

O DECLÍNIO RECORDE DO GELO MARINHO EM 2023-2024: UM ALERTA PARA O PLANETA

RELATÓRIO TÉCNICO DO PROJETO COM-ANTAR DO PROGRAMA ANTÁRTICO BRASILEIRO

RONALDO CHRISTOFOLETTI E ANDRÉ PARDAL



CENTRO DE BIOLOGIA MARINHA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CEBIMar UESP



INSTITUTO DE OCEANOGRÁFIA
CULTURA OCEÂNICA



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIRÃO E RECONSTRUÇÃO

O DECLÍNIO RECORDE DO GELO MARINHO EM 2023-2024: UM ALERTA PARA O PLANETA

Relatório Técnico do
projeto Com-ANTAR do
Programa Antártico Brasileiro

janeiro de 2025

Ronaldo Christofolletti e André Pardal



Compreender que vivemos em um mundo em transformação é essencial para toda a sociedade. Não estamos mais diante de previsões, mas de fatos concretos: recordes de alterações climáticas estão sendo registrados, trazendo consequências severas, como o aumento na frequência e intensidade de desastres ambientais, incluindo ondas de calor, incêndios florestais, secas e inundações, que afetam diretamente a vida de pessoas ao redor do mundo.

O ano de 2024 foi o mais quente já registrado, superando o recorde anterior de 2023. Pela primeira vez, o aquecimento global ultrapassou o limite de 1,5 °C em relação aos níveis pré-industriais, conforme os dados do observatório europeu Copernicus. Esse marco é alarmante, pois o Acordo de Paris estabelece o limite de 1,5 °C como uma barreira crucial para evitar os efeitos mais catastróficos das mudanças climáticas.

Além das temperaturas recordes, 2023 e 2024 também marcaram **reduções históricas na cobertura de gelo marinho** nas regiões polares, com implicações profundas para o equilíbrio climático global. Este relatório, produzido pelo projeto Com-ANTAR, do **Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR)**, evidencia que a extensão de gelo marinho atingiu valores mínimos sem precedentes nesses dois anos.

Em 2024, **não se formaram 3.408.000 km² de gelo marinho globalmente, o equivalente a 37% do território dos Estados Unidos**. Este total inclui um déficit de 1.414.000 km² na Antártica e 1.994.000 km² no Ártico em relação à média do período de referência (1981–2010), representando o maior valor de gelo não formado registrado em um único dia.

Os recordes históricos de degelo marinho na Antártica

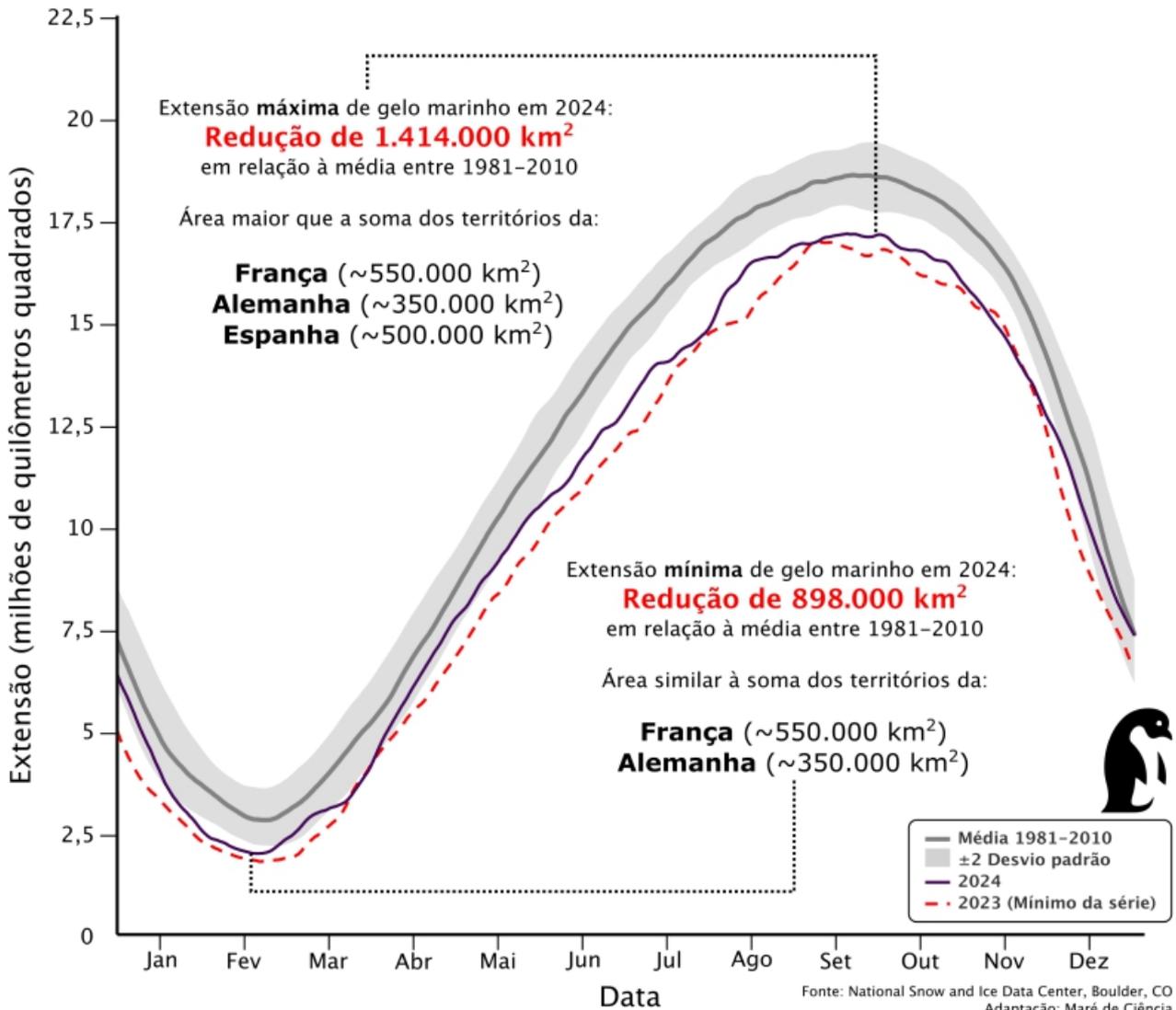
- Em **2023**, registrou-se a **menor cobertura de gelo marinho na Antártica desde o início dos registros em 1979**.
- A cobertura de gelo marinho **mínima anual em 2023**, ocorrida em fevereiro, foi de 1,79 milhões de km².
 - Esse valor é **1,10 milhões de km² a menos** que a média dos valores mínimos anuais de cobertura de gelo marinho para o período referência (1981–2010).
 - Essa área é equivalente a **duas vezes** o território do **estado da Bahia** (cerca de 564 mil km²).
- A cobertura de gelo marinho **máxima anual em 2023**, ocorrida em setembro, foi de 16,96 milhões de km².
 - Esse valor é **1,62 milhões de km² a menos** que a média dos valores máximos anuais de cobertura de gelo marinho para o período referência (1981–2010).
 - Essa área é maior que o território do **estado do Amazonas** (1,56 milhões de km²) – o maior estado brasileiro.

Em 2024 registrou-se a segunda menor cobertura desde 1979

- Em 2024, registrou-se a **segunda menor cobertura de gelo marinho na Antártica desde o início do registro dos dados em 1979**.
- A cobertura de gelo marinho **mínima anual em 2024**, ocorrida em fevereiro, foi de 1,99 milhões de km².
 - Esse valor é **898.000 km² a menos** que a média dos valores mínimos anuais de cobertura de gelo marinho para o período referência (1981–2010).
 - Essa área é **comparável** ao território da **Região Sudeste do Brasil** (cerca de 924 mil km²) ou ao território somado da França e Alemanha (~900.000 km²; ver Figura).
- A cobertura de gelo marinho **máxima anual em 2024**, ocorrida em setembro, foi de 17,16 milhões de km².
 - Esse valor é **1.414.000 km² a menos** que a média dos valores máximos anuais de cobertura de gelo marinho para o período referência (1981–2010).
 - Essa área é **comparável** ao território da **Região Nordeste do Brasil** (cerca de 1,55 milhões de km²) ou maior que o território somado da França, Alemanha e Espanha (~1.400.000 km²; ver Figura).

EXTENSÃO DE GELO MARINHO NA ANTÁRTICA

(área do Oceano com pelo menos 15% de gelo marinho)



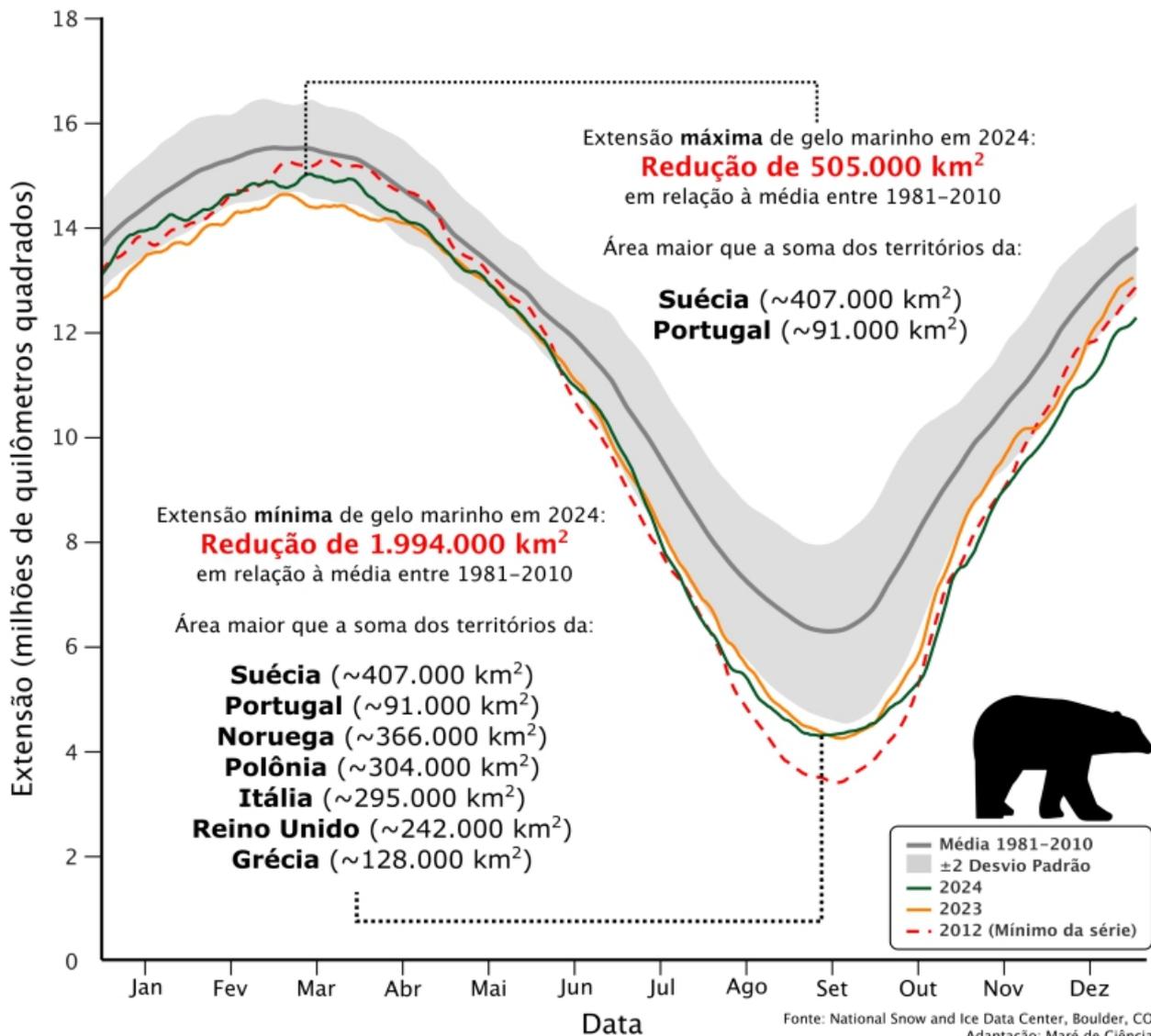
O degelo marinho no Ártico

A região do Ártico, que apresenta impactos maiores do aquecimento global, teve seus recordes históricos de degelo marinho em 2012 e 2020, seguidos agora pelos anos de 2023 e 2024.

- A cobertura de gelo marinho **mínima anual em 2024 no Ártico**, ocorrida em setembro, foi de 4,28 milhões de km².
 - Esse valor é **1.994.000 km² a menos** que a média dos valores mínimos anuais de cobertura de gelo marinho para o período referência (1981-2010).
 - Essa área é **maior que** o território somado da Suécia, Portugal, Noruega, Polônia, Itália, Reino Unido e Grécia; ver Figura (1,94 milhões de km²)
- A cobertura de gelo marinho **máxima anual em 2024**, ocorrida em fevereiro, foi de 15,00 milhões de km².
 - Esse valor é **505.000 km² a menos** que a média dos valores máximos anuais de cobertura de gelo marinho para o período referência (1981-2010).
 - Essa área é **maior que** o território somado da Suécia e Portugal (~498.000 km²; ver Figura).

EXTENSÃO DE GELO MARINHO NO ÁRTICO

(área do Oceano com pelo menos 15% de gelo marinho)



O gelo no oceano e a importância do Ártico e da Antártica

O Ártico e a Antártica, embora sejam regiões polares cruciais para o equilíbrio climático do planeta, possuem diferenças marcantes em sua geografia, clima, biodiversidade e governança. O Ártico está localizado no Hemisfério Norte e é formado principalmente pelo Oceano Ártico, cercado por territórios de países como Canadá, Rússia, Noruega, Dinamarca (Groenlândia) e Estados Unidos (Alasca). Em contraste, a Antártica, localizada no Hemisfério Sul, é um continente coberto por uma espessa camada de gelo, cercado pelo Oceano Austral, e é a região mais fria, seca e ventosa do planeta.

Este relatório apresenta dados sobre a cobertura de gelo marinho na Antártica e no Ártico, com base nas informações do Centro Nacional de Dados de Neve e Gelo (National Snow and Ice Data

Center - NSIDC) da Universidade do Colorado, em Boulder/ EUA. Os dados utilizados são gerados a partir de imagens de satélite, fornecidas pela NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) e pelo NSIDC, e seguem uma metodologia padronizada que monitora diariamente, desde 1979, a extensão de áreas oceânicas com pelo menos 15% de gelo marinho¹. Os dados não consideram o degelo em regiões terrestres, como o continente Antártico ou áreas terrestres do norte Europeu e Canadense, apenas considerando a área marinha.

O gelo marinho é fundamental para o equilíbrio dos ecossistemas polares e para o clima global. Ele fornece um habitat essencial para espécies como focas, pinguins e ursos polares, que dependem dessas áreas para reprodução, caça e descanso. No entanto, a redução do gelo marinho está limitando o acesso a esses habitats vitais, colocando em risco a sobrevivência dessas populações. Além disso, o gelo marinho desempenha um papel crucial no efeito albedo, refletindo uma grande quantidade de luz solar de volta ao espaço e contribuindo para a regulação das temperaturas globais.

Tanto o Ártico quanto a Antártica são indispensáveis na manutenção do clima global. No Ártico, o gelo marinho reflete a radiação solar, ajudando a manter as temperaturas mais baixas. Porém, quando o gelo derrete, a superfície escura do oceano absorve mais calor, intensificando o aquecimento global. O derretimento do gelo na região também tem impactos diretos no aumento do nível do mar e na alteração dos padrões climáticos em escala global.

Já na Antártica, a vasta camada de gelo desempenha um papel semelhante ao refletir a radiação solar. No entanto, o derretimento das calotas antárticas tem implicações ainda mais significativas para o aumento do nível do oceano, devido ao enorme volume de água doce armazenado no continente. Cabe lembrar que os dados deste relatório não tratam deste derretimento de calotas polares, e apenas do gelo marinho e, portanto, ao incluir o degelo das calotas polares teremos dados ainda mais prejudiciais.

As características físicas das regiões polares diferem e sofrerão impactos diferentes do degelo marinho. O Ártico é dominado por gelo marinho flutuante, especialmente no inverno, e suas áreas terrestres incluem tundras habitadas por povos indígenas. Já a Antártica é uma vasta massa de terra que contém cerca de 70% da água doce do planeta, armazenada em suas geleiras.

O Ártico está se aproximando de um marco climático preocupante: o primeiro dia sem gelo marinho. De acordo com **estudos recentes** que analisam as tendências de perda de gelo na região, estima-se que esse evento ocorra nas próximas décadas, possivelmente antes de 2050, e até mesmo já na década de 2030. Embora o gelo marinho volte a se formar posteriormente, seguindo o ciclo natural, esse marco não deve ser subestimado, pois reflete mudanças profundas no equilíbrio climático do planeta. Além disso, em diversas regiões do Ártico, já se observam

1. Fonte dos dados: National Snow and Ice Data Center, University of Colorado Boulder/USA; Usa dados de satélites oficiais da NOAA e da NASA. Saiba mais: <https://nsidc.org/sea-ice-today/sea-ice-tools/charctic-interactive-sea-ice-graph>

invernos completamente sem gelo marinho, uma condição inédita em áreas que historicamente mantinham a presença de gelo ao longo de todo o ano.

O derretimento do gelo também influencia a circulação oceânica, podendo alterar correntes marinhas e impactar os padrões climáticos em diferentes partes do mundo. Essa dinâmica contribui para a amplificação do Ártico, um processo no qual a região aquece mais rapidamente que outras partes do planeta, criando um ciclo de retroalimentação em que a perda de gelo resulta em ainda mais aquecimento.

Em termos de governança, o Ártico é dividido entre países com soberania territorial, onde são realizadas atividades como exploração de recursos naturais e transporte marítimo. Já a Antártica é regida pelo Tratado da Antártica, que proíbe atividades militares e a exploração econômica, exceto para fins científicos, sendo considerada uma área destinada à cooperação internacional e à pesquisa. O Brasil é um dos países membros do Tratado da Antártica e contribui com o avanço científico a partir do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR).

Sobre o Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR)

Sobre o Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR)

Criado em 1982, o Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR) promove pesquisas científicas de alta qualidade na Antártica, garantindo ao Brasil a condição de Membro Consultivo do Tratado da Antártica desde 1983. A iniciativa busca compreender fenômenos naturais de impacto global, especialmente aqueles que afetam o território brasileiro, como mudanças climáticas e circulação atmosférica e oceânica.

Co-Coordenado por diversos ministérios, o PROANTAR atua em quatro vertentes principais:

- **Ciência:** liderada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), que define prioridades de pesquisa, em colaboração com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que seleciona e acompanha as atividades científicas do programa.
- **Preservação Ambiental:** sob a responsabilidade do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), promove ações de proteção ambiental conforme o Protocolo de Madri.
- **Logística:** coordenada pelo Ministério da Defesa (MD) através da Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM), envolve a operação de manutenção da Estação Antártica Comandante Ferraz, o transporte de pessoal e material nos navios da Marinha do Brasil e aeronaves da Força Aérea Brasileira, e o suporte às atividades de campo.
- **Política Externa:** conduzida pelo Ministério das Relações Exteriores (MRE), garante a participação do Brasil na governança do Sistema do Tratado da Antártica.

O programa é conduzido pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), que

estabelece as diretrizes gerais. As ações do PROANTAR reforçam o compromisso do Brasil com a ciência, a preservação ambiental e a cooperação internacional na Antártica.

Sobre o projeto Com-ANTAR

O projeto Com-ANTAR da Universidade Federal de São Paulo está participando da 43ª Operação Antártica (OPERANTAR XLIII) do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR) realizando síntese de conhecimentos inéditos, conhecendo as atividades e objetivos dos demais projetos e as rotinas e logística de pesquisa nos navios e na Estação Antártica Brasileira, além de promover a interação com jornalistas e escolas. Este projeto busca promover ações de popularização da ciência e construir um plano de comunicação que leve os resultados do PROANTAR para a sociedade através de ações com escolas, jornalistas e tomadores de decisões.

Para conhecer mais sobre outras alterações climáticas, como os níveis recordes de temperatura do ar e do oceano, e sua relação com os desastres ambientais no Brasil e avaliações dos impactos econômicos, veja também a publicação [**“Brasil em transformação: o impacto da crise climática”**](#).

