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Lages (COMPDEC - Lages), foi informado que há três estações que apresentam resultados mais confiáveis (estações Coral, Centro e Rio Carahá). Buscou-se corroborar tal informação através deste estudo. Assim, objetivou-se definir quais estações pluviométricas da rede CEMADEN (instituição que possui maior quantidade de pluviômetros na cidade de Lages) tendem a ser mais confiáveis para estudos relacionados ao clima local. Este artigo contempla parte de um estudo maior no qual buscou-se encontrar as áreas que seriam críticas à movimentos de massa na região contemplada pelas sub-bacias da parte norte do município de Lages/SC, por meio da integração de mapas temáticas (planos de informação) com uso de álgebra de mapas, sendo a precipitação um desses planos (Mendes, 2024).

Uma das formas de averiguar a qualidade dos dados pluviométricos é compará-los com os dados das demais estações (Silva *et al.*, 2003). Assim, quanto mais estações se tem disponível, melhor a análise e melhores os resultados. Comparar com outras estações permite identificar falhas, valores incoerentes, ou até mesmo o não funcionamento de uma determinada estação. Como também, serve como apoio para ajustes e correção de valores.

A obtenção de dados meteorológicos precisos é um dos maiores desafios para os estudos climáticos. Pesquisas nessa área dependem de dados de forma contínua, sem falhas e de qualidade (L. Filho *et al.*, 2013). Considerando que os registros de chuva podem variar ao longo do tempo, a melhor forma de compreensão precisa sobre um determinado regime pluviométrico, por exemplo, é ter uma grande quantidade de dados, quanto maior, mais acurado serão os resultados. Com isso, é possível identificar padrões anômalos, e, conseqüentemente, contestar a qualidade dos registros e do posto pluviométrico.

A precipitação apresenta bastante variabilidade, se comparado às demais variáveis atmosféricas, dado à sua variação espacial e temporal (Mishra, 2013; Ávila *et al.*, 2022). Bega *et al.* (2005) também verificaram que, quanto maior a distância, maior tende a ser a variabilidade nos dados pluviométricos, ou seja, eles tendem a se diferenciarem mais à medida que a distância entre eles aumenta.

Portanto, este estudo propõe analisar os dados das estações pluviométricas da rede CEMADEN do município de Lages/SC. Objetivou-se identificar quais estações apresentaram comportamento mais coerente e, por conseguinte, quais seriam mais confiáveis para uso pela academia, sociedade civil e poder público.

MATERIAIS E MÉTODO

Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Lages, localizado no Planalto Sul do estado de Santa Catarina. As altitudes no município podem ir de 884 a 1.260 m (Ávila *et al.*, 2022). O estado de Santa Catarina, dentre os estados brasileiros, apresenta a melhor distribuição pluviométrica durante o ano, sendo devido, majoritariamente pelas frentes frias, vórtices ciclônicos, ZACS (Zona de Convergência do Atlântico Sul), cavados de níveis médios, circulação marítima e convecção tropical (Monteiro, 2001).

Considerando a Normal Climatológica 1991-2020, a qual pode representar o clima do local, verificou-se que a média de precipitação anual de Lages é de 1.782,2 mm (INMET, 2022). Segundo a classificação de Köppen (1948), em parcelas da região sul do Brasil, ocorrem chuvas uniformemente distribuídas (1.100 a 2.000 mm), com clima sempre úmido (Clima Cfb).

Dados utilizados

Para a análise, foram utilizados dados brutos das estações CEMADEN disponíveis no portal do mapa interativo (Quadro 1), os quais possuem discretização horária em períodos não chuvosos e a cada 10 minutos quando se tem registro de chuva.

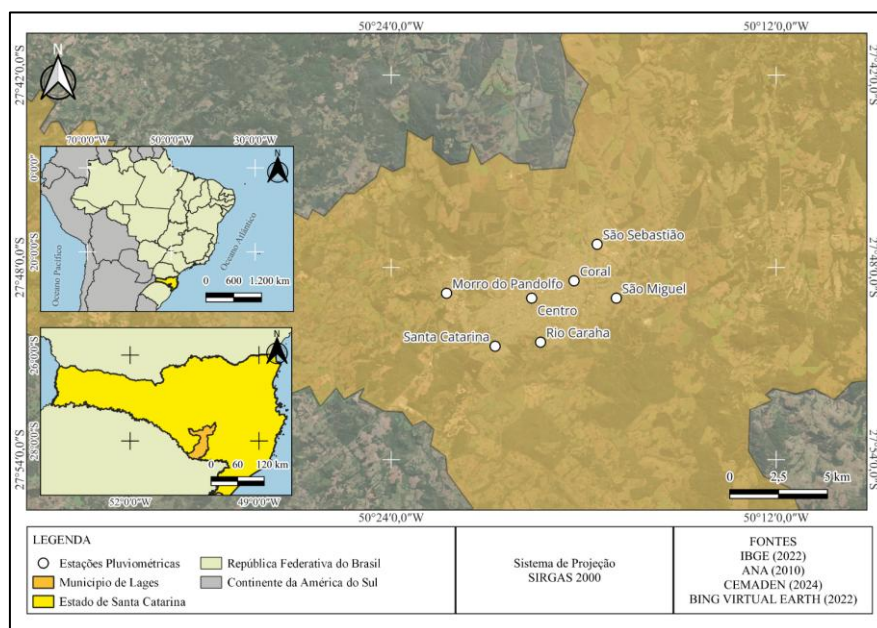
Quadro 1 – Estações do CEMADEN utilizadas para análise da confiabilidade dos dados

Nome da Estação	Código	latitude	longitude
<i>Centro</i>	420930002A	-27,816	-50,327
<i>Coral</i>	420930001A	-27,807	-50,305
<i>Rio Carahá</i>	420930020H	-27,839	-50,3224
<i>São Miguel</i>	420930005A	-27,816	-50,283
<i>Santa Catarina</i>	420930004A	-27,841	-50,346
<i>São Sebastião</i>	420930003A	-27,788	-50,293
<i>Morro do Pandolfo</i>	420930006A	-27,813	-50,37122

Fonte: CEMADEN (2024)

Foram escolhidas todas as estações pluviométricas (e a hidrológica) incluídas no município de Lages (Figura 1). O período de análise de dados utilizado foi com base nos registros de movimentos de massa obtidos (Mendes, 2024), porém abrangendo um período um pouco maior, de 2019 a 2024.

Figura 1 – Mapa de localização das estações pluviométricas utilizadas para a verificação da confiabilidade dos dados



Fonte: Os autores (2025)

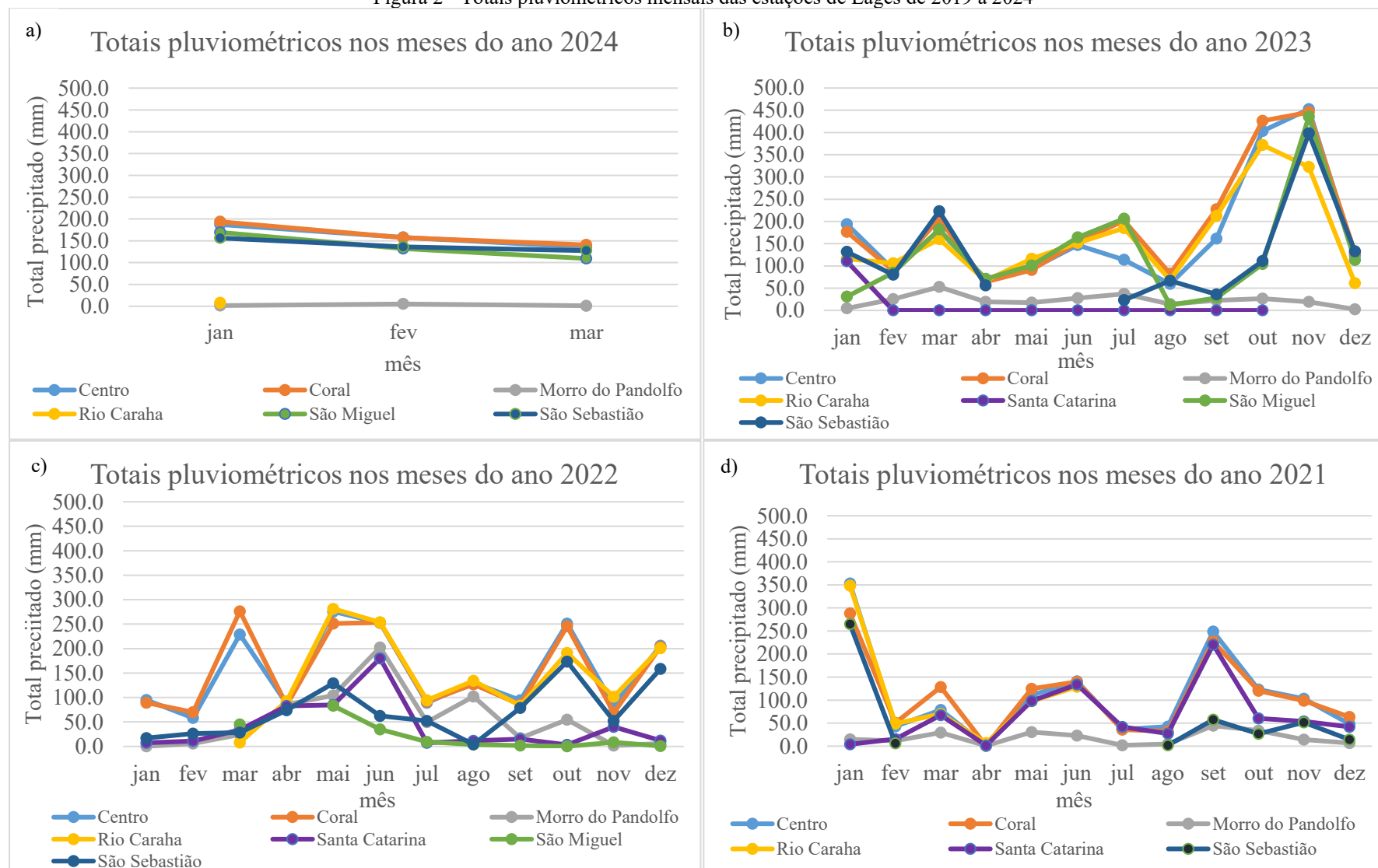
Os dados pluviométricos foram acumulados mensalmente e então comparados com os das demais estações, no MS Excel. A fim de identificar o comportamento real das estações, e como seus valores são disponibilizados, utilizou-se dados brutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

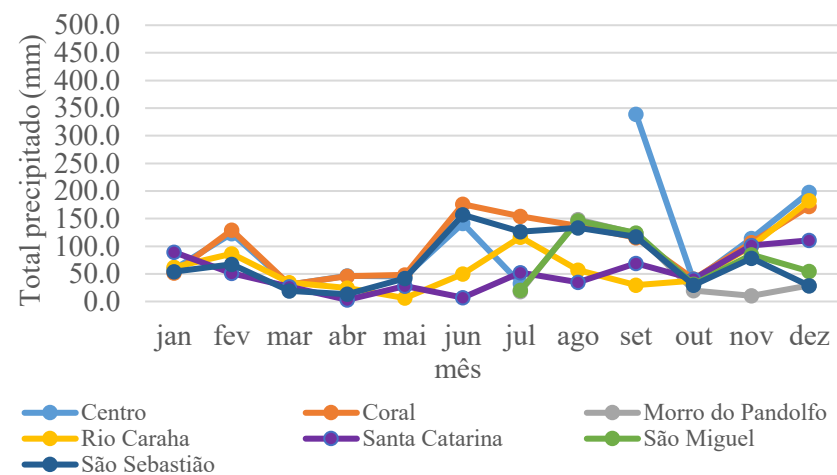
Analisando os totais pluviométricos do período definido, já se consegue perceber quais estações apresentam uma maior confiabilidade e quais não (Figura 2 - “a” a “f”).

Como demonstrado nos gráficos, ao longo dos anos, todas as estações possuem certa correlação, ou seja, aumentam e diminuem conjuntamente, porém, isso não é observado em todos os anos com as mesmas estações. Por exemplo: a estação Morro do Pandolfo apresenta comportamento semelhante às demais no ano de 2022; Santa Catarina, no ano 2022, 2021, 2019; as estações do Coral, Centro e Rio Carahá apresentam comportamento semelhante em todos os anos, com exceção de 2024, que não há registro da estação Rio Carahá. Observou-se, em alguns anos, que há estações que fogem completamente do esperado, como as estações Santa Catarina e Morro do Pandolfo em 2023; Morro do Pandolfo em 2019 e 2024. Algumas outras apresentam valores apenas reduzidos: Santa Catarina, Morro do Pandolfo, São Miguel e São Sebastião em 2022; São Sebastião e Morro do Pandolfo em 2021; Santa Catarina e Rio Carahá em 2020; Morro do Pandolfo e Rio Carahá em 2019. Certamente que uma estação, ao apresentar valor reduzido em determinado lugar, pode não significar que ela em si possui defeitos, mas sim que a chuva varia no espaço e no tempo, não sendo uniforme em todo o território (Ebodé, 2022; Mishra, 2013), aliás, sabe-se que nas áreas urbanas ocorrem modificações na geração e na intensidade das chuvas (Cristiano *et al.*, 2017).

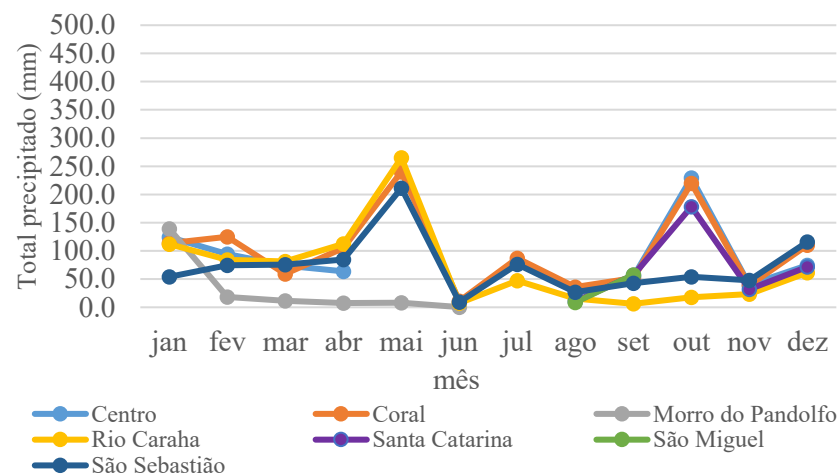
Figura 2 - Totais pluviométricos mensais das estações de Lages de 2019 a 2024



e) Totais pluviométricos nos meses do ano 2020



f) Totais pluviométricos nos meses do ano 2019



Fonte: os autores (2024)

Considerando o período analisado (2019 a 2024), verificou-se que a quantidade de meses com ausência de dados por cada estação é: Centro, com 4 meses; Coral sem nenhum mês com ausência de dados; Morro do Pandolfo, com 12 meses; Rio Carahá, com 10 meses; São Miguel, com 28 meses; São Sebastião, com 7 meses; e Santa Catarina, com 12 meses. A estação São Sebastião, ao observar o período de 2 anos (de 2022 a 2023) possui registros com valores de precipitação relevantemente abaixo em comparação aos das outras estações, em certas datas (Mar/2022, Mai/2022, Jun/ 2022, Ago/2022, Set/2023 e Out/2023). Além disso, considerando o ano de 2023, esta estação apresentou meses com falhas (maio e junho). Todavia, não significa dizer que esta estação não possa ser utilizada nos demais períodos, sendo que, em 2021, por exemplo, seus valores foram muito próximos aos das demais estações na grande parte do ano, possuindo até o maior valor acumulado de chuva no mês de dezembro. Aliás, esse detalhe é um dos fatores que se destaca na estação Rio Carahá, pois ao observar o comportamento desta em comparação com a do Centro e do Coral, verificou-se que por vezes ela possui o maior valor acumulado mensal, não ocorrendo o que acontece com as estações Santa Catarina e Morro do Pandolfo: menores valores em quase todo o período de análise. De outro modo, ao observar os gráficos, os acumulados e o próprio comportamento destas 3 estações (Centro, Rio Carahá e Coral) são muito parecidos, especialmente em 2022 e 2023.

Conforme estudo realizado por Mishra (2013), a variabilidade dos dados de chuva provocou uma queda do Coeficiente de Correlação de 92% a 37% variando-se a distância entre os pluviômetros de 5 a 40 km. Além disso, a variabilidade começou a ser significativa a partir da distância de 15 km entre os postos pluviométricos, sendo que é ainda maior se considerar as chuvas rápidas e intensas apenas (desconsiderando os casos de chuvas prolongadas e mais moderadas). Para o presente estudo, a maior distância que existe é entre os postos pluviométricos São Miguel e Morro do Pandolfo: 8,7 km. As menores distâncias estão entre as estações São Miguel e Coral e entre Rio Carahá e Santa Catarina, sendo cerca de 2,3 km. As duas primeiras são as que estão levemente mais próximas. Logo, considerando a variabilidade da precipitação (Bega *et al.*, 2005), esperar-se-ia que elas (São Miguel e Coral) possuíssem os dados mais próximos em comparação com as demais, porém, não é o que se verifica na maior parte do tempo (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Diferença de precipitação com relação à estação Coral em 2023, em módulo (mm)

Estação	Mês											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Centro	17,3	2,3	25,4	6,6	2,8	6,7	88,2	22,7	66,1	23,2	6,8	6,7
Morro do Pandolfo	172,0	64,3	152,6	44,9	73,1	126,0	164,8	68,0	204,8	400,0	426,1	127,7
Rio Carahá	60,4	16,3	45,1	2,7	25,6	1,9	16,8	14,0	15,2	54,4	122,9	68,9
Santa Catarina	66,2	89,3	205,5	63,9	90,7	153,5	201,8	82,2	227,6	426,4	445,5	130,3
São Miguel	145,4	4,6	23,5	6,8	10,5	10,5	4,5	70,4	199,4	321,9	10,0	17,0
São Sebastião	44,5	9,2	17,4	7,8	90,7	153,5	178,7	15,3	191,8	315,6	47,5	2,4

Fonte: Os autores (2024)

Tabela 2 - Comparação entre a estação Coral com as demais estações em 2022, em módulo (mm)

Estação	Mês											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Centro	5,7	11,7	47,7	2,4	24,3	0,7	2,6	3,3	8,9	5,6	15,0	3,0
Morro do Pandolfo	89,3	63,8	252,1	1,2	147,0	50,9	42,1	24,9	68,2	190,5	66,7	197,1

Rio Carahá	89,5	69,9	268,1	7,9	30,0	0,8	2,5	7,1	2,4	54,1	32,9	2,3
Santa Catarina	82,0	58,7	242,5	1,5	166,8	73,1	84,5	115,1	70,2	242,1	28,6	191,1
São Miguel	89,5	69,9	231,2	84,5	168,3	218,0	82,5	123,1	83,6	245,3	60,3	202,1
São Sebastião	72,5	43,7	247,9	10,2	122,3	190,8	39,6	122,7	6,7	71,9	16,3	44,4

Fonte: Os autores (2024)

Nas células em destaque (vermelho) estão as estações que possuem as menores diferenças com relação à estação Coral. As duas estações que possuem a maior semelhança são Centro e Rio Carahá. Como relatado anteriormente, a distância entre as estações não é o único fator que tem implicação na variabilidade dos dados, porém é possível obter um panorama geral da chuva.

Quanto aos valores de precipitação registrados (Figura 2 – “a” a “f”), observa-se que o mês de outubro ficou entre os meses de maiores registros de precipitação, na maior parte dos anos (excetuando-se 2024), além disso, abril apresenta valores reduzidos em comparação com os demais meses ao longo dos anos, mostrando-se coerente com Ávila *et al.* (2022).

CONCLUSÃO

Realizou-se a análise de estações da rede CEMADEN presentes no município de Lages/SC do ano de 2019 a 2024 a fim de verificar seu comportamento em períodos chuvosos, de modo a atestar sua confiabilidade.

Verificou-se que as estações Santa Catarina e Morro do Pandolfo divergiram das demais estações, sendo que esta o fez mais expressivamente. A estação de São Miguel foi a que apresentou a maior quantidade de falhas. Estas três estações citadas, portanto, podem não ser fontes tão precisas para estudos futuros e subsídio para tomadas de decisão. Todavia, as estações Centro, Coral e Rio Carahá, conforme análise do presente estudo, são as que tendem a ser mais confiáveis (corroborando com o informado pela Defesa Civil municipal), apresentando comportamentos coerentes (totais pluviométricos e variabilidade espacial) e possuindo poucas falhas.

Este artigo auxiliará em estudos hidroclimatológicos quer por parte da academia, população civil, e poder público, que necessitam do conhecimento do desempenho das estações, visto que essas informações são preponderantes na caracterização dos eventos adversos pluviométricos ou em consequência destes.

REFERÊNCIAS

- ÁVILA, A. C. M., ALBUQUERQUE, J. A., & Campos, C. G. C. (2022). “*Climate change and its effect on the soil water balance of Lages, Santa Catarina*”. Revista Brasileira De Geografia Física, 15(6), p. 2796–2809. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.6.p2796-2809>.
- BEGA, R. M.; VIEIRA, S. R.; MARIA, I. C. de; DECHEN, S. C. F.; CASTRO, O. M. (2005). “*Variabilidade espacial das precipitações pluviiais diárias em uma estação experimental, em Pindorama, SP*”. Bragantia, v. 64, p. 149-156. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/6FBM8Bw39nLY37Z4TDGcLgs/?format=pdf&lang=pt>.
- CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS – CEMADEN. (2024). Mapa interativo. Download de Dados. Disponível em: <https://mapainterativo.cemaden.gov.br/>.

- CRISTIANO, E.; VELDHUIS, M.-C. T.; GIESEN, N. V. de. (2017) “*Spatial and temporal variability of rainfall and their effects on hydrological response in urban areas—a review*”. Hydrology and Earth System Sciences, v. 21, n. 7, p. 3859-3878. Disponível em: <https://hess.copernicus.org/articles/21/3859/2017/>.
- EBODÉ, V. B. (2022) “*Analysis of the spatio-temporal rainfall variability in Cameroon over the period 1950 to 2019*”. Atmosphere, v. 13, n. 11, p. 1769. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4433/13/11/1769>.
- KÖPPEN, W. (1948) “*Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.*” Fondo de Cultura Económica. México. 479p.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. (2022). *Normal Climatológica do Brasil 1991-2020*. Brasília. Precipitação Acumulada Mensal e Anual (mm). Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>.
- L. FILHO, G. R.; PRECINOTO, R. S.; CORREIA, T. P.; SANTOS, E. O.; LYRA, G. B.; CRUZ, S. M. S.da. (2013) “*Assimilação, Controle de Qualidade e Análise de Dados de Meteorológicos Apoiados por Proveniência.*” In: BRAZILIAN E-SCIENCE WORKSHOP (BRESOI), 7, Maceió Anais. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2013. p. 1807-1814. ISSN 2763-8774. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/bresoi/article/view/16839>.
- MENDES, D. V. (2024). *Áreas Críticas a Movimentos de Massa nas subbacias da região norte do Município de Lages/SC*. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, CAV/UDESC – Lages, Santa Catarina, 117p.
- MISHRA, A.K. (2013). “*Effect of rain gauge density over the accuracy of rainfall: a case study over Bangalore, India*”. SpringerPlus 2, 311. Disponível em: <https://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/2193-1801-2-311>.
- MONTEIRO, M. A. (2001). “*Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano*”. Geosul, Florianópolis, v.16, n.31, p. 69-78, 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/14052>.
- SILVA, B. C.; FILHO, G. L. T.; SILVA, A. P. M.; PAULO, R. G. F. de. (2003). *Avaliação Consistência de dados pluviométricos e fluviométricos: Cabeceiras do Rio Grande (MG) in Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Curitiba, Nov, 2003. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=11816>.