

Conservação de aves marinhas no Brasil

AVES MARINHAS NO BRASIL: DESAFIOS PARA A CONSERVAÇÃO

Guilherme Tavares Nunes^{1}, Márcio Amorim Efe², Patricia Pereira Serafini³ & Leandro*

Bugoni⁴

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos, Av. Tramandaí, nº 976, Centro, CEP 95625-000, Imbé, RS, Brasil.

² Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Laboratório de Bioecologia e Conservação de Aves Neotropicais, Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro do Martins, CEP 57072-970, Maceió, AL, Brasil.

³ Universidade Federal de Santa Catarina, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres, Rodovia Mauricio Sirotsky Sobrinho, SC 402, Km 1, CEP 88053-700, Florianópolis, SC, Brasil.

⁴ Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Ciências Biológicas, Laboratório de Aves Aquáticas e Tartarugas Marinhas, Av. Itália, Km 8, Carreiros, CEP 96203-900, Rio Grande, RS, Brasil.

E-mails: tavares.nunes@ufrgs.br (*autor correspondente); marcio_efe@yahoo.com.br; patricia.serafini@icmbio.gov.br; lbugoni@yahoo.com.br

Resumo: As aves marinhas compõem 3,5% das aves existentes, com adaptações altamente especializadas para a vida nos oceanos. Aproximadamente um terço dessas espécies ocorre no Brasil, devido à vasta extensão de costa, com 7000 km ao longo de 40° de latitude, além de ilhas costeiras e oceânicas. Apesar de sua longa e peculiar história evolutiva, as aves marinhas estão entre os vertebrados com maior risco de extinção devido às atividades humanas. Nesta síntese, discutimos as principais ameaças e ações para a conservação das aves marinhas no Brasil visando à sensibilização e esclarecimento da sociedade, gestores ambientais e governo. Dentre as ameaças atuais, destacam-se a captura incidental em pescarias, a poluição marinha, a predação por espécies introduzidas, a degradação do habitat e a perturbação humana em colônias e áreas de descanso. Ameaças futuras compreendem atividades humanas emergentes, como a instalação de turbinas eólicas no mar. Para mitigar essas ameaças, diversas ações de conservação têm sido

implementadas no âmbito de dois planos de ação nacional, incluindo um específico para os albatrozes e petréis, e outro geral, para as demais aves marinhas ameaçadas. Essas ações incluem o estabelecimento de medidas mitigadoras da captura na pesca, a erradicação de espécies invasoras, o monitoramento de colônias e campanhas de sensibilização. O cenário atual, em geral, é preocupante e necessita ações de órgãos governamentais, incluindo a alocação de recursos e equipes para fiscalização de atividades impactantes e atenção ao licenciamento de empreendimentos no mar. Da sociedade é esperada maior sensibilização quanto aos problemas de conservação das aves marinhas, além de cuidados durante atividades turísticas em áreas de descanso ou próximo às colônias, consumo consciente e descarte apropriado de resíduos.

Palavras-chave: captura incidental; contaminação; degradação do habitat; espécies exóticas invasoras; planos de ação nacional.

SEABIRDS IN BRAZIL: CHALLENGES FOR CONSERVATION: Seabirds make up 3.5% of the existing birds, with highly specialized adaptations for life in the oceans. In Brazil, with a vast stretch of coast along 40° latitude and 7000 km, in addition to coastal and oceanic islands, approximately one third of the seabird species occur. Despite its long and peculiar evolutionary history, this group is among the vertebrates with highest risk of extinction, due to human activities. In the current synthesis we present threats and actions for seabird conservation in Brazil aiming raise awareness in the society, environmental managers, and government on the topic. Among the current threats are incidental capture in fisheries, marine pollution, predation by introduced species, habitat degradation, and human disturbance in colonies and resting areas. Future threats comprise emerging human activities such as the installation of offshore wind turbines. To mitigate these threats, several conservation actions have been implemented under two national conservation action plans, including one specific to albatrosses and petrels and another general to other threatened seabird species. Conservation actions in Brazil include the establishment of measures to mitigate the capture in fisheries, the eradication of invasive species,

monitoring of colonies and awareness campaigns. In general, the current scenario is worrying and requires actions from governmental agencies, such as to allocate resources and teams to inspect activities which are known to impact seabirds, such as fishing, as well as closely monitor the licensing of at sea activities. From the society, it is expected a greater awareness of the problems regarding seabird conservation, as well as care when performing tourist activities in resting areas or near colonies, in addition to conscious consumption and appropriate waste disposal.

KEYWORDS: bycatch; contamination; habitat degradation; invasive alien species; national action plans.

INTRODUÇÃO

A vida das aves nos oceanos representa uma jornada repleta de desafios, onde a sobrevivência é uma permanente batalha e requer estratégias peculiares. As aves marinhas, aquelas que usam e interagem com o ambiente marinho toda ou parte de sua vida (Harrison *et al.* 2021), apresentam diversas adaptações morfológicas e fisiológicas, envolvidas na natação, no mergulho, no voo, na ingestão e processamento do alimento e no transporte desse para os filhotes nos ninhos (localizados sempre em terra), e na obtenção de água doce e eliminação do excesso de sal (Schreiber & Burger 2001). Essas adaptações surgiram ao longo dos últimos 100 milhões de anos (Lovette 2016), em linhagens evolutivas independentes que compõem, atualmente, o grupo das aves marinhas. Os desafios do ambiente marinho são potencializados quando falamos em organismos que retiram seu oxigênio do ar, mas obtêm o alimento que está abaixo da superfície do mar e dependem do ambiente terrestre para a postura dos ovos e criação dos filhotes. Assim, a natureza moldou organismos com características únicas, tais como os pinguins, aves que perderam a capacidade de voo para melhor explorar o ambiente aquático e que podem mergulhar a mais de 500 m de profundidade (Wienecke *et al.* 2006); os albatrozes, que podem ter envergaduras (distância entre as pontas das asas estendidas) acima dos 3,5 m, para planarem com os fortes ventos oceânicos, permitindo, por exemplo, darem várias voltas na Antártica entre

estações reprodutivas (Weimerskirch *et al.* 2015); os atobás, que tiveram suas narinas externas fechadas e o pescoço reforçado para suportar o impacto de mergulhos a cerca de 100 km/h (Chang *et al.* 2016); e as fragatas, que possuem a menor carga de asa (razão de massa corporal sobre área de asa) entre todas as aves, tornando o voo tão fácil que chegam a dormir enquanto sobrevoam os mares para obter seu alimento do mar sem tocar na água (Rattenborg *et al.* 2016). Com alta mobilidade, exploram amplas áreas dos oceanos durante as longas migrações, as mais longas conhecidas no Reino Animal (Fijn *et al.* 2013), mas também nas viagens de forrageio durante a reprodução e busca de alimento para os filhotes (*e.g.* Leal *et al.* 2017). Apesar dessa elevada mobilidade, as aves marinhas tendem a se reproduzir sempre no mesmo lugar, uma característica conhecida como filopatria reprodutiva (Schreiber & Burger 2001). Ainda, possuem alta longevidade (até 70 anos de idade), baixa fecundidade (tão baixa quanto 1 ovo a cada 2 anos) e relação monogâmica, características típicas de organismos K-estrategistas (Schreiber & Burger 2001). Somam-se a isso importantes características fisiológicas, como a glândula de sal, posicionada no entorno dos olhos, a partir da modificação de glândulas lacrimais, e que extrai o excesso de sal do alimento e da água (McWilliams *et al.* 2016); a excelente capacidade olfatória, utilizada para detectar alimento a quilômetros de distância no mar ou encontrar tocas à noite no interior de florestas onde algumas espécies fazem seus ninhos; e as baixas taxas de batimento cardíaco em espécies mergulhadoras, podendo reduzir a apenas seis batimentos por minuto nos longos mergulhos dos pinguins (Meir *et al.* 2008). Embora ocupem os oceanos desde o Cretáceo (Gill & Prum 2019), as aves marinhas não têm obtido sucesso similar nos últimos séculos frente às ações humanas, as quais têm sido devastadoras, de forma direta ou indireta, no mar e em terra.

Atualmente, as aves marinhas estão distribuídas em diversas ordens, sendo três exclusivamente marinhas: Sphenisciformes (pinguins, 18 espécies), Procellariiformes (albatrozes, petréis e pardelas, 144 espécies) e Phaethontiformes (rabos-de-palha, 3 espécies) (Figura 1). Outras ordens possuem representantes estritamente marinhos, mas também continentais ou até mesmo terrestres, como os Pelecaniformes (pelicanos e afins, com 2 espécies

marinhas, mas que inclui garças, socós, íbis e colhereiros), os Suliformes (atobás, biguás, fragatas, com 46 espécies marinhas, mas que inclui muitos biguás de águas interiores e biguatingas), os Charadriiformes (gaivotas, trinta-réis ou andorinhas-do-mar, talha-mar, dentre vários outros, 149 espécies marinhas e diversas não marinhas). E, por fim, Anseriformes (os patos, 26 espécies marinhas), que não ocorrem no Brasil, e Podicipediformes (mergulhões, com 7 espécies marinhas). Como um guia de identificação completo e atual, Harrison *et al.* (2021) listam 434 espécies globalmente, porém incluem muitos representantes limícolas, e cerca de 400 espécies efetivamente marinhas. As dificuldades de persistir em um ambiente hostil (com tempestades, sem água doce e com alimento de difícil localização e obtenção) e variável no espaço e no tempo, podem ser evidenciadas no reduzido número de espécies, as quais representam uma proporção pequena do total de aves existentes, se considerarmos que os oceanos e mares ocupam mais de 70% da superfície terrestre (Lovelock & Rapley 2007).

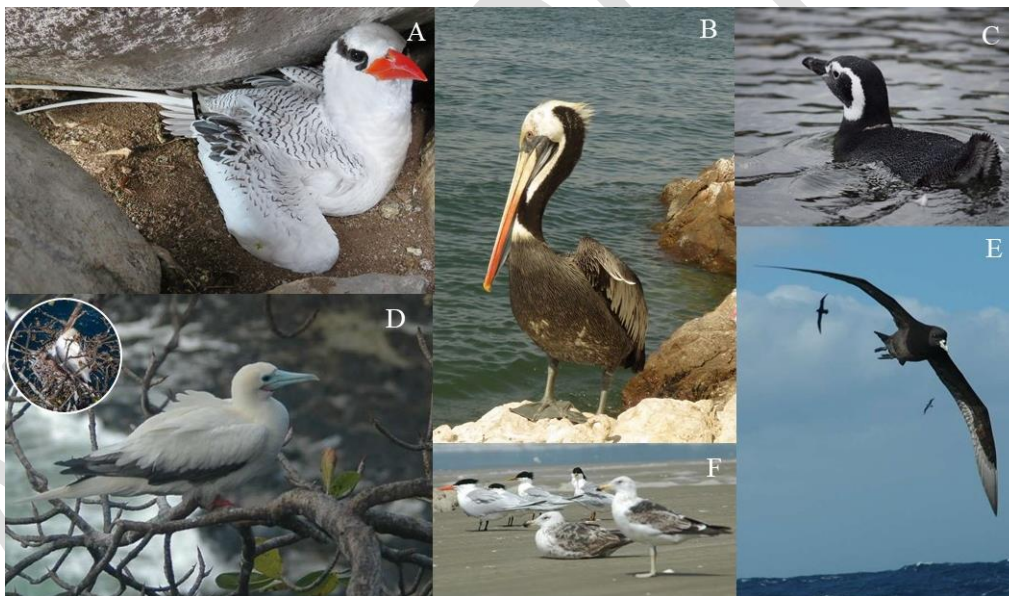


Figura 1. Representantes das ordens de aves marinhas ocorrentes no Brasil: **A)** Phaethontiformes – rabos-de-palha; **B)** Pelecaniformes – pelicanos; **C)** Sphenisciformes, pinguins; **D)** Suliformes – biguás, atobás e fragatas; **E)** Procellariiformes – albatrozes e petréis; **F)** Charadriiformes – gaivotas, mandriões, trinta-réis. Créditos: Guilherme Tavares Nunes (foto A); Fernando Faria (foto B); Patrícia Pereira Serafini (foto C); Leandro Bugoni (fotos D, E e F).

Figure 1. Representatives of the seabird orders occurring in Brazil: **A)** Phaethontiformes – tropicbirds; **B)** Pelecaniformes – pelicans; **C)** Sphenisciformes – penguins; **D)** Suliformes – cormorants, boobies and frigatebirds; **E)** Procellariiformes – albatrosses and petrels; **F)** Charadriiformes – gulls, skuas and terns. Credits: Guilherme Tavares Nunes (photo A); Fernando Faria (photo B); Patrícia Pereira Serafini (photo C); Leandro Bugoni (photos D, E and F).

No Brasil, há pelo menos 100 espécies ocorrentes (Pacheco *et al.* 2021), residentes ou migratórias (Mancini *et al.* 2016, Somenzari *et al.* 2018), o que representa 1/4 das espécies de aves marinhas do mundo. No entanto, esse número parece não estar estabilizado, dado o registro recente de diversas espécies vagantes em território brasileiro ou registradas através de técnicas de rastreamento remoto (Figura 2; Pacheco *et al.* 2021). A alta riqueza de espécies no Brasil resulta da extensa e heterogênea costa brasileira, das ilhas oceânicas, ou seja, fora da plataforma continental, que incluem Trindade e Martin Vaz, Fernando de Noronha, São Pedro e São Paulo e o Atol das Rocas; além de Abrolhos, este último já sobre a plataforma continental (Mancini *et al.* 2016). Por sua vez, as águas territoriais do sul e sudeste, e do extremo norte, junto à foz do Rio Amazonas, abrigam predominantemente espécies migratórias (Daudt *et al.* 2019).

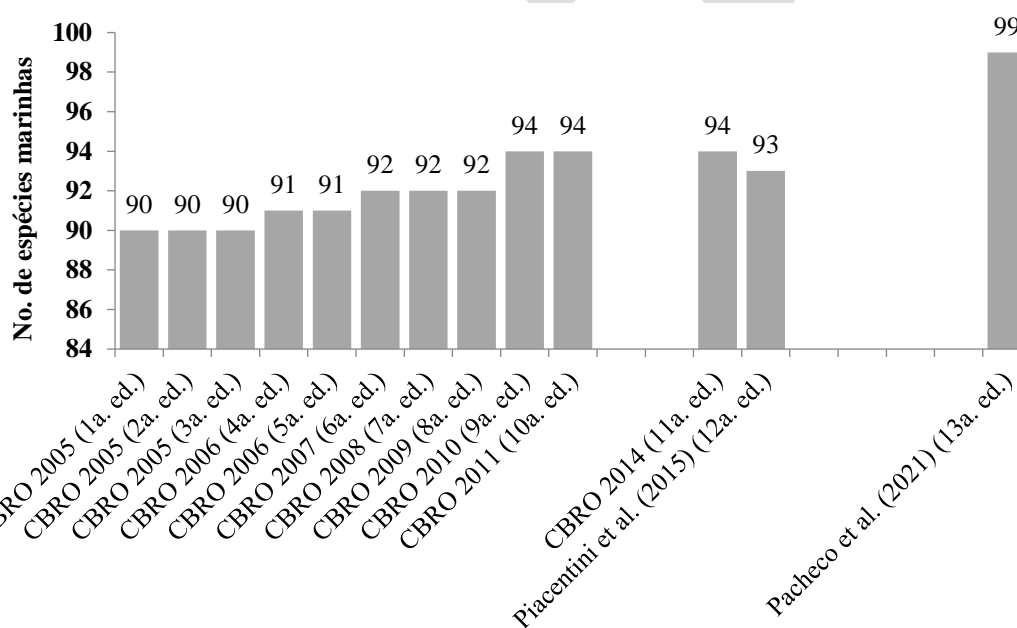


Figura 2. Número cumulativo de espécies de aves marinhas registrados no Brasil, de acordo com as listas oficiais do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO), entre 2005 e 2021.

Figure 2. Cumulative number of seabird species recorded in Brazil, according to the official lists of the Brazilian Committee of Ornithological Records (CBRO), between 2005 and 2021.

Embora sejam altamente adaptadas para viver nos oceanos, todas as aves marinhas dependem do ambiente terrestre para a reprodução, como ilhas ou áreas costeiras, onde também

existem importantes ameaças à conservação (Dias *et al.* 2019). Devido às características de organismos K-estrategistas, reduções populacionais são difíceis de serem revertidas. Algumas populações monitoradas durante longos períodos mostraram diminuição de cerca de 70% na segunda metade do século XX como consequência de uma série de ameaças como, por exemplo, a predação por espécies exóticas invasoras e a captura incidental em pescarias (Paleczny *et al.* 2015). Atualmente, as aves marinhas compõem o grupo mais ameaçado entre todas as aves (Dias *et al.* 2019). Além da perda de biodiversidade com a extinção de espécies de aves marinhas, as reduções populacionais também refletem na perda de importantes serviços ecossistêmicos. As aves marinhas contribuem de diversas formas para o bom funcionamento dos ambientes marinhos, desde o controle do crescimento populacional do zooplâncton (Savoca & Nevitt 2014) até o fornecimento de nutrientes que aumentam a produtividade de recifes de coral (Graham *et al.* 2018), a abundância de algas e a biomassa de peixes (Benkwitt *et al.* 2019). Ao transportar nutrientes desde as áreas de alimentação, podem aumentar em até 100 vezes a disponibilidade de nitrogênio para os organismos terrestres que ocorrem em suas áreas de reprodução (Mulder *et al.* 2011). Além disso, contribuem para a regulação climática através da amônia excretada em suas fezes (Croft *et al.* 2016). Por fim, devido à sua ampla distribuição nos oceanos e posterior retorno às áreas de reprodução, desempenham um importante papel como sentinelas para compreendermos mudanças ambientais, bem como representam grandes oportunidades para sensibilizar a sociedade quanto à conservação marinha.

Uma vez que muitas das ameaças globais ocorrem também no Brasil, em terra e no mar, consideramos oportuno um documento acerca do estado atual das pesquisas sobre ameaças e conservação das aves marinhas no país, juntamente com as ações de conservação em desenvolvimento. Gestores ambientais, tomadores de decisões, estudantes e profissionais da área ambiental podem beneficiar-se da descrição do cenário atual e das oportunidades de ações para mitigar as ameaças, ao mesmo tempo em que buscamos disseminar a temática na sociedade em geral e apontar caminhos a seguir, baseados nos planos de ação nacional.

PRINCIPAIS AMEAÇAS

Historicamente, as principais ameaças foram a coleta de ovos e adultos nas colônias, para obtenção de alimento, penas e óleo, bem como a destruição ou degradação das ilhas onde se reproduzem, através da introdução de espécies exóticas, como cães, gatos, cabras, porcos, coelhos e ratos (Schreiber & Burger 2001). Mais recentemente, as capturas incidentais em pescarias industriais, poluição marinha, mudanças climáticas e perturbação pela presença humana em áreas de nidificação e/ou descanso são as principais ameaças (Dias *et al.* 2019, Young & Vanderwerf 2023).

As pescarias são uma ameaça direta e indireta às aves marinhas. Indiretamente, porque a maioria das aves marinhas alimenta-se de presas também pescadas por humanos, o que resulta em competição e conflito pelas espécies-alvo e a diminuição populacional drástica em algumas Famílias de aves. Além da competição pelo alimento, que impede populações de aves de retornarem aos tamanhos pré-exploração, a remoção de grandes predadores pelágicos tais como tubarões e atuns, reduz a disponibilidade de presas. Estes predadores encurralam pequenos peixes e lulas na superfície do oceano, onde ficam disponíveis para petréis, pardelas, fragatas e andorinhas-do-mar (Bugoni & Vooren 2001, Michel *et al.* 2022). Já a captura incidental é um impacto direto e ocorre devido à sobreposição espacial e temporal entre áreas de alimentação das aves marinhas e as áreas de atuação da frota pesqueira. As iscas utilizadas pela pesca com anzóis e os descartes gerados na forma de vísceras ou peixes sem interesse comercial atraem as aves, muitas vezes propiciando acesso a alimentos que, de outra forma, estariam indisponíveis. A alimentação sobre descartes pode gerar desequilíbrio ecológico, como o aumento de populações de aves que se utilizam desta fonte (*e.g.* Votier *et al.* 2004), ou a alteração na estrutura das comunidades de aves, conforme demonstrado em alto mar para albatrozes e petréis no Brasil (Bugoni *et al.* 2010).

Técnicas de pesca sem nenhuma ou com limitadas medidas de mitigação de captura têm ocasionado a morte de centenas de milhares de aves marinhas anualmente. Apenas na pescaria de espinhel pelágico, uma arte destinada à captura de grandes predadores como atuns, tubarões e

espadartes, que utiliza uma linha-mestra de onde partem linhas secundárias equipadas com anzóis e iscas, estima-se globalmente uma mortalidade anual entre 160.000 e 320.000 aves marinhas, majoritariamente albatrozes (Anderson *et al.* 2011). No Brasil, a sobreposição entre a pescaria de espinhel pelágico e áreas de alimentação de albatrozes e petréis resulta na captura de uma ave a cada 2.000 anzóis lançados ao mar (Bugoni *et al.* 2008). Além da captura incidental, recentemente foram compiladas informações sobre mutilações e lesões em albatrozes e petréis no sul do Brasil provocadas intencionalmente ou por manuseio inadequado das aves a bordo (Figura 3; Gianuca *et al.* 2020). Redes de pesca também podem ser desastrosas para a conservação de aves marinhas. Das 18 espécies de pinguins existentes, 14 são capturadas incidentalmente em redes de pesca (Crawford *et al.* 2017). O Brasil contribui para essa estatística, no extremo sul, com a captura de cerca de quatro pinguins-de-Magalhães (*Spheniscus magellanicus*) por lance em redes de emalhe de fundo e de deriva, sendo que cada embarcação lança o petrecho de pesca cerca de duas vezes por dia (Cardoso *et al.* 2011). Mais preocupante, todavia, é a pesca de emalhe responsável direta pela redução da toninha (*Pontoporia blainvillei*) e de tubarões, também ameaçados de extinção, e que também captura predominantemente pinguins fêmeas, que durante a migração se deslocam mais para o norte. Isso causa um desbalanço entre os sexos e compromete a reprodução, pois os machos que retornam da migração não encontram fêmeas disponíveis nas colônias da Patagônia (Fogliarini *et al.* 2019). Os números são alarmantes, mas ainda podem estar subestimados devido à ausência de monitoramento da pesca e de um programa de observadores de bordo em nível nacional há mais de uma década.

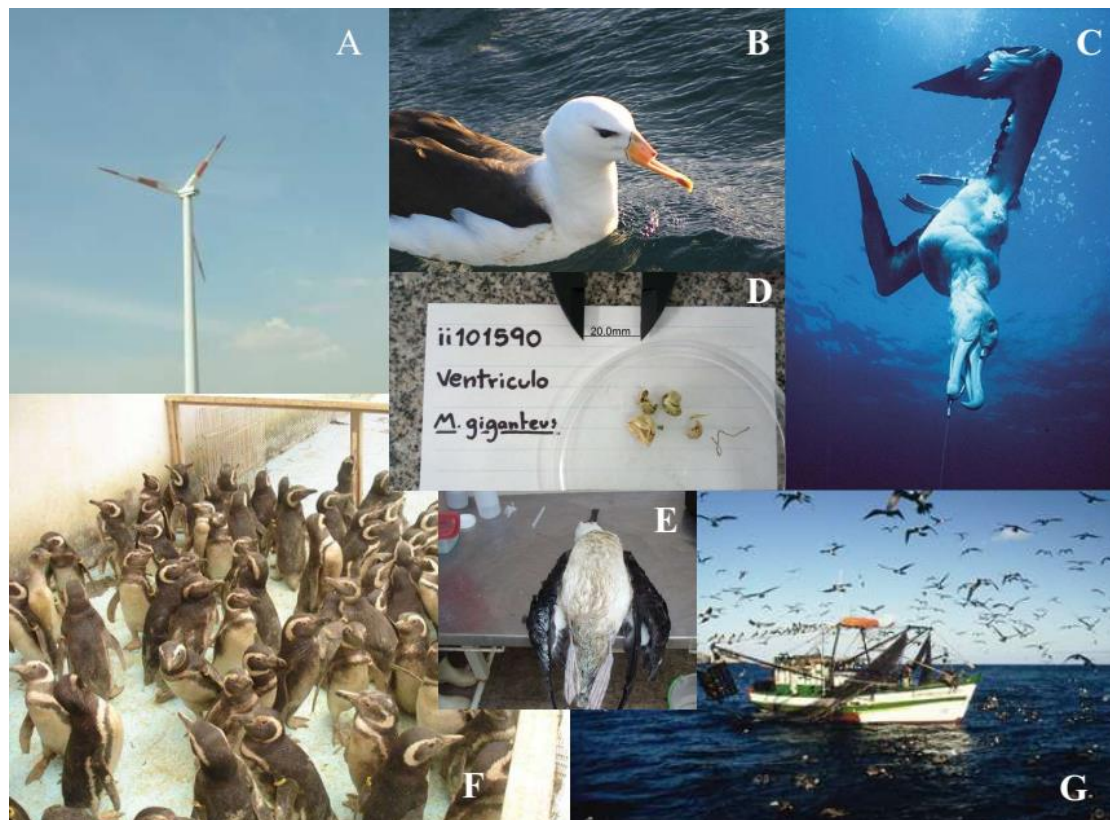


Figura 3. Principais ameaças enfrentadas no mar por aves marinhas no Brasil: A) Eólicas *offshore* e na região costeira – aerogerador no Rio Grande do Sul; B) Albatroz mutilado após interação com a pesca industrial; C) Mortalidade de aves marinhas pela captura incidental na pesca; D) Poluição marinha (plástico nos oceanos) – fragmentos plásticos encontrados no trato gastrointestinal de petrel-gigante encalhado morto no litoral de Santa Catarina; E) Poluição (plástico, metais, orgânica, óleo, luminosa, sonora) – albatroz juvenil encalhado morto no litoral de Santa Catarina; F) Poluição (óleo) – grupo de pinguins-de-magalhães adultos oleados no litoral de Santa Catarina; G) Interação com descartes de pesca industrial. Créditos: Patrícia P. Serafini (fotos A, D, E, F); Nicholas W. Daudt/Projeto Albatroz (foto B); Guy Marcovaldi/Projeto Albatroz (foto C); Leandro Bugoni (foto G).

Figure 3. Main threats faced at sea by seabirds in Brazil. A) Offshore and coastal wind power – wind turbine in Rio Grande do Sul; B) Mutilated albatross after interaction with industrial fishing; C) Seabird mortality by incidental capture in fisheries; D) Pollution (plastic in the oceans) – plastic fragments found in the gastrointestinal tract of a stranded dead southern giant petrel at Santa Catarina coast; E) Marine pollution (plastic, metals, organic, oil, light, noise) – stranded dead juvenile albatross on Santa Catarina coast; F) Pollution (oil) – group of oiled adult Magellanic penguins on the coast of Santa Catarina; G) Interaction with industrial fishing discards. Credits: Patrícia P. Serafini (photos A, D, E, F); Nicholas W. Daudt/Projeto Albatroz (photo B); Guy Marcovaldi/Projeto Albatroz (photo C); Leandro Bugoni (photo G).

Também no mar, as aves marinhas deparam-se com diversos tipos de poluição que diminui a qualidade de seus habitats de alimentação. Resíduos plásticos confundem as aves, organismos com elevada capacidade olfativa, atraídas pelo dimetilsulfeto, substância produzida pelo fitoplâncton, neste caso aderido ao plástico flutuante. Assim, o biofilme em peças plásticas resulta

em odores que mimetizam o alimento e são ingeridas equivocadamente (Robuck *et al.* 2022). Com as áreas de alimentação das aves marinhas ao longo da costa brasileira poluídas por plástico (Robuck *et al.* 2022), espera-se um crescente número de registros de interações negativas entre aves e plásticos, como tem sido reportado na bibliografia desde o final da década de 1980 (Azevedo & Schieller 1991), com incremento da incidência em anos recentes (Nascimento *et al.* 2022, Daudt *et al.* 2023). A destinação incorreta de materiais plásticos representa um problema emergente para a conservação de aves marinhas. O crescimento da produção global de plástico é exponencial e, em 2015, ultrapassou as 350 milhões de toneladas produzidas (Geyer *et al.* 2017). Devido à destinação incorreta desses materiais, estima-se que até 2,7 milhões de toneladas chegam anualmente nos oceanos através de rios – mais de uma caçamba com 5 toneladas de plástico entrando por minuto no mar (Meijer *et al.* 2021). A ingestão de plástico e a consequente obstrução ou lesões no trato gastrointestinal vêm causando a mortalidade das aves (Roman *et al.* 2019). Mas os danos também podem ser fisiológicos e sub-letais, uma vez que os aditivos químicos dos plásticos atuam como disruptores endócrinos, com potencial de afetar a reprodução e o desenvolvimento (Tanaka *et al.* 2020).

Outras formas de poluição também diminuem a qualidade dos habitats de forrageio no Brasil. O rompimento da barragem de Fundão, em Mariana-MG, lançou na foz do Rio Doce e em suas adjacências, em novembro de 2015, rejeitos de mineração contendo arsênio, cádmio, mercúrio, chumbo, entre outros elementos que podem ser tóxicos em altas concentrações (Hatje *et al.* 2017). Os rejeitos espalharam-se para o sul até a latitude da cidade do Rio de Janeiro (Marta-Almeida *et al.* 2016), e para o norte até o arquipélago dos Abrolhos, Bahia (Coimbra *et al.* 2020), cobrindo cerca de 700 km de amplitude latitudinal. A região da plataforma continental atingida pelos rejeitos ainda é área de alimentação de dezenas de espécies de aves marinhas, incluindo populações ameaçadas de extinção. Em curto prazo, os referidos elementos têm sido detectados nos tecidos de espécies indicadoras tais como o atobá-marrom (*Sula leucogaster*) e o rabo-de-palha-de-bico-vermelho (*Phaethon aethereus*), o que pode desencadear efeitos deletérios em nível populacional em médio e longo prazos (Nunes *et al.* 2022). Outros contaminantes lançados

ao mar incluem petróleo e derivados, resíduos de agrotóxicos, metabólitos de hormônios, medicamentos antibióticos e matéria orgânica sem tratamento. Tais poluentes podem ter seu potencial contaminante subestimado devido ao fato de não despertarem visualmente a atenção da sociedade, mas podem comprometer a persistência de populações de aves marinhas ao reduzirem o sucesso reprodutivo e a imunidade de adultos e filhotes (Burger & Gochfeld 2004, Martini *et al.* 2022).

A predação de ovos e filhotes por espécies não nativas, em especial mamíferos, representa uma das mais importantes ameaças às aves marinhas. No Brasil, espécies introduzidas em ilhas têm impactado populações de aves marinhas através da predação e da degradação de habitats, como a destruição da vegetação arbórea, a disseminação de espécies vegetais exóticas, e o fechamento de tocas através de processos erosivos. Por exemplo, cerca de 1.300 gatos circulam pelo arquipélago de Fernando de Noronha (Dias *et al.* 2017), alimentando-se de espécies nativas, como mabuias (pequenos lagartos endêmicos do arquipélago) e aves (Gaiotto *et al.* 2020), e apresentando um crescimento populacional preocupante nos últimos anos (Sobral *et al.* 2021) (Figura 4). Entre as aves, a vulnerabilidade maior é das aves marinhas que nidificam diretamente no solo e na ilha principal, como o atobá-mascarado (*Sula dactylatra*) e o rabo-de-palha-de-bico-amarelo (*Phaethon lepturus*), essa última considerada *Em Perigo* de extinção no Brasil (Portaria GM/MMA N°. 300/2022). A presença de gatos, ratos e teiús introduzidos limita as áreas disponíveis para a reprodução em um arquipélago pouco extenso e já bastante ocupado por estruturas humanas (Gaiotto *et al.* 2020).



Figura 4. Principais ameaças encontradas em terra por aves marinhas no Brasil: A) Espécies exóticas invasoras em colônias – a exemplo dos roedores introduzidos na ilha da Trindade; B) Urbanização costeira e poluição (luminosa, sonora) – grande cidade litorânea como fonte de poluição luminosa no litoral de Santa Catarina; C) Predação de aves marinhas por espécies nativas – caranguejo-amarelo (*Johngarthia lagostoma*) na ilha da Trindade; D) Distúrbio e pisoteio de atobás por cabras exóticas em Abrolhos; E) Espécies exóticas invasoras – rabo-de-palha adulto predado por gato no ninho. Créditos: André Elias-Paiva (foto A); Patrícia P. Serafini (foto B); Leandro Bugoni (foto C); Cynthia Campolina (foto D); Ricardo A. Dias (foto E).

Figure 4. Main threats faced on land by seabirds in Brazil. A) Invasive alien species – rodents introduced in colonies, Trindade Island; B) Coastal urbanization and pollution (light, noise) – large coastal city as source of light pollution in Santa Catarina coast; C) Seabird predation by native species – yellow crab (*Johngarthia lagostoma*) at Trindade Island; D) Disturbance and trampling of boobies by exotic goats in Abrolhos; E) Invasive alien species – adult tropicbird predated by cat in nest. Credits: André Elias-Paiva (photo A); Patrícia P. Serafini (photo B); Leandro Bugoni (photo C); Cynthia Campolina (photo D); Ricardo A. Dias (photo E).

No arquipélago dos Abrolhos, a situação é similar, mas a predação de aves marinhas é realizada por ratos. Cerca de 80% dos ninhos de *P. aethereus* – outra espécie *Em Perigo* de

extinção no Brasil – monitorados no arquipélago em 2011, foram predados por ratos, o que pode levar aquela população à extinção dentro de poucas gerações (Sarmiento *et al.* 2014). Dados mais recentes, de 2017 a 2020, indicam um gargalo na fase de incubação, sugerindo uma predação de quase metade dos ovos da espécie (ICMBio 2020). No entanto, atualmente, os ratos de Abrolhos estão sendo erradicados (Linhares *et al.* 2023).

Outros vertebrados exóticos, como cabras, porcos, burros, ovelhas e cães introduzidos a partir do início do século XVIII na ilha da Trindade, a cerca de 1.200 km de Vitória, Espírito Santo, também afetaram as aves. A ilha da Trindade foi coberta por florestas até o século XVII, as quais foram devastadas pelas espécies introduzidas e por um grande incêndio ocorrido na segunda metade do século XVIII (Alves & Silva 2016). As árvores que serviam de suporte para os ninhos de algumas espécies de aves marinhas, como o tesourão-grande (*Fregata minor nicolli*) e o tesourão-pequeno (*F. trinitatis*), a primeira uma subespécie endêmica do Brasil, e a segunda recentemente validada como uma espécie hoje endêmica da ilha da Trindade (Pacheco *et al.* 2021), ambas classificadas como *Criticamente em Perigo* de extinção em nível nacional (Portaria GM/MMA Nº 300/2022). A reprodução das duas fragatas é raramente observada na ilha, seu único sítio reprodutivo em todo o Oceano Atlântico (Mancini *et al.* 2016). Além dessas, o atobá-de-pé-vermelho (*Sula sula*) é outra espécie que utilizava as árvores de Trindade para construir seus ninhos. Atualmente, esta espécie está extinta da ilha da Trindade, reproduz-se no Brasil apenas em Fernando de Noronha, e está classificado como *Em Perigo* pela Lista Vermelha brasileira (Mancini *et al.* 2016).

Cabras também têm causado problemas na ilha Santa Bárbara, uma das ilhas do arquipélago dos Abrolhos. Sob jurisdição da Marinha do Brasil e com uma guarnição militar responsável pela manutenção de um farol importante para a navegação na região, cabras ainda são mantidas na ilha como uma reserva alimentar, apesar de o provimento de alimento ser realizado por embarcação oficial (Sarmiento *et al.* 2014). A exemplo de outras ilhas, esses animais alteram a paisagem através da disseminação de sementes em suas fezes, do consumo de plântulas jovens impedindo a regeneração, do incremento de processos erosivos que levam ao fechamento de tocas de aves

(Hata *et al.* 2019), bem como pisoteiam ovos, filhotes e adultos, em especial dos atobás, durante seu deslocamento pela ilha (observação pessoal).

AÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO

As ameaças à conservação das aves marinhas representam problemas complexos que exigem ações de curto prazo (*e.g.* fiscalização, legislação específica, programas de erradicação de espécies exóticas), e de médio e longo prazo (*e.g.* mudanças em meios de produção, melhoria em técnicas de controle de emissões, descartes e consumo, educação ambiental). Nesse contexto, os Planos de Ação Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas (PANs) são instrumentos de gestão construídos de forma participativa, utilizados para o ordenamento e a priorização de ações para a conservação de espécies e seus ambientes naturais em um horizonte temporal definido de cinco anos. Os Planos não são um fim em si mesmo, mas sua implementação contribui para a redução da probabilidade de extinção das espécies. No Brasil guiam-se pela Instrução Normativa N°. 21/2018 do Ministério do Meio Ambiente. As aves marinhas estão contempladas em dois planos coordenados pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (CEMAVE/ICMBio), sendo um voltado para a mitigação das capturas incidentais e de outras ameaças aos albatrozes e petréis, e o outro voltado para as demais espécies ameaçadas do grupo.

O Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Albatrozes e Petréis foi pioneiro dentre as dezenas de PANs brasileiros, e possui como foco a redução da mortalidade de aves marinhas pelágicas e migratórias, que são capturadas incidentalmente em pescarias industriais, em especial na modalidade de espinhel pelágico de superfície. As ações pactuadas ao longo dos três ciclos do plano (o terceiro iniciado em 2018), tiveram resultados sólidos para a conservação, pois forneceram um diagnóstico sobre a captura incidental na Zona Econômica Exclusiva brasileira (*e.g.* Bugoni *et al.* 2018, Canani *et al.* 2020). Também permitiram a elaboração de políticas públicas para a diminuição das capturas incidentais, dentre as quais as Instruções Normativas Interministeriais N°. 04/2011 e 07/2014, que estabelecem a obrigatoriedade do uso da Linha

Espanta-Aves (*toriline*) e outras medidas mitigadoras obrigatórias em embarcações que operam espinhel pelágico ao sul de 20°S. A utilização de tais medidas pela frota pesqueira industrial, bem como a fiscalização do seu uso e o monitoramento da mortalidade através da presença de observadores de bordo e/ou monitoramento eletrônico, ainda são pontos frágeis na conservação de albatrozes e petréis no Brasil e alvo principal do contínuo esforço empreendido pelos atores envolvidos no PAN. O cumprimento da legislação vigente para mitigar a captura incidental de albatrozes e petréis é o desafio principal do plano no ciclo atual. Portanto, o poder público possui as ferramentas legais, incluindo a reativação do programa de observadores de bordo, para a mitigação efetiva das capturas incidentais no Brasil, mas a redução deste impacto passa por caminhos complementares, de longo prazo, como o consumo consciente do pescado e a educação ambiental em todos os setores. Adicionalmente, tecnologias como o monitoramento remoto por câmeras associadas à localização remota de embarcações podem contribuir para a efetiva implementação de medidas mitigadoras, ao limitar o descumprimento da legislação quando não estejam com observadores de bordo.

Já o Plano de Ação das Aves Marinhas Ameaçadas de Extinção tem como objetivo promover a recuperação das populações e mitigar as principais ameaças às aves marinhas e seus habitats. De modo geral, este plano foca nas ameaças relacionadas à degradação do habitat reprodutivo nas ilhas brasileiras. Adicionalmente, o PAN Aves Marinhas tem a importante função de direcionar a atenção da sociedade para outras ameaças, como a interação com estruturas de exploração petrolífera, a contaminação nas áreas de alimentação e reprodução, bem como o impacto de patógenos e mudanças climáticas sobre as espécies ameaçadas de extinção. Um ponto de alta relevância enfatizado pelo PAN é o aumento da valorização das aves marinhas pela sociedade brasileira. Devido à pouca interação com a região costeira, em especial com áreas urbanizadas, as aves marinhas ainda são pouco conhecidas por grande parte da população.

A proteção das áreas de reprodução e alimentação também requer a criação de Unidades de Conservação (UCs) que contemplem colônias de aves marinhas e as áreas marinhas adjacentes. A criação de UCs, independentemente da categoria de proteção, acaba por transferir a gestão

ambiental da área para o poder público. Ainda que a categoria da unidade permita a exploração direta dos recursos naturais, é possível delimitar áreas intangíveis ou de maior controle, através do zoneamento, ferramenta de gestão prevista e regulamentada no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei Federal N°. 9985/2000) e Decreto N°. 4340/2002. O zoneamento permite espacializar a gestão dos recursos naturais da UC, de modo que possam ser identificadas ameaças específicas em cada zona, para as quais podem ser definidos diferentes usos e restrições. Por exemplo, ações voltadas ao controle ou erradicação de espécies exóticas podem ser executadas com maior efetividade a partir do conhecimento da distribuição espacial do problema e, portanto, da identificação de zonas de recuperação ambiental. Adicionalmente, a ideia de manejo adaptativo permite a restrição absoluta, por tempo determinado, de acesso às áreas que necessitem de recuperação, as quais podem, em um segundo momento, ter o uso flexibilizado e serem incluídas em roteiros guiados de visitação pública naquelas categorias de unidade que permitem tais atividades. Neste mesmo contexto, a atualização de planos de manejo de UCs já existentes considerando os aspectos supramencionados também deve entrar na pauta de gestores ambientais.

Além de um controle sobre as áreas emersas em que as aves nidificam, a conservação das aves marinhas também envolve a atenção nas áreas de alimentação, as quais são, geralmente, mais amplas e dinâmicas do que os limites fixos de UCs. Por exemplo, a fixação de rastreadores remotos miniaturizados no corpo das aves permite identificar, com alta acurácia e precisão, áreas de alimentação e suas variações no tempo e no espaço. Tais informações representam subsídios valiosos para os gestores no controle de atividades conflitantes adjacentes às UCs, como a pesca, e ainda são úteis para a redefinição de limites de proteção da UC ou até mesmo para a proposição de zonas de amortecimento dinâmicas, considerando a variação espaço-temporal das atividades reprodutivas e de alimentação de aves marinhas. Nesse contexto, o sucesso da proteção de espécies ameaçadas de extinção em UCs está atrelado ao trabalho de cooperação entre gestores públicos, pesquisadores e demais setores da sociedade atuantes em iniciativas de conservação, os quais devem estar representados nas decisões administrativas através, por exemplo, do Conselho Consultivo das UCs. Os próprios gestores de UCs ou atores-chave de seus Conselhos muitas vezes

integram também os Grupos de Assessoramento Técnico dos PANs e participam em uma escala maior e estratégica do planejamento em conjunto de ações envolvendo áreas protegidas que são importantes para as espécies ameaçadas.

Ações de manejo diretas são fundamentais para a redução de ameaças. Alguns exemplos incluem a erradicação de ratos em Fernando de Noronha, realizado com sucesso na ilha do Meio, e a erradicação de ratos no Arquipélago de Abrolhos, iniciada em 2021. A erradicação das cabras na ilha da Trindade, finalizada no início deste século pela Marinha do Brasil, deve ser um exemplo a ser seguido em outros locais, tais como as cabras da ilha Santa Bárbara, em Abrolhos, e os herbívoros de grande porte de Fernando de Noronha. Embora focados na recuperação da vegetação e em evitar a erosão, já há resultados visíveis em Trindade (Alves & Silva 2016). No entanto, a fim de evitar extinções de espécies de aves marinhas em eminente risco, como as fragatas que necessitam de árvores para a construção de seus ninhos, ações de restauração são necessárias. O projeto RETER-Trindade, é uma iniciativa em curso, através da instalação de ninhos em estruturas metálicas, atração com dispositivos sonoros e réplicas de fragatas.

O conhecimento sobre as populações de aves marinhas que se reproduzem ao longo da costa brasileira é outro fator determinante para a conservação do grupo. Informações básicas tais como tamanho populacional, fenologia reprodutiva e sucesso reprodutivo (ou as causas para o insucesso) representam indicadores importantes para avaliar o estado de conservação de populações e espécies, pois os efeitos das ameaças podem ser dimensionados a partir do monitoramento de parâmetros demográficos e reprodutivos. No entanto, a linha de base de conhecimento para as espécies que se reproduzem no Brasil ainda é bastante precária e, para muitas populações, inexistente. Uma importante iniciativa para implementar protocolos de monitoramento de longo prazo é o Programa de Monitoramento da Biodiversidade do ICMBio (Programa Monitora; Instruções Normativas Nº. 03/2017 e 02/2022). Desde 2017, foram discutidos no âmbito desse Programa protocolos padronizados para o monitoramento de aves marinhas em UCs federais insulares, com iniciativas piloto implementadas em 2018 nos Parques Nacionais Marinhos dos Abrolhos e de Fernando de Noronha (incluindo a Área de Proteção

Ambiental). Atualmente, o Programa Monitora executa protocolos básicos (por exemplo, contagem de ninhos) e avançados (por exemplo, coleta de amostras para análises de saúde e sucesso reprodutivo), que monitoram diversos aspectos das populações de aves marinhas em ilhas. Funciona através da capacitação de equipes locais das UCs em parceria com os Centros Especializados do ICMBio e instituições parceiras (Serafini *et al.* 2023). Outros dois exemplos de programas de monitoramento que fornecem importantes dados são os Projetos de Monitoramento de Praias, os quais avaliam a interferência das atividades de produção e escoamento de petróleo realizadas nas diferentes bacias exploradas, e o Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática realizado pela Rede Rio Doce Mar, o qual avalia o impacto do rompimento da barragem de Fundão sobre as aves marinhas que utilizam a foz do Rio Doce e adjacências. Ambos são valiosas fontes de informações para o dimensionamento de potenciais impactos à avifauna marinha e costeira.

Além do Programa Monitora, outros aspectos de pesquisa são igualmente importantes para a conservação. O estabelecimento de redes de pesquisadores em níveis nacional e internacional possibilita compreender impactos complexos, sinérgicos e com efeitos indiretos. Por exemplo, a participação consolidada do Brasil no Acordo Internacional para a Conservação dos Albatrozes e Petréis (da Convenção sobre Conservação de Espécies Migratórias das Nações Unidas) representa um importante exemplo de rede de colaboração internacional para conservação de aves marinhas com amplas áreas de vida. Estudos interdisciplinares que utilizam tecnologias modernas, estabelecimento de bancos de dados e de amostragens de forma integrada, e desenvolvimento de recursos humanos capacitados para resolver problemas científicos e analisar dados estatísticos, são elementos fundamentais para dimensionar ameaças à conservação das aves marinhas.

A exploração na Zona Econômica Exclusiva brasileira, com o desenvolvimento de novas tecnologias e crescente demanda por recursos, principalmente do setor de geração de energia, requer que o licenciamento ambiental, em todas as suas fases, tenha papel central. Clareza, seriedade, transparência e segurança em todo o processo de licenciamento ambiental marinho são importantes para a conservação das aves costeiras ou oceânicas. Exemplo recente inclui a ampla

discussão pública para estabelecimento, pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), do Termo de Referência padrão para Complexos Eólicos Marítimos, os quais pretendem gerar energia em áreas utilizadas por aves marinhas como corredores de deslocamento (*e.g.* Lemos *et al.* 2023), bem como em conhecidas zonas de alimentação e reprodução, e até mesmo em pontos da costa com pouco ou nenhum conhecimento sobre o uso por aves marinhas (Bugoni *et al.* 2022). Estudos de impacto devem contemplar as fases de diagnóstico e monitoramento de complexos eólicos marítimos no Brasil e representarão uma importante retaguarda legal alinhada aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>). Procedimentos de estudo, monitoramento e mitigação de impactos aplicados com sucesso na Europa e América do Norte podem ser adaptados para o cenário e espécies brasileiras (ver Bugoni *et al.* 2022 para discussão detalhada).

De modo geral, a mitigação das ameaças à conservação das aves marinhas passa pela continuidade, integração e consolidação de ações existentes, pela formação e especialização de recursos humanos e pela sensibilização da sociedade. Portanto, a educação ambiental com conteúdo de qualidade para atender aos diferentes públicos-alvo também representa uma ferramenta de conservação fundamental, pois promove a mudança de atitudes. A educação ambiental também cumpre um papel no despertar de novos interessados na Ornitologia Marinha, através dos quais novas linhas de pesquisa podem ser desenvolvidas e exploradas em cursos de graduação e pós-graduação. Parte relevante nesse processo é a consolidação de uma rede de coleções didáticas com espécimes da avifauna marinha e costeira. Por esta razão, atividades de sensibilização, conscientização e envolvimento de diferentes setores da sociedade devem ser prioridades tanto para os PANs como para a gestão das UCs. Este é um trabalho complexo, que exige o conhecimento prévio dos públicos a serem atingidos, seus saberes, propósitos e formas mais efetivas de engajamento.

REFERÊNCIAS

Alves, R. J. V., & Silva, N. G. 2016. De Historia Naturali Insulæ Trinitatis MDCC–MMX: três séculos de história natural na ilha da Trindade com comentários sobre sua conservação.

Smashwords: p. 141.

Anderson, O., Small, C. J., Croxall, J. P., Dunn, E. K., Sullivan, B. J., Yates, O., & Black, A. 2011. Global seabird bycatch in longline fisheries. *Endangered Species Research*, 14(2), 91–106. DOI: 10.3354/esr00347.

Azevedo, T. R., & Schieller, A. 1991. Notes on the diet and the ingestion of plastic material by the Magellanic penguin *Spheniscus magellanicus* on Santa Catarina Island and mainland (Brazil). Research Report, University of Liège, Institution of Zoologie, Belgium. pp. 1–8.

Benkwitt, C. E., Wilson, S. K., & Graham, N. A. J. 2019. Seabird nutrient subsidies alter patterns of algal abundance and fish biomass on coral reefs following a bleaching event. *Global Change and Biology*, 25(8), 2619–2632. DOI: 10.1111/gcb.14643.

Bugoni, L., Mancini, P., Monteiro, D., Nascimento, L., & Neves, T. 2008. Seabird bycatch in the Brazilian pelagic longline fishery and a review of capture rates in the southwestern Atlantic Ocean. *Endangered Species Research*, 5(2), 137–147. DOI: 10.3354/esr005137.

Bugoni, L., McGill, R. A. R., & Furness, R. W. 2010. The importance of pelagic longline fishery discards for a seabird community determined through stable isotope analysis. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 391(1/2), 190–200. DOI: 10.1016/j.jembe.2010.06.027.

Bugoni, L., Nunes, G. T., Lauxen, M. S., Gomes, C., Roos, A. L., & Serafini, P. P. 2022. Eólicas offshore no Brasil: potenciais impactos, recomendações para o licenciamento e implicações para a conservação das aves marinhas e costeiras. In: Fialho, M. S. & Gomes-Filho, A. (eds.) Relatório de Áreas de Concentração de Aves Migratórias no Brasil. pp. 137-180. Cabedelo: ICMBio/CEMAVE.

- Bugoni, L., & Vooren, C. M. 2004. Feeding ecology of the common tern *Sterna hirundo* in a wintering area in southern Brazil. *Ibis*, 146(3), 438–453. DOI: 10.1111/j.1474-919x.2004.00277.x.
- Burger, J., & Gochfeld, M. 2004. Marine birds as sentinels of environmental pollution. *EcoHealth*, 1(1), 263–274. DOI: 10.1007/s10393-004-0096-4.
- Canani, G., Costa, A. S., Neves, T., & Gianuca, D. 2020. Distribuição espaço-temporal de albatrozes gigantes *Diomedea* spp. associados a pescarias de espinhel pelágico no sul e sudeste do Brasil. *Ornithologia*, 11(1), 16–22.
- Cardoso, L. G., Bugoni, L., Mancini, P. L., & Haimovici, M. 2011. Gillnet fisheries as a major mortality factor of Magellanic penguins in wintering areas. *Marine Pollution Bulletin*, 62(4), 840–844. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.01.033.
- Chang, B., Croson, M., Straker, L., Gart, S., Dove, C., Gerwin, J., & Jung, S. 2016. How seabirds plunge-dive without injuries. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(43), 12006–12011. DOI: 10.1073/pnas.1608628113.
- Coimbra, K. T. O., Alcântara, E., & Souza-Filho, C. R. 2020. Possible contamination of the Abrolhos reefs by Fundão dam tailings, Brazil – New constraints based on satellite data. *Science of the Total Environment*, 733(1), 138101. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138101.
- Crawford, R., Ellenberg, U., Frere, E., Hagen, C., Baird, K., Brewin, P., Crofts, S., Glass, J., Mattern, T., Pompert, J., Ross, K., Kemper, J., Ludynia, K., Sherley, R. B., Steinfurth, A., Suazo, C. G., Yorio, P., Tamini, L., Mangel, J. C., Bugoni, L., Uzcátegui, G. J., Simeone, A., Luna-Jorquera, G., Gandini, P., Woehler, E. J., Pütz, K., Dann, P., Chiaradia, A., & Small, C. 2017. Tangled and drowned: a global review of penguin bycatch in fisheries. *Endangered Species Research*, 34(1), 373–396. DOI: 10.3354/esr00869.
- Croft, B., Wentworth, G., Martin, R., Leitch, W. R., Murphy, B. N., Kodros, J. K., Abbatt, J. P. D., & Pierce, J. R. 2016. Contribution of Arctic seabird-colony ammonia to atmospheric

- particles and cloud-albedo radiative effect. *Nature Communications*, 7(1), 13444. DOI: 10.1038/ncomms13444.
- Daudt, N. W., Martins, S. P., Kirinus, E., & Bugoni, L. 2019. Seabird assemblage at the mouth of Amazon River and its relationship with environmental characteristics. *Journal of Sea Research*, 155(1), 101826. DOI: 10.1016/j.seares.2019.101826.
- Daudt N. W., Bugoni, L., & Nunes, G. T. 2023. Plastics and waterbirds in Brazil: a review of ingestion, nest materials and entanglement reveals substantial knowledge gaps and opportunities for research. *Environmental Pollution*, 316(2), 120615. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.120615.
- Dias, R. A., Abrahão, C. R., Micheletti, T., Mangini, P. R., Gasparotto, V. P. O., Pena, H. F. J., Ferreira, F., Russel, J. C., & Silva, J. C. R. 2017. Prospects for domestic and feral cat management on an inhabited tropical island. *Biological Invasions*, 19(8), 2339–2353. DOI: 10.1007/s10530-017-1446-9.
- Dias, M. P., Martin, R., Pearmain, E. J., Burfield, I. J., Small, C., Phillips, R., Yates, O., Lascelles, B., Borboroglu, P. G., & Croxall, J. P. 2019. Threats to seabirds: a global assessment. *Biological Conservation*, 237(1), 525–537. DOI: 10.1016/j.biocon.2019.06.033.
- Fijn, R. C., Hiemstra, D., Phillips, R. A., & van der Winden, J. 2013. Arctic terns *Sterna paradisaea* from the Netherlands migrate record distances across three oceans to Wilkes Land, East Antarctica. *Ardea*, 101(1), 3–12. DOI: 10.5253/078.101.0102.
- Fogliarini, C. O., Bugoni, L., Haimovici, M., Secchi, E. R., & Cardoso, L. G. 2019. High mortality of adult female Magellanic penguins by gillnet fisheries in southern Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(10), 1657–1664. DOI: 10.1002/aqc.3143.
- Gaiotto, J. V., Abrahão, C. R., Dias, R. A., & Bugoni, L. 2020. Diet of invasive cats, rats and tegu lizards reveals impact over threatened species in a tropical island. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(4), 294–303. DOI: 10.1016/j.pecon.2020.09.005.

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made.

Science Advances, 3(7), e1700782. DOI: 10.1126/sciadv.1700782.

Gianuca, D., Bugoni, L., Jiménez, S., Daudt, N. W., Miller, P., Canani, G., Silva-Costa, A., Faria,

F. A., Bastida, J., Pon, J. P. S., Yates, O., Serafini, P. P., & Bond, A. L. 2020. Intentional killing and extensive aggressive handling of albatrosses and petrels at sea in the southwestern Atlantic Ocean. Biological Conservation, 252(1), 108817. DOI: 10.1016/j.biocon.2020.108817.

Gill, F.B. & Prum, R. O. 2019. Ornithology. 4th ed. Nova Iorque: W.H. Freeman & Co.: p. 1714.

Graham, N. A. J., Wilson, S. K., Carr, P., Hoey, A. S., Jennings, S., & MacNeil, M. A. 2018.

Seabirds enhance coral reef productivity and functioning in the absence of invasive rats. Nature, 559(1), 250–253. DOI: 10.1038/s41586-018-0202-3.

Harrison, P., Perrow, M., & Larsson, H. 2021. Seabirds: The New Identification Guide.

Barcelona: Lynx Editions: p. 608.

Hata, K., Osawa, T., Hiradate, S., & Kachi, N. 2019. Soil erosion alters soil chemical properties

and limits grassland plant establishment on an oceanic island even after goat eradication. Restoration Ecology, 27(2), 333–342. DOI: 10.1111/rec.12854.

Hatje, V., Pedreira, R. M. A., Rezende, C. E., Schettini, C. A. F., Souza, G. C., Marin, D. C., &

Hackspacher, P. C. 2017. The environmental impacts of one of the largest tailing dam failures worldwide. Scientific Reports, 7(1), 10706. DOI: 10.1038/s41598-017-11143-x.

ICMBio. 2020. Relatório anual do Programa de Monitoramento das Aves Marinhas do Parque

Nacional Marinho dos Abrolhos. Relatório Técnico. p. 40. Retrieved from https://www.icmbio.gov.br/parnaabrolhos/images/stories/relatorio_monitoramento_aves_marinhas_2020.pdf

Leal, G. R., Furness, R. W., McGill, R. A. R., Santos, R. A., & Bugoni, L. 2017. Feeding and

foraging ecology of Trindade petrels *Pterodroma arminjoniana* during the breeding period

in the South Atlantic Ocean. *Marine Biology*, 164(11), 211. DOI: 10.1007/s00227-017-3240-8.

Lemos, C. A., Hernández, M., Vilardo, C., Phillips, R. A., & Bugoni, L., Sousa-Pinto I. 2023.

Environmental assessment of proposed areas for offshore wind farms areas off southern Brazil based on ecological niche modeling and a species richness index for albatrosses and petrels. *Global Ecology and Conservation*, 41, e02360. DOI: 10.1016/j.gecco.2022.e02360

Linhares, B. A., Ferreira, L. C. L., Bugoni, L. 2023. The foraging ecology of invasive black rats

(*Rattus rattus*) differs among nearby islands in a dry tropical archipelago in Brazil. *Biological Invasions*, 25(1), Accepted manuscript. DOI: 10.1007/s10530-022-02975-4.

Lovelock, J. E., & Rapley, C. G. 2007. Ocean pipes could help the Earth to cure itself. *Nature*,

449(7161), 403–403. DOI: 10.1038/449403a.

Lovette, I. J. 2016. Avian diversity and classification. In: Lovette, I. J. & Fitzpatrick, J. W. (Eds.),

Handbook of Bird Biology. pp. 7–61. Oxford: John Wiley & Sons.

Mancini, P. L., Serafini, P. P., & Bugoni, L. 2016. Breeding seabird populations in Brazilian

oceanic islands: historical review, update and a call for census standardization. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 24(2), 94–115. DOI: 10.1007/BF03544338.

Marta-Almeida, M., Mendes, R., Amorim, F. N., Cirano, M., & Dias, J. M. 2016. Fundação Dam

collapse: oceanic dispersion of River Doce after the greatest Brazilian environmental accident. *Marine Pollution Bulletin*, 112(1–2), 359–364. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.07.039.

Martini, R., Mangini, P. R., & Lange, R. R. 2022. Seabirds health and conservation medicine in

Brazil. *Journal for Nature Conservation*, 69, 126238. DOI: 10.1016/j.jnc.2022.126238.

McWilliams, S., Adkins-Regan, E., & Vleck, C. 2016. Bird physiology. In: Lovette, I. J. &

Fitzpatrick, J. W. (Eds.), *Handbook of Bird Biology*. pp. 215–262. Oxford: John Wiley & Sons.

- Meijer, L. J. J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C., & Lebreton, L. 2021. More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18), eaaz5803. DOI: 10.1126/sciadv.aaz5803.
- Meir, J. U., Stockard, T. K., Williams, C. L., Ponganis, K. V., & Ponganis, P. J. 2008. Heart rate regulation and extreme bradycardia in diving emperor penguins. *Journal of Experimental Biology*, 211(8), 1169–1179. DOI: 10.1242/jeb.013235.
- Michel, L., Cianchetti-Benedetti, M., Catoni, C., & Dell’Omo, G. 2022. How shearwaters prey. New insights in foraging behaviour and marine foraging associations using bird-borne video cameras. *Marine Biology*, 169, 7. DOI: 10.1007/s00227-021-03994-w.
- Mulder, C. P. H., Anderson, W. B., Towns, D. R., & Bellingham, P. J. 2011. *Seabird Islands: Ecology, Invasion, and Restoration*. Oxford: Oxford University Press: p. 492.
- Nascimento, G. D., Pereira, A., Brito, G. R., Kolesnikovas, C. K., & Serafini, P. P. 2022. Prevalência e tipos de plásticos em albatrozes e petréis (Aves: Procellariiformes): recorte espacial da costa Sudeste e Sul do Brasil, de 2015 a 2019. *Biodiversidade Brasileira*, 12(1), 15–24. DOI: 10.37002/biobrasil.v12i1.1855.
- Nunes, G. T., Efe, M. A., Barreto, C. T., Gaiotto, J. V., Silva, A. B., Vilela, F., Roy, A., Bertrand, S., Costa, P. G., Bianchini, A., & Bugoni, L. 2022. Ecological trap for seabirds due to the contamination caused by the Fundão dam collapse, Brazil. *Science of the Total Environment*, 807(1), 151486. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.151486.
- Nunes, G. T., Efe, M. A., Freitas, T. R. O., & Bugoni, L. 2017. Conservation genetics of threatened red-billed tropicbirds and white-tailed tropicbirds in the southwest Atlantic Ocean. *Condor*, 119(2), 251–260. DOI: 10.1650/CONDOR-16-141.1.
- Pacheco, J. F., Silveira, L. F., Aleixo, A., Agne, C. E., Bencke, G. A., Bravo, G. A., Brito, G. R., Cohn-Haft, M., Maurício, G. N., Naka, L. N., Olmos, F., Posso, S. R., Lees, A. C., Figueiredo, L. F. A., Carrano, E., Guedes, R. C., Cesari, E., Franz, I., Schunck, F., & Piacentini, V. Q. 2021. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian

Ornithological Records Committee—second edition. *Ornithology Research*, 29(2), 94–105. DOI: 10.1007/s43388-021-00058-x.

Paleczny, M., Hammill, E., Karpouzi, V., & Pauly, D. 2015. Population trend of the world's monitored seabirds, 1950–2010. *PLoS One*, 10(6), e0129342. DOI: 10.1371/journal.pone.0129342.

Rattenborg, N. C., Voirin, B., Cruz, S. M., Tisdale, R., Dell'Omo, G., Lipp, H.-P., Wikelski, M., & Vyssotski, A. L. 2016. Evidence that birds sleep in mid-flight. *Nature Communications*, 7(1), 12468. DOI: 10.1038/ncomms12468.

Robuck, A. R., Hudak, C. A., Agvent, L., Emery, G., Ryan, P. G., Perold, V., Powers, K. D., Pedersen, J., Thompson, M. A., Suca, J. J., Moore, M. J., Harms, C. A., Bugoni, L., Shield, G., Glass, T., Wiley, D. N., & Lohmann, R. 2022. Birds of a feather eat plastic together: high levels of plastic ingestion in great shearwater adults and juveniles across their annual migratory cycle. *Frontiers in Marine Science*, 8, 719721. DOI: 10.3389/fmars.2021.719721.

Roman, L., Hardesty, B. D., Hindell, M. A., & Wilcox, C. 2019. A quantitative analysis linking seabird mortality and marine debris ingestion. *Scientific Reports*, 9(1), 3202. DOI: 10.1038/s41598-018-36585-9.

Sarmiento, R., Brito, D., Ladle, R. J., Leal, G. R., & Efe, M. A. 2014. Invasive house (*Rattus rattus*) and brown rats (*Rattus norvegicus*) threaten the viability of red-billed tropicbird (*Phaethon aethereus*) in Abrolhos National Park, Brazil. *Tropical Conservation Science*, 7(4), 614–627. DOI: 10.1177/194008291400700403.

Savoca, M. S., & Nevitt, G. A. 2014. Evidence that dimethyl sulfide facilitates a tritrophic mutualism between marine primary producers and top predators. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(11), 4157–4161. DOI: 10.1073/pnas.1317120111.

Schreiber, E. A., & Burger, J. 2001. *Biology of Marine Birds*. Boca Raton: CRC Press: p. 722.

- Serafini, P. P., Santos, L. P. S., Ferreira, L. C. L., Nunes, G. T., Krul, R., Rocha, H. J. F., Efe, M. A., Barbosa, M. B. S., Figueiredo, B. S., Gomes, C. G., Filho, F. P. M. R., & Araújo, R. Capítulo 3. Aves marinhas. In: Masuda et al. (orgs.), Resultados de Implementação do Projeto GEF Mar no Brasil. Brasília: ICMBio: Manuscrito aceito.
- Sobral, F., Mangini, P. R., Mello, T. J., Araújo, R., Silva, J. C. R., & Micheletti, T. 2021. Feral cat population rises on Fernando de Noronha archipelago: wildlife needs different cat control approaches, and needs it now. *Biodiversidade Brasileira*, 11(3), 1–9. DOI: 10.37002/biobrasil.v11i3.1888.
- Somenzari, M., do Amaral, P.P., Cueto, V.R., Guaraldo, A.C., Jahn, A.E., Lima, D.M., Lugarini, C., Machado, C.G., Martinez, J., do Nascimento, J.L.X., Pacheco, J.F., Paludo, D., Prestes, N.P., Serafini, P.P., Silveira, L.F., de Sousa, E.B.A., Alves de Sousa, N., Souza, M.A., Telino-Junior, W.R., & Whitney, B.M. 2018. An overview of migratory birds in Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 58, e20185803. DOI: 10.11606/1807-0205/2018.58.03.
- Tanaka, K., Watanuki, Y., Takada, H., Ishizuka, M., Yamashita, R., Kazama, M., Hiki, N., Kashiwada, F., Mizukawa, H., Hyrenbach, D., Hester, M., Ikenaka, Y., & Nakayama, S. M. M. 2020. In vivo accumulation of plastic-derived chemicals into seabird tissues. *Current Biology*, 30(4), 723–728.e3. DOI: 10.1016/j.cub.2019.12.037.
- Votier, S. C., Furness, R. W., Bearhop, S., Crane, J. E., Caldow, R. W., Catry, P., Ensor, K., Hamer, K. C., Hudson, A. V., Kalmbach, E., Klomp, N. I., Pfeiffer, S., Phillips, R. A., Prieto, I., & Thompson, D. R. 2004. Changes in fisheries discard rates and seabird communities. *Nature*, 427(6976), 727–730. DOI: 10.1038/nature02315.
- Weimerskirch, H., Delord, K., Guitteaud, A., Phillips, R. A., & Pinet, P. 2015. Extreme variation in migration strategies between and within wandering albatross populations during their sabbatical year and their fitness consequences. *Scientific Reports*, 5(1), 8853. DOI: 10.1038/srep08853.

Wienecke, B., Robertson, G., Kirkwood, R., & Lawton, K. 2006. Extreme dives by free-ranging emperor penguins. *Polar Biology*, 30(2), 133–142. DOI: 10.1007/s00300-006-0168-8.

Young, L., & Vanderwerf, E. 2023. Conservation of marine birds. London: Academic Press: p. 604.

Submitted: 01 May 2022

Accepted: 30 January 2023

Published online: 06 March 2023

Associate Editor: Thiago Laranjeiras

Ahead of print