



Relatório de Áreas de Concentração de Aves Migratórias no Brasil

4ª Edição | 2022

(inclui aves ameaçadas e morcegos)



Relatório de Áreas de Concentração de Aves Migratórias no Brasil

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres - CEMAVE

Créditos

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

JAIR MESSIAS BOLSONARO

Vice-Presidente

ANTÔNIO HAMILTON MARTINS MOURÃO

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

Ministro

JOAQUIM ÁLVARO PEREIRA LEITE

Secretária de Biodiversidade

MARIA BEATRIZ PALATINUS MILLIET

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Presidente

MARCOS DE CASTRO SIMANOVIC

Diretor de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade

MARCOS AURÉLIO VENÂNCIO

Coordenadora do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres

PRISCILLA PRUDENTE DO AMARAL

Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade

Coordenação Geral de Estratégias para a Conservação

Centro Administrativo Setor Sudoeste - EQSW 103/104 Bloco D - 1º andar

70670-350 - Brasília, DF

Tel: 61 3341-9055 - Fax: 61 3341-9068

www.icmbio.gov.br

Relatório de Áreas de Concentração de Aves Migratórias no Brasil

4ª Edição | 2022

ORGANIZAÇÃO

Marcos de Souza Fialho

Arlindo Gomes Filho

REVISÃO TÉCNICA

Arlindo Gomes Filho

Marcos de Souza Fialho

Manuella Andrade de Souza

Mauricio Cavalcante dos Santos

MAPAS

Mauricio Cavalcante dos Santos

SUPERVISÃO TÉCNICA E REVISÃO FINAL

Priscilla Prudente do Amaral

PROJETO GRÁFICO E EDITORAÇÃO

Arlindo Gomes Filho

CATALOGAÇÃO E NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Lucia Lanari Ozolins

CAPA

Franco Barreto Santos

FOTO DA CAPA

Fernando Farias (*Amazona pretrei*)

Catálogo na fonte: Biblioteca do ICMBio

Relatório de áreas de concentração de aves migratórias no Brasil. Cabedelo, PB: CE-MAVE/ICMBio. 2022. 4ª edição

ISSN: 2446-9750 (versão *on-line*)

1. Ave migratória. 2. Rota migratória. 3. Áreas de concentração. I. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. II. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres.

Copyright ICMBio 2022. O conteúdo desta publicação não pode ser reproduzido, guardado pelo sistema “retrieval” ou transmitido de qualquer modo por qualquer outro meio, seja eletrônico, mecânico, de fotocópia, de gravação ou outros, sem mencionar a fonte.

Copyright dos autores 2022. Os direitos autorais das fotografias desta publicação são de propriedade de seus fotógrafos.

Como utilizar essa publicação

Este documento atende à Resolução CONAMA nº 462, de 24 de julho de 2014, que atribui ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio a responsabilidade pela publicação de um relatório apresentando as áreas regulares de rota, pouso, descanso, alimentação e reprodução de aves migratórias. Estas áreas, aqui tratadas por “Áreas de Concentração de Aves Migratórias”, estão representadas na Figura 7.10 e os seus respectivos arquivos com sua localização geográfica precisa estão disponíveis para *download* em formato *.shp. Este relatório também pode ser encontrado no Portal do ICMBio na *internet* e no painel *on-line* criado especificamente para o compartilhamento de seu conteúdo. As áreas representadas estão sujeitas às obrigações legais estabelecidas pela resolução acima citada.

As Áreas de Concentração de Aves Migratórias foram apontadas pela priorização espacial de locais com registros de aves migratórias realizada por meio do *software* Zonation, sendo complementadas pelos registros de literatura ou comunicação pessoal por especialistas de áreas de expressiva agregação de indivíduos. Vale ressaltar que o mapeamento realizado não contemplou o ambiente marinho e as lagunas costeiras, de modo que os resultados apresentados não representam todas as áreas importantes para aves migratórias no país.

O modelo produzido é um indicativo, para os órgãos licenciadores, de áreas que devem receber especial atenção quando da elaboração de estudos vinculados ao licenciamento ambiental de empreendimentos eólicos. Contudo, como será discutido adiante, existem ainda diversas lacunas de conhecimento acerca da interação das aves migratórias com esse tipo de empreendimento e esse documento não esgota o assunto.

Estudos prévios à instalação de empreendimentos em áreas não representadas na Figura 7.10, mesmo que simplificados, são necessários para se avaliar *in loco* a ocorrência de espécies migratórias, pois este relatório não contempla informações detalhadas sobre migração de aves para todo o país em nível local.

Além das Áreas de Concentração de Aves Migratórias, como preconizado na Resolução CONAMA nº 462/14, esta publicação traz também alguns temas associados. É apresentado um mapa com as áreas de ocorrência de espécies de aves ameaçadas (Figura 3.3), com base em compilação realizada pelo CEMAVE a partir de registros de diferentes bancos de dados. O arquivo com essas áreas está disponível para *download* no formato *.shp. Tendo em vista que morcegos são animais bastante impactados por empreendimentos eólicos, foi também realizada uma análise da relação desse grupo com empreendimentos eólicos *onshore*. Todos os resultados aqui apresentados têm como base a lista oficial de espécies ameaçadas de extinção, conforme a Portaria MMA nº 444/2014.

Uma nova lista foi publicada recentemente pela Portaria MMA nº 148/2022 e deverá ser considerada quando da revisão do presente documento. Por fim, é oferecido ao leitor um capítulo com uma visão geral sobre complexos eólicos *offshore*. Buscou-se, assim, fornecer aos empreendedores e órgãos licenciadores informações especializadas e atualizadas que contribuam para compatibilizar os interesses socioeconômicos e ambientais na geração e distribuição de energia eólica no Brasil.

8. Eólicas *offshore* no Brasil: potenciais impactos, recomendações para o licenciamento e implicações para a conservação das aves marinhas e costeiras

Leandro Bugoni¹, Guilherme Tavares Nunes², Mozart da Silva Lauxen³, Camila Gomes⁴, Andrei Langeloh Roos⁵, Patricia Pereira Serafini⁵

*1. Instituto de Ciências Biológicas - Campus Carreiros
Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Av. Itália, s/n
96203-900 Rio Grande, RS*

*2. Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos - UFRGS Litoral
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Av. Tramandaí, 976
95625-000 Imbé, RS*

*3. Núcleo de Licenciamento Ambiental
Superintendência no Rio Grande do Sul
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA
Rua Miguel Teixeira, 126
90050-250 Porto Alegre, RS*

*4. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres – CEMAVE
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio
Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo
BR-230, Km 10
58108-012 Cabedelo, PB*

*5. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres – CEMAVE
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio
Estação Ecológica Carijós
Rodovia Maurício Sirotski Sobrinho s/n - Trevo Jurerê
88053-700 Florianópolis, SC*

8. Eólicas offshore no Brasil

A energia eólica em escala comercial desenvolveu-se a partir da década de 1980, em resposta à crise do petróleo que marcou a década anterior. Inicialmente com torres instaladas em terra, exibiu um forte crescimento a partir dos anos 2000, superando os 700 GW de capacidade instalada no mundo ao final de 2020 (GWEC 2021) (Figura 8.1). Recentemente, a crescente saturação da paisagem e redução na disponibilidade de áreas continentais, em particular na Europa, associada aos ventos de maior velocidade média, mais constantes e confiáveis, característicos do ambiente marinho (Zheng et al. 2016, EPE 2019), fizeram com que o olhar de parte significativa dos investidores voltasse para o potencial eólico no mar. Essa tendência tem impulsionado uma evolução tecnológica dos aerogeradores, associada à contínua queda nos custos de implantação, e capacidades de geração cada vez maiores. Os atuais modelos *offshore* em desenvolvimento têm potência nominal que varia de 10 a 16 MW, contra 4 a 6 MW das máquinas em terra. Consequentemente, há um crescimento global anual médio de 25% na capacidade instalada no mar nos últimos cinco anos, contrastando com o crescimento em terra de 11% ao ano no mesmo período (GWEC 2021).

No Brasil, a partir dos incentivos governamentais instituídos pela Lei nº 10.438/2002 (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - Proinfa), criou-se um cenário favorável ao desenvolvimento da energia eólica que, de inexpressiva até 2005, já representa cerca de 10% da matriz elétrica nacional, com um crescimento médio de 36% ao ano na última década (Figura 8.2). Em 2020, a energia eólica respondeu por 10% da geração injetada no Sistema Interligado Nacional (SIN) e, em dias de pico, representou quase 95% da energia consumida no subsistema Nordeste (ABEEólica 2021). A totalidade dos parques eólicos instalados no país está em terra, ocupando especialmente o litoral do Nordeste e do extremo Sul do país (Figura 8.2). Nos últimos anos, entretanto, houve uma substancial expansão para o interior, no estado da Bahia, fazendo com que essa unidade da federação assumisse a co-liderança nacional em capacidade ao lado do Rio Grande do Norte. Cada um desses estados conta com cerca de 7,5 GW em operação ou construção, em um universo que totaliza 25,1 GW de potência outorgada (ANEEL 2021a) (Figura 8.3).

O rápido desenvolvimento da energia eólica *offshore* no mundo, em especial na última década, com perspectiva de reprodução, agora, no Brasil, tem demandado a mobilização de empreendedores, órgãos ambientais e pesquisadores por diretrizes de licenciamento, avaliação de risco e desenvolvimento de metodologias ou abordagens para identificação e mitigação de potenciais impactos, com especial foco nas aves marinhas e costeiras. Esse cenário é bastante desafiador, dada a urgência do tema e a heterogeneidade ambiental e de composição da avifauna ao longo da vasta costa brasileira, para as quais não há uma única e simples abordagem.

8. Eólicas offshore no Brasil

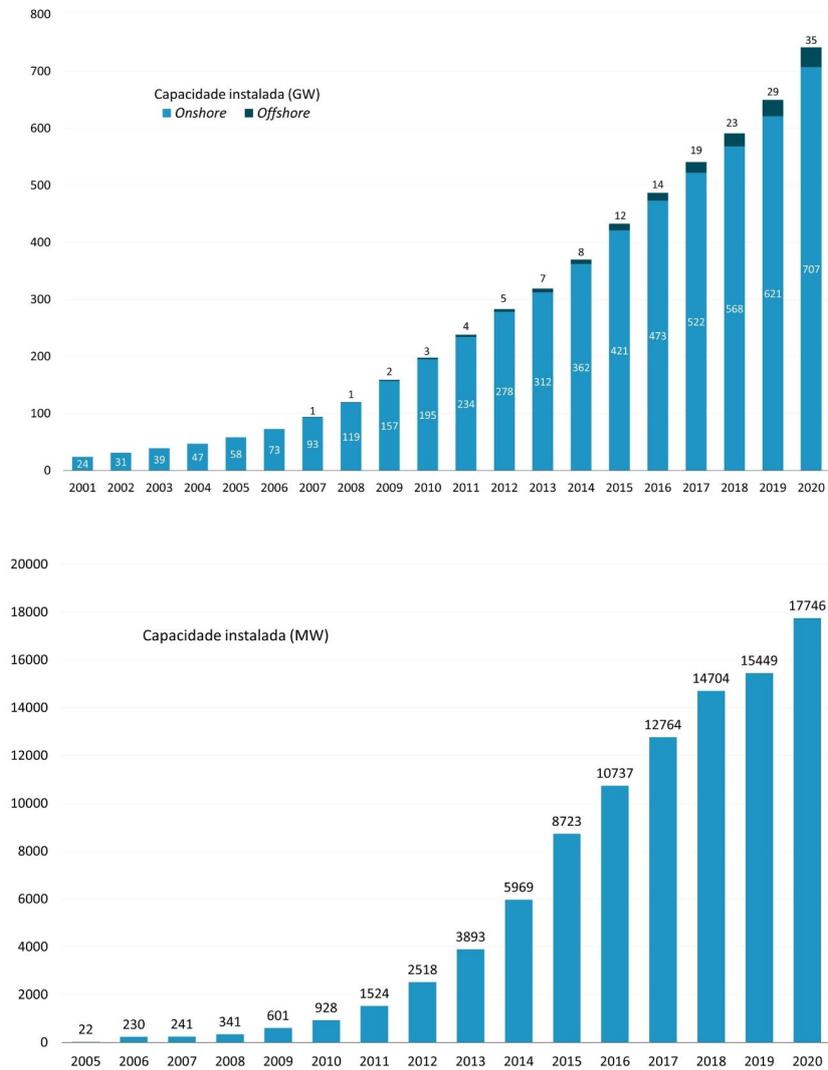


Figura 8.1.: Evolução da capacidade instalada de energia eólica, em terra (*onshore*) e no mar (*offshore*), no mundo (em gigawatts GW, acima) (GWEC 2021), e no Brasil, atualmente somente em terra (em megawatts MW, abaixo) (ABEEólica 2021).

8. Eólicas offshore no Brasil



Figura 8.2.: Localização das usinas eólicas instaladas ou em instalação no Brasil. Fonte: ANEEL (2021b)

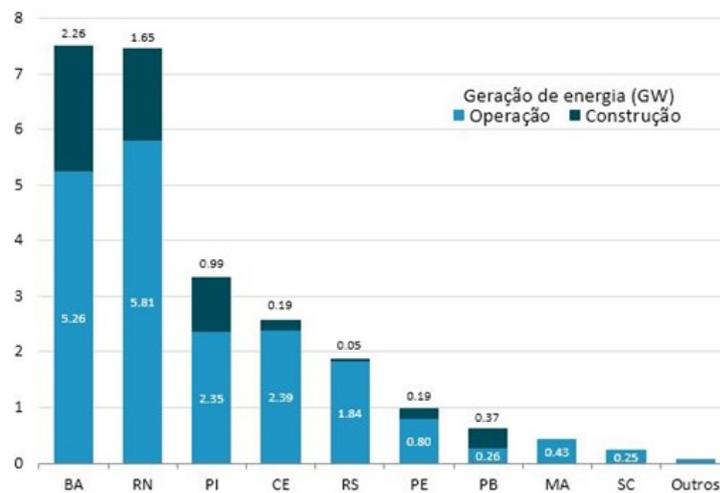


Figura 8.3.: Usinas eólicas no Brasil: potência outorgada por estado da federação, em operação ou em fase de construção (Fonte: ANEEL 2021a)

8. Eólicas offshore no Brasil

Embora alguns dos impactos ambientais decorrentes dos empreendimentos eólicos no mar sejam similares aos terrestres (e.g., impactos por colisão e barreiras aos deslocamentos predominantemente afetando as aves, além de supressão ou alteração de *habitat*), existem outros associados às peculiaridades do ambiente e das espécies marinhas. Por exemplo, enquanto espécies de morcegos frequentemente colidem com estruturas eólicas em ambientes terrestres, a frequência de registros de quirópteros é menor à medida que aumenta a distância da costa (Solick & Newman 2021). No Brasil, não é conhecido se as espécies de morcegos são migratórias (Bernard & Delgado-Jaramillo 2019) ou mesmo se ocorrem regularmente em ambiente marinho, onde apenas registros esporádicos (Van Deusen 1961, Esbérard Moreira 2006, Costa et al. 2006) foram documentados. No mar, as aves marinhas e costeiras são grupos com maior risco, enquanto aves de rapina e Passeriformes, comumente sob elevado risco no ambiente terrestre, devem sofrer pouco ou nenhum impacto em ambientes marinhos. Para as aves marinhas, os riscos são basicamente de mortalidade direta causada por colisão com as estruturas, em especial com as hélices, ou por evitação de *habitat* anteriormente usados (Furness et al. 2013). Considerando esse problema, o presente capítulo visa:

- 1) indicar de forma objetiva a legislação aplicável e seu desenvolvimento nos últimos anos, incluindo aquelas normas específicas sobre a tipologia eólica *offshore*, bem como a legislação aplicável às aves marinhas e costeiras;
- 2) fornecer um panorama geral sobre o conhecimento global atual acerca do impacto de eólicas no mar sobre as aves marinhas, identificando as experiências internacionais quanto aos grupos potencialmente impactados e as abordagens de estudo, monitoramento e inovações tecnológicas;
- 3) apontar grupos de aves marinhas de interesse nas áreas de elevado potencial eólico *offshore* no Brasil, dada a demanda de licenciamento atualmente em curso e a ocorrência de espécies conhecidas ou potencialmente ocorrentes nestas áreas;
- 4) apresentar e discutir cuidados importantes a serem levados em conta durante as fases do licenciamento, considerando o conhecimento atual sobre distribuição espacial e comportamento de aves marinhas no Brasil, técnicas e abordagens promissoras para execução do diagnóstico e monitoramento, bem como o balizamento apresentado no Termo de Referência para elaboração de Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental – EIA/RIMAs de Complexos Eólicos *Offshore* (CEO) do IBAMA.

Este texto não tem a pretensão de ser um guia detalhado e definitivo sobre um tema tão complexo e sobre o qual existem muitas lacunas e especificidades. Porém, pretende indicar aspectos gerais que requerem atenção, e fornecer um primeiro cenário da interface entre a energia eólica *offshore* e as aves marinhas e costeiras que ocorrem no Brasil. Sobre o panorama inicial aqui apresentado, futuros direcionamentos e aprimoramentos devem ser aplicados, usando-se uma abordagem adaptativa à medida que avançamos no entendimento sobre o tema e que as atividades são realizadas (*sensu* Bell & Morse 2003).

8.1. Histórico no Brasil e legislação aplicável

As diversas outras fontes de energia utilizadas no país tiveram o licenciamento realizado de forma corretiva ou sob demanda premente, e verificou-se, posteriormente, que diversos aspectos não haviam sido adequadamente considerados. Diferentemente, a geração de energia a partir da fonte eólica em ambiente marinho tem a rara oportunidade de ser inserida na matriz elétrica brasileira de forma ambiental e estrategicamente planejada.

Apesar de se diferenciar do ambiente terrestre pela ausência de propriedades privadas, o espaço marinho é palco de inúmeros usos e destinações, como exploração de óleo e gás, pesquisa sísmica, cabos e emissários submarinos, dragagens, navegação, pesca artesanal e industrial, turismo, militar, conservação ambiental, entre outros, nem sempre compatíveis entre si. A experiência europeia mostra que um elemento-chave para a redução de impactos ambientais e conflitos de uso é a definição de um Planejamento Espacial Marinho (PEM), instrumento a ser obrigatoriamente elaborado pelos países-membros da União Europeia até 2021, conforme a Diretiva 2014/89/EU. No Brasil, que assumiu o compromisso de implantar o PEM até 2030, como signatário da Conferência da ONU para os Oceanos, de 2017, a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) coordena as ações para sua elaboração. Até lá, essa lacuna de planejamento agrega ao processo incertezas e custos desnecessários, pois áreas inadequadas, seja por questões ambientais, seja por incompatibilidade com outras atividades, são objeto de desenvolvimento de projetos que, preliminarmente, poderiam ter sido identificados como inviáveis. Como produto intermediário há a indicação de implantação, pelo governo brasileiro, de um projeto piloto do PEM em uma região do país; seria altamente recomendável que essa iniciativa ocorresse em alguma das regiões de maior potencial eólico (Figura 8.4), antecipando, ao menos parcialmente, os benefícios desse instrumento de ordenamento e gestão territorial.

Ainda, vislumbra-se um cenário de indefinições regulatórias nos mais diversos aspectos relacionados ao desenvolvimento de um projeto eólico no mar, desde a cessão de uso do território, estabelecimento de prioridades e incompatibilidades de uso, até questões relacionadas aos modelos de outorga e seleção pelo setor elétrico. Já sob o aspecto ambiental propriamente dito, apesar de não haver um instrumento legal específico para a tipologia, o arcabouço legal existente é suficiente para embasar o processo de licenciamento. Os órgãos intervenientes são aqueles regularmente envolvidos no processo de licenciamento ambiental e especificados pela Portaria Interministerial nº 60/2015, consistindo na Fundação Nacional do Índio – FUNAI, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA (originalmente, Fundação Cultural Palmares), Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN e Ministério da Saúde. Quando o empreendimento afetar Unidade de Conservação (UC), conforme previsão da Lei Federal nº 9.985/2000 e Resolução CONAMA nº 428/2010, deverá ser solicitada autorização do órgão responsável por sua administração. No caso de UCs federais, esse órgão é o ICMBio e os procedimentos relativos à sua autorização para licenciamento ambiental estão previstos na Instrução Normativa Conjunta ICMBio/IBAMA nº 8/2019.

8. Eólicas offshore no Brasil

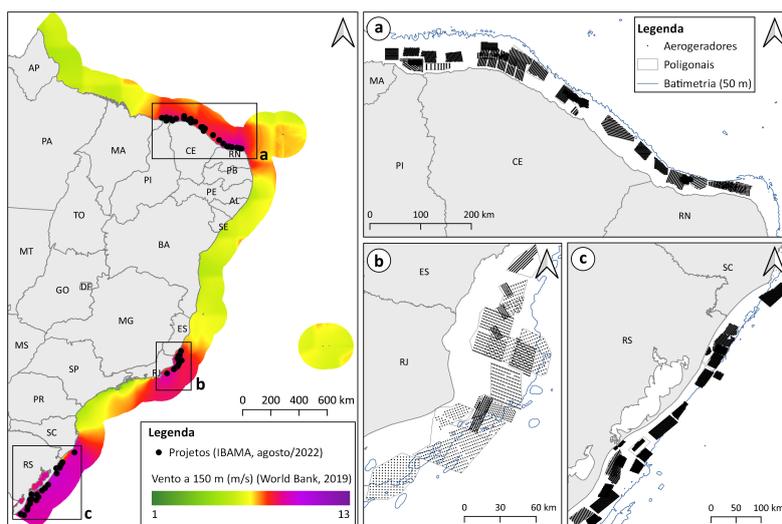


Figura 8.4.: Potencial eólico no mar ao longo da costa brasileira (World Bank 2019) e localização dos empreendimentos em licenciamento ambiental (IBAMA 2022), detalhados nas três áreas de maior potencial eólico: a) litoral do Nordeste, entre Piauí e Rio Grande do Norte; b) litoral Sudeste, entre o sul do Espírito Santo e o norte do Rio de Janeiro; c) litoral Sul, ao longo da costa central e norte do Rio Grande do Sul.

Essa IN também faculta ao IBAMA solicitar manifestação técnica especializada do ICMBio acerca de eventuais impactos sobre espécies ameaçadas de extinção, a qual terá caráter opinativo e não vinculante, assim como determina que sejam observados os Planos de Ação Nacional e as áreas geográficas de concentração de espécies ameaçadas. No caso de captura e marcação de aves silvestres durante os estudos prévios visando o licenciamento ou o monitoramento durante as fases de instalação e operação, é necessário obter também autorizações no Sistema Nacional de Anilhamento, gerido pelo ICMBio/CEMAVE (IN GABIN/ICMBIO nº 7/2021). Além disso, a IN ICMBio/IBAMA nº 01/2014 determina que os dados relativos à fauna silvestre oriundos dos estudos, programas de monitoramento e procedimentos de resgate de fauna vinculados ao licenciamento ambiental federal sejam depositados em banco de dados com acesso amplo e irrestrito de ambos os órgãos. Nesse sentido, encontra-se em fase de desenvolvimento a plataforma SISBIA (Sistema de Gestão de Dados de Biodiversidade para Avaliação de Impacto Ambiental), que também prevê nível público de acesso.

Deve-se destacar a definição de competência da União para promover o licenciamento ambiental dos empreendimentos ou atividades localizados ou desenvolvidos no mar territorial, na plataforma continental ou na Zona Econômica Exclusiva, conforme o Art. 7º, XIV, b, da Lei Complementar nº 140/2011, e especificamente das usinas eólicas, no caso de empreendimentos e atividades *offshore* e zona de transição terra-mar, como posteriormente regulamentado pelo Art. 3º, VIII, c, do Decreto Federal nº

8. *Eólicas offshore no Brasil*

8.437/2015. Com a exclusividade de competência atribuída ao ente federal, supera-se de imediato a indesejável discrepância entre os graus de complexidade dos estudos ambientais exigidos pelos diferentes estados, fato observado, em particular, na primeira década de desenvolvimento das usinas eólicas em terra, num contexto de disputa pela atração de investimentos. Fundamentando-se na Resolução CONAMA nº 279/2001, que prevê procedimento simplificado para o licenciamento ambiental de empreendimentos com pequeno impacto ambiental, usinas eólicas foram, por vezes, licenciadas com estudos superficiais, ainda que localizadas em áreas sensíveis ou sendo projetos de grande porte. Tais divergências e os consequentes riscos derivados das insuficientes avaliações de impacto ambiental foram propulsores da elaboração da Resolução CONAMA nº 462/2014, que estabeleceu critérios para enquadramento dos projetos quanto ao potencial de impacto e consequente rito de licenciamento, inclusive fornecendo o conteúdo mínimo dos diferentes tipos de estudo ambiental.

Diante da ausência de normativa similar para usinas eólicas *offshore* e prevendo a iminente proposição de projetos, o IBAMA definiu uma agenda para capacitação do corpo técnico e elaboração de quadro normativo. Já em 2015, no desenvolvimento das matrizes de impacto por tipologias, o Instituto realizou uma primeira identificação das atividades, aspectos, impactos e medidas mitigadoras inerentes aos empreendimentos eólicos marítimos, a partir da bibliografia existente. Posteriormente, em parceria com o programa “Diálogos Setoriais”, da União Europeia, realizou encontros com especialistas nacionais e internacionais em 2019, bem como produziu estudo sintetizando a experiência e comparando as práticas adotadas em países pioneiros na implantação de empreendimentos eólicos *offshore* (Vasconcelos 2019). Com isso, reuniu-se informação suficiente para propor um Termo de Referência (TR) Padrão para Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) de Complexos Eólicos Marítimos (IBAMA 2020), submetido à consulta pública e lançado, em sua versão final, em novembro de 2020. Entre as próximas metas da agenda do órgão licenciador federal estão a elaboração de um Guia de Avaliação de Impacto para a tipologia e norma específica para disciplinar seu licenciamento.

O termo de referência apresenta o escopo e encadeamento lógico a serem observados no estudo de impacto ambiental necessário à avaliação de viabilidade de cada projeto. Conforme a estimativa prévia de intensidade dos impactos, maior ênfase foi direcionada a aspectos relacionados aos usos potencialmente conflitantes (por exemplo, óleo e gás, pesca, navegação, turismo), interferências paisagísticas e infraestrutura necessária (porto de apoio). O diagnóstico do meio biótico remete para uma maior complexidade no que se refere aos grupos tartarugas, aves e mamíferos marinhos, bem como aos ambientes recifais. Embora preservando certo grau de autonomia aos consultores, o TR indica uma ou mais alternativas metodológicas para obtenção de dados, conforme as melhores práticas internacionais e o estado da arte no momento de sua elaboração, sem restringir a proposição de métodos alternativos nos planos de trabalho de cada projeto individual.

A definição do tipo de estudo exigido e de seu escopo, apresentada no termo de referência, traz segurança ao processo, possibilidade de planejamento prévio pelo empreendedor e

8. Eólicas offshore no Brasil

isonomia entre os proponentes. Ressalta-se que, apesar de ser um TR padrão para a tipologia, é prevista sua adaptação às particularidades do projeto e da região onde se insere. Além disso, para projetos experimentais, com até duas turbinas ou instalados sobre plataformas já existentes, podem ser aplicáveis estudos ambientais simplificados. O significativo aumento no número de processos em licenciamento pode ser um reflexo da relevância da definição de procedimentos claros. Se entre 2016, ano de instauração do primeiro processo, a novembro de 2020, mês de lançamento do TR, apenas 11 processos haviam sido abertos, desde então 59 novos projetos já foram apresentados.

Analisando-se sua distribuição espacial, constata-se, como esperado, a atração pelas três regiões com maior potencial eólico ao longo da costa brasileira: litoral do Nordeste, do Piauí ao Rio Grande do Norte; litoral Sudeste, do Rio de Janeiro ao Espírito Santo; e litoral Sul, em especial, no Rio Grande do Sul (Figura 8.4). O afastamento médio da costa é de cerca de 18 km e as configurações propostas apresentam aerogeradores com potência de 12 a 15 MW, torres de 150 m e pás de 120 m em média, resultando em alturas máximas de aproximadamente 270 m. A princípio, dadas as profundidades tipicamente inferiores a 50 m, todos os parques preveem fundações do tipo *monopile*, com estacas cravadas no solo marinho. Essas estruturas são de instalação mais fácil e menores custos, razões pelas quais são as mais utilizadas nessa faixa de profundidade globalmente (Hernandez-C et al. 2021) (Figura 8.5).

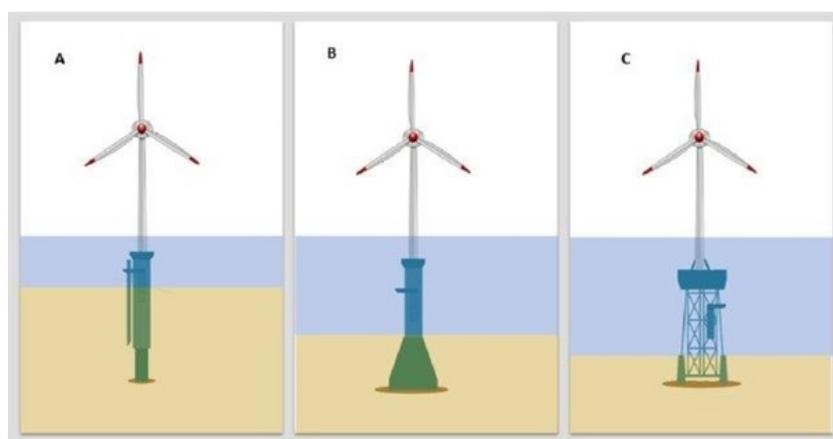


Figura 8.5.: Tipos de estrutura de fixação de turbinas eólicas *offshore*. A - Monopés ou estacas (*Monopile*), B - Base gravitacional (*Gravity base*) e C - Tripés (*Jacket and tripods*). Imagem: Manzano-Agugliaro et al. (2020)

A busca por áreas com maior potencial eólico e menor profundidade, bem como a proximidade com infraestrutura portuária consolidada, fizeram com que começassem a surgir sobreposições de poligonais projetadas para diferentes empreendimentos. Como subsídio aos empreendedores, desde junho de 2021 o IBAMA disponibiliza publicamente

8. Eólicas offshore no Brasil

um mapa dos empreendimentos em licenciamento, atualizado sempre que um novo processo é iniciado ou finalizado. Desde então, nenhuma nova sobreposição foi verificada, apontando para a importância da transparência e publicidade de informações que auxiliem na elaboração dos projetos, sendo esse princípio igualmente aplicável às informações ambientais geradas nos estudos e monitoramentos exigidos durante o licenciamento. No entanto, a demanda por instalação de diferentes empreendimentos em áreas adjacentes, gera uma barreira contínua ao longo da costa, com implicações para a navegação e potencial surgimento de barreiras para organismos marinhos. Esse aspecto suscita preocupações quanto aos efeitos cumulativos, em nível de populações (e.g., Goodale & Milman 2020), comunidades ou guildas de aves (Goodale et al. 2019). Em especial, os impactos são maiores nas populações de aves que usam a região nerítica (Goodale et al. 2019), devendo ser abordados com cautela e olhados em macroescala.

Em relação ao marco legal relacionado, especificamente, a estratégias para a conservação das aves marinhas e costeiras no Brasil, que potencialmente podem interagir com CEOs, merecem destaque os Planos de Ação Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas (PANs). Os PANs definem ações *in situ* e *ex situ* para a conservação e recuperação de espécies. São instrumentos de implementação da Política Nacional da Biodiversidade, contemplados pela Portaria MMA nº 43, de 31 de janeiro de 2014, que institui o Programa Nacional de Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção – Pró-Espécies. Os PANs geridos pelo ICMBio são regulamentados pela IN ICMBio nº 21, de 18 de dezembro de 2018, que disciplina os procedimentos para sua elaboração, aprovação, publicação, implementação, monitoria, avaliação e revisão. Os planos de ação contemplando espécies da Classe Aves com maior interface com CEOs incluem o PAN Albatrozes e Petréis – PLANACAP (Portaria ICMBio nº 378, de 24 de abril de 2018), o PAN Aves Marinhas (Portaria ICMBio nº 286, de 4 de abril de 2018), e o PAN Aves Limícolas Migratórias (Portaria ICMBio nº 491, de 10 de setembro de 2019).

Além disso, uma vez que muitas das espécies de aves marinhas migratórias ameaçadas que utilizam águas brasileiras usam territórios de outros países para completar seus ciclos de vida, a participação consolidada do Brasil no Acordo Internacional para a Conservação dos Albatrozes e Petréis - ACAP, e como membro do Conselho Científico e parte da Convenção sobre a Conservação das Espécies Migratórias de Animais Silvestres – CMS das Nações Unidas tem, principalmente na última década, reforçado essa importante rede de colaboração para fortalecer e qualificar estratégias de conservação dessas espécies. O engajamento nacional nessas estratégias compartilhadas entre países é respaldado legalmente no Brasil por instrumentos como o Decreto nº 6.753/2009, que promulga o Acordo para a Conservação de Albatrozes e Petréis, adotado na Cidade do Cabo, em 2 de fevereiro de 2001; o Decreto Legislativo nº 387, de 15 de outubro de 2013, que aprova o texto da Convenção sobre a Conservação das Espécies Migratórias de Animais Silvestres, assinado em Bonn, em 23 de junho de 1979; e o Decreto nº 9.080/2017, que promulga a CMS no país, tornando o Brasil uma de suas nações parte.

8.2. *Eólicas offshore* e potenciais efeitos sobre as aves marinhas e costeiras

O conhecimento atual sobre os efeitos de *eólicas offshore* concentra-se em iniciativas de pesquisa e monitoramento desenvolvidas no hemisfério Norte. Tais efeitos são muito variáveis em função da qualidade do *habitat*, da distribuição de presas, da configuração do complexo eólico e de sua localização em relação às áreas reprodutivas e de alimentação das espécies (Bennun et al. 2021a).

Os impactos dos CEOs sobre as aves marinhas e costeiras podem ser, basicamente, de dois tipos: 1) por colisão, quando a ave falha em evitar os aerogeradores, sendo identificado pela ocorrência de aves mortas ou lesionadas no entorno das turbinas, especialmente aplicável a turbinas *eólicas onshore*, mas potencialmente identificável através de carcaças encontradas nas praias, ou no mar, com câmeras tradicionais ou termais (para uso noturno ou sob neblina); e 2) por realocação ou deslocamento (do inglês *displacement*), quando as aves evitam a área do empreendimento e, conseqüentemente, deixam de usar o local para suas atividades básicas. Na prática, com a instalação dos CEOs há a criação de áreas de exclusão ou alteração de *habitat* utilizados pelas aves, sejam áreas de alimentação (Welcker & Nehls 2016), interrupção de corredores de deslocamento causando um efeito barreira (Cook et al. 2014) ou gerando maior gasto energético em função da alteração de rotas, ou alterações na estrutura dos ecossistemas, incluindo mudanças nas relações tróficas (Perrow 2019). A evitação da área, segundo Furness et al. (2013), pode ocorrer em macroescala, quando todo o CEO é evitado, ou em microescala, quando a área segue em uso, mas o comportamento para desviar das turbinas é realizado pelas aves. O comportamento em nível do interior do empreendimento é referido como de mesoescala por Thaxter et al. (2018). Adicionalmente, a realocação pode ser por atração, na qual as aves são atraídas para as áreas dos CEOs, em especial para uso das estruturas como locais de pouso e descanso (Vanermen et al. 2015, Dierschke et al. 2016).

Os impactos diretos de estruturas *eólicas offshore* sobre as aves marinhas têm sido inferidos principalmente através de estudos teóricos que abordam impactos potenciais. Essa tendência decorre do fato da identificação empírica de indivíduos afetados por eventos de colisão ser logisticamente difícil (Bennun et al. 2021b). Da mesma forma, a inferência sobre impactos por mudança de área de uso, por realocação, pode diferir entre espécies similares ou entre populações, e requer dados referentes aos padrões pré-instalação para uma avaliação acurada dos efeitos oriundos dos CEOs, uma vez instalados. Portanto, os estudos prévios têm um papel fundamental na avaliação de risco desses empreendimentos e na proposição de medidas de mitigação de seus impactos ambientais. Igualmente relevante é a obtenção de dados sobre uso do espaço, comportamento e rotas de deslocamento das aves, como subsídios ao entendimento mecanístico de mudanças de padrões que possam ser detectadas em comparações pós-instalação (e.g., Petersen et al. 2011).

8. Eólicas offshore no Brasil

A redução ou interrupção no uso, pelas aves, da área utilizada para instalação do empreendimento pode representar alterações de áreas de forrageio e descanso (Welcker & Nehls 2016) e redefinição de suas trajetórias de voo (i.e., efeito barreira; Masden et al. 2009, 2010). Tais consequências podem ser observadas pela diferença no uso da área entre os períodos anterior e posterior à instalação do empreendimento; também, após a instalação, entre a área interna e externa do empreendimento (evitação em macroescala; Desholm & Kahlert 2005). Alternativamente, as aves podem seguir utilizando ou, até mesmo, serem atraídas para a área do empreendimento após a instalação dos aerogeradores. Por exemplo, as estruturas eólicas podem fornecer locais para pouso, em especial para biguás (Dierschke et al. 2016) ou propiciar melhores condições para alimentação para espécies piscívoras (Vanermen et al. 2015, Degraer et al. 2020). Os complexos podem, ainda funcionar como elementos da paisagem, utilizados para a orientação durante o voo noturno (Vasconcelos 2019) ou aumentar a disponibilidade de alimento, uma vez que há restrições a embarcações pesqueiras 500 m no entorno da poligonal licenciada, conforme NORMAM-11/DPC, de 2017, da Marinha do Brasil. Ainda, as estruturas construídas podem agir como recifes artificiais, atraindo presas potenciais (Langhamer 2012, Bergström et al. 2013). Perrow (2019) sugere que mudanças de comportamento das aves na área do empreendimento possuem implicações espécie-específicas para o desempenho e gasto energético individuais, sendo as aves mergulhadoras as mais sensíveis. Desse modo, o uso do espaço por aves marinhas no interior e no entorno do empreendimento precisa ser avaliado antes e após a instalação dos aerogeradores.

Os aerogeradores *offshore* são fixados por meio de tecnologias distintas, implicando em diferentes impactos associados à sua instalação. As tecnologias mais utilizadas são as fundações fixadas diretamente no leito marinho, dentre as quais a do tipo *monopile* é o modelo tipicamente empregado em profundidades de até 60 m (Bennun et al. 2021a). Ruídos extremamente elevados são produzidos durante sua instalação, devido à percussão no fundo do mar. Presume-se que a tecnologia de aerogeradores flutuantes, na qual a torre localiza-se sobre uma plataforma ancorada ao fundo do mar por cabos, resulte em menos ruídos durante a instalação, caso não sejam igualmente utilizadas estacas no sistema de ancoragem. Além disso, a opção por aerogeradores flutuantes tem a vantagem de viabilizar a implantação de complexos eólicos em maiores profundidades. Conforme o tipo de fundação ou ancoragem, são formados substratos em extensões variáveis, que funcionam como recifes submersos artificiais, compondo um novo *habitat*.

Além do impacto individual de cada turbina instalada e de seu conjunto, é importante observar que as estruturas associadas incluem subestações e cabos submarinos, instalações na costa adjacente que dão suporte às instalações *offshore*, tais como subestações terrestres, cabos subterrâneos e linhas de transmissão. O conjunto dessas estruturas, seus efeitos cumulativos regionais e seus impactos sobre a biodiversidade e funcionamento ecossistêmico devem ser sempre considerados em qualquer análise de impacto (e.g., Raoux et al. 2018).

Há evidências de que as gaivotas (Laridae) são as espécies de aves marinhas mais frequentemente impactadas por colisão em parques eólicos *offshore*, seguidas por espécies

8. Eólicas offshore no Brasil

de trinta-réis (Sterninae), no caso de aerogeradores instalados mais próximos da costa (Skov et al. 2018, King 2019). O principal fator preditivo, no caso das fatalidades regulares por colisão com aerogeradores *offshore* relatadas para gaivotas, foi o tempo despendido pela ave na altitude do rotor (Skov et al. 2018). Quanto aos componentes costeiros dos parques eólicos *offshore*, as linhas de transmissão, subestação terrestre e estruturas associadas podem impactar espécies com alta carga alar (massa corporal em relação à área de asa), como algumas aves de rapina e cisnes. Tais grupos podem estar particularmente sujeitos a maiores riscos, advindos da colisão com linhas de transmissão associadas ao empreendimento. Em determinadas situações, os impactos por evitação e colisão podem estar associados, como demonstrado para Anseriformes, que evitam toda a área durante o dia, provavelmente porque a detectam visualmente, mas usam o espaço dos CEOs à noite, por exemplo durante migrações, quando então há aumento dos riscos de colisão (Desholm & Kahlert 2005).

Algumas aves limícolas (ordem Charadriiformes) e aves aquáticas (por exemplo, Anseriformes) realizam voos em mar aberto durante suas migrações e são registradas durante o monitoramento em plataformas *offshore* e por radares em alguns locais do mundo, com altitudes de voo variando consideravelmente, mas em geral, a menos de 200 m de altitude (Alves et al. 2016, Conklin et al. 2017, Hüppop et al. 2019). No entanto, para a América do Sul, há poucas informações sobre detalhes do comportamento migratório da maioria das espécies (Hernandez-C. et al. 2021). A ausência de Anseriformes marinhos no Brasil, comuns em áreas temperadas frias do hemisfério Norte e também no sul da América do Sul, demonstra uma diferença importante na composição da avifauna em águas marinhas rasas. Por outro lado, entre as aves limícolas migratórias ocorrentes no Brasil existem espécies em grande risco de extinção, devido à perda de *habitat* ao longo de suas rotas de migração. Impactos adicionais advindos de geração de energia eólica podem, potencialmente, gerar efeitos catastróficos em populações deste grupo, notadamente nas áreas de maior agregação ao redor do mundo (Melville et al. 2016).

8.3. As aves marinhas e costeiras no Brasil

A extensão latitudinal de cerca de 38° ao longo da costa brasileira oferece variadas condições ambientais para o grupo das aves marinhas, o que sustenta uma assembleia que representa cerca de um terço (~100 espécies) das cerca de 350 espécies de aves marinhas existentes no mundo. Uma fração substancial desse total é composta por aves de ocorrência ocasional, usualmente denominadas vagantes (Pacheco et al. 2021) e que são, portanto, de menor relevância no contexto das eólicas *offshore*. A heterogeneidade da paisagem marinha ao longo da extensa costa atende aos requerimentos de espécies tipicamente tropicais, em sua porção norte, e de espécies temperadas e antárticas, em sua porção sul. A Zona Econômica Exclusiva brasileira representa área de internagem para migrantes austrais e boreais, e ainda, de reprodução e alimentação para espécies residentes, as quais utilizam ilhas em regiões neríticas (sobre a plataforma, em especial, próximo à costa) e oceânicas para nidificação.

8. Eólicas offshore no Brasil

A classificação das espécies como residentes ou migratórias (i.e., que se reproduzem em território brasileiro e realizam deslocamentos cíclicos) é relevante para a avaliação de impacto de CEOs. Essa classificação pode, por exemplo, ajudar a definir locais de agregação naturais, com deslocamentos regulares entre as colônias e as áreas de alimentação, ou movimentos mais livres, sem a necessidade de retorno regular a um ponto. Neste contexto, é possível identificar algumas das ilhas oceânicas como de menor relevância em relação aos empreendimentos eólicos em processo de licenciamento atualmente que, quase em sua totalidade, restringem-se a profundidades inferiores a 50 m nas três áreas de interesse primário citadas acima (Figura 8.4). Assim, a Ilha da Trindade, o Arquipélago de São Pedro e São Paulo e, possivelmente, o Arquipélago de Fernando de Noronha, são de menor relevância neste momento. No entanto, as aves que se reproduzem no Atol das Rocas, em especial aquelas que tendem a deslocar-se em direção à costa, como *Sula leucogaster*, demandam especial atenção, pois podem atingir as áreas onde já há pedidos de licenciamento, como ao longo da costa do Rio Grande do Norte e estados próximos. Por exemplo, sabe-se que *Pterodroma armijnjoniana* usa a costa brasileira durante parte do seu período reprodutivo (Leal & Bugoni 2021) ou utiliza as costas Norte e Nordeste brasileiras, incluindo Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, durante sua migração entre o Atlântico Norte e as colônias em Trindade (Leal & Bugoni 2021). Por outro lado, rastreamento de *S. dactylatra* fora do período reprodutivo em Fernando de Noronha indica que esta espécie não se dirige regularmente em direção à costa, mesmo durante o período não reprodutivo (Roy et al. 2021). Adicionalmente, havendo empreendimentos no sul da Bahia e Espírito Santo, as aves de Abrolhos passam a merecer especial atenção, pois podem atingir áreas costeiras durante suas viagens de alimentação (Nunes et al. 2022). O mesmo aplica-se às espécies que se reproduzem em ilhas costeiras próximas aos locais de interesse, como por exemplo as ilhas da região norte do Rio de Janeiro e do litoral de Santa Catarina, onde *S. leucogaster* e *Fregata magnificens* se reproduzem (Alves et al. 2004) e há elevado potencial eólico.

A ampla maioria das aves marinhas migratórias que ocorrem no Brasil são oriundas da região antártica e subantártica, Patagônia, ilhas e costas do Atlântico Sul, mas também da Nova Zelândia e Austrália. Uma parcela menor é composta pelos migrantes boreais (Tabela 8.1), provenientes da América do Norte, Europa e ilhas da Macaronésia. A origem biogeográfica das espécies é um aspecto relevante, pois pode determinar a sazonalidade de sua presença nas águas brasileiras e, assim, influenciar o desenho amostral nas fases de diagnóstico e monitoramento. Por exemplo, migrantes austrais ocorrem no Brasil, predominantemente, do final do outono a meados da primavera. Um número menor de espécies se reproduz em território brasileiro, em ilhas oceânicas, como São Pedro e São Paulo, Atol das Rocas, Fernando de Noronha, Ilha da Trindade e Martin Vaz, além de Abrolhos, que embora contenha espécies tipicamente oceânicas, está localizada sobre a plataforma continental (Mancini et al. 2016). Adicionalmente, diversas espécies, como gaivotas e trinta-réis, se reproduzem em ilhas costeiras, de Santa Catarina ao litoral do Espírito Santo, sendo que algumas também se reproduzem nas ilhas oceânicas, tais como atobás e fragatas (Branco 2004).

8. Eólicas offshore no Brasil

Por sua vez, as aves limícolas que utilizam a região costeira, incluindo praias arenosas, planícies de maré, manguezais, estuários e lagoas costeiras (excetuando, nessa abordagem, as limícolas continentais - Tabela 8.1), distribuem-se de Norte a Sul do país. No entanto, há áreas de agregação importantes de aves limícolas no litoral do Rio Grande do Sul, bem como ao longo de parte dos litorais Sudeste, Nordeste e Norte. Esses grupos utilizam a Rota Atlântica para migração, quando supostamente deslocam-se em grandes altitudes, da ordem de centenas a milhares de metros sobre o nível do mar. Porém, nos deslocamentos menores nas áreas não reprodutivas brasileiras, as aves limícolas podem cruzar extensões do oceano voando em altitudes mais baixas, na faixa de ação das hélices dos aerogeradores. Como as áreas com elevado potencial de geração de energia eólica *offshore* estão distribuídas ao longo de toda a costa e contemplam as regiões Sul, Sudeste e Nordeste, é possível identificar grupos de aves marinhas e costeiras que podem apresentar elevada vulnerabilidade à presença dos aerogeradores em cada região e que, portanto, devem ser contempladas nas fases de diagnóstico e monitoramento de CEOs.

A região Sul do Brasil, em especial a costa do Rio Grande do Sul e a porção sul da costa catarinense, possuem marcada sazonalidade em relação à dinâmica oceanográfica, o que tem como consequência uma variação temporal na composição da assembleia de aves marinhas que utiliza a região. A ocorrência de uma frente subtropical de plataforma na região, influenciada pelas águas de plataforma subantártica, tropical e pela pluma de água doce do Rio da Prata, elevam a produtividade primária e atraem espécies que utilizam as áreas visadas pelos CEOs, para alimentação ou como corredor de deslocamento. Entre os migrantes austrais que ocorrem nas áreas com batimetria de até 50 m destacam-se *Procellaria aequinoctialis* e *Thalassarche chlororhynchos*, espécies que se encontram ameaçadas globalmente de extinção devido a uma série de ameaças no mar e nas áreas reprodutivas, como a captura incidental em pescarias, a poluição marinha e a predação de ninhos por espécies exóticas (BirdLife International 2018). O albatroz *T. chlororhynchos* é o que se encontra mais ameaçado por impactos antrópicos e apresenta tendência de declínio populacional. Além de estar categorizado como “Em Perigo” (EN), utiliza a área de potencial eólico *offshore* do Sul e Sudeste do Brasil também durante o período reprodutivo, quando está com ninhos ativos em Tristão da Cunha (Gabani 2020). Por fim, há de se destacar espécies que realizam extensos deslocamentos entre as colônias e as áreas de alimentação, quando podem atingir as águas territoriais brasileiras, como é o caso de *Diomedea exulans* e *P. conspicillata*, que chegam ao sul do Brasil, mas permanecem em águas profundas da plataforma externa e talude (Bugoni et al. 2009, Carneiro et al. 2020).

Adicionalmente, a região Sul, de interesse para instalação de CEOs, é amplamente utilizada por espécies de gaivotas e trinta-réis (Laridae), as quais se reproduzem em ilhas costeiras do sul do Brasil, Uruguai, Argentina e Estados Unidos, a exemplo de *Sterna hirundinacea* (ameaçada de extinção no Brasil), *S. hirundo*, *Thalasseus acutiflavus*, *T. maximus* (as duas últimas ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul e *T. maximus*, ameaçada nacionalmente) e *Larus dominicanus*. Durante o período não reprodutivo, tais espécies utilizam a costa sul do Brasil para alimentação, a qual se dá na superfície da coluna d'água, em áreas de baixa profundidade, e envolve movimentos diários cíclicos entre

8. Eólicas offshore no Brasil

as áreas de alimentação, no mar, e de descanso, durante o dia, ou dormitório noturno, no cordão litorâneo (e.g., Bugoni & Vooren 2005, Bugoni et al. 2005). Portanto, projetos de instalação de CEOs ao longo da costa sul do Brasil deveriam dedicar atenção, nas fases de diagnóstico e monitoramento, para espécies de Procellariiformes e Charadriiformes que utilizam a região, incluindo espécies bentívoras que se alimentam ao longo das praias arenosas e áreas úmidas costeiras (ver abaixo).

A região Sudeste, em especial as porções norte do Rio de Janeiro e sul do Espírito Santo, são de especial interesse pelos ventos adequados à produção de energia e proximidade aos mercados consumidores dessa energia produzida (Figura 8.4). Porém, esses locais apresentam flutuação sazonal nas condições ambientais, pois possuem forte influência do vento nordeste que faz ressurgir a Água Central do Atlântico Sul e, conseqüentemente, elevar a produtividade primária na região. Além de abrigar espécies de trinta-réis que se reproduzem e se alimentam na região e adjacências, como *S. hirundinacea*, *T. maximus* e *T. acuflavidus*, as áreas com potencial eólico offshore também são utilizadas por espécies de Suliformes, como *S. leucogaster* e *F. magnificens*. Os atobás, incluindo *S. leucogaster*, obtêm o alimento através do mergulho denominado *plunge-diving*, no qual a ave se lança em queda livre a partir de uma determinada altitude para capturar a presa na subsuperfície da coluna d'água. O momento anterior à descida é caracterizado por ganho de altitude, velocidade reduzida e aumento das frequências de mudança de rumo, com patrulhamento da superfície em círculos (Nelson 2005), o que pode representar um aumento da vulnerabilidade dessas espécies ao impacto com as pás dos aerogeradores durante o comportamento de alimentação. Adicionalmente, parte da dieta de *S. leucogaster* é composta por descartes da pesca de arrasto na plataforma continental brasileira e, especificamente, na região Sudeste do Brasil (Souza 2021) e poderia ser influenciada, positiva ou negativamente, com a implementação de uma zona de exclusão de pesca na área do empreendimento e adjacências. É possível que, de forma similar a outros Sulidae do hemisfério Norte (e.g., Goodale & Milman 2020), os atobás no Brasil também estejam ameaçados por empreendimentos eólicos. O voo planado e o cleptoparasitismo (roubo de alimento de outros indivíduos) de *F. magnificens* também podem elevar a vulnerabilidade da espécie, pois o primeiro ocorre em baixas velocidades, com frequente mudança de rumo, e inclui até mesmo momentos de baixa atividade cerebral na fase de ascensão (Rattenborg et al. 2016), e o segundo está associado a uma queda em alta velocidade e perseguição de outras aves, como *S. leucogaster*. A velocidade de voo pode ser um componente importante na definição de riscos, sendo bastante variável entre áreas e períodos (Masden et al. 2021). Embora escassos, os dados de altitude de voo de fragatas indicam substancial uso das faixas de altitude coincidentes com o rotor de turbinas eólicas, com cerca de 50% do tempo despendido em voo entre 100 e 200 m (Clark et al. 2020). Por fim, cabe destacar que as áreas da região Sudeste com potencial eólico offshore também são utilizadas por *T. chlororhynchos* durante os períodos não reprodutivo e reprodutivo, com uso particularmente intenso da região sob influência da ressurgência de Cabo Frio, conforme demonstrado através de rastreamento remoto de animais no Oceano Atlântico sudoeste (Gabani 2020).

8. Eólicas offshore no Brasil

A região Nordeste com elevado potencial eólico *offshore* apresenta maior amplitude longitudinal de áreas propícias aos CEOs e, portanto, pode contemplar espécies oriundas das ilhas oceânicas brasileiras, em sua porção leste, e espécies que utilizam as águas costeiras ricas em nutrientes oriundos de descargas sazonais de rios, em sua porção oeste. Por exemplo, a região é visitada para alimentação por espécies de Laridae, como *T. maximus*, *T. acufavidus*, *Leucophaeus atricilla*, *S. hirundo* e *S. dougallii* (sendo a primeira e a última ameaçadas de extinção no Brasil), além de *S. leucogaster* e* *F. magnificens*, espécies que se reproduzem no Atol das Rocas e Fernando de Noronha, e de *Anous stolidus* e *Onychoprion fuscatus*, que são mais raras na costa (Mancini et al. 2016).

Por outro lado, as espécies marinhas migratórias que utilizam as praias ou áreas costeiras para pouso e alimentam-se no mar, também estão sujeitas a deslocamentos regulares. Desse grupo marinho costeiro requerem especial atenção os trinta-réis que usam a costa brasileira como área de invernagem (não reprodutiva), como *S. hirundo*, espécie que forma grandes bandos para descanso e pernoite nas praias do Rio Grande do Sul (Bugoni & Vooren 2005), e da Bahia ao extremo norte do Brasil (Hays et al. 1999). No Norte e Nordeste brasileiro, os bandos de *S. hirundo* são mistos com *S. dougallii* (Hays et al. 1999), espécie ameaçada de extinção no Brasil (Tabela 8.1). O mesmo ocorre com gaivotões *L. dominicanus* ao longo da costa Sul e Sudeste (Costa & Sander 2008) e *L. atricilla*, na costa Norte (Lima et al. 2010). Conhecer esses locais de agregação e deslocamentos regulares entre a praia e os locais de alimentação no mar adjacente é de fundamental importância no contexto da energia eólica.

Em uma escala espacial mais ampla, a linha de costa brasileira também é utilizada como corredor para espécies de aves costeiras migratórias, sejam elas oriundas do hemisfério Norte ou do sul da América do Sul. O litoral brasileiro compõe a Rota Atlântica de migração de aves costeiras, com alguns sítios-chave utilizados como áreas de invernagem ou pontos de parada, adjacentes às áreas com potencial eólico *offshore*. Exemplos são as praias arenosas do Ceará e Rio Grande do Norte, a restinga de Jurubatiba no Rio de Janeiro e a Lagoa do Peixe e o estuário da Laguna dos Patos, no Rio Grande do Sul. Nesse contexto, cabe destacar a importância de direcionar atenção para as espécies que utilizam tais pontos para acondicionamento pré-migratório, pois durante os movimentos curtos entre sítios de alimentação ou entre esses e os dormitórios, a altitude de voo pode se sobrepor às altitudes das pás dos aerogeradores (Stantial & Cohen 2015), enquanto o voo migratório pode ocorrer a centenas ou milhares de metros de altitude (Senner et al. 2018; Lindström et al. 2021). Entre as espécies migratórias Neárticas que utilizam a Rota Atlântica durante o seu período não reprodutivo (verão austral), destacam-se representantes de Scolopacidae, como *Calidris canutus*, *C. alba*, *C. pusilla*, *Arenaria interpres*, *Tringa flavipes* e *T. melanoleuca*, e Charadriidae, como *Charadrius semipalmatus*, *Pluvialis dominica* e *P. squatarola*. Adicionalmente, representantes do sul da América do Sul, como *Charadrius falklandicus*, *C. modestus* e *Oreopholus ruficollis*, também visitam a costa sul brasileira durante o período não reprodutivo, o qual corresponde ao inverno austral. Portanto, a costa brasileira, como um todo, representa um importante corredor migratório, com sítios-chave para parada e reabastecimento energético de espécies de

visitantes regulares dos Hemisférios Norte e Sul, os quais possuem forte associação e proximidade geográfica com as áreas de potencial eólico *offshore*. Assim, considera-se importante, no contexto dos estudos de licenciamento, o mapeamento e monitoramento de sítios importantes para as aves costeiras, bem como o refinamento do conhecimento sobre os corredores de movimentos curtos, associados às rotinas diárias de forrageamento, e de movimentos longos, associados ao voo migratório.

8.4. Sugestões para mitigação de impacto de CEOs à avifauna marinha e costeira no Brasil

A informação ambiental, já existente ou especialmente produzida, fundamenta a tomada de decisão acerca da viabilidade de um empreendimento com potencial de geração de impacto, apontando para as medidas necessárias dentro da clássica hierarquia da mitigação – evitar, mitigar, compensar (Sánchez 2013). Assim, diferentes métodos podem ser empregados a fim de criar uma base de conhecimento tanto na escala da área do empreendimento, quanto em uma escala mais ampla (e.g., regional, nacional). Tais informações de base são extremamente relevantes, ainda, para a definição de um programa de monitoramento adequado às condições locais e para uma avaliação da efetividade de mitigação em médio e longo prazos. Em conjunto, os diversos empreendimentos podem gerar informações que, somadas, contribuirão para evitar impactos cumulativos desta tipologia sobre populações de aves marinhas e costeiras. Inexistindo um Plano de Gestão Espacial Marinho, o empreendedor, ainda na fase de projeto e preventivamente, para reduzir a probabilidade de se defrontar com um licenciamento de maior complexidade, deve considerar, na seleção da área, aspectos de risco relacionados a atributos da biodiversidade conhecidos que apontem para um elevado grau de sensibilidade, tais como Unidades de Conservação, áreas-chave de biodiversidade, a distribuição de espécies ameaçadas potencialmente vulneráveis à tipologia e rotas migratórias. Diversas fontes disponibilizam informações geográficas que possibilitam realizar esta avaliação prévia (Bennun et al. 2021a), indispensável, porém não suficiente, para prescindir de diagnóstico em escala local. Assim, como sugestão aos empreendedores e consultores ambientais, propomos uma estrutura de trabalho baseada na experiência internacional, na literatura científica e no TR, com procedimentos, abordagens metodológicas e perguntas a serem respondidas (Figura 8.6).

8. Eólicas offshore no Brasil

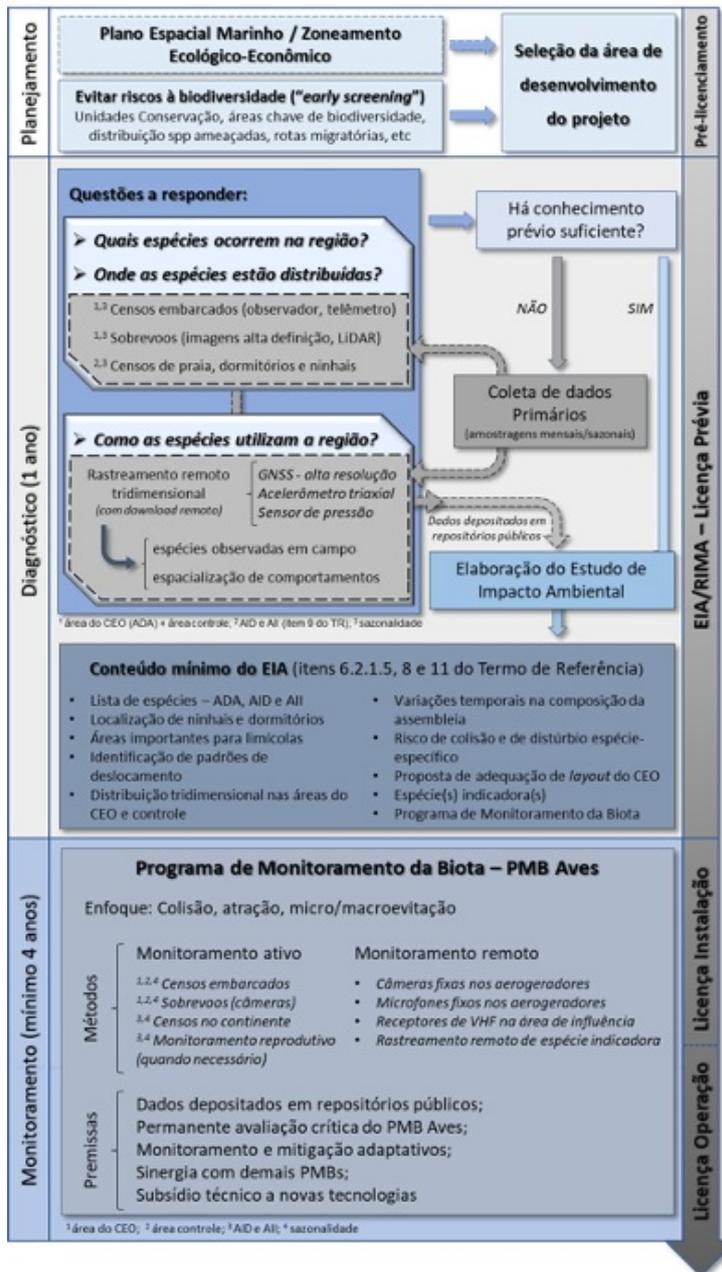


Figura 8.6.: Proposta de estrutura de trabalho aplicável ao planejamento de estudos de impacto ambiental e de monitoramento ambiental em áreas de exploração de energia eólica *offshore* ao longo da costa brasileira. CEO – Complexo Eólico *Offshore*; ADA - Área Diretamente Afetada; AID - Área de Influência Direta; AII - Área de Influência Indireta. Definições segundo o Termo de Referência padrão para Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental de Complexos Eólicos *Offshore* (IBAMA 2020).

8. Eólicas offshore no Brasil

Escala do empreendimento – diagnóstico e monitoramento

O Termo de Referência para Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) de CEOs aponta as necessidades de informação para caracterização e monitoramento da avifauna que utiliza a área do empreendimento e seu entorno (Figura 8.6). O item 6.2.1.5 desdobra-se em itens relacionados ao diagnóstico de uso da área pela avifauna, os quais buscam responder às seguintes questões: (1) quais espécies utilizam a área; (2) quais os padrões espaciais de uso área; e (3) como as espécies utilizam a área. Cabe ressaltar, ainda, que o TR destaca a utilidade de dados pretéritos, obtidos em conformidade com as exigências apontadas, como subsídio para o processo de diagnóstico, embora destaque também a necessidade de dados primários complementares sempre que necessário. Tais informações geram um ponto de partida para a caracterização da distribuição espacial das aves, avaliação de potenciais alterações na assembléia de aves nas fases de instalação e operação, identificação de espécies sentinelas/indicadoras para o monitoramento e, ainda, avaliações do risco de colisão das diferentes espécies com os aerogeradores. Para isso, a utilização de grupos de técnicas complementares (e.g., Eulerianas *versus* Lagrangeanas) pode enriquecer a base de dados e aumentar a acurácia do diagnóstico (Largey et al. 2021).

A revisão de informações previamente existentes, para a área do empreendimento e entorno, representa uma importante etapa do diagnóstico, pois tais dados podem ser utilizados para otimizar os esforços de campo. A análise de bancos de dados pretéritos que contemplem contagens de aves no mar e na costa (abordagem Euleriana) indica os principais grupos que utilizam a região, bem como suas variações no espaço e no tempo, desde que os dados sejam obtidos com métodos comparáveis e com esforço amostral suficiente. Nesse caso, tais informações devem ser utilizadas para a verificação de ocorrência de espécies potencialmente sensíveis aos aerogeradores, para o mapeamento de áreas importantes para as aves e para a caracterização da fenologia de uso da área. Adicionalmente, dados de rastreamento remoto fornecem informações sob a ótica do indivíduo (abordagem Lagrangeana), o que possibilita a identificação de trajetórias de voo que se sobrepõem à área do empreendimento ou seu entorno. Desse modo, é possível realizar um diagnóstico acurado da área do empreendimento utilizando dados previamente obtidos, mas, para isso, é estritamente necessária uma revisão bibliográfica exaustiva, associada a consultas a bases de dados que contemplem os tópicos contidos no TR. Cabe mencionar a importância de diversificação das buscas por informação, visto que dados relevantes para o escopo do diagnóstico podem estar em bancos de dados não publicados, bases de dados amplamente compartilhadas, “literatura cinza” (e.g., resumos de congressos, monografias, dissertações e teses) e literatura científica. Atenção deve ser dada à análise crítica desses dados, em especial quanto à viabilidade de análises quantitativas para comparações posteriores, pois a simples compilação de dados, embora relevante como ponto de partida para o planejamento de amostragens complementares, em geral não é suficiente. Adicionalmente, destaca-se a importância de explorar dados e informações obtidos em áreas adjacentes, mas que compartilhem condições ambientais com o empreendimento em tela, dada à alta mobilidade das aves marinhas e a consequente efemeridade nos padrões de uso do espaço. A ausência, *a priori*,

8. Eólicas offshore no Brasil

de registro de determinada espécie na área do empreendimento não significa que não ocorra, especialmente se a espécie for de potencial ocorrência na região devido à sua rota migratória ou existência de condições adequadas.

A inexistência ou indisponibilidade de dados prévios demanda o levantamento de dados primários e, nessa situação, a informação mais básica a ser obtida é a identificação das espécies que utilizam a área do empreendimento e seu entorno. A composição da assembleia de aves pode ser estudada através de censos utilizando embarcações como plataformas de observação, embora o emprego de embarcações adequadas para identificação e contagem de aves possa ser dificultado pela baixa profundidade dos locais onde os empreendimentos vêm sendo propostos. Métodos alternativos podem envolver a utilização de veículos aéreos não tripulados – VANTs – ou aeronaves tripuladas equipadas com câmeras de alta resolução (Žydelis et al. 2019), sendo possível a realização de análises automatizadas, embora sob supervisão e validação de especialistas. O conhecimento sobre as aves que utilizam a área do empreendimento é fundamental para identificar espécies indicadoras para o período de monitoramento, para avaliar alterações no uso entre os períodos de diagnóstico e operação dos aerogeradores (i.e., macroevitação) e mesmo para adaptar e calibrar métodos empregados com espécies típicas do hemisfério Norte. Para a adequada seleção de espécies indicadoras, critérios como abundância espécie-específica, grau de vulnerabilidade ou risco representado pelo empreendimento e *status* de ameaça (conforme listas de espécies ameaçadas), devem ser considerados, assim como a viabilidade metodológica, logística e temporal de execução do monitoramento. Também é recomendável a definição de áreas controle no entorno do empreendimento ou a amostragem em transecções ou pontos que incluam áreas fora da área diretamente afetada, com características ambientais similares, a serem monitoradas em ambos os períodos. Assim, em um eventual cenário de alteração na composição da assembleia que utiliza o polígono do empreendimento, será possível avaliar se há um efeito da presença dos aerogeradores (em caso de não haver alteração na área controle) ou se há um efeito externo influenciando no uso da região (em caso de também haver alteração na área controle). É importante mencionar que indicadores quantitativos para monitoramento serão efetivos apenas se forem pertinentes para a detecção de impactos e obtidos nas fases pré e pós-instalação.

As técnicas supramencionadas são igualmente úteis para identificar padrões de distribuição espacial das aves, embora necessitem de um refinamento para obtenção de dados sobre altitude de voo. Informações sobre a distribuição tridimensional das aves subsidiarão produtos importantes da etapa do diagnóstico, como a modelagem de risco de colisão, conforme referido no item 8 do TR, e proposta de *layout* dos aerogeradores, conforme referido no item 6.2.1.5 (h) do TR. Para isso, equipamentos adicionais são opções convenientes para contagens nas áreas controle e do empreendimento, como telêmetros em embarcações (Harwood et al. 2018) ou LiDAR – *Light Detection And Ranging* – em aeronaves tripuladas ou não (Cook et al. 2018). A utilização de equipamentos de rastreamento remoto com sensores de GNSS – *Global Navigation Satellite Systems* – associados a medidores de altitude, fornece uma informação complementar à distribuição bidimensional, embora no nível do indivíduo. Cabe destacar a importância

8. Eólicas offshore no Brasil

da determinação de uma frequência de amostragem com os receptores de sinal de GNSS suficiente para a segmentação de comportamentos ao longo das trajetórias de voo, visto que a altitude de voo é comportamento-específica (Furness et al. 2013). Para isso, a identificação das espécies que utilizam a região e a escolha de espécie(s) indicadora(s) será fundamental para o direcionamento de esforços e recursos para a captura das aves e fixação de equipamentos de rastreamento remoto.

Por fim, a caracterização do comportamento das aves na área do empreendimento é imprescindível para complementar as informações necessárias à modelagem do risco de colisão. Tais informações podem ser obtidas da literatura, das observações nas plataformas de observação e contagem (i.e., embarcações e aeronaves) ou, ainda, de equipamentos de rastreamento remoto. A identificação dos comportamentos realizados previamente à instalação dos aerogeradores representa a base para avaliar a ocorrência de evitação durante a fase de operação. Ou seja, será útil para avaliar como as espécies que permaneceram usando a área do empreendimento comportam-se em relação aos aerogeradores, o que, em última instância, pode representar alterações na alocação de tempo e energia e, conseqüentemente, em sucesso de alimentação e/ou reprodução (Cook et al. 2012).

O processo ideal de diagnóstico na escala do empreendimento demanda alguns produtos cruciais para a efetiva continuidade das etapas de licenciamento e monitoramento. A modelagem do risco de colisão é uma técnica quantitativa que identifica a vulnerabilidade das espécies que utilizam a região em relação ao impacto com aerogeradores, pois associa características do voo com informações sobre o uso do *habitat* e parâmetros populacionais (Furness et al. 2013). Entretanto, os modelos existentes, se aplicados no Brasil, ainda contêm importantes graus de incertezas, dado o desconhecimento de parâmetros comportamentais e populacionais da maioria das espécies, em particular no hemisfério Sul. Assim, seus resultados devem ser considerados com cautela, embora possam ser úteis para apontar espécies e grupos críticos. Nesse sentido, uma indicação qualitativa inicial de risco potencial, que serve como primeiro passo para futuros estudos, é apresentada na Tabela 8.1. Esses indicadores devem ser examinados com cautela, dadas as várias lacunas no conhecimento no Brasil e a heterogeneidade ambiental inerente à extensa costa do país. A caracterização da assembleia de aves e os modelos de risco de colisão serão úteis, também, na identificação de potenciais efeitos diretos e indiretos dos aerogeradores nas espécies que utilizam a área do empreendimento. A partir disso, outro importante produto da fase de diagnóstico é a proposta de *layout* do CEO, buscando mitigar seu impacto sobre as espécies mais vulneráveis. A proposta deve considerar o risco de colisão e o uso do espaço tridimensional por parte da avifauna na área no empreendimento, visando proteger altitudes de voo e áreas importantes (e.g. estuários, parcéis) para as aves, além de indicar corredores de deslocamento, por exemplo entre colônias, ou entre áreas de descanso em terra e áreas de alimentação no mar. Estes corredores devem ser planejados em nível de empreendimento, mas idealmente também em escala mais ampla, considerando-se o efeito barreira oriundo de vários empreendimentos dispostos lado a lado.

8. *Eólicas offshore no Brasil*

Por fim, as informações obtidas na fase inicial subsidiarão a elaboração do Programa de Monitoramento da Biota, o qual está previsto no item 11 do TR e demanda recomendações específicas sobre as aves. A parte do Programa de Monitoramento da Biota destinada à avifauna deve conter ferramentas, estratégias e demais informações necessárias ao monitoramento nas fases de instalação e operação e, idealmente, deve possuir sinergia com programas destinados a outros grupos taxonômicos. O programa pode ser dividido em estratégias destinadas ao monitoramento das áreas controle e do empreendimento e às espécies indicadoras identificadas na fase de diagnóstico. O monitoramento das áreas deve considerar o mesmo desenho amostral e as mesmas plataformas de observação da fase de diagnóstico, visando à comparação entre os períodos pré e pós-instalação dos aerogeradores. Adicionalmente, os aerogeradores podem servir como base para fixação de equipamentos de registro autônomo da ocorrência de aves, como câmeras, microfones e receptores de VHF para detecção de aves equipadas com transmissores. Em relação a esse último ponto, cabe ressaltar que a costa brasileira representa uma lacuna importante no rastreamento remoto de aves migratórias utilizando o sistema VHF, através da rede internacional colaborativa Motus. Portanto, a instalação de receptores de VHF em aerogeradores ou em áreas costeiras adjacentes pode fornecer informações sobre o uso das rotas migratórias, visto que a distribuição das áreas com potencial de geração de energia eólica possui forte sobreposição com sítios chave para a Rota Atlântica. Assim, a caracterização da assembleia de aves que utiliza a área do empreendimento e seu entorno é fundamental para avaliar a continuidade de uso da região, e até mesmo para direcionar esforços àquelas espécies que permaneçam usando a área durante a operação.

O monitoramento das espécies indicadoras selecionadas na fase de diagnóstico fornecerá informações sobre a continuidade de uso da área e as estratégias comportamentais perante os aerogeradores (i.e., evitação em microescala). Para isso, o uso de rastreamento remoto com receptores de GNSS com alta frequência de amostragem permite a caracterização da distribuição espacial e a segmentação da trajetória em diferentes comportamentos – descanso, voo de deslocamento, forrageio, dentre outros – através de técnicas estatísticas. Adicionalmente, acelerômetros triaxiais também podem ser utilizados em associação aos estimadores de posição para refinar a classificação de comportamentos a partir de informações de acelerações estática e dinâmica, uma vez que operam em frequências de amostragem abaixo de 1 Hz. Por fim, a combinação de sensores de pressão é uma importante estratégia para avaliar a continuidade de uso como área de forrageio por espécies mergulhadoras, as quais têm sido apontadas como as mais vulneráveis aos CEOs (Bradbury et al. 2014).

Na fase de monitoramento pós-instalação, a identificação de colisões ou o registro do comportamento das aves ao aproximar-se de cada estrutura pode ser feito com uso de câmeras térmicas para visualização de trajetórias e eventual colisão (Matzner et al. 2020). Essa técnica, ainda em desenvolvimento, permite obter informações noturnas e sob condições de mau tempo, impraticáveis através de monitoramento aéreo ou a bordo de embarcações. Equipamentos que estimam comprimento corporal e envergadura são bastante promissores, pois possibilitam identificar espécies ou grupos de aves com características semelhantes (Matzner et al. 2020).

8. Eólicas offshore no Brasil

Escala regional/nacional – mapeamento da sensibilidade de aves marinhas a CEOs

Paralelamente aos processos de licenciamento ambiental dos CEOs, iniciativas em escala mais abrangente podem ser importantes para criar uma base de informações para futuras áreas a serem licenciadas. Conforme previsto no TR, as informações geradas nas etapas de diagnóstico e monitoramento devem formar um banco de dados único em um repositório centralizado e com regras claras de acesso (e.g., SISBIA), e podem ser utilizadas para elaboração de mapas de sensibilidade em escalas regional e nacional. O mapeamento da sensibilidade de aves marinhas aos aerogeradores representa a espacialização das sensibilidades espécie-específicas, de modo que seja possível identificar regiões mais suscetíveis a impactos negativos sobre o grupo. Garthe & Hüppop (2004) propuseram um índice de vulnerabilidade contemplando variáveis associadas ao comportamento de voo, ao comportamento geral e ao estado de conservação de cada espécie. A partir disso, propuseram a espacialização da vulnerabilidade espécie-específica associada a dados de abundância, de modo que fosse possível identificar regiões de concentração de espécies vulneráveis na Zona Econômica Exclusiva da Alemanha, no Mar do Norte. Subsequentemente, Furness et al. (2013) propuseram a decomposição do índice proposto por Garthe & Hüppop (2004) em dois *scores* espécie-específicos: risco de colisão e distúrbio/deslocamento. O primeiro aumenta o peso da altitude de voo na equação que estima o risco de colisão com as pás dos aerogeradores, enquanto o segundo foca em aspectos relacionados ao distúrbio gerado pelos aerogeradores, embarcações e aeronaves, e à especialização de *habitat*. Desde então, os *scores* de risco de colisão e de distúrbio/deslocamento têm sido amplamente aplicados para mapear a sensibilidade de aves marinhas à presença de CEOs (e.g., Bradbury et al. 2014, Kelsey et al. 2018, Pollock et al. 2021), consolidando-se como métricas importantes para a espacialização de previsões sobre potenciais impactos ao grupo em áreas mais amplas do que aquelas sob influência dos empreendimentos. Chama-se a atenção para a necessidade de análises de risco quantitativas, em complementação à indicação genérica preliminar da Tabela 8.1.

O mapeamento da sensibilidade de aves marinhas a CEOs ao longo da costa brasileira tem potencial de fornecer uma importante base de consulta e tomada de decisões durante o processo de licenciamento da atividade, e também de subsidiar mais amplamente a etapa prévia de planejamento do desenvolvimento da atividade no país. No entanto, este mapeamento em larga escala é uma tarefa que extrapola os requerimentos ao licenciamento ambiental por parte do empreendedor. Ainda que possa ser executada pelo órgão ambiental competente, em parceria com instituições de pesquisa, e utilizada como subsídio a avaliações específicas de viabilidade ambiental de empreendimentos. Idealmente, esse mapeamento deveria compor uma das camadas de informação do Planejamento Espacial Marinho (PEM), sob responsabilidade da CIRM, em conjunto com instâncias de planejamento da estrutura governamental, por exemplo através do Zoneamento Ecológico-Econômico. O mapeamento da sensibilidade pode ser realizado com recortes taxonômicos – focando em ordens e/ou famílias – e/ou espaciais, os quais podem utilizar como ponto de partida (e complementar) os mapeamentos de potencial de geração de energia eólica e de adequabilidade logística à instalação de aerogeradores (e.g., Weiss et al. 2018). Para isso, são necessárias informações que subsidiem o cálculo dos

8. Eólicas offshore no Brasil

índices e possibilitem a espacialização. Na prática, a tarefa demanda uma caracterização da avifauna que utiliza a costa brasileira, associada a dados de contagens no mar, além de informações comportamentais, demográficas, de uso do espaço e do estado de conservação. Salienta-se, novamente, a necessidade e premência da estruturação de um banco de dados único ou, minimamente, relacional, contendo as informações existentes pertinentes ao mapeamento da sensibilidade, as quais podem ser oriundas de levantamentos e pesquisas prévias (e.g., Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO), de diagnósticos que venham a ser feitos em cada área licenciada (e.g., SISBIA), ou ainda de repositórios de dados de rastreamento remoto (e.g., *Seabird Tracking Database*, BirdLife International).

Adicionalmente às lacunas de conhecimento indicadas acima, há a oportunidade de desenvolvimento de métodos de detecção de colisões, de identificação de espécies e início das pesquisas com LiDAR e fotografia digital em aeronaves, associados ao aprendizado de máquina. A identificação e classificação de imagens aéreas de alta resolução no censo de aves, por exemplo, poderiam ser financiadas por projetos de pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e/ou compor linhas de pesquisa acadêmica. Esse conhecimento e tecnologia são estratégicos para esclarecer aspectos que, se mantidos obscuros, podem retardar a introdução segura da fonte eólica *offshore* no país.

Em suma, a exploração do ambiente marinho para geração de energia eólica é uma realidade no Brasil, devido ao crescente número de projetos já protocolados para licenciamento ambiental. Não restam dúvidas de que o mar é a nova fronteira de desenvolvimento econômico em âmbito global e que a geração de energia *offshore* é um dos pilares mais importantes da Economia Azul. A demanda por licenciamento para CEOs no Brasil vem em um momento em que há importantes aprendizados de experiências internacionais, bem como tecnologias existentes para o aprimoramento do diagnóstico e do monitoramento ambiental, as quais precisam ser incorporadas ao desenvolvimento dos projetos e das atividades de consultoria ambiental para uma eficaz mitigação do desenvolvimento das atividades de geração de energia. Além disso, parte-se de um abrangente e moderno balizamento inicial contido no TR, o qual aponta importantes direções através das quais o processo de licenciamento deve seguir, ao mesmo tempo em que deixa em aberto possibilidades de aperfeiçoamento das diretrizes apontadas. Por fim, cabe ainda destacar que a demanda de exploração do ambiente marinho brasileiro vem também no início da Década da Ciência Oceânica da ONU, reforçando a importância de um desenvolvimento econômico além da linha de costa fortemente baseado no conhecimento científico e comprometido com a conservação do capital natural.

8. Eólicas offshore no Brasil

Tabela 8.1.: Espécies de aves marinhas e costeiras de interesse para os Complexos Eólicos *Offshore* no Brasil.

Táxon	Nome comum	Status global	Status nacional	Área de ocorrência predominante	Habitat	Status migratório	Impacto potencial / Risco presumido
Phoenicopteridae							
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamingo-chileno	NT	LC	Sul	Costeiro, Interior	Migrante austral	Colisão / -
<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamingo-americano	LC	LC	Norte	Costeiro	Residente, Migrante boreal	Colisão / -
Podicipedidae							
<i>Podiceps major</i>	Mergulhão-grande	LC	LC	Sul e Sudeste	Interior, Nerítico	Residente	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Moderado
Charadriidae							
<i>Pluvialis dominica</i>	Batuiruçu	LC	DD	Sul	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Pluvialis squatarola</i>	Batuiruçu-de-axila-preta	LC	LC	Toda a costa	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Oreopholus ruficollis</i>	Batuíra-de-papo-ferrugíneo	LC	LC	Sul	Costeiro	Migrante austral	Colisão / -
<i>Charadrius modestus</i>	Batuíra-de-peito-tijolo	LC	LC	Sul	Costeiro	Migrante austral	Colisão / -
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Batuíra-de-bando	LC	LC	Toda a costa	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Charadrius wilsonia</i>	Batuíra-bicuda	LC	VU	Norte e Nordeste	Costeiro	Residente	Colisão / -
<i>Charadrius collaris</i>	Batuíra-de-coleira	LC	LC	Toda a costa	Costeiro	Residente	Colisão / -
<i>Charadrius falklandicus</i>	Batuíra-de-coleira-dupla	LC	LC	Sul	Costeiro	Migrante austral, Residente no RS	Colisão / -
Haematopodidae							
<i>Haematopus palliatus</i>	Piru-piru	LC	NT	Toda a costa	Costeiro	Residente, Migrante parcial no extremo Norte	Colisão / -
Recurvirostridae							

8. Eólicas offshore no Brasil

Tabela 8.1.: Espécies de aves marinhas e costeiras de interesse para os Complexos Eólicos *Offshore* no Brasil. (continuação)

Táxon	Nome comum	Status global	Status nacional	Área de ocorrência predominante	Habitat	Status migratório	Impacto potencial / Risco presumido
<i>Himantopus mexicanus</i>	Pernilongo-de-costas-negras	LC	LC	Norte e Nordeste	Costeiro	Residente, Migrante parcial no extremo Norte	Colisão / -
<i>Himantopus melanurus</i>	Pernilongo-de-costas-brancas	LC	LC	Toda a costa	Costeiro	Residente	Colisão / -
Scolopacidae							
<i>Bartramia longicauda</i>	Maçarico-do-campo	LC	LC	Interior	Interior	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Numenius hudsonicus</i>	Maçarico-de-bico-torto	LC	NT	Toda a costa	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Limosa haemastica</i>	Maçarico-de-bico-virado	LC	LC	Sul e Sudeste	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Arenaria interpres</i>	Vira-pedras	LC	NT	Toda a costa	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Calidris canutus</i>	Maçarico-de-papo-vermelho	NT	CR	Toda a costa	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Calidris himantopus</i>	Maçarico-pernilongo	LC	LC	Toda a costa	Costeiro, Interior	Migrante boreal, Vagante	Colisão / Baixo
<i>Calidris alba</i>	Maçarico-branco	LC	LC	Toda a costa	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Calidris bairdii</i>	Maçarico-de-bico-fino	LC	NA	Norte e Sul	Costeiro, Interior	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Calidris minutilla</i>	Maçariquinho	LC	DD	Toda a costa, mais comum no Norte e Nordeste	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Calidris fuscicollis</i>	Maçarico-de-sobre-branco	LC	LC	Toda a costa	Costeiro, Interior	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Calidris subruficollis</i>	Maçarico-acanelado	NT	VU	Sul	Costeiro, Interior	Migrante boreal	Colisão / -

8. Eólicas offshore no Brasil

Tabela 8.1.: Espécies de aves marinhas e costeiras de interesse para os Complexos Eólicos *Offshore* no Brasil. (continuação)

Táxon	Nome comum	Status global	Status nacional	Área de ocorrência predominante	Habitat	Status migratório	Impacto potencial / Risco presumido
<i>Calidris melanotos</i>	Maçarico-de-colete	LC	LC	Toda a costa	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Calidris pusilla</i>	Maçarico-rasteirinho	NT	EN	Toda a costa, mais comum no Norte e Nordeste	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Limnodromus griseus</i>	Maçarico-de-costas-brancas	LC	CR	Norte e Nordeste	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Phalaropus tricolor</i>	pisa-n'água	LC	DD	Sul e Sudeste	Costeiro, Interior	Migrante boreal	Colisão / Baixo
<i>Actitis macularius</i>	Maçarico-pintado	LC	LC	Toda a costa, mais comum no Sudeste, Norte e Nordeste	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Tringa solitaria</i>	Maçarico-solitário	LC	LC	Toda a costa	Costeiro, Interior	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Tringa melanoleuca</i>	Maçarico-grande-de-perna-amarela	LC	LC	Toda a costa	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Tringa semipalmata</i>	Maçarico-de-asa-branca	LC	LC	Toda a costa	Costeiro	Migrante boreal	Colisão / -
<i>Tringa flavipes</i>	Maçarico-de-perna-amarela	LC	LC	Toda a costa, mais comum no interior	Costeiro, Interior	Migrante boreal	Colisão / -
Stercorariidae							
<i>Stercorarius skua</i>	Mandrião-grande	LC	LC	Toda a costa, mais comum no Norte e Nordeste	Costeiro, Oceânico	Migrante boreal	Colisão, perda de <i>habitat</i> / -
<i>Stercorarius chilensis</i>	Mandrião-chileno	LC	NA	Sul e Sudeste	Costeiro, Oceânico	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / -

8. *Eólicas offshore no Brasil*

Tabela 8.1.: Espécies de aves marinhas e costeiras de interesse para os Complexos Eólicos *Offshore* no Brasil. (*continuação*)

Táxon	Nome comum	Status global	Status nacional	Área de ocorrência predominante	Habitat	Status migratório	Impacto potencial / Risco presumido
<i>Stercorarius maccormicki</i>	Mandrião-do-sul	LC	LC	Toda a costa	Costeiro, Oceânico	Migrante austral, transequatorial	Colisão, perda de <i>habitat</i> / -
<i>Stercorarius antarcticus</i>	Mandrião-antártico	LC	LC	Toda a costa	Costeiro, Oceânico	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / -
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Mandrião-pomarinus	LC	LC	Toda a costa	Costeiro, Oceânico	Migrante boreal	Colisão, perda de <i>habitat</i> / -
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Mandrião-parasítico	LC	LC	Toda a costa	Costeiro, Oceânico	Migrante boreal	Colisão, perda de <i>habitat</i> / -
<i>Stercorarius longicaudus</i>	Mandrião-de-cauda-comprida	LC	LC	Toda a costa	Costeiro, Oceânico	Migrante boreal	Colisão, perda de <i>habitat</i> / -
Laridae							
<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	Gaiivota-maria-velha	LC	LC	Sul e Sudeste	Costeiro, Interior	Residente	Colisão, perda de <i>habitat</i> / -
<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	Gaiivota-de-cabeça-cinza	LC	LC	Toda a costa	Costeiro, Interior	Residente	Colisão, perda de <i>habitat</i> / -
<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaiivota-alegre	LC	LC	Norte e Nordeste	Costeiro	Migrante boreal	Colisão, perda de <i>habitat</i> / -
<i>Larus atlanticus</i>	Gaiivota-de-rabo-preto	NT	NA	Sul	Costeiro	Migrante austral, Vagante(?)	Colisão / Baixo
<i>Larus dominicanus</i>	Gaiivotão	LC	LC	Sul e Sudeste	Costeiro	Residente	Colisão, perda de <i>habitat</i> , Atração / -
<i>Anous stolidus</i>	Trinta-réis-escuro	LC	LC	Nordeste e Norte	Oceânico	Residente	Colisão, perda de <i>habitat</i> , Atração / -
<i>Anous minutus</i>	Trinta-réis-preto	LC	LC	Norte e Nordeste	Oceânico	Residente, restrito a ilhas	Colisão / Baixo

8. Eólicas offshore no Brasil

Tabela 8.1.: Espécies de aves marinhas e costeiras de interesse para os Complexos Eólicos *Offshore* no Brasil. (*continuação*)

Táxon	Nome comum	Status global	Status nacional	Área de ocorrência predominante	Habitat	Status migratório	Impacto potencial / Risco presumido
<i>Gygis alba</i>	Grazina	LC	NT	Nordeste e Sudeste	Oceânico	Residente, restrito a ilhas	Colisão / Baixo
<i>Rynchops niger</i>	Talha-mar	LC	LC	Toda a costa	Costeiro, Interior, improvável deslocamentos sobre o oceano aberto	Residente, migra para o interior	Colisão / Baixo
<i>Onychoprion fuscatus</i>	Trinta-réis-das-rocas	LC	LC	Nordeste e Norte	Oceânico	Residente	Colisão, perda de <i>habitat</i> / -
<i>Sternula antillarum</i>	Trinta-réis-miúdo	LC	LC	Norte e Nordeste	Costeiro	Migrante boreal, Residente no MA	Colisão, perda de <i>habitat</i> / -
<i>Sternula superciliaris</i>	Trinta-réis-pequeno	LC	LC	Toda a costa	Costeiro, Interior, improvável deslocamentos sobre o oceano aberto	Residente	Colisão / Baixo
<i>Phaetusa simplex</i>	Trinta-réis-grande	LC	LC	Toda a costa	Costeiro, Interior, improvável deslocamentos sobre o oceano aberto	Residente	Colisão / Baixo
<i>Gelochelidon nilotica</i>	Trinta-réis-de-bico-preto	LC	LC	Norte e Nordeste	Costeiro, Interior, improvável deslocamentos sobre o oceano aberto	Migrante parcial no Norte	Colisão / Baixo
<i>Sterna hirundo</i>	Trinta-réis-boreal	LC	LC	Toda a costa	Costeiro, Nerítico	Migrante boreal	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado

8. Eólicas offshore no Brasil

Tabela 8.1.: Espécies de aves marinhas e costeiras de interesse para os Complexos Eólicos *Offshore* no Brasil. (*continuação*)

Táxon	Nome comum	Status global	Status nacional	Área de ocorrência predominante	Habitat	Status migratório	Impacto potencial / Risco presumido
<i>Sterna dougallii</i>	Trinta-réis-róseo	LC	VU	Nordeste	Costeiro, Nerítico	Migrante boreal	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado
<i>Sterna paradisaea</i>	Trinta-réis-ártico	LC	LC	Toda a costa	Oceânico, raramente Costeiro	Migrante boreal	Colisão / Moderado
<i>Sterna hirundinacea</i>	Trinta-réis-de-bico-vermelho	LC	VU	Sul e Sudeste	Costeiro, Nerítico	Residente, Migrante austral parcial no RS	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado
<i>Sterna trudeaui</i>	Trinta-réis-de-coroa-branca	LC	LC	Sul e Sudeste	Costeiro, improvável deslocamentos sobre o oceano aberto	Migrante parcial no Sul	Colisão / Baixo
<i>Thalasseus acutiflavus</i>	Trinta-réis-de-bando	LC	LC	Toda a costa	Costeiro, Nerítico	Residente, Migrante austral parcial no RS	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado
<i>Thalasseus maximus</i>	Trinta-réis-real	LC	EN	Toda a costa (exceto RN a norte da BA)	Costeiro, Nerítico	Migrante austral parcial no RS, Migrante boreal no Norte, Residente no Sudeste	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado
Phaethontidae							
<i>Phaethon aethereus</i>	Rabo-de-palha-de-bico-vermelho	LC	EN	Nordeste (Abrolhos e Fernando de Noronha)	Oceânico	Residente, restrito a ilhas	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Baixo
<i>Phaethon lepturus</i>	Rabo-de-palha-de-bico-laranja	LC	EN	Nordeste (Fernando de Noronha e Abrolhos)	Oceânico	Residente, restrito a ilhas	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Baixo
Spheniscidae							

8. Eólicas offshore no Brasil

Tabela 8.1.: Espécies de aves marinhas e costeiras de interesse para os Complexos Eólicos *Offshore* no Brasil. (continuação)

Táxon	Nome comum	Status global	Status nacional	Área de ocorrência predominante	Habitat	Status migratório	Impacto potencial / Risco presumido
<i>Spheniscus magellanicus</i>	Pinguim-de-magalhães	LC	NT	Sul e Sudeste	Nerítico	Migrante austral	Alteração de <i>habitat</i> de alimentação no Sul / Elevado
Diomedidae							
<i>Diomedea epomophora</i>	Albatroz-real	VU	VU	Sul	Oceânico	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Moderado
<i>Diomedea sanfordi</i>	Albatroz-real-do-norte	EN	EN	Sul	Oceânico	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Moderado
<i>Diomedea exulans</i>	Albatroz-errante	VU	CR	Sul e Sudeste	Oceânico	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Moderado
<i>Diomedea dabbenena</i>	Albatroz-de-tristão	CR	CR	Sul	Oceânico	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Moderado
<i>Phoebetria fusca</i>	Piau-preto	EN	NA	Sul	Oceânico	Migrante austral, raro	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Baixo
<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	Albatroz-de-nariz-amarelo-do-atlântico	EN	EN	Sul e Sudeste	Oceânico, Nerítico	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado
<i>Thalassarche melanophris</i>	Albatroz-de-sobrancelha-negra	LC	NT	Sul e Sudeste	Oceânico, Nerítico	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado
Oceanitidae							
<i>Fregetta grallaria</i>	Painho-de-barriga-branca	LC	LC	Sudeste	Oceânico	Migrante austral, voo baixa altitude	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Baixo

8. Eólicas offshore no Brasil

Tabela 8.1.: Espécies de aves marinhas e costeiras de interesse para os Complexos Eólicos *Offshore* no Brasil. (*continuação*)

Táxon	Nome comum	Status global	Status nacional	Área de ocorrência predominante	Habitat	Status migratório	Impacto potencial / Risco presumido
<i>Fregetta tropica</i>	Painho-de-barriga-preta	LC	LC	Sul e Sudeste	Oceânico	Migrante austral, voo baixa altitude	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Baixo
<i>Oceanites oceanicus</i>	Alma-de-mestre	LC	LC	Toda a costa	Oceânico	Migrante austral, voo baixa altitude	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Baixo
Hydrobatidae							
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Painho-de-cauda-furcada	VU	LC	Norte e Nordeste	Oceânico	Migrante boreal, voo baixa altitude	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Baixo
Procellariidae							
<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel-grande	LC	LC	Sul e Sudeste	Oceânico, Nerítico	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado
<i>Macronectes halli</i>	Petrel-grande-do-norte	LC	LC	Sul e Sudeste	Oceânico, alto mar	Migrante austral, raro	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Moderado
<i>Fulmarus glacialisoides</i>	Pardelão-Prateado	LC	LC	Sul e Sudeste	Oceânico	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Baixo
<i>Daption capense</i>	Pomba-do-cabo	LC	LC	Sul e Sudeste	Oceânico	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Baixo
<i>Pterodroma madeira</i>	Grazina-da-madeira	EN	EN	Nordeste	Oceânico, alto mar	Migrante boreal	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Moderado
<i>Pterodroma deserta</i>	Grazina-de-desertas	VU	CR	Nordeste ao Sul	Oceânico, alto mar	Migrante boreal	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Moderado

8. Eólicas offshore no Brasil

Tabela 8.1.: Espécies de aves marinhas e costeiras de interesse para os Complexos Eólicos *Offshore* no Brasil. (*continuação*)

Táxon	Nome comum	Status global	Status nacional	Área de ocorrência predominante	Habitat	Status migratório	Impacto potencial / Risco presumido
<i>Pterodroma mollis</i>	Grazina-delicada	LC	LC	Sul e Sudeste	Oceânico, alto mar	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Moderado
<i>Pterodroma incerta</i>	Grazina-de-barriga-branca	EN	EN	Sul e Sudeste	Oceânico, alto mar	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Moderado
<i>Pterodroma arminjoniana</i>	Grazina-de-trindade	VU	CR	Sudeste (Ilhas da Trindade e Martin Vaz) e Nordeste (migração)	Oceânico, alto mar	Migrante para o hemisfério Norte, Residente no Brasil	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado no Nordeste
<i>Pachyptila desolata</i>	Faigão-rola	LC	LC	Sul e Sudeste	Oceânico, alto mar	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Moderado
<i>Pachyptila belcheri</i>	Faigão-de-bico-fino	LC	LC	Sul e Sudeste	Oceânico	Migrante austral, voo baixa altitude	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Baixo
<i>Bulweria bulwerii</i>	Alma-negra	LC	NA	Sudeste e Nordeste	Oceânico	Migrante boreal, voo baixa altitude	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Baixo
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Pardela-preta	VU	VU	Sul a Nordeste	Oceânico, Nerítico	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado
<i>Procellaria conspicillata</i>	Pardela-de-óculos	VU	VU	Sul a Nordeste	Oceânico, alto mar	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Moderado
<i>Calonectris borealis</i>	Cagarra-grande	LC	LC	Toda a costa	Oceânico	Migrante boreal	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado

8. Eólicas offshore no Brasil

Tabela 8.1.: Espécies de aves marinhas e costeiras de interesse para os Complexos Eólicos *Offshore* no Brasil. (*continuação*)

Táxon	Nome comum	Status global	Status nacional	Área de ocorrência predominante	Habitat	Status migratório	Impacto potencial / Risco presumido
<i>Calonectris edwardsii</i>	Cagarra-de-cabo-verde	NT	NT	Sul a Nordeste	Oceânico	Migrante boreal	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado
<i>Ardenna grisea</i>	Pardela-escura	NT	LC	Toda a costa	Oceânico, Nerítico	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado
<i>Ardenna gravis</i>	Pardela-de-barrete	LC	LC	Toda a costa	Oceânico, Nerítico	Migrante austral	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado
<i>Puffinus puffinus</i>	Pardela-sombria	LC	LC	Toda a costa	Oceânico	Migrante boreal	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado
<i>Puffinus boydi</i>	Pardela-de-cabo-verde	LC	LC	Nordeste e Norte	Oceânico	Migrante boreal, Vagante	Colisão / Baixo
<i>Puffinus lherminieri</i>	Pardela-de-asa-larga	LC	CR	Sudeste e Nordeste	Oceânico	Residente, Migrante boreal, raro	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Baixo
Fregatidae							
<i>Fregata trinitatis</i>	Fragata-pequena	NA	CR	Sudeste (Ilhas da Trindade e Martin Vaz)	Oceânico	Residente, Endêmico da Ilha da Trindade	Colisão / Baixo
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata	LC	LC	Toda a costa	Oceânico	Residente	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado
<i>Fregata minor</i>	Fragata-grande	LC	CR	Sudeste (Ilhas da Trindade e Martin Vaz)	Oceânico	Residente, Endêmico da Ilha Trindade	Colisão / Baixo
Sulidae							
<i>Sula dactylatra</i>	Atobá-grande	LC	LC	Toda a costa	Oceânico	Residente	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado

8. Eólicas offshore no Brasil

Tabela 8.1.: Espécies de aves marinhas e costeiras de interesse para os Complexos Eólicos *Offshore* no Brasil. (*continuação*)

Táxon	Nome comum	Status global	Status nacional	Área de ocorrência predominante	Habitat	Status migratório	Impacto potencial / Risco presumido
<i>Sula sula</i>	Atobá-de-pé-vermelho	LC	EN	Sudeste e Nordeste	Oceânico	Residente, restrito a ilhas	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Baixo
<i>Sula leucogaster</i>	Atobá-pardo	LC	LC	Sul a Nordeste	Oceânico	Residente	Colisão, perda de <i>habitat</i> / Elevado
<i>Nannopterum brasilianum</i>	Biguá	LC	LC	Toda a costa e Interior	Costeiro, Interior	Residente, Deslocamentos para o interior	Colisão, perda de <i>habitat</i> , Atração / Moderado

Sequências e nomenclaturas estão de acordo com a lista brasileira de aves (Pacheco et al. 2021).

Status global de conservação segue classificação da IUCN (2020) e o nacional segue MMA (2014).

As espécies vagantes foram excluídas, pois tem baixa probabilidade de impacto oriundo dos CEOs e baixo risco presumível.

8.5. Referências bibliográficas

- ABEEólica (Associação Brasileira de Energia Eólica). 2021. Boletim Anual Dados 2020. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2021/06/PT_Boletim-Anual-de-Gera%C3%A7%C3%A3o_2020.pdf Acesso em: [14/09/2021].
- Alves, V.S., Soares, A.B.A., Couto, G.S. 2004. Aves marinhas e aquáticas das ilhas do litoral do estado do Rio de Janeiro, p. 83–100. In: Branco, J.O. (org). Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação. Editora da UNIVALI. Itajaí. Disponível em: <http://www.avesmarinhas.com.br/Cap%C3%ADtulo%204.pdf> Acesso em: [09/03/2022].
- Alves, J.A., Dias, M.P., Méndez, V., Katrínardóttir, B., Gunnarsson, T.G. 2016. Very rapid long-distance sea crossing by a migratory bird. *Scientific Reports* 6: 38154. <https://doi.org/10.1038/srep38154>
- ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). 2021a. Sistema de Informações de Geração - SIGA. Disponível em: <https://bit.ly/2IGf4Q0> Acesso em: [09/03/2022].
- ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). 2021b. Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico - SIGEL. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/Down> Acesso em: [09/03/2022].
- Bell, S., Morse, S. 2003. *Measuring Sustainability: Learning from Doing*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781849771962>
- Bennun, L., van Bochove, J., Fletcher, C., Wilson, D., Phair, N., Carbone, G. 2021a. Industry Guidance for Early Screening of Biodiversity Risk - Offshore Wind. IUCN/The Biodiversity Consultancy. Gland/Cambridge. Disponível em: https://www.iucn.org/sites/dev/files/early_risk_screening_guidance_offshore_wind.pdf Acesso em: [09/03/2022].
- Bennun, L., van Bochove, J., Ng, C., Fletcher, C., Wilson, D., Phair, N., Carbone, G. 2021b. Mitigating Biodiversity Impacts Associated with Solar and Wind Energy Development: Guidelines for Project Developers. IUCN/The Biodiversity Consultancy. Gland/Cambridge. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.04.en>
- Bergström, L., Sundqvist, F., Bergström, U. 2013. Effects of an offshore wind farm on temporal and spatial patterns in the demersal fish community. *Marine Ecology Progress Series* 485: 199–210. <https://doi.org/10.3354/meps10344>
- Bernard, E., Delgado-Jaramillo, M. 2019. Morcegos e eólicas: modelagens de riqueza de espécies e risco de colisão atual no Brasil, p. 83–98. In: Relatório de Rotas e Áreas de Concentração de Aves Migratórias no Brasil. CEMAVE/ICMBIO, Cabedelo. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/relatorios/relatorio_de_rotas_e_areas_de_concentracao_de_aves_migratorias_brasil_3edicao.pdf Acesso em: [09/03/2022].

8. Eólicas offshore no Brasil

- BirdLife International. 2018. The IUCN Red List of Threatened Species 2018.
- Bradbury, G., Trinder, M., Furness, B., Banks, A.N., Caldow, R.W.G., Hume, D. 2014. Mapping seabird sensitivity to offshore wind farms. PLoS ONE 9(9): e106366. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106366>
- Branco, J. O. 2004. Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação. Editora da UNIVALI, Itajaí. 266p.
- Bugoni L, Vooren CM. 2005. Distribution and abundance of six tern species in southern Brazil. Waterbirds 28(1): 110–119. [https://doi.org/10.1675/1524-4695\(2005\)028%5B0110:DAAOST%5D2.0.CO;2](https://doi.org/10.1675/1524-4695(2005)028%5B0110:DAAOST%5D2.0.CO;2)
- Bugoni, L., Cormons, T.D., Boyne, A.W., Hays, H. 2005. Feeding grounds, daily foraging activities, and movements of Common Terns in southern Brazil, determined by radio-telemetry. Waterbirds 28(4): 468–477. [https://doi.org/10.1675/1524-4695\(2005\)28%5B468:FGDFAA%5D2.0.CO;2](https://doi.org/10.1675/1524-4695(2005)28%5B468:FGDFAA%5D2.0.CO;2)
- Bugoni, L., D’Alba, L., Furness, R.W. 2009. Marine habitat use of wintering Spectacled Petrels *Procellaria conspicillata*, and overlap with longline fishery. Marine Ecology Progress Series 374: 273–285. <https://doi.org/10.3354/meps07750>
- Carneiro, A.P.B., Pearmain, E.J., Opper, S., Clay, T.A., Phillips, R.A. et al. 2020. A framework for mapping the distribution of seabirds by integrating tracking, demography and phenology. Journal of Applied Ecology 57(3): 514–525. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13568>
- Clark, B.L., Handby, T., Leat, E., Weber, S.B. 2020. First three-dimensional tracks for the Ascension Frigatebird *Fregata aquila* highlight the importance of altitude for behavioural studies. Seabird 32: 1–19. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/345739913_First_three-dimensional_tracks_for_the_Ascension_Frigatebird_Fregata_aquila_highlight_the_importance_of_altitude_for_behavioural_studies Acesso em: [09/03/2022].
- Conklin, J.R., Senner, N.R., Battley, P.F., Piersma, T. 2017. Extreme migration and the individual quality spectrum. Journal of Avian Biology 48: 19–36. <https://doi.org/10.1111/jav.01316>
- Cook, A.S.C.P., Johnston, A., Wright, L.J., Burton, N.H.K. 2012. A review of flight heights and avoidance rates of birds in relation to offshore wind farms. (Report N° 618). Report by British Trust for Ornithology (BTO). Thetford. Disponível em: https://www.bto.org/sites/default/files/u28/downloads/Projects/Final_Report_SOSS02_BTOReview.pdf Acesso em: [09/03/2022].
- Cook, A.S.C.P., Humphreys, E.M., Masden, E.A., Burton, N.H.K. 2014. The avoidance rates of collision between birds and offshore turbines. Scottish Marine and Freshwater Science 5: 16. Disponível em: <https://www.gov.scot/publications/scottish-marine-freshwater-science-volume-5-number-16-avoidance-rates/> Acesso em: [09/03/2022].

8. Eólicas offshore no Brasil

- Cook, A.S.C.P., Ward, R.M., Hansen, W.S., Larsen, L. 2018. Estimating seabird flight height using LiDAR. *Scottish Marine and Freshwater Science* 9: 14. <https://doi.org/10.7489/12131-1>
- Costa, E.S., Sander, M. 2008. Variação sazonal de aves costeiras (Charadriiformes e Ciconiiformes) no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biodiversidade Pampeana* 6, 3–8. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/biodiversidadepampeana/article/view/3482> Acesso em: [09/03/2022].
- Costa, L.M., Prata, A.F.D., Moraes, D., Conde, C.F.V., Jordão-Nogueira, T., Esbérard, C.E.L. 2006. Deslocamento de *Artibeus fimbriatus* sobre o mar. *Chiroptera Neotropical* 12(2): 289-290.
- Degraer, S., Brabant, R., Rumes, B., Vigin, L. (ed). 2020. Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: empirical evidence inspiring priority monitoring, research and management. Series ‘Memoirs on the Marine Environment’. Royal Belgian Institute of Natural Sciences. OD Natural Environment, Marine Ecology and Management. Brussels: 131p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348683836_Environmental_Impacts_of_Offshore_Wind_Farms_in_the_Belgian_Part_of_the_North_Sea_Empirical_Evidence_Inspiring_Priority_Monitoring_Research_and_Management Acesso em: [09/03/2022].
- Desholm, M., Kahlert, J. 2005. Avian collision risk at an offshore wind farm. *Biology Letters* 1(3): 296–298. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2005.0336>
- Dierschke, V., Furness, R.W., Garthe, S. 2016. Seabirds and offshore wind farms in European waters: avoidance and attraction. *Biological Conservation* 202: 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.08.016>
- EPE (Empresa de Pesquisa Energética). 2019. Roadmap Eólica Offshore Brasil. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-456/Roadmap_Eolica_Offshore_EPE_versao_R2.pdf Acesso em: [14/09/2021].
- Esbérard, C.E.L., Moreira, S.C. 2006. Second record of *Lasiurus ega* (Gervais) (Mammalia, Chiroptera, Vespertilionidae) over the South Atlantic. *Brazilian Journal of Biology* 66(1): 185-186.
- Furness, R.W., Wade, H.M., Masden, E.A. 2013. Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. *Journal of Environmental Management* 119: 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.01.025>
- Gabani, C.D. 2020. Uso do habitat e comportamento de voo do Albatroz-de-nariz-amarelo (*Thalassarche chlororhynchos*) no Oceano Atlântico Sul. Dissertação de Mestrado. FURG. Disponível em: <https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/bdtd/d8a1f54d19e1627aa1cafd756cd4610.pdf> Acesso em: [09/03/2022].

8. *Eólicas offshore no Brasil*

- Garthe, S., Hüppop, O. 2004. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology* 41(4): 724–734. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00918.x>
- Goodale, M.V., Milman, A. 2020. Assessing cumulative exposure of Northern Gannets to offshore wind farms. *Wildlife Society Bulletin* 44(2): 252–259. <https://doi.org/10.1002/wsb.1087>
- Goodale, M.W., Milman, A., Griffin, C.R. 2019. Assessing the cumulative adverse effects of offshore wind energy development on seabird foraging guilds along the East Coast of the United States. *Environmental Research Letters* 14(7): 074018. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab205b>
- GWEC (Global Wind Energy Council). 2021. Global Wind Report 2021. Disponível em: <https://gwec.net/global-wind-report-2021> Acesso em: [14/09/2021].
- Harwood, A.J.P., Perrow, M.R., Berridge, R.J. 2018. Use of an optical rangefinder to assess the reliability of seabird flight heights from boat-based surveyors: implications for collision risk at offshore wind farms. *Journal of Field Ornithology* 89(4): 372–383. <https://doi.org/10.1111/jfo.12269>
- Hays, H., Lima, P., Monteiro, L., Di Costanzo, J., Cormons, G., Nisbet, I.C.T. et al. 1999. A nonbreeding concentration of Roseate and Common Terns in Bahia, Brazil. *Journal of Field Ornithology* 70(4): 455-464. Disponível em: <https://sora.unm.edu/node/52335> Acesso em: [08/03/2022].
- Hernandez-C, O.M., Shadman, M., Amiri, M.M., Silva, C., Estefen, S.F., La Rovere, E. 2021. Environmental impacts of offshore wind installation, operation and maintenance, and decommissioning activities: a case study of Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 144: 110994. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110994>
- Hüppop, O., Michalik, B., Bach, L., Hill, R., Pelletier, S. 2019. Migratory birds and bats, chapter 7. In: Perrow, M.R. (ed). *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions*. Volume 3 Offshore: Potential Effects. Pelagic Publishing, Exeter.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2020. Termo de Referência. EIA/RIMA Complexos Eólicos Marítimos (Offshore). Disponível em: https://www.ibama.gov.br/phocadownload/licenciamento/publicacoes/2020-11-TR_CEM.pdf Acesso em [01/10/2021].
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2022. Mapas de Projetos em Licenciamento - Complexos Eólicos Offshore. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/laf/consultas/mapas-de-projetos-em-licenciamento-complexos-eolicos-offshore> Acesso em [31/03/2022].
- Kelsey, E.C., Felis, J.J., Czapanskiy, M., Pereksta, D.M., Adams, J. 2018. Collision and displacement vulnerability to offshore wind energy infrastructure among marine birds of the Pacific Outer Continental Shelf. *Journal of Environmental Management* 227: 229–247. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.051>

8. Eólicas offshore no Brasil

- King S. 2019. Seabirds: collision, p. 206-234. In: Perrow, M.R. (ed). Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions. Volume 3 Offshore: Potential Effects. Pelagic Publishing. Exeter.
- Langhamer O. 2012. Artificial reef effect in relation to offshore renewable energy conversion: state of the art. Scientific World Journal 2012: 386713. <https://doi.org/10.1100/2012/386713>
- Largey, N., Cook, A.S. Thaxter, C.B., McCluskie, A., Stokke, B.G., Wilson, B., Masden, E.A. 2021. Methods to quantify avian airspace use in relation to wind energy development. Ibis 163(3): 747–764. <https://doi.org/10.1111/ibi.12913>
- Leal, G.R., Bugoni, L. 2021. Individual variability in habitat, migration routes and niche used by Trindade Petrels, *Pterodroma arminjoniana*. Marine Biology 168(8): 134. <https://doi.org/10.1007/s00227-021-03938-4>
- Lima, L.M., Schunck, F., Siciliano, S., Carlos, C., Rennó, B. et al. 2010. Distribuição, abundância e sazonalidade de *Leucophaeus atricilla* (Charadriiformes: Laridae) no Brasil. Revista Brasileira de Ornitologia 18(3): 199–206. Disponível em: <http://www.revbrasilornitol.com.br/BJO/article/view/4010> Acesso em:[09/03/2022].
- Lindström, Å., Alerstam, T., Andersson, A., Backman, J., Bahlenberg, P. et al. 2021. Extreme altitude changes between night and day during marathon flights of great snipes. Current Biology 31(15): 3433–3439. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.05.047>
- 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. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF03544338>
- Manzano-Agugliaro, F., Sánchez-Calero, M., Alcayde, A., San-Antonio-Gómez, C., Perea-Moreno, A-J., Salmeron-Manzano, E. 2020. Wind turbines offshore foundations and connections to grid. Inventions 5: 8. <https://doi.org/10.3390/inventions5010008>
- Masden, E.A., Haydon, D.T., Fox, A.D., Furness, R.W., Bullman, R., Desholm, M. 2009. Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. ICES Journal of Marine Science 66(4): 746–753. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp031>
- Masden, E.A., Haydon, D.T., Fox, A.D., Furness, R.W. 2010. Barriers to movement: modelling energetic costs of avoiding marine wind farms amongst breeding seabirds. Marine Pollution Bulletin 60(7): 1085–1091. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.01.016>
- Masden, E.A., Cook, A.S., McCluskie, A., Bouten, W., Burton, N.H., Thaxter, C.B. 2021. When speed matters: the importance of flight speed in an avian collision risk model. Environmental Impact Assessment Review 90: 106622. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106622>

8. *Eólicas offshore no Brasil*

- Matzner, S., Warfel, T., Hull, R. 2020. ThermalTracker-3D: a thermal stereo vision system for quantifying bird and bat activity at offshore wind energy sites. *Ecological Informatics* 57: 101069. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101069>
- Melville, D.S., Chen, Y., Ma, Z. 2016. Shorebirds along the Yellow Sea coast of China face an uncertain future — a review of threats. *Emu* 116(2): 100–110. <https://doi.org/10.1071/MU15045>
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2014. Portaria MMA nº 444/2014. Lista da Fauna Ameaçada Vertebrados e Invertebrados Terrestres. p.121-125.
- Nelson, J.B. 2005. Pelicans, Cormorants, and Their Relatives: the Pelecaniformes. Oxford, Oxford University Press.
- Nunes, G.T., Efe, M.A., Barreto, C.T., Gaiotto, J.V., Silva, A.B., Vilela, F. et al. 2022. Ecological trap for seabirds due to the contamination caused by the Fundão dam collapse, Brazil. *Science of the Total Environment* 807: 151486. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151486>
- Pacheco, J.F., Silveira, L.F. Aleixo, A., Agne, C.E., Bencke, G.A., Bravo, G.A. et al. 2021. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. *Ornithology Research* 29(2): 94–105. <http://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>
- Perrow, M.R. 2019. A synthesis of effects and impacts, Chapter 10. In: Perrow, M.R. (ed). *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions*. Volume 3 Offshore: Potential Effects. Pelagic Publishing. Exeter.
- Petersen, I.K., MacKenzie, M.L., Rexstad, E., Wisz, M.S., Fox, A.D. 2011. Comparing pre- and post-construction distributions of Long-tailed Ducks *Clangula hyemalis* in and around the Nysted offshore wind farm, Denmark: a quasi-designed experiment accounting for imperfect detection, local surface features and autocorrelation. Centre for Research into Ecological & Environmental Modelling (CREEM) Technical Report Series Nº 2011-1, University of St Andrews Research. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10023/2008> Acesso em: [09/03/2022].
- Pollock, C.J., Lane, J.V., Buckingham, L., Garthe, S., Jeavons, R., Furness, R.W., Hamer, K.C. 2021. Risks to different populations and age classes of gannets from impacts of offshore wind farms in the southern North Sea. *Marine Environmental Research* 171: 105457. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2021.105457>
- Raoux, A., Dambacher, J.M., Pezy, J.P., Mazé, C., Dauvin, J.C., Niquil, N. 2018. Assessing cumulative socio-ecological impacts of offshore wind farm development in the Bay of Seine (English Channel). *Marine Policy* 89: 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.12.007>
- 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: 12468. <https://doi.org/10.1038/ncomms12468>

8. Eólicas offshore no Brasil

- Roy, A., Delord, K., Nunes, G.T., Barbraud, C., Bugoni, L., Lanco-Bertrand, S. 2021. Did the animal move? A cross-wavelet approach to geolocation data reveals year-round whereabouts of a resident seabird. *Marine Biology* 168(7): 114. <https://doi.org/10.1007/s00227-021-03923-x>
- Sánchez, L.E. 2013. Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos. 2 ed. Oficina de Textos. São Paulo. Disponível em: <http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Avaliacao-de-impacto-ambiental-2ed-DEG.pdf> Acesso em: [09/03/2022].
- Senner, N.R., Stager, M., Verhoeven, M.A., Cheviron, Z.A., Piersma, T., Bouten, W. 2018. High-altitude shorebird migration in the absence of topographical barriers: avoiding high air temperatures and searching for profitable winds. *Proceedings of the Royal Society of London B, Biological Sciences* 285(1881): 20180569. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0569>
- Skov, H., Heinänen, S., Norman, T., Ward, R.M., Méndez-Roldán, S., Ellis, I. 2018. ORJIP Aird Collision and Avoidance Study. Final report. The Carbon Trust. Cambridge. Disponível em: <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Skov-et-al-2018.pdf> Acesso em: [09/03/2022].
- Solick, D., Newman, C. 2021. Oceanic records of North American bats and implications for offshore wind energy development in the United States. *Ecology and Evolution* 11(21): 14433–14447. <https://doi.org/10.1002/ece3.8175>
- Souza, J.J. 2021. Padrões biogeográficos da dieta de *Sula leucogaster* (Suliformes: Sulidae) no Brasil. Monografia. UFRGS. Disponível em: <https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/1606> Acesso em: [09/03/2022].
- Stantial, M.L., Cohen, J.B. 2015. Estimating flight height and flight speed of breeding piping plovers. *Journal of Field Ornithology* 86(4): 369–377. <https://doi.org/10.1111/jfo.12120>
- Thaxter, C.B., Ross-Smith, V.H., Bouten, W., Masden, E.A., Clark, N.A. et al. 2018. Dodging the blades: new insights into three-dimensional space use of offshore wind farms by Lesser Black-backed Gulls *Larus fuscus*. *Marine Ecology Progress Series* 587: 247–253. <https://doi.org/10.3354/meps12415>
- Van Deusen, H.M. 1961. Yellow bat collected over South Atlantic. *Journal of Mammalogy* 42(4): 530–531.
- Vanermen, N., Onkelinx, T., Courtens, W., Verstraete, H., Stienen, E.W. 2015. Seabird avoidance and attraction at an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia* 756: 51–61. <https://doi.org/10.1007/s10750-014-2088-x>
- Vasconcelos, R.M. 2019. Complexos Eólicos Offshore - Estudo sobre Avaliação de Impactos. Mapeamento de modelos decisórios ambientais aplicados na Europa para empreendimentos eólicos offshore. Relatório Final. União Européia - IBAMA. <https://pt.overleaf.com/project/62ac92b075686b66de698328> Disponível em:

8. *Eólicas offshore no Brasil*

<https://www.ibama.gov.br/phocadownload/licenciamento/publicacoes/2019-Ibama-UE-Estudo-Eolicas-Offshore.pdf> Acesso em [13/09/2021].

Weiss, C.V.C., Guanche, R., Ondiviela, B., Castellanos, O.F., Juanes, J. 2018. Marine renewable energy potential: a global perspective for offshore wind and wave exploitation. *Energy Conversion and Management* 177: 43–54. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.09.059>

Welcker, J., Nehls, G. 2016. Displacement of seabirds by an offshore wind farm in the North Sea. *Marine Ecology Progress Series* 554: 173–182. <https://doi.org/10.3354/meps11812>

World Bank. 2019. *Global Wind Atlas 3.0*. Technical University of Denmark (DTU), World Bank Group, Vortex, Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). Disponível em: <https://globalwindatlas.info> Acesso em [13/09/2021].

Zheng, C.W., Li, C.Y., Pan, J., Liu, M.Y., Xia, L.L., 2016. An overview of global ocean wind energy resource evaluations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 53: 1240–1251. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.063>

Žydelis, R., Dorsch, M., Heinänen, S., Nehls, G., Weiss, F. 2019. Comparison of digital video surveys with visual aerial surveys for bird monitoring at sea. *Journal of Ornithology* 160(2): 567–580. <https://doi.org/10.1007/s10336-018-1622-4>