

ANÁLISE COMPARATIVA DA UMIDADE RELATIVA DO AR EM DUAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE SUPERFÍCIE NA REGIÃO DA LAGOA MIRIM, RS

ERIKA MATTE PERALTA¹; ROSE ANE PEREIRA DE FREITAS²; DÉBORA DE SOUZA SIMÕES³

¹*Universidade Federal de Pelotas – erikamatte@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas –freitas.rose@ufpel.edu.br*

³*Universidade Federal de Pelotas – debsimoes@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

A umidade relativa do ar (UR) é uma medida da quantidade de vapor de água presente no ar em comparação com a quantidade máxima que o ar poderia conter a uma determinada temperatura. Expressa em porcentagem, a UR varia entre 0% (ar totalmente seco) e 100% (saturação do ar, o que ocorre quando o ar não pode mais reter vapor de água, levando à formação de condensação ou precipitação) (PEIXOTO; OORT, 1996; SHERWOOD et al., 2010).

Ela é uma variável meteorológica fundamental para o entendimento do clima regional, influenciando diretamente a dinâmica atmosférica e os processos de evaporação, transpiração e precipitação (ZHU; ZHAO; LI, 2021). A região da Lagoa Mirim, localizada na costa sul do Rio Grande do Sul, Brasil, é caracterizada por uma interação complexa entre fatores oceânicos, continentais e atmosféricos, os quais afetam o comportamento da UR. Essa região possui relevância ecológica e econômica, sendo impactada por atividades humanas como a expansão urbana, mudanças no uso do solo e desenvolvimento industrial (BARLETTA et al., 2021; SANTOS et al., 2020).

Dada a importância da UR para diversos setores, como agricultura, saúde pública e planejamento ambiental, monitorar e entender suas tendências ao longo do tempo é de extrema importância. Entretanto, poucas investigações detalhadas sobre o comportamento da UR têm sido realizadas na área de estudo, especialmente em relação a possíveis mudanças de longo prazo associadas às atividades humanas e às variações climáticas globais.

Logo, este estudo visa analisar as tendências temporais da UR nas estações meteorológicas de Rio Grande e Santa Vitória do Palmar, que, apesar de estarem localizadas próximas geograficamente, apresentaram comportamentos divergentes. Através de uma análise estatística detalhada e da consideração de fatores ambientais e sinóticos, busca-se compreender as causas dessas tendências contrastantes e seus possíveis impactos sobre a região da Lagoa Mirim, localizada no extremo Sul do Brasil.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

Neste estudo, foram utilizados dados meteorológicos de 190 meses consecutivos (março de 2008 a dezembro de 2023) obtidos a partir de duas estações meteorológicas automáticas de superfície no sul do estado do Rio Grande do Sul. A primeira estação, A802 - Rio Grande, está localizada nas coordenadas latitude 32°4'24,00"S e longitude 52°10'0,00"W. A segunda estação, A899 - Santa Vitória do Palmar, está situada na latitude 33°44'32,00"S e longitude

53°22'0,00"W. Essas estações foram escolhidas pela proximidade espacial e por estarem inseridas em um contexto sinótico semelhante (Figura 1).

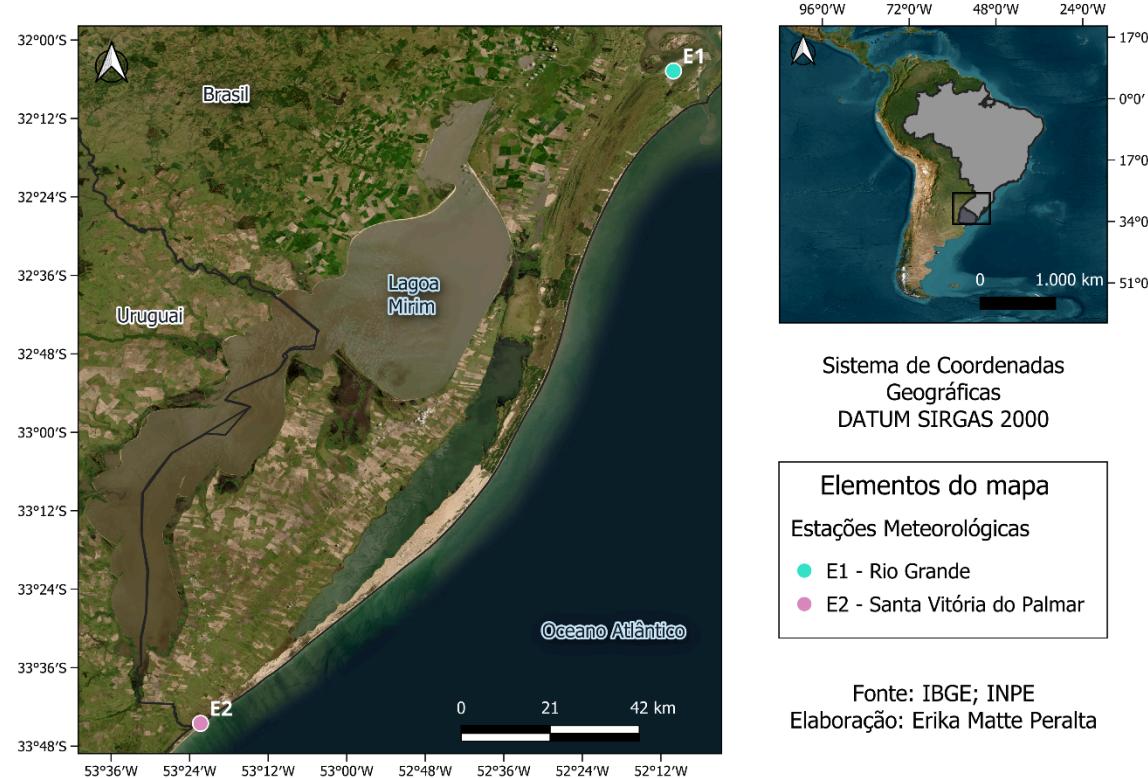


Figura 1: Localização das estações meteorológicas utilizadas neste estudo.

2.2 Dados

Os dados de umidade relativa do ar (UR) das duas estações foram processados utilizando a linguagem de programação Python em software apropriado, com o objetivo de gerar perfis climatológicos provisórios dessa variável. Além dos dados observacionais das estações, foram utilizados dados complementares, como gráficos e mapas das normais climatológicas fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e dados de reanálise do ERA-5, uma base de dados global que combina modelos atmosféricos e dados observacionais, oferecendo uma visão abrangente e detalhada do estado da atmosfera ao longo do tempo.

2.3 Análise estatística

A fim de detectar tendências na série temporal da UR, foi empregado o teste estatístico de Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL, 1975), uma ferramenta robusta utilizada para avaliar a presença de tendências monotônicas, sejam elas crescentes ou decrescentes, em séries temporais. Para essa análise, foi adotado um nível de confiança de 95%, onde um valor-p inferior a 0,05 indicaria uma tendência estatisticamente significativa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados de UR utilizando o teste de Mann-Kendall revelou tendências contrastantes entre as estações A802 - Rio Grande e A899 - Santa Vitória do Palmar. Na estação de Rio Grande, foi observada uma tendência

decrescente significativa na UR ao longo do período de 190 meses, enquanto que, em Santa Vitória do Palmar, foi identificada uma tendência crescente, também significativa, no mesmo período. Esses resultados, obtidos com nível de confiança de 95%, indicam que, apesar da proximidade geográfica e das condições atmosféricas regionais semelhantes, as duas áreas apresentam comportamentos climáticos distintos em relação à umidade relativa do ar.

Tabela 1: Resultados do teste de Mann-Kendall para a variável Umidade relativa do ar (UR, %) para as estações de Santa Vitória do Palmar (SVP) e Rio Grande (RG)

Parâmetro	Local	Tau de Mann-Kendall	p-Value
UR	SVP	0,2571	2,99E-07
	RG	-0,1100	0,0275

A divergência nas tendências de UR entre Rio Grande e Santa Vitória do Palmar pode ser explicada por uma série de fatores. A análise preliminar dos dados sugeriu que mudanças no uso e ocupação do solo desempenham um papel importante nessas variações. A cidade de Rio Grande, ao longo dos últimos anos, passou por um processo significativo de urbanização e industrialização, com o crescimento do porto e da atividade industrial associada, o que pode ter contribuído para a diminuição da UR devido ao aumento das superfícies impermeabilizadas e à redução de áreas vegetadas. A diminuição da vegetação pode resultar em menor evapotranspiração, o que contribui para a queda da umidade no ar.

Por outro lado, Santa Vitória do Palmar, uma área com menor nível de urbanização e uma economia fortemente baseada na agricultura, pode ter experimentado um aumento da UR em razão de práticas agrícolas e da preservação de áreas naturais próximas à Lagoa Mirim. A presença de grandes corpos d'água, como a Lagoa Mirim, pode também influenciar positivamente os níveis de UR, favorecendo a umidade local por meio de processos de evaporação.

Os dados de reanálise do ERA-5 também foram utilizados para corroborar essas hipóteses, fornecendo uma visão mais ampla das condições atmosféricas ao longo do período analisado. As anomalias de UR observadas nas estações podem estar relacionadas a variações climáticas globais e regionais, como mudanças nos padrões de circulação atmosférica e de temperatura locais.

Dessa forma, os resultados deste estudo indicam que, além dos fatores climáticos regionais, mudanças antrópicas, como a urbanização e o uso da terra, são determinantes para o comportamento da UR nas regiões de Rio Grande e Santa Vitória do Palmar. Essas descobertas ressaltam a importância de monitorar de forma contínua as mudanças climáticas e de uso do solo, a fim de compreender melhor os impactos ambientais e seus desdobramentos em nível local e regional.

4. CONCLUSÕES

Este estudo contribuiu para uma compreensão mais detalhada das variações na umidade relativa do ar (UR) na região da Lagoa Mirim, destacando a importância de fatores locais e antrópicos nas tendências climáticas observadas.

A inovação deste trabalho reside na identificação de padrões contrastantes de UR em duas estações meteorológicas próximas, situadas em um contexto sinótico semelhante, mas influenciadas por diferentes níveis de urbanização e uso do solo. A análise reforça a necessidade de considerar não apenas os fatores atmosféricos, mas também as mudanças no ambiente e nas atividades humanas ao interpretar tendências climáticas regionais.

O uso de dados de reanálise e informações sobre a ocupação do solo permitiu uma investigação mais abrangente dos fatores que influenciam a UR, fornecendo subsídios valiosos para futuras pesquisas e ações de planejamento ambiental na região. Este trabalho, portanto, demonstra a relevância de integrar informações climáticas e ambientais para compreender as dinâmicas atmosféricas locais, especialmente em áreas sujeitas a mudanças antropogênicas significativas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARLETTA, Sandro et al. The effect of agricultural intensification and water-locking on the world's largest coastal lagoonal system. **Journal of Environmental Science**, v. 268, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144659>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34418619/>. Acesso em: 1 out. 2024.
- ECMWF. ERA5: Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, 2017. Disponível em: <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5>. Acesso em: 1 out. 2024.
- KENDALL, M. G., **Rank Correlation Measures**. Ed. Charles Griffin. London, 1975
- MANN, H. B. **Non-parametric tests against trend**. *Econometrica* 13, 245-259, 1945
- PEIXOTO, José P.; OORT, Abraham H. The climatology of relative humidity in the atmosphere. *Journal of Climate*, v. 9, n. 12, p. 3443-3463, 1996.
- SANTOS, Samuel Alexandre et al. Seasonal assessment of water quality parameters in Mirim Lagoon, Rio Grande do Sul State, Brazil. **Journal of Environmental Science**, v. 113, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.113>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32785462/>. Acesso em: 1 out. 2024.
- SHERWOOD, Steven C. et al. Relative humidity changes in a warmer climate. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, v. 115, n. D9, 2010.
- ZHU, Yunlong; ZHAO, Tianbao; LI, Xin. Analysis of the variation in potential evapotranspiration and surface wet conditions in the Hancang River Basin, China. **Journal of Hydrology**, v. 595, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.125660>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33883673/>. Acesso em: 1 out. 2024
- ZHU, D., CHENG, X., LI, W. NIU, F., WEN J. Characteristic of water quality indicators and its response to climate conditions in the middle and lower reaches of Lijiang River, China. **Environ Monit Assess** 195, 396 (2023). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11011-4>