ISSN:2594-6153

Distribuição espacial e temporal da morsa *Odobenus rosmarus* (Carnivora: Odobenidae) em relação à dinâmica do gelo marinho no Ártico

João Pedro Santos Duarte

Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos-SP, Brasil

E-mail: joaopedrolanducci@gmail.com

Resumo: A morsa (*Odobenus rosmarus*) depende fortemente do gelo marinho para atividades essenciais como forrageio, descanso e reprodução, sendo altamente vulnerável às mudanças climáticas no Ártico. Neste estudo foram analisados registros de ocorrência da espécie e de suas subespécies (*O. r. rosmarus* e *O. r. divergens*), obtidos no GBIF e integrados a dados de gelo marinho do NSIDC para o século XIX ecenáriosatuais. Os resultados indicam expressivo aumento de registros a partir da década de 1980, acompanhado de deslocamentos espaciais associados à retração do gelo, hoje restrito a áreas costeiras e plataformas continentais. Essa mudança acarreta maior dependência de *haul-outs* (descanso) terrestres, potencialmente ampliando riscos de mortalidade e vulnerabilidade a outros impactos antrópicos.

Palavras-chave: *Odobenus rosmarus*; gelo marinho; ártico; distribuição; mudanças climáticas.

Spatiotemporal distribution of *Odobenus rosmarus* in response to sea ice dynamics in the Arctic

Abstract: The walrus (*Odobenus rosmarus*) relies heavily on sea ice for essential activities such as foraging, resting, and reproduction, making it highly vulnerable to climate change in the Arctic. In this study, occurrence records of the species and its subspecies (*O. r. rosmarus* and *O. r. divergens*), obtained from GBIF, were integrated with sea ice data from NSIDC for the 19th century as well as past and current scenarios. The results indicate a marked increase in records since the 1980s, accompanied by spatial shifts associated with ice retreat, now restricted to coastal areas and continental shelves. This shift entails greater dependence on terrestrial haul-outs, potentially increasing mortality risks and vulnerability to other anthropogenic impacts.

Keywords: *Odobenus rosmarus*; sea ice; Arctic; distribution; climate change.

Introdução

O Oceano Ártico passa por transformações ambientais intensas, particularmente expressas pelo declínio acelerado do gelo marinho nas últimas décadas [1][2]. A extensão e o volume do gelo vêm apresentando quedas históricas, com o mínimo sazonal em setembro sendo atualmente cerca de 20 a 25% inferiores à média de 1979–2022, indicando uma possível transição para um Ártico sazonalmente livre de gelo já em meados deste século [2]. Essa redução está diretamente associada ao aumento das temperaturas atmosféricas e oceânicas, intensificação dos fluxos de calor e retroalimentações positivas que aceleram ainda mais o derretimento, ampliando áreas de água aberta e alterando o balanço energético oceano-gelo-atmosfera [1][2].

O declínio do gelo marinho é evidenciado por múltiplos indicadores, como a redução de 13,1% por década na extensão mínima durante o verão, perda de 75% do volume não sazonal

desde 1979 e aumento da temperatura média da superfície oceânica, estimando-se que o volume médio de gelo marinho do Ártico, de 11.500 km³ em setembro no período de 1979 a 2010, tenha diminuído a uma taxa de 2.800 km³ por década. [1]. Esses fatores não só alteram a estrutura física do habitat, como também promovem mudanças em cadeias tróficas, padrões migratórios e interações ecológicas fundamentais para a resiliência dos ecossistemas polares. Entre as espécies mais afetadas está a morsa (*Odobenus rosmarus*), o maior pinípede do Ártico, restrito a regiões de plataforma continental rasa e altamente dependente do gelo marinho para forrageio, descanso, reprodução e proteção contra predadores [3].

O recuo do gelo marinho afeta diretamente a ecologia e a dinâmica populacional das morsas. A redução da cobertura limita as áreas de *haul-out* (descanso), obrigando-as a usar áreas terrestres, onde estão mais expostas a distúrbios e mortalidade [3]. Além disso, o acesso a recursos alimentares, pode ser restringido pelo aumento das distâncias entre deslocamentos, afetando o gasto energético, a condição corporal e a sobrevivência dos filhotes [3][4]. Modelos indicam que a frequência e intensidade do derretimento do gelo prolongam períodos de águas abertas e dificultam o estabelecimento de gelo novo, agravando a vulnerabilidade de espécies como *O. rosmarus* [2].

As estimativas populacionais indicam a presença de cerca de 30.000 indivíduos para o Atlântico [5], enquanto a população do Pacífico sofreu um declínio de aproximadamente 50% entre 1980 e 2000, caindo de 250.000 para 135.000 indivíduos [6][7]. Esse declínio está associado a mudanças em taxas vitais e à retração acelerada do gelo marinho, o que pressiona para o uso de áreas terrestres [8][9]. Esta é considerada a principal ameaça à espécie atualmente, não só pela alteração de habitat, mas também pelo aumento de mortalidade e exposição a poluentes e distúrbios associados à exploração industrial do Ártico [3][11].

Objetivos

O presente estudo objetiva: analisar a distribuição espacial e temporal dos registros de ocorrência de *Odobenus rosmarus* (e subespécies) em relação à dinâmica da cobertura do gelo marinho no Ártico (no passado e atual).

Materiais e Métodos

O presente estudo foi conduzido utilizando o software QGIS [12], tendo enfoque na reprodutibilidade e precisão espacial nas análises. As etapas metodológicas envolveram procedimentos de obtenção, tratamento, análise temporal e espacial dos dados de ocorrência, bem como a integração com dados sobre a extensão de cobertura por gelo marinho no Ártico.

Os registros de ocorrência de *Odobenus rosmarus* e de suas subespécies (*O. r. rosmarus e O. r. divergens*) foram extraídos diretamente do complemento GBIF [13], gerando três

camadas vetoriais (uma por táxon). Os registros de indivíduos em cativeiro, com ausência de coordenadas precisas ou inconsistências temporais, foram descartados.

Para garantir a qualidade e unicidade dos registros, foi realizado um procedimento de identificação e remoção de pontos duplicados entre as diferentes classificações taxonômicas, sendo posteriormente agrupados em intervalos de registros de ocorrência de 10 anos.

A caracterização ambiental foi realizada a partir da incorporação de dados de concentração de gelo marinho, obtidos junto ao National Snow and Ice Data Center (NSIDC) [14][15] no formato *NetCDF*. Foram utilizadas camadas referentes a dois momentos chave: 1850 e 2025 (mesmo período sazonal), representando o cenário histórico e contemporâneo do gelo marinho do ártico (NSIDC – *Sea ice*).

Resultados

Um total de 6.561 registros de ocorrência foram contabilizados e plotados em mapa.

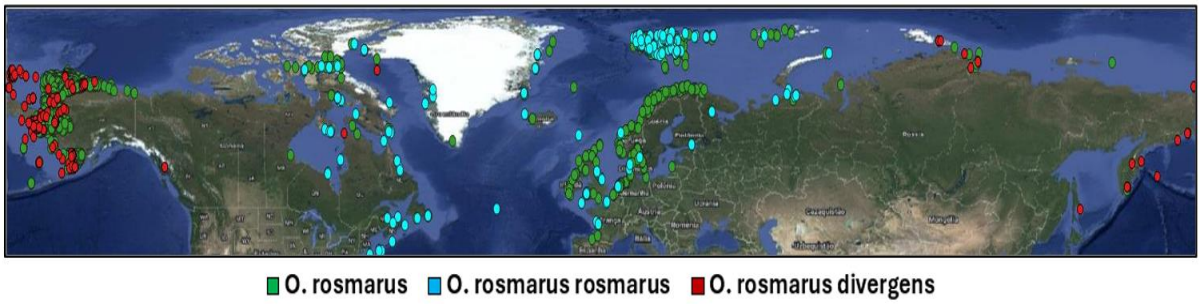

Figura 1. Registros de ocorrência globais da morsa *Odobenus rosmarus* e de suas duas subespécies.

Dentre todos os registros, 10,5% referem-se a *O. rosmarus rosmarus*, com ocorrência entre às regiões do leste norte-americano, além do oeste e norte da Europa. Já para a subespécie *O. rosmarus divergens*, os registros correspondem a 11,8% do total, tendo sua distribuição nitidamente limitada entre à região do Alasca e extremo leste da Rússia. O restante dos registros, quantificados em 77,7% referem-se somente às ocorrências em nível de espécie (*O. rosmarus*). As décadas que apresentaram maior número dos registros de ocorrência foram: 2020 (n= 2.400), 2010 (n= 1.665) e 1980 (n= 1.084).

Nota-se um aumento na quantidade de registros a partir da década de 1980, observando a maioria das ocorrências para o Alasca e Estreito de Bering. Já os registros mais recentes, se encontram nas adjacências do Arquipélago de Svalbard, na Noruega.

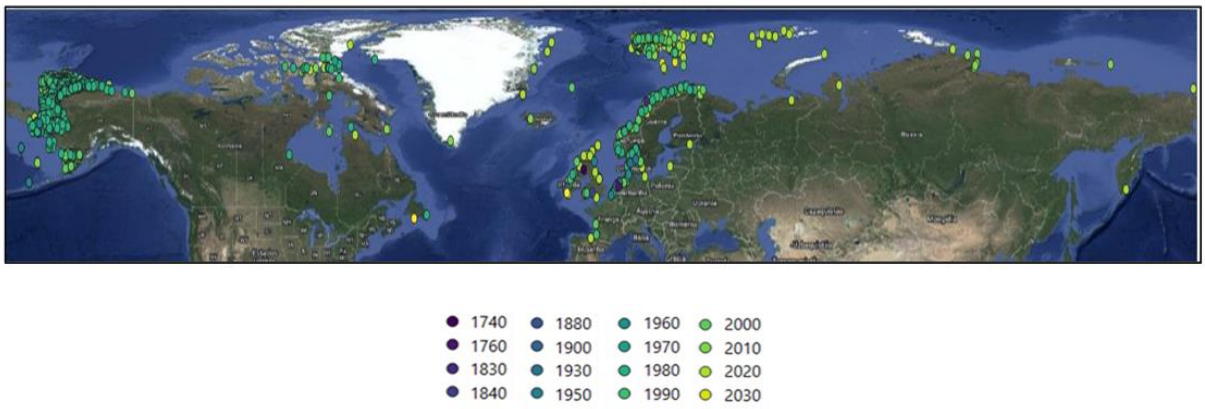

Figura 2. Registros de ocorrência da morsa *Odobenus rosmarus* evidenciado por décadas (registros combinados para as subespécies).

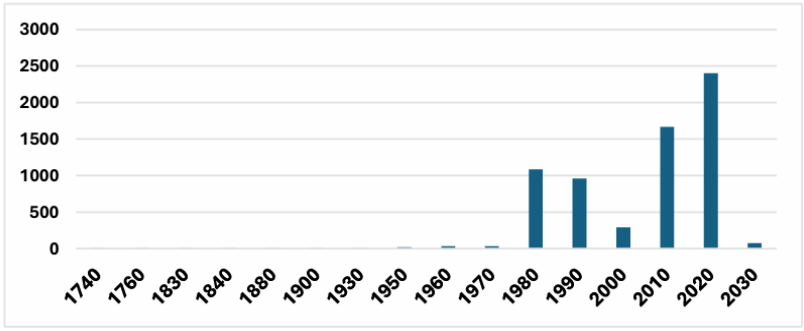

Figura 3. Quantificação dos registros de ocorrência por década.

O mapa da cobertura e quantidade do gelo marinho para o inverno de 1850 (*NSIDC - G10010_SIBT1850_V2*), apresenta toda a região marinha e costeira coberta por gelo, a partir da latitude 72 (UTM).

Tratando-se de um modelo preditivo, o mapa indica que havia grandes áreas de conexão por gelo, oferecendo vasta área para repouso e diversas rotas de deslocamento e alimentação, além da interconexão entre as áreas.



Figura 4. Cobertura de gelo marinho (branco) no Ártico para o inverno de 1850 (Fonte: NSIDC).

Em contrapartida, para o ano de 2025 (*GELO-18-marco-2025, NSIDC*) as áreas anteriormente cobertas por gelo, desapareceram. Atualmente, nota-se o restante do gelo marinho concentrado em áreas costeiras, próximas à plataforma continental.



Figura 5. Cobertura atual de gelo marinho no Ártico (inverno de 2025) (Fonte: NSIDC).

Discussão

A análise temporal evidencia um aumento expressivo de registros a partir da década de 1980. A comparação histórica do gelo marinho (1850 vs. 2025) mostra a transição de uma cobertura contínua para um cenário fragmentado e costeiro (Figuras 4 e 5), confirmando a perda de áreas essenciais de repouso e forrageio.

A diminuição da disponibilidade de gelo força fêmeas e filhotes a utilizarem áreas terrestres, onde estão mais vulneráveis a distúrbios, pisoteamentos e maior mortalidade. Esse deslocamento também implica maiores distâncias entre zonas de descanso e forrageio, afetando a condição corporal e o sucesso reprodutivo, como já documentado em diferentes populações [3][9].

O aumento recente no número de registros deve ser interpretado com cautela. Parte decorre do avanço tecnológico (monitoramento remoto, bancos de dados globais) e do maior esforço de pesquisa, mas também reflete mudanças reais na ecologia da espécie, como a ocupação de novas áreas. Assim, os resultados reforçam que a retração do gelo marinho constitui um dos fatores estruturantes da distribuição atual de *Odobenus rosmarus*.

O cenário aponta para maior dependência de áreas terrestres e, consequentemente, riscos acrescidos de mortalidade, além da exposição a impactos antrópicos no Ártico (tráfego marítimo, exploração industrial).

Esse quadro destaca a urgência de estratégias de monitoramento contínuo, com integração entre dados ambientais e biológicos, para compreender os impactos em curso e orientar ações de conservação.

Conclusão

A retração acelerada do gelo marinho no Ártico tem redefinido a distribuição de *Odobenus rosmarus*, concentrando registros recentes em plataformas continentais e bordas de gelo residual. A crescente dependência de áreas terrestres aumenta a vulnerabilidade a distúrbios humanos e à mortalidade de fêmeas e filhotes, ampliando os riscos impostos pelas mudanças climáticas. Os resultados reforçam a necessidade de monitoramento contínuo e integração de múltiplas fontes de dados, a fim de subsidiar estratégias de conservação eficazes frente às rápidas transformações do Ártico.

Agradecimentos: à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio concedido através da concessão de bolsa de Mestrado, viabilizando o desenvolvimento deste estudo.

Referências

1. Garcia-Soto, C. et al. An Overview of Ocean Climate Change Indicators: Sea Surface Temperature, Ocean Heat Content, Ocean pH, Dissolved Oxygen Concentration, Arctic Sea Ice Extent, Thickness and Volume, Sea Level and Strength of the AMOC. Frontiers in Marine Science, 2021.
2. Ivanov, V. Arctic Sea Ice Loss Enhances the Oceanic Contribution to Climate Change. Atmosphere, 2023.
3. Lydersen, C. Walrus: odobenus rosmarus. In Encyclopedia of marine mammals (pp. 1045-1048). Academic Press, 2018.
4. Fay, F.H. Ecology and biology of the Pacific walrus, Odobenus rosmarus divergens Illiger. North Am. Fauna, 1982.
5. Laidre, K. L. et al. Arctic marine mammal population status, sea ice habitat loss, and conservation recommendations for the 21st century. Conserv. Biol. 29, 724–737, 2015.
6. Taylor, R.L., and Udevitz, M.S. Demography of the Pacific wal rus (Odobenus rosmarus divergens): 1974–2006. Mar. Mamm. Sci. 31, 231–254, 2015.
7. Kovacs, K.M., Lemons, P., and Lydersen, C. Walruses in a chang ing climate. Bull. Am. Meteor. Soc. 97(7), S136–S137, 2016.
8. Fischbach, A.S. et al. Enumeration of Pacific walrus carcasses on beaches of the Chukchi Sea in Alaska fol lowing a mortality event, 2009.
9. Udevitz, M.S., Taylor, R.L., Garlich-Miller, J.L., Quakenbush, L.T., and Snyder, J.A. Potential population-level effects of increased haulout-related mortality of Pacific walrus calves, 2013.
10. Garlich-Miller, J. et al. Status Review of the Pacific Walrus, Odobenus rosmarus divergens. U.S. Fish and Wildlife Service, Marine Mammals Management, 2011.
11. Kovacs, K.M. et al. Global threats to pinnipeds. Mar. Mamm. Sci. 28, 2012.
12. QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project, 2025.
13. GBIF. Global Biodiversity Information Facility, 2025.
14. National Snow and Ice Data Center. (2025). Disponível em *https://nsidc.org/*. Acesso em: 06/2025.
15. Natural Earth Data. (2025). Disponível em *https://www.naturalearthdata.com/*. Acesso em: 06/2025.