

O IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO HABITAT DAS BALEIAS BELUGAS NO MAR DE BEAUFORT

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE HABITAT OF BELUGA WHALES IN THE BEAUFORT SEA

EL IMPACTO DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS SOBRE EL HÁBITAT DE LAS BALLENAS BELUGAS EN EL MAR DE BEAUFORT

Tatiane Marateu Borges¹
Otacílio Lopes de Souza da Paz²

Resumo

O mar de Beaufort faz parte do Oceano Ártico, situado entre o arquipélago Ártico e a costa norte do Alasca. O mar fica congelado a maior parte do ano, com uma pequena passagem, de aproximadamente 100 km, entre os meses de agosto e setembro. Além de conter recursos como petróleo e gás natural, é o lar de vários mamíferos marinhos, entre eles a baleia beluga, tema deste artigo. O ambiente marinho é essencial para a vida na Terra; contudo, estudos comprovaram que, na última década, a crise climática impactou os oceanos, afetando seriamente os ecossistemas marinhos. Tais consequências chegaram ao Ártico, atingindo, principalmente, a baleia beluga — uma das espécies mais características da região. O Ártico é um lugar único, que mantém uma série de espécies endêmicas. Fornece, também, alimento e terreno fértil para aves que migram do Sul, e serve para o descanso e a caça de outros animais, como ursos e focas. Funciona, também, como barreira para possíveis áreas de alimentação das belugas; por isso, a alteração das temperaturas no Ártico impacta a biota. Este trabalho visa demonstrar as consequências das mudanças climáticas no *habitat* da baleia beluga do mar de Beaufort. Ademais, é uma importante ferramenta para compreender melhor esses efeitos deletérios, além de apresentar propostas de preservação da espécie.

Palavras-chave: *Delphinapterus leucas*; mudanças climáticas; Ártico; cetáceos; *habitat*.

Abstract

The Beaufort Sea is part of the Arctic Ocean, located between the Arctic Archipelago and the northern coast of Alaska. The sea is frozen most of the year, with a small passage of approximately 100 km, between the months of August and September. In addition to containing resources such as oil and natural gas, it is home to several marine mammals, including the beluga whale, the subject of this study. The marine environment is essential for life on Earth; however, studies show that, in the last decade, the climate crisis has impacted the oceans, seriously affecting the marine ecosystems. These consequences reached the Arctic, affecting mainly the beluga whale — one of the most characteristic species of the region. The Arctic is a unique place, which maintains several endemic species. Provides food and fertile ground for birds migrating from the South, it serves for the rest and hunting of other animals, such as bears and seals. It is also a barrier to possible feeding areas for the belugas; therefore, changing temperatures in the Arctic impact the biota. This work aims to demonstrate the impact of climate change on the habitat of the Beluga whales of the Beaufort Sea. In addition, this study is an important tool to better understand these deleterious effects, in addition to presenting proposals for the preservation of the species.

Keywords: *Delphinapterus leucas*; climate change; Arctic; cetaceans; *habitat*.

Resumen

El mar de Beaufort forma parte del Océano Ártico, situado entre el archipiélago Ártico y la costa norte del Alasca. El mar está congelado la mayor parte del año, con un pequeño pasaje, de aproximadamente 100 km, entre los meses de agosto y septiembre. Además de contener recursos como petróleo y gas natural, es el hogar de varios mamíferos marinos, entre ellos la ballena beluga, tema de este artículo. El ambiente marino es esencial para la vida

¹ Licenciando em Ciências Biológicas no Centro Universitário Internacional Uninter.

² Professor Ensino Superior Escola De Educação. E-mail: otacilio.p@uninter.com

en la Tierra; sin embargo, estudios comprueban que, en la última década, la crisis climática ha impactado los océanos, afectando seriamente los ecosistemas marinos. Tales consecuencias han llegado al Ártico y afectaron, principalmente, a la ballena beluga — una de las especies más características de la región. El Ártico es una región única, que mantiene una serie de especies endémicas. Ofrece, también, alimentos y terreno fértil para aves que migran del Sur y sirve para el descanso y caza de otros animales, como ursos y focas. Funciona aun como barrera para posibles áreas de alimentación de las belugas; por ello, el cambio de las temperaturas en el Ártico afecta la biota. Este trabajo pretende demostrar las consecuencias de los cambios climáticos en el hábitat de la ballena beluga en el mar de Beaufort. Además de eso, es una importante herramienta para comprender mejor esos efectos nocivos y presenta propuestas para la preservación de la especie.

Palabras-clave: *Delphinapterus leucas*; cambios climáticos; Ártico; cetáceos; *hábitat*.

1 Introdução

A baleia Beluga (*Delphinapteros leucas*) é uma baleia dentada de tamanho médio, com 3,5 a 5,5m de comprimento e pesa até 1500kg. De acordo com a *Alliance os Marine Mammal Park & Aquariums* (AMMPA, 2017), os machos são até 25% maiores que as fêmeas e têm uma constituição mais robusta. Não possuem barbatana dorsal e são incomuns entre os cetáceos, por terem vértebras cervicais não fundidas, permitindo flexibilidade lateral da cabeça e pescoço; possuem, no máximo, quarenta dentes homodontes, que se desgastam com a idade.

As Belugas são extremamente adaptadas à vida em águas frias. Possuem uma espessa camada isolante de gordura de até 15cm de espessura sob a pele; ademais, sua cabeça, cauda e nadadeiras são relativamente pequenas. A ausência da barbatana dorsal é considerada por alguns uma adaptação à vida no gelo ou, talvez, um meio de reduzir a perda de calor. Em seu lugar, as Belugas possuem uma crista dorsal proeminente, usada para romper o gelo marinho fino (O’CORRY-CROWE, 2009).

A beluga (Figura 1), também chamada de baleia branca, ou canário do mar, faz parte da ordem dos cetáceos, da subordem Odontoceti. As belugas, em conjunto com os seus relativos vivos mais próximos, os narvais (*Monodon monoceros*), são os únicos membros vivos da família Monodontidae. A palavra “Monodontidae” vem da palavra grega “um dente,” referência à presa do narval. Este é um termo impróprio, posto que as belugas apresentam muitos dentes (AMMPA, 2017).

As belugas são encontradas somente no Hemisfério Norte — nas águas do Ártico e subártico. Existem populações distintas ao largo da costa do Canadá, Alasca, Rússia, Noruega e Groelândia. Ocasionalmente, as belugas podem viajar bem mais para Sul, tendo sido avistadas belugas solitárias no estuário de Long Island, no estado americano de Nova Iorque e perto de Cape Cod, no estado americano de Massachusetts (AMMPA, 2017).

O mar de Beaufort, considerado uma das regiões mais frias do mundo, fica escondido sob uma camada de gelo de, aproximadamente, um metro de espessura, durante oito meses por

ano. Somente no verão as embarcações conseguem atravessar do Oceano Atlântico para o Pacífico, seguindo as costas do Canadá e do Alasca; nesse período, as belugas migram para esse mar.

Figura 1: Baleia Beluga (*Delphinapterus leucas*)



Fonte: AMMPA (2017).

Os ecossistemas do Ártico estão passando por mudanças rápidas, com a previsão que o oceano Ártico estará livre de gelo marinho no verão nas próximas décadas (CHOY; ROSENBERG; ROTH; LOSETO, 2017). O gelo marinho é um indicador e um ator de mudanças climáticas; atua diretamente sobre a superfície reflexiva (albedo), cobertura de nuvens, umidade e troca de calor entre superfície e a atmosfera. O gelo marinho tem importante papel ambiental, econômico e social (SIMÕES, 2016).

Com as mudanças climáticas, as baleias belugas estão vulneráveis a essas alterações ambientais. Segundo um estudo de pesquisadores das universidades do Canadá e Reino Unido, em resposta a essas modificações climáticas no Ártico, percebeu-se uma redução no crescimento dessas baleias nos últimos vinte anos. Seu tamanho corporal também diminuiu e, provavelmente, tem relação com essas mudanças (CHOY, 2019).

A perda do gelo marinho pode agravar o desaparecimento de sua fauna, bem como peixes endêmicos e megafauna. Assim, este trabalho tem por objetivos: descrever as mudanças climáticas no *habitat* das Baleias Beluga do mar de Beaufort e verificar como essas mudanças afetam essas baleias.

2 Metodologia

O método científico pode ser definido como um conjunto de etapas e instrumentos, pelo qual o pesquisador científico direciona seu projeto de trabalho com critérios de caráter científico, para alcançar dados que suportam ou não sua teoria inicial. Desta forma, ele, o pesquisador, tem toda a liberdade de definir quais os melhores instrumentos que vai utilizar para cada tipo de pesquisa, de modo a obter resultados confiáveis e com possibilidades de serem generalizados para outros casos (PRAÇA, 2015).

O presente estudo é caracterizado através de pesquisa de natureza predominantemente qualitativa e do tipo bibliográfica, uma vez que é feita por meio de análises e leituras de alguns autores, principalmente, com artigos publicados em jornais, como *Journal of Experimental Biology* e *Inter-Research Science Publisher*. Entre os pesquisadores, podemos citar Chaumbault, Sttarford e destacar O’Corry-Crowe, renomados cientistas na área.

Os mapas foram elaborados no *software* QGIS 3.22, utilizando dados geoespaciais disponíveis na plataforma Natural Earth, considerando escala de maior detalhe disponível (*Large scale data, 1:10m*). Modelagens de *habitat* foram adquiridas na plataforma AquaMaps (KASCHNER *et al.* 2011).

A pesquisa qualitativa é definida como aquela que privilegia a análise de microprocessos, através do estudo das ações sociais individuais e grupais, realizando um exame intensivo dos dados, caracterizada pela heterodoxia no momento da análise (MARTINS, 2004). Assim, a atenção à qualidade e ao tratamento dos dados selecionados é indispensável, visto que se trata de documentos secundários que já possuem o olhar de outros pesquisadores (CORDEIRO, 2022).

3 Revisão bibliográfica/estado da arte

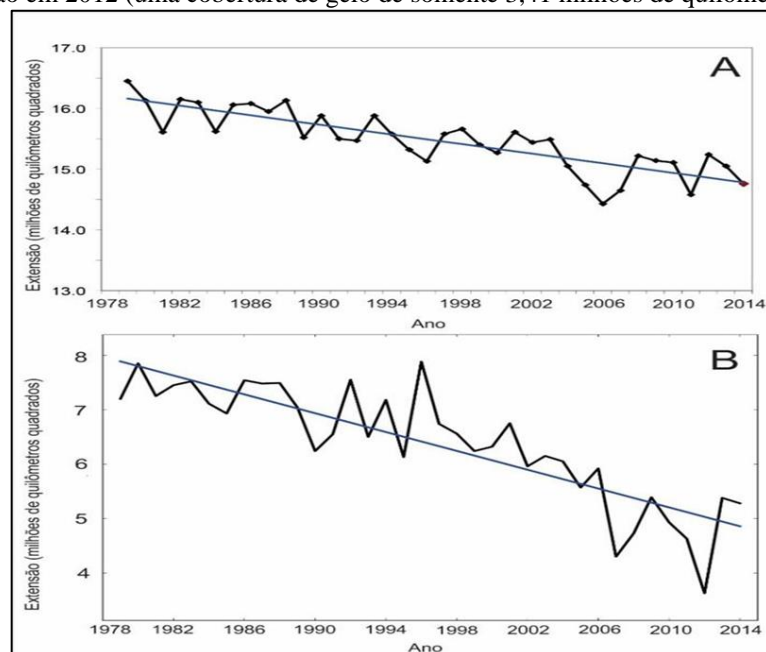
O Ártico apresentou o mais rápido aquecimento no planeta, duas vezes mais que a média mundial. Este fator causou rápidas mudanças ambientais, como a redução do volume das geleiras, o que contribui para o aumento do nível médio dos mares; o degelo do permafrost, que libera grandes quantidades de dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) na atmosfera, intensificando o efeito estufa; a migração da vegetação em direção ao Norte, alterando a disponibilidade de alimentos e os padrões de migração dos animais; o aumento da temperatura da superfície do mar, o que pode causar a migração de cardumes de peixes para áreas mais ao Norte (SIMÕES, 2016). A mudança mais rápida, e a que mais chama a atenção, é a drástica redução da área coberta por gelo marinho no verão. O Ártico é o sinalizador do impacto das mudanças climáticas de origem antrópica e caminha, rapidamente, para se tornar um ambiente

diferente daquele conhecido desde as grandes descobertas. Em poucas décadas, não haverá gelo marinho no verão, causando claras mudanças no ambiente físico e com consequências graves para a biota (SIMÕES, 2016).

Permafrost, também chamado de Pergelissolo, é o tipo de solo da região do Ártico. Para Simões (2016), é o solo permanentemente congelado; ou seja, para receber esse nome o solo deve permanecer com temperatura de 0°C ou inferior por dois anos seguidos. O conceito de permafrost tem relação unicamente com a temperatura apresentada pelo solo, e não pela presença de água ou o tipo de solo.

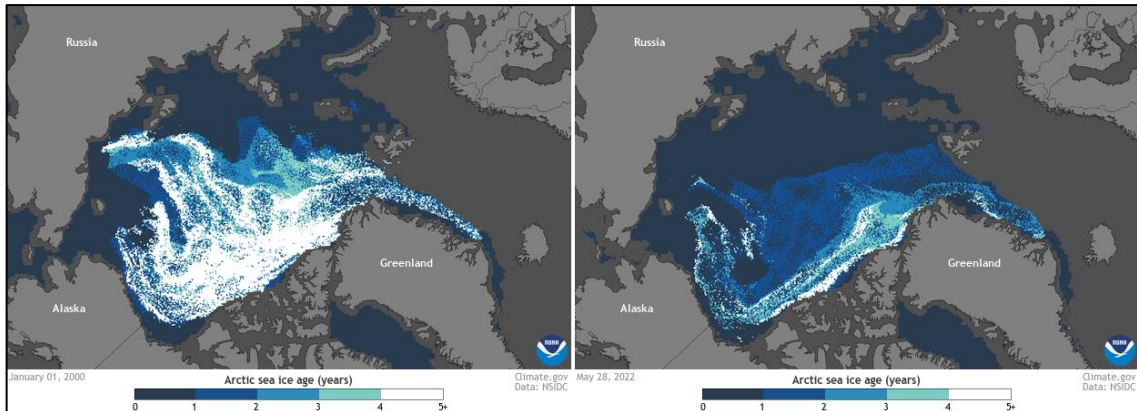
A diminuição da área do gelo marinho (Figura 2 e Figura 3) provoca mudanças no balanço de energia. Com uma menor área de alta reflexão, a energia será, principalmente, absorvida pela superfície do oceano. Esse processo gera um retroprocessamento positivo e faz as temperaturas subirem ainda mais. Modelos climáticos indicam um Ártico livre de gelo no verão já por volta de 2030 ou 2040 (SIMÕES, 2016).

Figura 2: A) Média da extensão da cobertura de gelo marinho no mês de março (inverno), no período 1979–2014. B) Média da extensão do gelo marinho no mês setembro (verão), no período 1979–2014. Note o recorde da menor extensão em 2012 (uma cobertura de gelo de somente 3,41 milhões de quilômetros quadrados)



Fonte: Simões *et al.* (2016).

Figura 3: Perda de gelo entre 1985 e 2017 no Oceano Ártico.



Fonte: NOAA Climate (2017).

A maior parte do excesso de energia que se acumula no sistema terrestre, devido ao aumento das concentrações de gases do efeito estufa, é absorvido pelo oceano. Esse excesso de energia aquece o oceano e há uma expansão térmica da água, levando ao aumento do nível do mar, sendo adicionado ao derretimento do gelo. Como a concentração de CO₂ na atmosfera, aumenta-se, também, a concentração de CO₂ no oceano — o que afeta a química do oceano, diminuindo o pH médio da água. Esse processo é conhecido como acidificação dos oceanos. Todas essas mudanças têm vários impactos, tanto nos oceanos quanto nas áreas costeiras (WMO, 2022).

De acordo com o Simpósio sobre Oceanos (2008), a acidez dos oceanos aumentou 30% desde o início da Revolução Industrial. Se a concentração de CO₂ atmosférico continuar a aumentar no ritmo atual, os oceanos se tornarão corrosivos às conchas de muitos organismos marinhos até o final deste século. Não se sabe como ou se os organismos marinhos se adaptarão a esta acidificação.

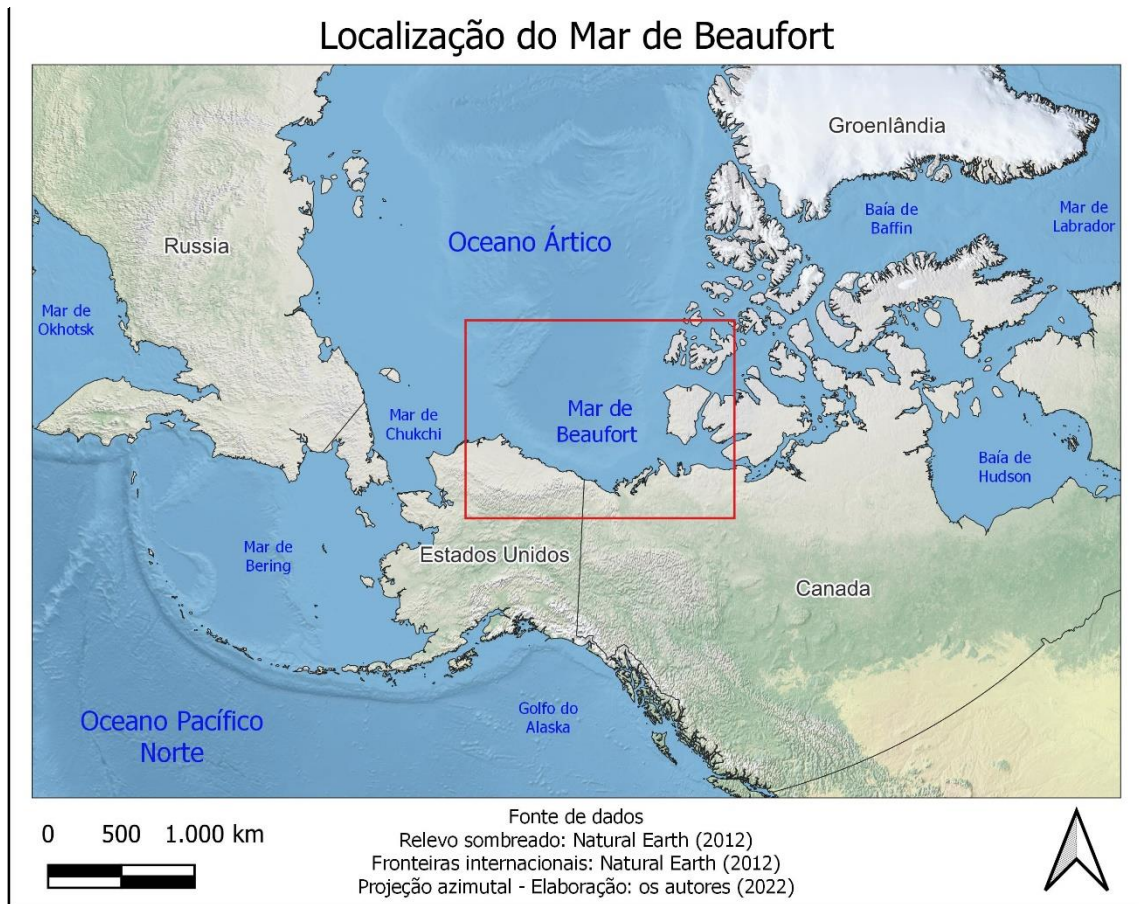
Esse aumento é 100 vezes mais rápido do que qualquer mudança na acidez vivenciada pelos organismos marinhos, pelo menos, nos últimos 20 milhões de anos. Há 65 milhões de anos, a acidificação oceânica esteve vinculada à extinção em massa de organismos marinhos calcificadores, base fundamental da cadeia alimentar marinha. Naquela ocasião, os recifes de corais desapareceram dos registros geológicos, levando milhões de anos até que se recuperassem. Destarte, a atual acidificação, induzida pelo homem, representa um evento raro na história geológica do nosso planeta (SSO, 2008).

Esses impactos já foram detectados em organismos vivos de diversas regiões do planeta. Segundo o Simpósio sobre Oceanos, dentro de décadas, a química dos oceanos tropicais não sustentará o crescimento dos recifes de corais e grandes extensões dos oceanos polares se

tornarão corrosivas aos organismos marinhos calcificadores. Estas alterações terão impacto sobre a cadeia alimentar, a biodiversidade e os recursos pesqueiros.

Vários efeitos associados a mudanças no gelo marinho e nas condições ambientais foram recentemente documentados na população de belugas do Mar de Beaufort, incluindo mudanças nas taxas de crescimento individual, uso de *habitat* e padrões de migração, composição de espécies de presas e condição corporal. Os resultados dos estudos sugerem que os parâmetros sanguíneos e musculares pertencentes à fisiologia do mergulho da beluga são mais semelhantes aos dos narvais do que anteriormente, e que essa fisiologia especializada para mergulho prolongado e navegação no habitat de gelo pode tornar ambas as espécies particularmente sensíveis às mudanças climáticas (CHOY; ROSENBERG; ROTH; LOSETO, 2017).

No Norte do Alasca (Figura 4), existem, pelo menos, duas populações de belugas: as do mar de Beaufort (belugas de Beaufort) e as do mar de Chukchi (Belugas de Chukchi). Essas populações são geneticamente distintas e segregam em diferentes áreas de veraneio no Mar de Beaufort, embora possam se sobrepor no tempo e no espaço durante o inverno no Mar de Bering. No Oeste do Mar de Beaufort, suas áreas de vida se sobrepõe a migração do outono, embora seu tempo migratório e áreas de uso central diferem um pouco por população. As belugas de Beaufort migram para o norte do Mar de Bering em abril e maio, através do gelo marinho (STAFFORD, 2018).



Fonte: os autores (2022).

Embora o principal fator que influencia a distribuição geográfica de muitos cetáceos de latitudes mais baixas seja a temperatura da água, as relações entre os cetáceos do Ártico e essa variável têm sido pouco investigadas, com apenas alguns estudos focados em Belugas e baleias-da-Groelândia. De maio a julho, a maioria das baleias beluga se desloca baleias-da Groelândia para locais de águas mais quentes, onde se alimentam e dão à luz. Além da temporada de verão, demonstraram que o momento da migração nesta espécie estava relacionado às condições de temperatura da superfície do mar, com uma partida mais tardia do verão durante os verões com a temperatura da água mais quente (CHAMBAULT, 2018).

Existem mais de 150.000 baleias beluga em todo o mundo, com aproximadamente 40.000 indivíduos pertencentes à população de belugas do Mar de Beaufort, uma das maiores populações do Canadá. O uso do *habitat* das baleias beluga do Mar de Beaufort está associado ao gelo marinho e difere em tamanho, sexo e status reprodutivo; machos grandes usam gelo permanente no arquipélago ártico canadense, enquanto machos e fêmeas pequenos selecionam habitats costeiros e de águas abertas (CHOY; ROSENBERG; ROTH; LOSETO, 2017).

A sensibilidade de uma espécie às mudanças climáticas é avaliada com base em sua capacidade adaptativa e resiliência às perturbações ambientais, que é determinada por limites fisiológicos, características ecológicas e diversidade genética. Infelizmente, para a maioria das populações selvagens, há uma escassez de dados fisiológicos para prever respostas intraespecíficas às mudanças climáticas. Uma compreensão dos limites fisiológicos é importante, pois qualquer animal que opera rotineiramente em sua capacidade fisiológica máxima pode ser incapaz de suportar eventos estressantes, como declínio na disponibilidade de presas e flutuações ambientais (CHOY; ROSENBERG; ROTH; LOSETO, 2017).

A população de belugas do mar de Beaufort experimentou um declínio de 20 anos nas taxas de crescimento de indivíduos, o que se supõe uma mudança na disponibilidade de presas. Um estudo feito por Choy *et al.* (2020), entre 2011 e 2014, usando assinaturas de ácidos graxos e razões de isótopos estáveis em 14 espécies de presas para a dieta de 178 baleias, e usando análise quantitativa de assinatura de ácidos graxos em presas, sugerem que as baleias belugas consomem, principalmente, bacalhau do Ártico, espécie altamente sensível às mudanças climáticas.

As estimativas de presas variam com o ano, sexo e classe de tamanho das baleias, com machos grandes consumindo as maiores porções de bacalhau do Ártico e as fêmeas consumindo maiores porções de peixes *Mallotus Villosus*. As proporções de bacalhau do Ártico para a dieta das belugas diminuíram de 2011 a 2014, coincidindo com o aumento do *Mallotus Villosus*. As belugas consumiram mais *Mallotus Villosus* do que bacalhau do Ártico em 2014, mesmo ano em que os índices de condição corporal foram mais baixos nas baleias. Nossa hipótese é que as mudanças das condições no ecossistema do Mar de Beaufort podem resultar em um declínio de condição física. Isso pode afetar predominantemente as fêmeas e as baleias juvenis, visto que consomem as maiores porções do peixe *Mallotus Villosus*, explica a Dra. Choy (2020).

Outro estudo feito pela Dra. Choy *et al.* (2020) examinou a variação interanual nos índices de condição corporal, composição de ácidos graxos e razões isotópicas estáveis em baleias beluga do Mar de Beaufort em relação às condições ambientais, e se as diferenças nos marcadores dietéticos refletem a seleção de habitat com base no sexo e no tamanho. Durante uma anomalia de ano quente (2012), as belugas demonstraram maior sobreposição nos traçadores alimentares entre sexo e classes de tamanho, enquanto maiores diferenças ocorreram durante anos com maior extensão de gelo marinho sobre a Plataforma Mackenzie (2013 a 2014). Os índices de condição corporal foram mais altos nas belugas em 2011 e 2012 e mais baixos em 2014.

O monitoramento a longo prazo é necessário para a confirmação. Compreender a variação interanual das presas e as implicações nutricionais de longo prazo da mudança de uma dieta de bacalhau do Ártico para uma dieta dominada por peixe *Mallotus Villosus* deve ser uma prioridade para monitorar predadores do Mar de Beaufort (CHOY *et al.*, 2020).

As baleias beluga com condição corporal reduzida presumivelmente também têm taxas metabólicas de mergulho elevadas que podem comprometer ainda mais a duração do mergulho. Um estudo recente sobre as baleias belugas em cativeiro sugere que o uso de equações alométricas interespecíficas, obtidas em mamíferos costeiros pode superestimar os valores da capacidade pulmonar total em baleias beluga de mergulho profundo. Se for verdade, isso resultaria em estimativas mais baixas do estoque de O₂ pulmonar específico de massa no estudo, levando a impactos relativamente maiores das reduções do estoque de O₂ no músculo e no sangue nas estimativas dos limites de mergulho aeróbico. Medições mais precisas em baleias beluga podem mostrar variação semelhante no conteúdo de O₂ espirado, associado à duração do mergulho, além de permitir estimativas mais precisas dos estoques máximos de O₂ no pulmão utilizáveis (CHOY *et al.*, 2020).

Considerando que houve um declínio de 20 anos nas taxas de crescimento e que a condição corporal de verão da beluga do mar de Beaufort é afetada pela abundância de presas e fatores ambientais, pode haver mudanças na capacidade de forrageamento das baleias beluga. O bacalhau do Ártico, uma importante fonte de alimento para as belugas, exibe um gradiente de classe de tamanho com profundidade, com pico de biomassa no mar de Beaufort ocorrendo entre 350 e 500m. As belugas em má condição corporal podem ser menos capazes de atingir profundidades com maior biomassa das presas maiores e mais densas de energia, levando a uma redução do consumo calórico. Essa redução das reservas lipídicas, devido ao consumo inadequado de presas, também pode levar a déficits energéticos adicionais, como resultado do aumento dos custos de termorregulação e forrageamento.

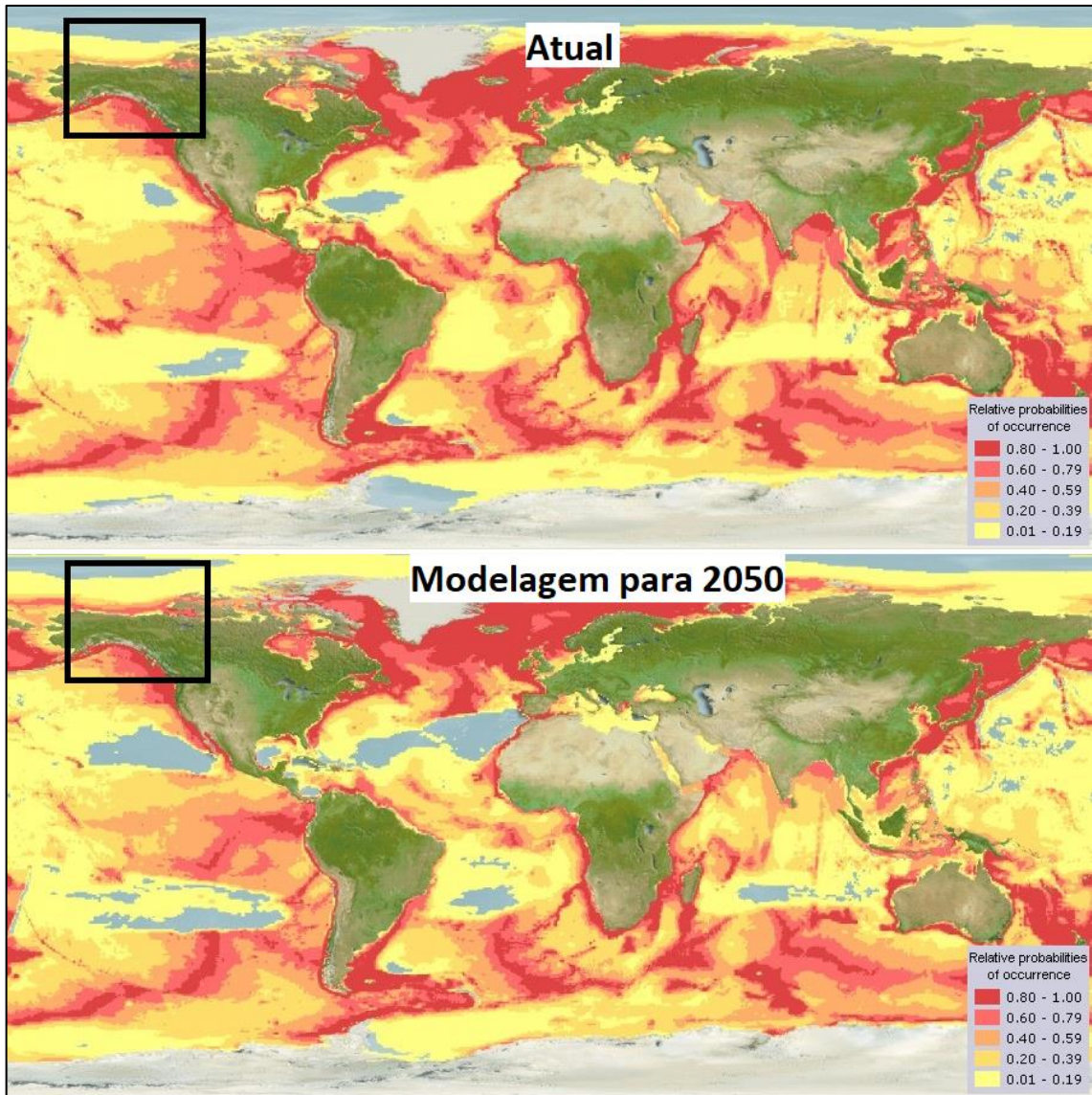
Em resumo, as belugas em melhor condição física podem se sair melhor em circunstâncias estressantes, como fugir de predadores ou armadilhas de gelo, pois prevê-se que tenham tempos máximos de mergulho aeróbico que são pelo menos 20% mais longos do que os das baleias com os valores de índice de condição corporal mais baixos. A relação entre a condição corporal e a capacidade de armazenamento de O₂ pode representar um ciclo vicioso em baleias beluga em que as mudanças ambientais que resultam na diminuição do consumo de presas e/ou aumento dos esforços de forrageamento, e um aumento do risco de mortalidade devido à predação e aprisionamento de gelo (CHOY; ROSENBERG; ROTH; LOSETO, 2017).

Reduções no gelo marinho também podem aumentar a predação. Já foi relatado um aumento nos avistamentos de orcas (*Orcinus orca*), correspondente à perda de gelo marinho em todo leste do Ártico canadense (CHOY; ROSENBERG; ROTH; LOSETO, 2017).

As orcas não são conhecidas por se aventurarem com frequência ou consistência no Ártico, tipicamente coberto de gelo, onde correm o risco de ficarem presas nele. No entanto, com a tendência de diminuição do gelo marinho no Oceano Ártico, esses principais predadores podem estar se aventurando em águas antes inacessíveis a eles (KIMBER, 2021).

Em um estudo feito entre 2010 e 2018, quatro ancoradouros acústicos, localizados em Chukchi, Beaufort e Norte de Bering Seas (KIMBER, 2021), foram analisados manualmente para presença/ausência de sinais de orcas, para examinar as tendências interanuais na presença acústica de orcas. O resultado desses dados indica que as orcas passam mais tempo do que o registrado anteriormente no Ártico, até a borda da fronteira de Chulchi, seguindo diretamente a diminuição do gelo marinho nessas áreas (KIMBER, 2021). Em uma modelagem considerando cenário de anomalias climáticas do RCP8.5, previsto pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), observa-se uma ampliação do habitat das orcas no Mar de Beaufort (Figura 5) (KASCHNER *et al.* 2011).

Figura 5 – Cenário atual de habitat da orca (superior). Modelagem de habitat das orcas considerando cenário RCP8.5 do IPCC



Fonte: Kaschner *et al.* (2011).

Esses resultados falam de um Ártico em mudança, tanto em termos da presença das próprias orcas quanto em termos do impacto que o aumento da predação de orcas poderia ter nas teias alimentares do Ártico (KIMBER, 2021). Por ser uma espécie de vida longa com baixa taxa reprodutiva, as baleias beluga podem não ser capazes de se adaptar prontamente aos desafios induzidos pelas mudanças climáticas (CHOY; ROSENBERG; ROTH; LOSETO, 2017).

A quantidade de indivíduos em algumas populações no Ártico e os requisitos flexíveis de habitat das baleias beluga indicam que esta espécie pode não ser tão sensível às consequências ambientais das mudanças climáticas atuais e futuras como outros mamíferos marinhos do Ártico. No entanto, várias populações pequenas e isoladas nas margens do sul da área de distribuição das espécies podem ser vulneráveis ao aquecimento climático contínuo,

onde a perda de habitat em conjunto com os efeitos genéticos e demográficos de pequenos tamanhos populacionais pode comprometer a aptidão individual e a viabilidade populacional (O’CORRY-CROWE, 2009).

Em conjunto com esse ambiente em mudança, o uso humano no Ártico também está crescendo. Há um interesse crescente na exploração de petróleo, gás e outros recursos minerais e no transporte por águas árticas. O interesse pela pesca comercial, turismo e pesquisa científica também estão em ascensão. Previsões sobre impactos futuros para mamíferos marinhos e outras espécies são incertas devido a nossa compreensão limitada de futuras mudanças ambientais e antropogênicas; como os animais usam o Ártico e as ligações entre mudanças de habitat e dinâmica populacional, entre outros fatores. Como as baleias beluga responderão às rápidas mudanças ambientais é atualmente desconhecido, mas previsões informadas podem ser feitas com base em uma melhor compreensão de como as belugas atualmente interagem com seu ambiente (STAFFORD, 2018).

4 Considerações finais

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo sobre o impacto que as mudanças climáticas estão causando sobre as baleias Beluga do Mar de Beaufort. O trabalho se propôs a fazer um breve relato sobre as mudanças climáticas ocorridas na região do Ártico, bem como uma breve descrição sobre a baleia Beluga, para assim promover o entendimento sobre a situação das baleias que vivem nesse ambiente. Para isso, a pesquisa se prevaleceu da leitura de artigos científicos, jornais e sites acadêmicos e de pesquisas que abordam sobre essas mudanças.

Que há mudanças acontecendo rapidamente no Ártico, é indiscutível. As mais visíveis são as reduções na espessura e extensão do gelo marinho no período do verão. Mas há outras, como o aumento da força do vento e tempestades. As baleias beluga são as espécies mais abundantes de baleias dentadas no Ártico, sendo uma das principais espécies potencial indicadora da resposta dos mamíferos marinhos do Ártico às mudanças climáticas.

Um dos impactos causados pelas mudanças climáticas no habitat das belugas, foi a redução do bacalhau do Ártico, um dos principais alimentos da baleia, fazendo com que a espécie procure outro tipo de alimento. Isso implica em modificação corporal da baleia, prejudicando seu mergulho e conseqüentemente facilitando sua predação.

Ainda há muito o que se estudar sobre esses animais no Mar de Beaufort, para que possamos prever os impactos das mudanças que estão ocorrendo no Ártico. Esse conhecimento

será fundamental para adaptar estratégias de manejo para a conservação das populações de beluga e garantir sua segurança alimentar.

Referências

- AMMPA - Alliance of Marine Mammal Parks & Aquariums. **Beluga Whale**. 2017. Disponível em: <https://www.ammpa.org/sites/default/files/files/animalfactsheets/AMMPA-BelugaWhaleFactSheet-Portuguese-WEB.pdf>. Acesso em: 20 maio 2022.
- CHAMBAULT, P.; ALBERTSEN, C.; PATTERSON, T. A.; HANSEN, R. G.; TERVO, O.; LAIDRE, K. L.; HEIDE-JORGENSEN, M. P. Sea surface temperature predicts the movements of an Arctic cetacean: the bowhead whale. **Scientific Reports**, n. 8, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27966-1>. Acesso em: 1 jun. 2022.
- CHOY, E.S.; ROSENBERG, B.; ROTH, J.D.; LOSETO, L.L.; Inter-annual variation in environmental factors affect the prey and body condition of beluga whales in the eastern Beaufort Sea. **Mar Ecol Prog Ser.**, v. 579, p. 213-225, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3354/meps12256>. Acesso em: 7 jun. 2022.
- CHOY *et al.* Variation in the diet of beluga whales in response to changes in prey availability: insights on changes in the Beaufort Sea ecosystem. **Inter Research Science Publisher**, v. 647, p. 195-210, 2020. Disponível em: <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v647/p195-210>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- CORDEIRO, A. F. **Metodologias ativas: uma análise de trabalhos sobre práticas educativas no ensino de Ciências**. 2022. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.
- KASCHNER, K.; TITTENSOR, D. P.; READY, J., GERRODETTE, T.; WORM, B. Current and Future Patterns of Global Marine Mammal Biodiversity. **Journal Plos One**, [S.l.], v. 6, n. 5, e19653, 2011. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article/metrics?id=10.1371/journal.pone.0019653>. Acesso em: 12 jul. 2022.
- KASCHNER, K.; KESNER-REYES, K.; GARILAO, C.; SEGSCHNEIDER, J.; RIUS-BARILE, J. REES, T.; FROESE, R. **AquaMaps: Predicted range maps for aquatic species**. 2019. Disponível em: <https://www.aquamaps.org>. Acesso em: 12 jul. 2022.
- KIMBER, Brynn. Tracking killer whale movements in the Alaskan Arctic relative to a loss of sea ice. **The Journal of Acoustical Society of America**, v. 150, n. 4, 2021. Disponível em: <https://asa.scitation.org/doi/citedby/10.1121/10.0008306>. Acesso em: 12 jul. 2022.
- MARTINS, H. S. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.30, n.2, p. 289-300, maio/ago. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/4jbGxKMDjKq79VqwQ6t6Ppp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 jun. 2022.
- NATURAL EARTH. **Public domain map dataset available**. 2012. Disponível em: <https://www.naturalearthdata.com/downloads/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

NOAA CLIMATE.GOV. **Arctic Sea Ice Age. Data Snapshots Image Gallery**. 2022. EUA. Disponível em: <https://www.climate.gov/maps-data/data-snapshots/data-source/arctic-sea-ice-age>. Acesso em: 12 jul. 2022.

O’CORRY-CROWE, G. M. Beluga Whale: *Delphinapterus leucas*. In: PERRIN, W.F., WÜRSIG, B.G., THEWISSEN, J.G.M. (org.). **Encyclopedia of Marine Mammals**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123735539000304?via%3Dihub>. Acesso em: 7 jun. 2022.

O’CORRY-CROWE *et al.* Migratory culture, population structure and stock identity in North Pacific beluga whales (*Delphinapterus leucas*). **Journal POne**, [S.l.], v. 13, n. 3, e0194201, 2018. Disponível em: <http://www.sci-news.com/biology/beluga-whales-culture-family-ties-05896.html>. Acesso em: 3 jun. 2022.

PRAÇA, F. G. **Metodologia da pesquisa científica**: organização estrutural e os desafios para redigir o trabalho de conclusão. 2015. Revista eletrônica Diálogos acadêmicos. Disponível em: http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20170627112856.pdf. Acesso em: 21 jun. 2022.

SIMÕES, J. C.; JUNIOR, E. S.; ROSA, K. K. Consequências das rápidas mudanças ambientais no Ártico. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 9, n. 4. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233771/27317>. Acesso em: 2 jun. 2022.

SSO - SIMPÓSIO SOBRE OS OCEANOS. **Sumário para formuladores de políticas públicas segundo o simpósio sobre oceanos em um mundo com elevado CO2**. 2008. Disponível em: http://www3.inpe.br/igbp/arquivos/acidificacao_oceanica_revisao_Final_Jan_2011_lo_res.pdf. Acesso em: 9 jun. 2022.

STAFFORD, K. M.; FERGUSON, M. C.; HAUSER, D.W.; OKKONEN, S. R.; BERCHOK, C. L.; CITTA, J. J.; CLARKI, J. T.; GARLAND, E. C.; JONES, J.; SUYDAM, R. S. **Beluga whales in the western Beaufort Sea**: Current state of knowledge on timing, distribution, habitat use and environmental drivers. 2018. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967064516300807>. Acesso em: 7 jun. 2022.

WMO - World Meteorological Organization. **State of the Global Climate 2021**. 2022. Suíça. Disponível em: <https://www.arctic.gov/uploads/assets/state-of-the-global-climate-2021.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2022.