



Mamíferos Marinhos do Sul como plataformas de monitoramento ambiental integrando ecologia e oceanografia

A oceanografia necessita de dados contínuos e de longa duração para avaliar os efeitos que mudanças climáticas estão impingindo sobre os oceanos polares, e o Oceano Austral em particular. O monitoramento do ambiente polar é uma atividade de alto custo financeiro e de logística complicada que até recentemente foi baseado na obtenção de dados através de plataformas oceanográficas tradicionais: navios e boias (derivadores ou fundeio). Quando essas atividades são feitas, a partir de navios oceanográficos, elas geralmente obedecem traçados pré-definidos em linhas ou transectas, formando uma grade amostral em uma região específica, que requer tempo se aplicada a grandes áreas. Um complicador adicional a coleta de dados em navios nos ambientes polares é o fato de que essas observações ocorrem, geralmente, no período do verão. No inverno, além do custo elevadíssimo, há um sério problema causado pela expansão da calota de gelo que restringe a área de atuação de embarcações impedindo, significativamente, a coleta de dados. E esse é, exatamente, um dos períodos críticos nos modelos preditivos de clima, devido a lacuna de informação e do qual mais informação necessitamos.

Neste sentido, mamíferos marinhos, e os pinípedes, em especial, tem um papel

importante pela coleta de dados ambientais justamente no período de inverno. Pinípedes são espécies carismáticas, que despertaram nosso interesse sobre sua história natural (aspectos da biologia como reprodução, alimentação, fisiologia e distribuição), mas, também, sua potencial utilização pelos primeiros exploradores polares. As perguntas iniciais procuravam entender por que e por quanto tempo esses animais mergulhavam, aonde iam ao entrar na água e porque voltavam (ou não) aos mesmos lugares, ano após ano. As respostas a estas questões básicas revelam uma dualidade muito interessante, que também caracteriza as aves marinhas: mergulham por que precisam buscar alimento, mas, como são animais que respiram pelos pulmões, tem que subir à superfície para buscar oxigênio. Ou seja, respiração pulmonar é uma das várias adaptações que mamíferos marinhos como cetáceos e pinípedes apresentam para viver no meio aquático, uma atividade vital previsível e frequente que pode ser monitorada. Outra adaptação interessante diz respeito aos prolongados períodos de jejum quando vivem preferencialmente de reservas energéticas na forma de gordura subcutânea ("blubber").

Durante muito tempo, informações sobre as atividades de mergulho de mamíferos marinhos eram obtidas através de sensores de instrumentos que registravam

apenas o tempo e profundidade de mergulho Time and Depth Recorder (TDRs). Informações sobre a duração, profundidade, ângulo da descida e de subida, tempo de permanência no fundo, entre outros parâmetros só eram extraídas uma vez que estes instrumentos eram recuperados. Como pinípedes apresentam reprodução em terra e alimentação do mar, eles oferecem oportunidades adicionais para perguntas mais específicas devido a esta separação espaço-temporal de suas atividades biológicas.

A necessidade, ou mesmo a ideia, de se utilizar animais como plataformas de monitoramento ambiental é uma estratégia que está se concretizando cada vez mais. Ela se baseia no conhecimento biológico adquirido a partir de estudos de longa duração em terra ou durante migrações no mar, sobre o comportamento dessas espécies, suas necessidades fisiológicas e o seu comportamento pelágico (no mar quando buscam alimento). Desta forma, ao monitorar a necessidade de buscar alimento e assegurar sua sobrevivência, podemos avaliar o quão bem-sucedidos (ou não) eles foram, e estimar o que está acontecendo no ambiente em que eles transitam e vivem.

Houve um avanço considerável nas ferramentas utilizadas atualmente no monitoramento de pinípedes como o elefante-marinho e, conseqüentemente, uma me-



*Casal de elefantes-marinhos do sul, incluindo fêmea recém-instrumentada com rastreador satelital - SRDL na Ilha Elefante, Shetlands do Sul já de partida para iniciar o período de alimentação pelágica (forrageio) no Oceano Austral. (Fonte: Projeto MEOP-BR*1)*

lhoria significativa no tipo de informação que podemos obter, principalmente em períodos críticos como durante o inverno. O monitoramento desses animais aporta informações novas que despertam uma conscientização generalizada em termos científicos sobre a necessidade de trabalhar em grupo de forma complementar e multidisciplinar. Cabe ressaltar, entretanto, que estes dados precisam ser validados e complementados por plataformas de coleta de dados tradicionais (navios e boias). Essa tarefa é fundamental para possibilitar que os dados coletados, tanto por esses animais, atuando como monitores e avaliadores de ambiente, quanto por métodos tradicionais, contribuam significativamente para o aprimoramento de modelos climáticos.

Mas como levantamos esse tipo de informação? Atualmente, com o desenvolvimento tecnológico, surgiram rastreadores munidos de tecnologia satelital - (SRDL) que coletam os dados ambientais e os transmitem, quase em tempo real. O processo parece relativamente simples: instrumentar um animal, regressar ao laboratório e aguardar que a informação chegue.

Este processo é aparentemente uma simples receita de bolo e fácil de realizar. Será mesmo? A realidade dos fatos é outra: a parte mais desafiadora é justamente atrelar o instrumento ao animal certo no momento adequado. E esta é uma tarefa difícil que requer uma logística considerável. Entretanto, uma vez instrumentado o animal, é possível receber as informações desejadas que, quando disponíveis em grande quantidade, alimentam bancos de dados meteorológicos

que, por sua vez, alimentam modelos de previsão climática. As atividades descritas acima representam um esforço conjunto de cientistas de vários países do mundo durante a última década que culminou com o Projeto Marine Mammals Exploring the Oceans Pole to Pole (MEOP), durante o 4º Ano Polar Internacional. Foi uma iniciativa pioneira e notável contribuição que conseguimos obter com a ajuda dos animais, tornando-se um exemplo de atividade que foi posteriormente inserida como área de ação e atuação no Sistema de Observação do Oceano Austral - Southern Ocean Observing System (SOOS). Portanto, a ideia de utilização de mamíferos marinhos como plataformas de monitoramento ambiental está consolidada, e cabe a nós, dar continuidade a esta nova maneira de se fazer ciência.



*Foca-caranguejeira (*Leptonychotes weddelli*) descansando nas praias da Ilha Elefante, Shetlands do Sul (Fonte: Projeto MEOP-BR*1)*

Atualmente, existem registros de elefantes-marinhos, focas-de-Weddell e focas-caranguejeiras e diferentes espécies de baleias que foram instrumentados com rastreadores e coletaram informações sobre temperatura, salinidade e profundidade do ambiente durante seus deslocamentos e enviaram os dados coletados por satélite. Além de produzir informações ambientais usadas na previsão climática, os dados coletados durante estes deslocamentos realizados na busca por alimentos, permitem localizar áreas produtivas, que são exatamente o tipo de informação que desejamos obter e avaliar. É possível, por exemplo, ter registros de trajetórias e alguma indicação de áreas de maior residência desses organismos. Desta forma, o acompanhamento de atividade de alimentação/forrageio realizada por diferentes espécies, nos dá um entendimento de como eles estão explorando o ambiente e a possível localização de áreas importantes, ecologicamente significativas, que deveriam ser estudadas, protegidas e preservadas. Essas áreas de maior residência vão indicar áreas preferenciais de alimentação. Temos conhecimento de áreas preferenciais de alimentação de mamíferos marinhos, associadas à concentração de "krill", como exemplo, a área do Estreito de Gerlache, junto à Península Antártica, com significativa concentração de baleias e outras espécies de predadores antárticos.

Outro aspecto da utilização de animais como amostradores ambientais está ligado à diversidade de comportamento e preferência alimentar destes organismos, o que nos permite utilizar diferentes espécies para amostrar diferentes locais. Temos, por exemplo, indicativos de alimentação em

áreas distintas por parte de elefantes-marinhos, focas-de-Weddell e focas-caranguejeiras. Estas três espécies têm distribuição em áreas distintas que apresentam diferenças em batimetria e distância da costa (sobre a plataforma continental, no talude e em mar aberto) que, também, refletem condições oceanográficas distintas e muito provavelmente fauna (alimentação) diferenciada. Dependendo do objetivo de determinado estudo, podemos utilizar cada uma destas espécies como amostradores específicos ou para um estudo mais integrado, uma combinação de indivíduos (e, consequentemente, de amostradores). Esse tipo de estudo é fundamental e pode servir de precursor no estabelecimento de áreas de conservação/ áreas protegidas nas iniciativas que estão sendo propostas em órgãos internacionais.

Parte dos trabalhos realizados até o momento tiveram atividades financiadas por projetos no âmbito do 4º Ano Polar Internacional, para o qual o Brasil apoiou e financiou projetos específicos. Desta forma, é gratificante constatar que com apoio do governo brasileiro conseguimos monitorar, durante três anos, animais na região antártica, enquanto nossos parceiros estudaram mamíferos marinhos na região ártica, num projeto de colaboração entre nove países, de natureza multidisciplinar e multinacional, evidenciando a necessidade de trabalharmos em rede.

As características físico-químicas do ambiente polar amostradas a partir de mamíferos marinhos foram descritas e utilizadas para integrar modelos para determinar a estrutura e o funcionamento do ambiente, num período determinado, durante o qual informações adicionais obtidas por técnicas tradicionais foram, também, coletadas, ainda que somente no verão. Uma experiência interessante ocorreu quando dois animais que rastreamos, instrumentados na Ilha Elefante, estavam passando pelas proximidades da Plataforma de Wilkins, quando houve ruptura de parte dessa estrutura. Dados coletados por estes animais (e outros animais do Projeto MEOP) mostraram o que ocorreu com a coluna d'água no momento da quebra da plataforma, bem como momentos antes e depois. Foi uma casualidade impossível de ser prevista ou programada, mas evidencia a grande vantagem de utilizarmos animais para esse tipo de pesquisa. É fundamental, por exemplo, utilizar a informação que os predadores-topo estão coletando para compreendermos melhor essa dinâmica durante períodos em que observações tradicionais não estão disponíveis, como no inverno.



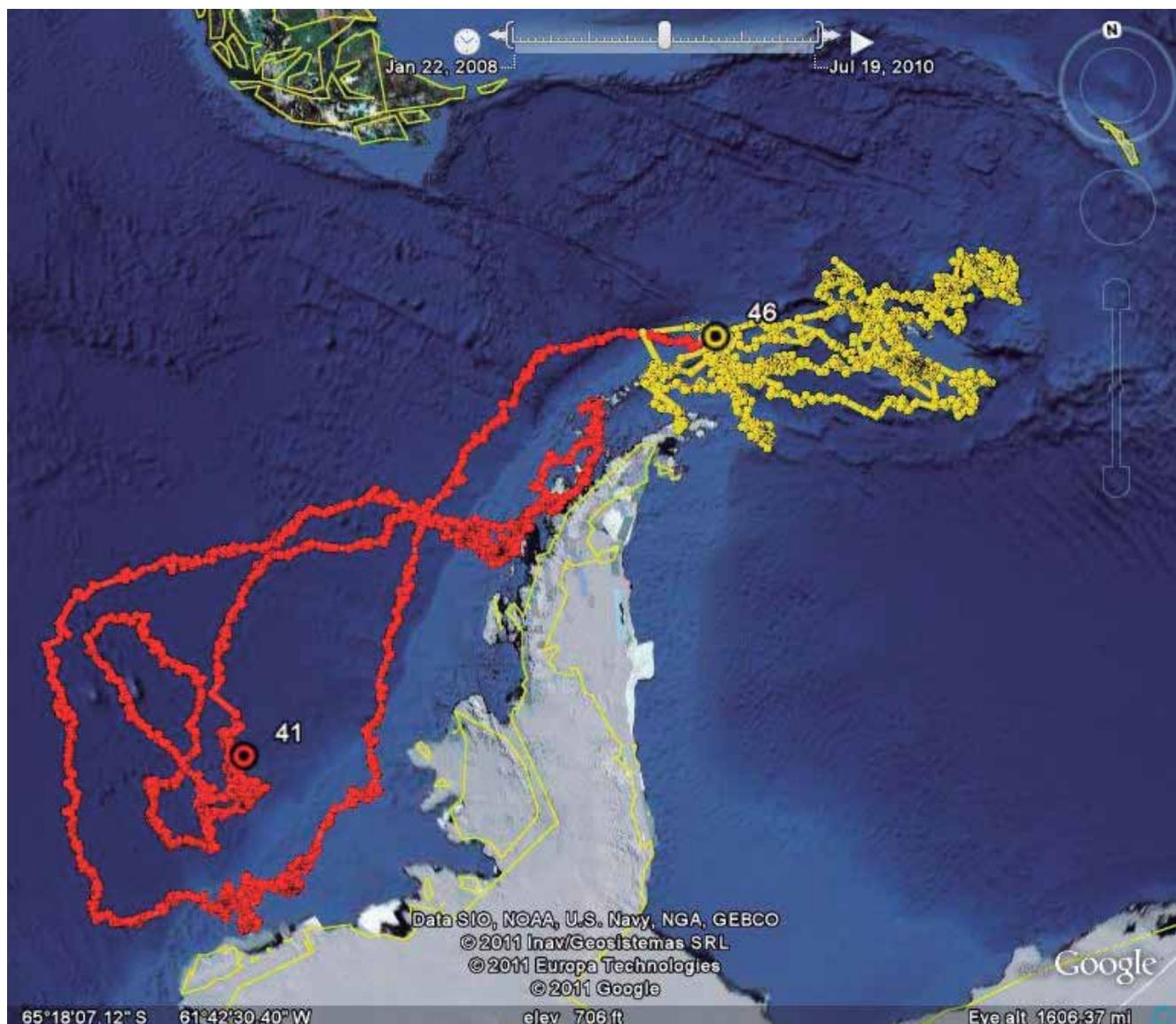
*Grupo de lobos-marinhos antárticos (Arctocephalus gazella) Ilha Elefante, Shetlands do Sul) partindo para iniciar o período de alimentação pelágica (forrageio) no Oceano Austral. (Fonte: Projeto MEOP-BR*1)*

A cadeia trófica no ambiente antártico é curta, apesar de ser altamente complexa. E por ser uma cadeia curta, qualquer desequilíbrio pode trazer consequências sérias para vários atores, inclusive para o homem. É fundamental compreender o funcionamento dessa cadeia trófica e comparar o que ocorre em áreas contrastantes como, por exemplo, entre áreas onde é possível detectar alguma manifestação de aquecimento com áreas onde isso não ocorre.

Além disso, não podemos esquecer a questão das teleconexões. E, o que seriam teleconexões? Basicamente a relação entre ambientes geograficamente distantes, como o ambiente Austral e a América do Sul (mais especificamente, o Brasil). Nesse aspecto, não apenas a influência do ambiente Austral sobre a agricultura e o clima do Brasil ou da América do Sul, mas, também, como o Brasil ou a América do Sul influenciam o Oceano Austral, seja através da produção de gases de efeito-estufa, poluição ou exploração de recursos vivos. Através do monitoramento de espécies de mamíferos marinhos

antárticas é possível entender o que está ocorrendo no ambiente polar no momento em que processos ocorrem aqui, de maneira anômala ou não. Então, a conectividade está presente até mesmo nesse tipo de investigação. É possível e necessário manter vigilância na Antártica como forma de compreender o que está acontecendo tanto no ambiente antártico como no continente sul-americano. Não podemos esquecer que estudos desta natureza já vêm sendo realizados no âmbito do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR) e que, nesse sentido, tem um papel fundamental na promoção do conhecimento dessas relações.

As informações apresentadas aqui são o resultado de esforços conjuntos, da atuação em redes de pesquisa nacionais e internacionais, do financiamento de várias agências e, principalmente, da contribuição individual de muitas pessoas. Uma geração de pesquisadores de mamíferos marinhos, apaixonados pelo trabalho e preocupados genuinamente com a sobrevivência das espécies, empenhou-se em buscar novas



Localização de perfis de CTDs coletados no Oceano Austral em 2008. Monitoramento de elefantes-marinhos-do sul (*Mirounga leonina*) pelo Projeto MEOP-BR demonstrando a amplitude de deslocamento dos indivíduos rastreados.

fronteiras e uma nova maneira de estudar não só os organismos, mas o meio ambiente em que eles vivem. Atividades em ambientes extremos como o ambiente polar no entanto requerem além de muito recurso, experiência e conhecimento, um apoio logístico considerável. No caso específico do Projeto “Mamíferos Marinhos como Plataformas de Monitoramento Ambiental de Pólo a Pólo” (MEOP-BR) temos uma enorme gratidão às equipes dos projetos com quem trabalhamos e que permitiram que essa grande iniciativa fosse levada a cabo com sucesso e, na verdade, servisse de modelo para novas parcerias que estão sendo firmadas mundo a fora. Nossas agências financiadoras MCTIC/CNPq, MEC/CAPES, assim como a SECIRM, a Marinha do Brasil e a Universidade Federal do Rio Grande (FURG) - que nos dá apoio incondicional - foram essenciais ao sucesso alcançado. Nossas famílias, que compartilham de nosso compromisso, também tiveram papel importante nesta trajetória.

Vivemos um momento importante na Ciência Antártica Brasileira, no qual contamos com o reconhecimento da comunidade internacional para os estudos que estamos realizando. Assim como o estudo de efeitos de mudanças climáticas requer séries temporais de longo prazo obtidas de maneira sistemática e constante, a Ciência Antártica Brasileira precisa de estabilidade e diretrizes. Um grande passo foi dado com a criação de uma Política Nacional para Assuntos Antár-

ticos (POLANTAR), mas será necessário um esforço constante para que os programas de pesquisa e suas diretrizes sejam apoiados sempre através dos Planos Plurianuais de Ação (PPAs) e programas temáticos.

Artigo: Mônica Muelbert, doutora em oceanografia biológica, membro do Grupo de Especialistas em Aves e Mamíferos Marinhos do Scientific Committee for Antarctic Research (SCAR-EGBAMM) e pesquisadora do IO-FURG.



Professora Mônica Muelbert