

## **Análise da concentração de gelo marinho nos Mares de Amundsen-Bellingshausen e Weddell durante as estações do Inverno e Primavera**

YNARAAGUIAR<sup>1</sup>; ROSE ANE PEREIRA DE FREITAS<sup>2</sup>; DOUGLAS DA SILVA LINDEMANN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas - UFPel – Ynarapoe@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas - UFPel – pfreitas.rose@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas - UFPel – douglas.lindemann@ufpel.edu.br

### **1. INTRODUÇÃO**

O gelo marinho, entre outros elementos da criosfera, são extremamente importantes para a vida na Terra, pois, suas características físicas como o albedo, influenciam na dissipação do calor para a atmosfera e os oceanos (ROCHA, 2022). Quando esse gelo marinho derrete, ocorrem variações na temperatura e na salinidade da água, influenciando na circulação termohalina global (TENÓRIO, 2021). Cerca de 7% da superfície oceânica é coberta de gelo marinho, sendo ele constituído por “inclusões de ar, salmoura, sal sólido e contaminantes” (STACHELSKI, 2019) e está presente em ambos os hemisférios do planeta, Antártica no hemisfério Sul e o Ártico no hemisfério Norte, suas extensões aumentam no inverno e diminuem com a chegada do verão em suas regiões (STACHELSKI, 2019).

A sensibilidade do gelo marinho às mudanças na temperatura do ar e do oceano, trazem à tona a solene necessidade de se monitorar suas concentrações ao longo do tempo, sobretudo após os relatórios do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) alertando sobre as consequências do contínuo aumento das temperaturas, originadas das atividades humanas (IPCC, 2022).

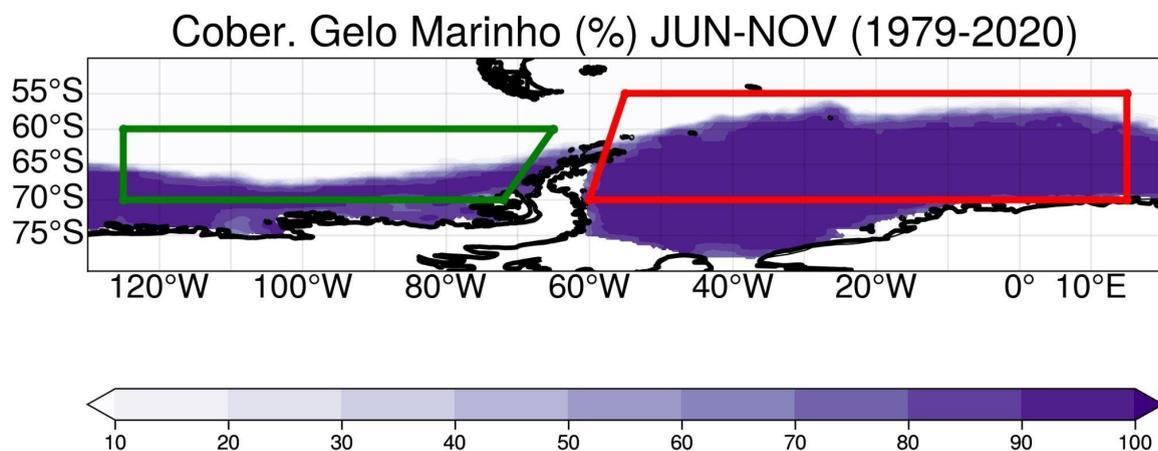
Na Península Antártica, onde estão localizados os mares de Amundsen-Bellingshausen e Weddell, a temperatura média anual e o número de dias com temperaturas médias positivas anuais, subiu ao longo dos últimos 50 anos (COSTI, 2015), de acordo com WANDERLEY et al., (2016), a Península Antártica é a região do continente onde há a maior influência dos fenômenos como o El Niño-Oscilação Sul (ENOS), Oscilação Antártica (Antarctic Oscillation – AAO) ou Modo Anular Sul (Southern Annular Mode – SAM) e Oscilação Madden-Julian que podem interferir, junto com às mudanças do clima global, nas mudanças de temperatura local.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é analisar as variações da cobertura de gelo marinho nos mares de Amundsen-Bellingshausen e Weddell, localizados na Península Antártica, durante os meses de junho a novembro no período de 1979 a 2020.

### **2. METODOLOGIA**

Neste estudo são analisadas duas regiões localizadas na área marítima da Península Antártica (Figura 1), que está a aproximadamente 1000 quilômetros de distância do continente Sul-Americano, separada apenas pelo Estreito de Drake. A primeira região analisada é o Mar de

Amundsen-Bellingshausen (MAB), localizado entre as longitudes de  $-130^{\circ}$  a  $-60^{\circ}$  a Oeste da Península Antártica, setor banhado pelo Oceano Pacífico. A segunda região analisada é o Mar de Weddell (MW), localizado entre as longitudes de  $-60^{\circ}$  e  $20^{\circ}$  no lado leste da Península, no setor banhado pelo Oceano Atlântico. Em ambas as regiões a latitude considerada mais ao norte foi de  $-60^{\circ}$ .



**Figura 1.** Média da cobertura de gelo marinho (%) entre os meses de Junho a Novembro no período 1979-2020 e localização da área de estudo. Retângulo verde é a região em análise do Mar de Amundsen-Bellingshausen e o vermelho o Mar de Weddell.

Para a realização do estudo, utilizou-se médias mensais de cobertura de gelo marinho dos últimos 40 anos (1979 a 2020), nas regiões MAB e MW, durante os meses de junho a novembro, equivalente aos meses de inverno e primavera austral a partir de dados de reanálises ERA5, pertencente ao ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) (HERSBACH et al., 2020).

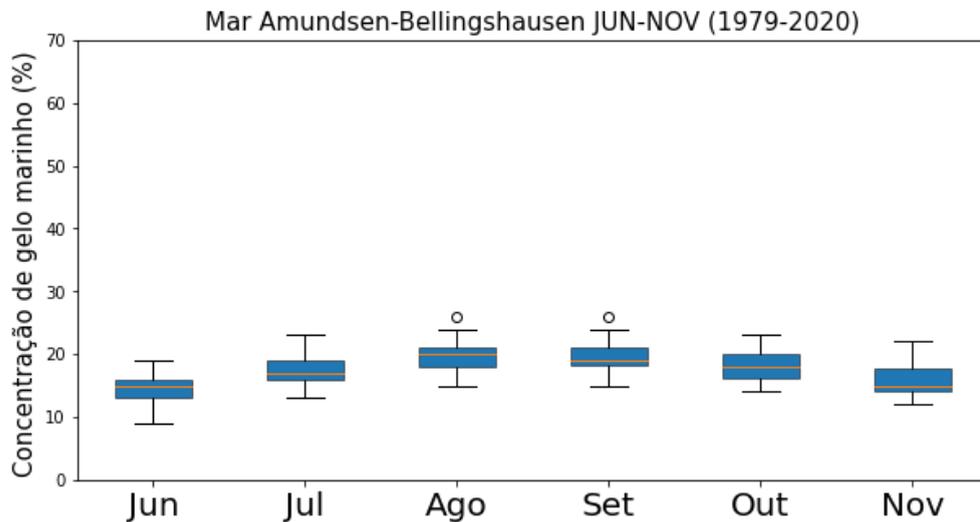
A reanálise ERA5 possui uma resolução de grade de  $25 \times 25$  km, em que se considera uma cobertura mínima de 15% de gelo marinho em cada grade, para ser contabilizado com uma grade com presença de gelo marinho, verificado ao longo dos últimos 40 anos (PARKINSON, 2014). Os cálculos estatísticos foram operados através da plataforma Google Collaboratory, na linguagem Python.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Referente à concentração de gelo marinho durante o período estudado as análises no MAB, setor Oeste da Península Antártica, mostraram a partir das médias mensais que as maiores concentrações ocorrem no mês de Agosto, seguida do mês de Setembro onde acontece a passagem da estação de inverno para a primavera, nestes dois meses as concentrações atingem cerca de 26% da área total (Figura 2). Neste período também se encontram valores positivos de *outliers*, indicando possíveis valores discrepantes. Constata-se que, durante as estações de inverno e primavera, não ocorrem variações significativas da área coberta com gelo marinho, cujo maior valor de desvio padrão, ocorre em setembro e chega a 2,65%.

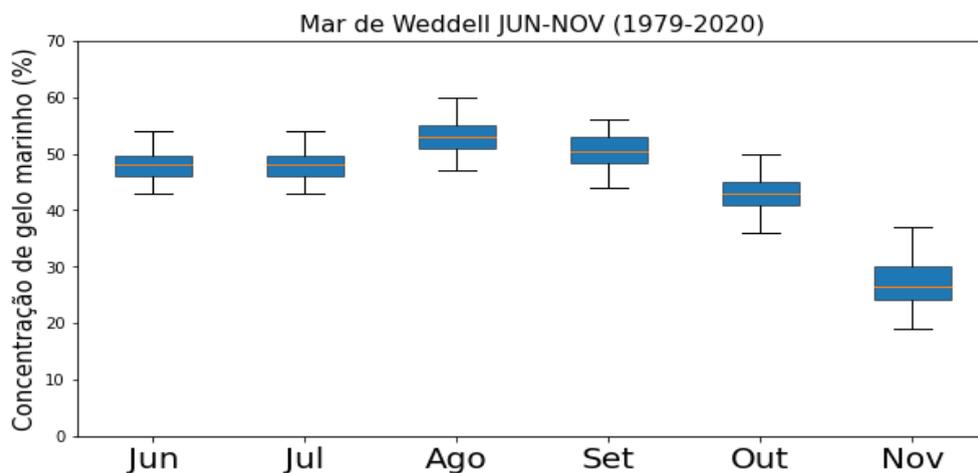
No MW, lado leste da Península Antártica, observa-se uma amplitude mais pronunciada nos valores de concentração de gelo entre os períodos estudados, conforme mostrado na Figura 3. Observa-se que os maiores valores

de concentração de gelo marinho ocorrem também no mês de agosto, seguido de elevada redução das concentrações no período de setembro, outubro e novembro, ou seja, diminuindo rapidamente ao longo da primavera. Os valores máximos de concentração no setor leste da Península Antártica são de 60% a 56% respectivamente. Os dados para MW não apresentaram *outliers*.



**Figura 2.** Concentração da cobertura de gelo marinho (%) para o Mar de Amundsen-Bellingshausen no período de Junho-Novembro.

Além disso, em Novembro, a área de cobertura de gelo marinho só atingiu 37% da área, considerado o menor valor dentre o período analisado, é nesse período também que o valor de desvio padrão fica em torno de 4,5%, sendo o maior entre os meses estudados (Figura 3).



**Figura 3.** Concentração da cobertura de gelo marinho (%) para o Mar de Weddell no período de Junho-Novembro.

#### 4. CONCLUSÕES

A formação e redução da área coberta por gelo marinho nos mares Amundsen-Bellingshausen (MAB) e Weddell (MW), ao longo do período de inverno e primavera apresentaram comportamentos diferentes. Na região do

MAB, a superfície coberta por gelo se mantém quase que constante durante as estações analisadas (inverno e primavera). Os outliers encontrados podem indicar que nesta região esteja acontecendo um aumento inabitual da formação de gelo, principalmente nos meses de agosto e setembro, indicando que sua área de cobertura tem se alterado positivamente, por mais que a região do MAB seja resiliente quanto às mudanças no clima. Por outro lado, no MW nota-se que ao longo das estações analisadas, a área coberta pelo gelo marinho declina do início ao final da primavera, e tem seus valores médios mais altos durante a transição das estações (agosto e setembro), demonstrando uma alta sensibilidade da região às mudanças nas condições climáticas ou oceânicas.

Vale ressaltar, que há diversas variáveis climatológicas, geográficas e oceânicas atuando nos mares citados nesse trabalho, e que contribuem direta e indiretamente para uma mudança sazonal na formação e perda de gelo marinho. Trabalhos futuros serão necessários para demonstrar a importância dos mecanismos citados, que contribuirão para uma melhor compreensão sobre as oscilações da cobertura do gelo, além de auxiliar numa melhor forma de monitorar essas estruturas essenciais para o clima terrestre.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTI, J. **Derretimento superficial e descarga de água de derretimento nos últimos 34 anos na península antártica**. 2015. 95f. Dissertação (Doutorado em Ciências) - Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

HERSBACH, H. et al. The ERA5 global reanalysis. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, p. 1999-2049, 2020.

PARKINSON, C. Spatially mapped reductions in the length of the Arctic sea ice season. *Geophysical Research Letters*, v. 41, p. 4316-4322, 2014.

ROCHA, P. **PREVISÃO DA VARIABILIDADE DO GELO MARINHO NO SETOR ANTÁRTICO SUL-AMERICANO COM O EMPREGO DE REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS**. 2022. 152f. Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Paraná.

STACHELSKI, L. **Estudo da variação de gelo marinho nas regiões polares utilizando dados observacionais e dados do Modelo Brasileiro de Sistema**. INPE, Santa Maria, Rio Grande do Sul, p. 35. 2019.

TENÓRIO, R. **Modelagem da Cobertura de Gelo Marinho nos Mares Antárticos de Weddell, Bellingshausen e Amundsen com uso de Redes Neurais Artificiais**. 2021. 70f. Dissertação (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-graduação em Ciências Climáticas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

WANDERLEY, H. JUSTINO, F. SEDIYAMA, G. Tendência da Temperatura e Precipitação na Península Antártica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, 2016.