

CORRELAÇÃO DE VARIÁVEIS ATMOSFÉRICAS E OCEÂNICAS NA CORRENTE DO BRASIL

RAQUEL MACHADO MACHADO¹; SOFIA LOUREIRO DA CRUZ MACHADO²;
DOUGLAS DA SILVA LINDEMANN³

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

²*Universidade Federal de Pelotas – sofialcmachado@gmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – douglas.lindemann@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

O Oceano Atlântico Sul (OAS) é caracterizado, em superfície, por um sistema de correntes oceânicas que fazem parte de um giro anticiclônico chamado Giro Subtropical do Atlântico Sul (PETERSON; STRAMMA, 1991). As correntes de contorno oeste fazem parte da circulação oceânica, com representação, no OAS, pela Corrente do Brasil (LEYBA et al. 2019). A Corrente do Brasil (CB) é caracterizada como uma corrente de superfície fraca, quente e salina gerada a partir da bifurcação da Corrente Sul-Equatorial, que ocorre em aproximadamente 10° S (PETERSON; STRAMMA, 1991).

Os processos de interação oceano-atmosfera se manifestam na camada limite atmosférica marinha (CLAM), onde ocorrem trocas de energia e *momentum*. Segundo PEZZI et al. (2016), a temperatura da superfície do mar (TSM) exerce um papel importante no balanço de calor da interface ar-mar, pois é através dela que a energia na forma de fluxo é trocada. Assim, pequenas variações da TSM podem acarretar em grandes variações de fluxos de calor, influenciando na manutenção do clima do planeta.

A resposta dinâmica da CLAM à variação de TSM geralmente apresenta um aumento na intensidade do vento sobre águas mais quentes (CB) e uma redução sobre águas mais frias (SHI et al. 2017). Ainda, PEZZI et al. (2005) destacam que a velocidade do vento em superfície mostra-se muito correlacionada às anomalias de TSM na região da Confluência Brasil-Malvinas (CBM), uma região de encontro entre a Corrente do Brasil e a Corrente das Malvinas.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é analisar sazonalmente, a partir de dados de reanálise ERA5, as correlações entre variáveis atmosféricas e temperatura da superfície do mar, durante os anos de 1980 a 2020, na região da Corrente do Brasil.

2. METODOLOGIA

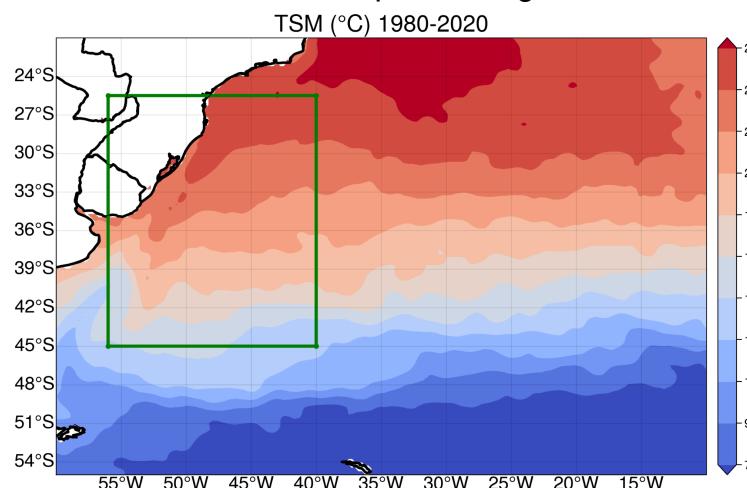
A área de estudo abrange o lado quente da CBM, região que tem o predomínio da Corrente do Brasil, entre as coordenadas 25.5° S - 45° S; 56° W - 40° W, conforme mostrado na Figura 1 (área oceânica demarcada pelo retângulo verde).

Os dados utilizados foram dados mensais do período de 1980-2020 das variáveis temperatura da superfície do mar (TSM), temperatura do ar a 2 metros da superfície (T2M), pressão ao nível médio do mar (PNMM), vento zonal (U10) e vento meridional (V10), provenientes da reanálise ERA5 produzida pelo ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) (HERSBACH et al. 2020).

A linguagem de programação Python foi utilizada como ferramenta de manipulação e tratamento dos dados. As técnicas estatísticas descritivas aplicadas

foram cálculos para determinação das médias sazonais das variáveis e cálculos da Correlação de Pearson a fim de determinar as correlações estatisticamente significativas a 95% e 99% entre as variáveis.

Figura 1. Climatologia da TSM ($^{\circ}$ C) no período de 1980-2020 e localização da região de estudo marcada pelo retângulo verde.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta as matrizes de correlação, que retratam as correlações entre as variáveis e as significâncias das correlações. Observa-se que para o trimestre do verão (DJF, Figura 2a), as maiores correlações positivas (1.0) são encontradas entre TSM-T2M, enquanto que o U10 indica as maiores correlações negativas com a T2M e TSM (-1.0 e -0.9, respectivamente).

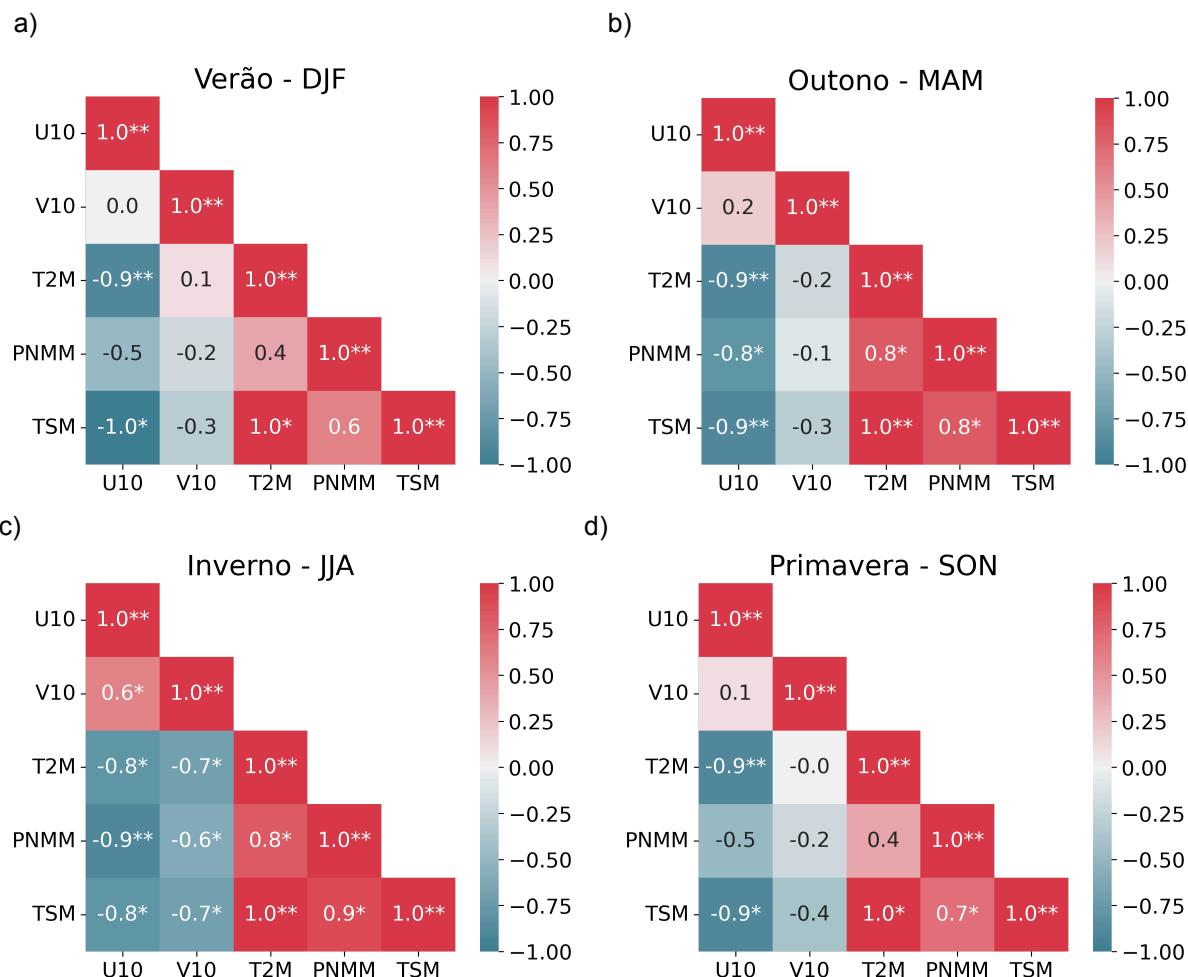
Quando comparado com DJF, o trimestre do outono (MAM, Figura 2b) mantém o padrão de altas correlações significativas verificadas no trimestre anterior, porém, durante MAM ocorre um acréscimo de significância nas correlações da PNMM com o U10 (-0.8) e as temperaturas (T2M e TSM, 0.8 para ambas).

Durante o trimestre do inverno (JJA, Figura 2c), constata-se que as correlações negativas entre as temperaturas (TSM e T2M) e o U10 reduziram de intensidade (de -0.9 para -0.8) quando comparadas com o outono, enquanto que a correlação do U10 com a PNMM aumentou durante JJA. Além disso, o inverno é o único período em que ocorreu correlação significativa entre o V10 com as temperaturas (TSM e T2M, -0.7 para ambas) e a PNMM (-0.6).

Por fim, para o trimestre da primavera (SON, Figura 2d), observa-se padrões de correlações que se aproximam aos observados durante DJF (Figura 2a), ou seja, correlações negativas significativas entre U10 e as temperaturas do ar e da superfície do mar, e correlações positivas significativas entre TSM e T2M.

Com base nos resultados encontrados acima, é importante destacar que a TSM e a T2M apresentaram, para todos os trimestres, altos valores (positivos) de correlação, significativas tanto a 95% quanto a 99%. Além disso, as temperaturas (T2M e TSM) e o U10 também se mostraram com altos valores (negativos) de correlação para todos os trimestres. O único trimestre que a PNMM e a TSM não apresentaram correlações significativas foi no trimestre do verão.

Figura 2 - Matrizes de correlações sazonais entre variáveis na região de estudo, sendo a) verão austral, b) outono austral, c) inverno austral e d) primavera austral.
“*” indica significância estatística de 95% e “**” indica significância de 99%.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

4. CONCLUSÕES

Durante o período em análise, se observou que a componente oceânica (TSM) apresentou maiores valores de correlação com as demais variáveis em análise quando comparada com a temperatura do ar, demonstrando a forte relação que os componentes atmosféricos possuem com a superfície oceânica.

As maiores correlações observadas no período do outono (MMA) e inverno (JJA) entre as variáveis podem ser explicadas devido ao fato de que gradientes de temperatura proporcionam gradientes de pressão, que por sua vez propiciam a maior ocorrência de ventos.

De forma análoga, a elevada correlação positiva encontrada entre T2M e TSM em todos os períodos pode ser justificada pela ausência de correlação com o vento meridional, já que sem uma componente meridional pronunciada do vento, não há remoção de camadas de ar (ou oceano) na interface oceano-atmosfera, justificando assim um acoplamento mais forte entre o oceano e a atmosfera.

Destaca-se que futuros estudos se fazem necessários para melhor compreensão do comportamento dos dois ambientes da interface oceano-atmosfera.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HERSBACH, H. et al. The ERA5 global reanalysis. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, p. 1999-2049, 2020.
- LEYBA, I. M.; SOLMAN, S. A.; SARACENO, M. Trends in sea surface temperature and air-sea heat fluxes over the South Atlantic Ocean. **Climate Dynamics**, v. 53, p. 4141-4153, 2019.
- PETERSON, R. G.; STRAMMA, L. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. **Progress in Oceanography**, v. 26, p. 1-73, 1991.
- PEZZI, L. P.; SOUZA, R. B. DE; DOURADO, M. S.; GARCIA, C. A. E., MATA, M. M.; SILVA-DIAS, M. A. F. Ocean–atmosphere in situ observations at the Brazil–Malvinas Confluence region. **Geophysical Research Letters**, v. 32, p. L22603, 2005.
- PEZZI, L. P.; SOUZA, R. B. DE; QUADRO, M. F. L. Uma Revisão dos Processos de Interação Oceano-Atmosfera em Regiões de Intenso Gradiente Termal do Oceano Atlântico Sul Baseada em Dados Observacionais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 4, p. 428-453, 2016.
- SHI, R.; CHEN, J.; GUO, X.; ZENG, L.; LI, J.; XIE, Q.; WANG, D. Ship observations and numerical simulation of the marine atmospheric boundary layer over the spring oceanic front in the northwestern South China Sea. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 122, p. 3733-3753, 2017.