

NORDESPOTÊNCIA

**PROGNÓSTICOS DAS MELHORES TÉCNICAS DE
ANÁLISE AMBIENTAL PARA O LICENCIAMENTO E
OPERAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO RENOVÁVEL NO
NORDESTE BRASILEIRO**

SUMÁRIO

INFORMAÇÕES GERAIS	4
Identificação da Empresa Consultora	4
Responsabilidade Técnica pela Elaboração do Estudo	4
1. PROJETOS ONSHORE (EÓLICOS, FOTOVOLTAICOS E DE HIDROGÊNIO VERDE)	6
1.1. Quais grupos de fauna devem ser abordados?	8
1.2. Monitoramento de Aves	8
1.2.1. Pontos de escuta	8
1.2.2. Lista de Mackinnon.....	9
1.2.3. Redes de neblina	9
1.3. Monitoramento de morcegos.....	9
1.3.1. Gravações ultrassônicas no nível da vegetação	10
1.3.2. Gravações ultrassônicas acima da vegetação.....	10
1.3.3. Redes de Neblina	10
1.3.4. Redes neblina portáteis	11
1.3.5. Busca ativa por abrigos.....	11
1.4. Monitoramento de mamíferos não-voadores.....	11
1.4.1. Sherman e Tomahawk – Pequenos mamíferos	12
1.4.2. Armadilhas fotográficas.....	12
1.5. Levantamento e monitoramento de répteis e anfíbios.....	13
1.5.1. Armadilhas de interceptação e queda (pitfalls traps)	13
1.5.2. Procura ativa visual em transectos.....	13
1.5.3. Busca ativa em sítios reprodutivos.....	13
1.6. Monitoramento de carcaças	14
1.6.1. Busca ativa visual.....	14
1.6.2. Busca ativa com cães	14
1.7. Avaliação e monitoramento de serviços ecossistêmicos	15
1.8. Investimentos necessários em tecnologia de monitoramento.....	16
1.8.1. Radares meteorológicos	16
1.8.2. Vídeo-monitoramento remoto.....	17

1.8.3. Sensores de impacto com linhas de transmissão	18
1.8.4. Drone termal	19
2. PARQUES EÓLICOS OFFSHORE	19
2.1. Quais as maiores preocupações?	19
2.2. Quais são as vias de impacto?	20
2.3. Qual a distância ideal dos aerogeradores para a costa?	22
2.4. Existem benefícios ambientais possíveis?	22
2.5. Quais as melhores práticas observadas em países europeus?	22
2.5.1. Área de impacto potencial	23
2.5.2. Impactos no nível da população	24
2.5.3. Medindo as respostas	25
2.5.4. Tecnologias emergentes	26
2.5.5. Conclusões	26
3. INSTRUMENTOS POLÍTICOS IMPORTANTES PARA BOAS PRÁTICAS DO LICENCIAMENTO NO SETOR ELÉTRICO	27
3.1.1. Listas Vermelhas Estaduais de Fauna Ameaçada	27
3.1.2. Plataforma de Dados Espaciais Ambientais	28
3.1.3. Avaliação Ambiental Estratégica	28
4. REFERÊNCIAS	29

1. INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. Identificação da Empresa Consultora

Razão social: SETEG – Soluções Geológicas e Ambientais
CNPJ: 35.237.262/000159
Endereço: Rua Paulo Firmeza, 1349, São João do Tauape, Fortaleza, Ceará, CEP: 60.130-421
Contato: (85) 3253-2868 | contato@setegce.com
Representante Legal: Matheus Fontenelle Ximenes de Farias
CPF 630.555.383-15
Registro no Conselho: CRBio 46.095/05-D

1.2. Responsabilidade Técnica pela Elaboração do Estudo

Responsável: HUGO FERNANDES FERREIRA, Prof. Dr.
Profissão | Função Biólogo | Diretor de Inovação
Contato: (85) 3253-2868 | hugo@setegce.com
Registro no Conselho: CRBio 67.339/05D
Currículo Lattes:



1. PROJETOS ONSHORE (Eólicos, fotovoltaicos e de hidrogênio verde)

No Brasil, a matriz elétrica é sustentada principalmente por energia gerada a partir de hidrelétricas. No entanto, a partir de 2004, o país assistiu uma grande expansão no setor elétrico, que teve por objetivo ampliar a capacidade instalada de geração e transmissão de energia.

O novo modelo promoveu modificações importantes, como a reorganização das competências e criação de alguns órgãos responsáveis pelo planejamento energético, além de estabelecer um comitê para acompanhamento da segurança no suprimento de energia elétrica, reforçando o papel do Operador Nacional do Sistema Elétrico – NOS.

Com essas mudanças houve grande aumento de investimentos em outras fontes limpas e renováveis de geração de energia como fotovoltaicas, eólicas, termoeletricas e de hidrogênio verde. Em 2018, o Brasil tinha mais de 14 GW de capacidade instalada de eólicas, sendo o oitavo país com maior capacidade instalada no mundo, culminando no quinto país que mais instalou usinas eólicas e até junho de 2019, havia no país 85.919 unidades consumidoras com geração distribuída de fotovoltaicas, sendo os créditos de geração compensados em 107.409 unidades, com potência total instalada de 910,3 MW, sendo o Brasil, um dos países com maior potencial de geração de energia fotovoltaica do mundo. Na busca de tornar limpa a energia produzida no país, o Brasil vem apresentando um crescimento significativo de potência instalada em energia eólica e fotovoltaica, principalmente no Nordeste.

Dentre os estados, o Ceará é atualmente segundo no ranking de geração eólica nacional, contando com uma produção e aproximadamente 57% da energia consumida no estado, o qual conta com 59 parques eólicos distribuídos em 14 municípios, onde a produção é de mais de 1 GW de potência. Com relação a geração fotovoltaica, o mesmo estado recebe a sétima posição nacional e o primeiro do Nordeste como maior capacidade instalada em sistemas fotovoltaicos de geração distribuída.

No entanto, apesar de serem consideradas fontes de energia renovável importantes para a produção de energia limpa e representar uma oportunidade valiosa para mitigar as mudanças climáticas, a produção de energia a partir do potencial eólico e fotovoltaico geram impactos que devem ser considerados durante as fases de planejamento e implementação e operação dos parques eólicos.

A energia eólica por exemplo, provoca modificações do habitat, abertura de estradas, aumento da presença humana em áreas anteriormente não perturbadas, mortes de animais por colisões com veículos, efeitos de ruídos e vibrações são alguns exemplos de impactos inerentes à construção e operação desses empreendimentos. Embora o dano mais comum seja causado pela colisão direta de aves e morcegos com os aerogeradores, os parques eólicos também podem exercer influência negativa sobre a fauna não-voadora. No caso das usinas solares, os efeitos negativos estão estritamente relacionados à supressão da vegetação, podendo gerar degradação de paisagem, modificando os ciclos de desenvolvimento da fauna e flora, tanto durante a fase de construção quanto durante a sua permanência. Tais alterações provocam destruição de abrigos da vida selvagem, levando ao afugentamento da fauna local.

Apesar da grande quantidade de espécies e espécimes de aves existentes, por exemplo, impactos antrópicos estão gerando uma crise de extinções sem precedentes. As instalações de usinas eólicas contribuem, direta e indiretamente, para alterações nas abundâncias de espécies, ecologia reprodutiva e uso do habitat, em escala local. Nos Estados Unidos, por exemplo, estima-se que a mortalidade gerada por colisões com aerogeradores pode chegar a 644.000 aves ao ano.

Os registros de mortes de morcegos em parques eólicos no Brasil também têm sido reportados na literatura, indicando que a guilda alimentar dos morcegos insetívoros é a mais afetada pelas colisões e barotraumas neste tipo de empreendimento. De modo geral, as espécies mais afetadas são aquelas que forrageiam nos estratos mais altos e em áreas abertas. No Brasil, são conhecidas atualmente 181 espécies de morcegos, sendo mais de 50% dessa riqueza representada por morcegos insetívoros, que são satisfatoriamente amostrados utilizando a ferramenta acústica.

A seguir, segue uma série de ações e medidas a serem tomadas para avaliar, monitorar e mitigar os impactos advindos de empreendimentos do setor elétrico renovável, baseada na literatura científica mais avançadas sobre o tema, posicionamentos de instituições acadêmicas e técnico-científicas, práticas de mercado e tecnologias disponíveis.

1.1. Quais grupos de fauna devem ser abordados?

Aves e morcegos são considerados como os grupos mais impactados diretamente pela instalação e operação de torres eólicas e, portanto, exige-se um monitoramento bem conduzido, independente do tamanho da área do projeto. Além disso, empreendimentos de grande porte, tanto eólicos como fotovoltaicos, também exigem o monitoramento de outros grupos de vertebrados, como mamíferos, répteis e anfíbios. Para aferir com mais precisão o impacto dos parques sobre as guildas tróficas dos grupos prioritários (avifauna e quirópteros), abordagens envolvendo invertebrados também são encorajadas. A seguir, serão descritas as principais metodologias para o diagnóstico e prognóstico de impactos ambientais sobre a fauna.

1.2. Monitoramento de Aves

Atualmente, dois métodos não invasivos têm sido os mais considerados para monitorar esse grupo: Ponto de Escuta e Lista de Mackinon. Entretanto, é importante ressaltar que a coleta de espécimes em redes deve ser considerada sobretudo quando a área de instalação do projeto for carente de dados secundários ou para executar análises mais complexas, a exemplo de alterações na dieta ou exames sanguíneos.

1.2.1. Pontos de escuta

O método de Ponto de Escuta é utilizado com a finalidade de realizar um levantamento quantitativo da comunidade de aves local. A escolha desse método se baseia em sua alta eficiência em amostrar toda a comunidade de aves, contemplando desde espécies crípticas, que se locomovem pouco, mesmo no sub-bosque ou no solo das matas, até aquelas mais conspícuas, com alta atividade vocal e locomoção. Para aplicação do método, são estabelecidos diversos pontos fixos 200 m equidistantes em cada área amostral. Esses pontos são amostrados sequencialmente uma vez ao dia no período da manhã, período com maior atividade vocal das espécies. Durante a execução do método em cada ponto, o observador fica parado e em silêncio registrando todos os indivíduos ouvidos ou vistos durante o período de 10 minutos em um raio de 100m sendo cada ponto considerado como uma unidade amostral. A observação das aves é facilitada por meio do uso de binóculos.

1.2.2. Lista de Mackinnon

Esse método consiste no registro de espécies de aves por contato visual ou auditivo durante caminhada realizado em transecto, de modo a compor uma lista com 10 espécies, sem que as espécies sejam repetidas em uma mesma lista. Quando finalizada uma lista, uma nova é iniciada imediatamente, podendo-se repetir espécies das listas anteriores, mas nunca se repetindo na mesma lista. As amostragens por Listas de MacKinnon deverão ocorrer no turno matutino, entre 5h e 10h, iniciando-se as 05h e estendendo-se até as 10h.

1.2.3. Redes de neblina

Este método tem por objetivo complementar dados de riqueza da comunidade e coletar informações acerca da reprodução das espécies na área, coletando informações relevantes para mensuração dos possíveis impactos do empreendimento sobre o ciclo anual de algumas espécies. Para o monitoramento por redes de neblina, deverá ser disposto um conjunto com 10 (dez) redes montadas em linha, em ambientes arborizados, situados dentro de cada uma das 06 (seis) zonas de amostragem. As amostragens por redes de neblina deverão concentrar-se no período da manhã, iniciando-se ao alvorecer (i.e., duração de cinco horas; 05-10h), e vespertino (i.e., duração de três horas; 16-18h) em cada zona de amostragem. As redes deverão ser fechadas no horário em que a temperatura e radiação solar se tornarem mais intensas, no máximo até às 10h da manhã. As revisões deverão ser feitas em intervalos de no máximo 40 min., podendo este intervalo ser reduzido em dias excessivamente quentes.

1.3. Monitoramento de morcegos

A avaliação de impactos ambientais sobre o grupo de morcegos foi objeto de estudo da Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (SBEQ), que estabeleceu as melhores diretrizes metodológicas, sobretudo para empreendimentos eólicos.

A instituição prioriza três métodos complementares: (i) Registros ultrassônicos no nível da vegetação; (ii) Registros ultrassônicos em diferentes altitudes em relação a vegetação; e (iii) captura através de Redes de Neblina.

1.3.1. Gravações ultrassônicas no nível da vegetação

A atividade de morcegos ao longo da noite deve ser captada por gravadores ultrassônicos *full-spectrum* em cada ponto amostral. As gravações deverão ser iniciadas ao pôr-do-sol (i.e., ~ 17h00min), período de maior atividade de morcegos insetívoros e finalizadas ao nascer do sol (i.e., última gravação da noite iniciada às 6h00min). Os gravadores ultrassônicos devem captar uma amplitude variando de 0 a 192 kHz. Os microfones devem ser instalados a dois metros de altura e os microfones direcionados em 180° em relação ao nível do solo. Para isso os gravadores devem funcionar em estéreo e, portanto, devem ser compatíveis aos modelos Song Meter SM2BAT ou SM3BAT.

1.3.2. Gravações ultrassônicas acima da vegetação

Metodologia específica para parques eólicos, consiste no registro de 180 minutos de atividade de morcegos (i.e., gravações ultrassônicas) em cada ponto amostral. As gravações deverão ser iniciadas ao pôr-do-sol (i.e., ~ 17h30min). Antes de iniciar as gravações, deverá ser utilizado um detector de morcegos (e.g., Pettersson®, modelo D 100 ou outros equipamentos ou modelo compatíveis) para identificar o início da atividade dos morcegos e, portanto, otimizar o número de registros obtidos. As gravações deverão ser padronizadas a cada 20 min em diferentes altitudes, seguindo o seguinte método; (i) primeira gravação o gravador deverá registrar os morcegos em atividade a 100 metros de altura em relação a copa da vegetação, (ii) a segunda gravação o gravador deverá registrar os morcegos em atividade a 70 metros, e a (iii) terceira gravação o gravador deverá registrar os morcegos em atividade a 40 metros em relação a copa da vegetação. Com a finalidade de padronização, em todas as gravações o microfone deverá estar direcionado para a posição Norte. Para desenvolver esta metodologia deverá ser utilizado VANT – Veículo Aéreo Não Tripulado (drone).

1.3.3. Redes de Neblina

Este método tem por objetivo complementar dados de riqueza da comunidade e coletar informações acerca do status reprodutivo das espécies, informações relevantes para mensuração dos possíveis impactos do empreendimento sobre o ciclo anual de algumas espécies. Para o monitoramento por redes de neblina, deverá ser disposto um conjunto

com 10 (dez) redes montadas em linha, em ambientes arborizados, situados em cada ponto amostral. As amostragens por redes de neblina deverão ser iniciadas ao pôr-do-sol (i.e., ~ 17h00min) e finalizadas após cinco horas (i.e., ~22h00min) em cada zona de amostragem, ao longo de duas noites consecutivos. As redes deverão ser revisadas em intervalos de no máximo 40 minutos.

1.3.4. Redes neblina portáteis

Este método em utiliza uma rede neblina de apenas 4-6 metros que são sacudidas rapidamente para capturar indivíduos em pleno voo sobre os pesquisadores, trilhas, em ambientes fechados ou saindo/entrando em abrigos. Pode ser manuseada por dois ou apenas um coletor.

1.3.5. Busca ativa por abrigos

Durante o período diurno deverão ser vistoriados todos os possíveis abrigos utilizados por morcegos (e.g., fendas ou cavidades em lajedos e cavidades em troncos de árvores e galhos mortos de cactos) em busca de colônias ou indivíduos solitários. Para isso, deve ser utilizada câmeras de inspeção do tipo sonda (e.g., no caso de pequenas cavidades em troncos de árvores ou em rochas). Grandes cavidades devem ser vistoriadas pessoalmente pelo especialista e as que não puderem ser acessadas devido a sua localização (i.e., necessidade de equipamento de rapel) devem ser observadas com auxílio de binóculos de visão noturna no momento da emergência dos possíveis ocupantes. Os indícios para a identificação de possíveis abrigos (i.e., fezes, restos alimentares dentre outros) seguirão os métodos descritos em Breviglieri & Uieda (2014). Quando localizados, o hábito e a postura dos animais que compunham os agrupamentos dentro dos abrigos serão classificados segundo Taddei (1988).

1.4. Monitoramento de mamíferos não-voadores

A comunidade de mamíferos terrestres é complexa e composta por formas de vida que diferem quanto sua identidade (e.g. tamanho corporal, comportamentos, hábitos etc.). Assim, existem inúmeros métodos utilizados para monitorar as diferentes assembleias, isto é, pequenos (massa < 500g, excluindo primatas), médios e grandes mamíferos (massa > 500g, incluindo primatas). Diante disso, busca-se padronizar a metodologia aplicando

métodos eficazes e comumente utilizados garantindo a obtenção de dados in situ e a comparação dos resultados com a literatura especializada. Os métodos utilizados para o monitoramento de pequenos mamíferos são: (i) blocos amostrais compostos por armadilhas do tipo Sherman e Tomahawk (live traps) e (ii) armadilhas de interceptação e queda. Por outro lado, o método de amostragem para o monitoramento de primatas e de médios e grandes mamíferos devem constar: (i) as armadilhas fotográficas e (ii) a busca ativa através de transecção.

1.4.1. Sherman e Tomahawk – Pequenos mamíferos

Live traps são dispositivos de captura com apenas uma porta de entrada. Os animais, atraídos por iscas, acabam por ativar o mecanismo de fechamento da porta ao entrarem nas armadilhas. Neste monitoramento serão empregados dois tipos de Live traps: Tomahawk e Sherman. As primeiras são gaiolas de arame galvanizado, indicadas para pequenos roedores e marsupiais de porte relativamente grande, enquanto as últimas são caixas retangulares de placas metálicas, também galvanizadas, indicadas para roedores e marsupiais de menor porte, bem como aqueles de hábitos arborícolas. Em cada zona amostral, devem ser utilizadas 20 (vinte) armadilhas do modelo Tomahawk (45 x 16 x 16 cm) e 20 (vinte) do tipo Sherman (25 x 8 x 9 cm), as quais serão instaladas em linhas. Estas serão dispostas em pares, isto é, duas Tomahawk instaladas no solo e duas Shermans instaladas no estrato arbóreo (i.e., em cactos em floração/frutificação, árvores) a cada 10 metros de distância, totalizando uma linha de 100 metros.

1.4.2. Armadilhas fotográficas

O método de registro por armadilhas fotográficas é direcionado para a mastofauna de médio e grande porte, apesar de registrar também pequenos animais (SILVEIRA et al., 2003). Esta técnica possui clara eficiência por possibilitar diversos registros da mastofauna, além de não gerar situações de estresse pelo manejo, potencializando novos registros dos mesmos indivíduos (SILVEIRA et al., 2003). Em cada ponto amostral, devem ser instaladas 04 (quatro) armadilhas fotográficas, fixadas em troncos e galhos da vegetação a uma altura média de 50 centímetros em relação ao nível do solo, localizadas de modo a maximizar as probabilidades de registro de espécies na área de estudo, direcionando-as a prováveis áreas de uso (abrigos, corpos d'água etc.) e rotas de deslocamentos (trilhas, estradas etc.).

1.5. Levantamento e monitoramento de répteis e anfíbios

Para amostragem da herpetofauna (i.e., répteis, anfíbios e quelônios) deverão ser utilizadas quatro metodologias complementares: (i) armadilhas de interceptação e queda; (ii) procura ativa visual e acústica em transectos terrestres; (iii) busca ativa por anfíbios em sítios reprodutivos (i.e., corpos d'água); e, para inclusão na listagem geral e não analítica, (iv) encontros oportunistas, conforme descritivo a seguir.

1.5.1. Armadilhas de interceptação e queda (pitfalls traps)

Este método é amplamente utilizado para a amostragem de anfíbios, répteis e pequenos mamíferos e consiste em recipientes enterrados no solo (pitfalls) e interligados por cerca-guia. Estas armadilhas deverão ser instaladas em fragmentos de vegetação nativa encontrados nas zonas amostrais, distantes no mínimo 50 metros de rotas de gados, caminhos e estradas. Em cada ponto amostral, deverá ser disposta 01 (uma) linha de pitfalls com 10 (dez) baldes de 30 litros instalados a 10 metros equidistantes e ligados com cerca-guia, totalizando uma unidade amostral de 100 m. Estes serão inspecionadas diariamente as 8h da manhã e novamente as 17h da tarde. Dentro de cada balde deve-se colocar um abrigo contra o sol e potes rasos com água.

1.5.2. Procura ativa visual em transectos

Esse método consiste na procura ativa da herpetofauna em transectos com comprimento e tempo de amostragem pré-determinados, onde o pesquisador inspeciona os microambientes visualmente acessíveis e de potencial ocorrência dos animais (e.g. serrapilheira, troncos, cupinzeiros, rochas, bromélias, vegetação arbustiva), e durante o seu deslocamento em encontros casuais. Em cada ponto amostral, deverão ser percorridos transectos de 1.000m de extensão cada. Cada transecção deverá ser amostrada, no período diurno (i.e., 09h -12h) e noturno (i.e., 18h-21h).

1.5.3. Busca ativa em sítios reprodutivos

A maior parte dos anfíbios apresenta um ciclo de vida bifásico, com uma fase larval dependente de corpos d'água e uma fase adulta. Sendo assim, serão realizadas buscas

ativas em sítios reprodutivos (e.g., riachos, poças e/ou açudes permanentes, sumidouros, acúmulo de água nas bordas dos paredões, reservatórios artificiais etc.). A localização dos corpos d'água deve ser realizada orientando-se através de mapeamento e com o auxílio do uso de VANT, principalmente após períodos chuvosos. Sabe-se que corpos d'água são temporários na região semiárida e, portanto, esta tecnologia auxiliará na localização de pequenos sítios reprodutivos intermitentes com maior eficiência. Quando localizado um corpo d'água em potencial, a presença de outros sítios adjacentes deverão ser mapeados e monitorados, dentro de um raio de 4 km, em cada zona amostral. Cada sítio reprodutivo será vistoriado por duas noites consecutivas, entre às 18h-21h, em cada ponto amostral.

1.6. Monitoramento de carcaças

Para aferir o impacto direto de torres eólicas com aves e morcegos, são necessárias metodologias direcionadas para tal.

1.6.1. Busca ativa visual.

Específica para a fase de operação de parques eólicos, ao longo das campanhas de monitoramento de aves e morcegos, deve ser percorrido um raio de 100 m ao redor de cada uma das torres eólicas distribuídas nas 06 (seis) zonas amostrais em busca de carcaças de aves e morcegos. Estas serão identificadas a nível de espécie, identificadas quanto o sexo, estágio de maturidade sexual, espécies migratórias ou não migratórias, dieta, locais georreferenciados, status de ameaça, dentre outras características intrínsecas das espécies (i.e, altura e alcance de voo, período de atividade, identidade ecológica, etc.). A busca ativa visual tem sido a metodologia mais comum para avaliar o impacto direto de torres eólicas. Entretanto, é importante considerar que são imprescindíveis os testes de detecção e remoção para aferir a qualidade dos resultados. O teste de detecção consiste no espalhamento de carcaças aleatórias na área de busca, para verificar o viés amostral do analista que irá executar as atividades de campo. Já o teste de remoção consiste na instalação de armadilhas fotográficas, a fim de verificar qual o tempo médio de retirada de carcaças por animais detritívoros ou pela ação de vento e erosão. O uso de VANTs também pode ser encorajado para localizar carcaças em uma amplitude de área maior.

1.6.2. Busca ativa com cães

O uso de cães farejadores treinados para busca de carcaças ainda é bastante insipiente no Brasil, mas precisa ser mais estimulado, uma vez que esse método supera enormemente o sucesso amostral quando comparado à busca ativa visual. Cães possuem taxas de detecção de carcaças quatro a doze vezes maiores em comparação com os humanos, graças ao seu faro extremamente desenvolvido, que possibilita encontrar carcaças de tamanho reduzido.

1.7. Avaliação e monitoramento de serviços ecossistêmicos

Para avaliar os possíveis efeitos e, conseqüentemente, desenvolver medidas mitigadoras apropriadas, os processos ecossistêmicos podem ser investigados através de Análises de redes de interação, uma abordagem raramente utilizada no Brasil, mas que podem responder com precisão as análises necessárias para boas tomadas de decisão ao longo do processo de instalação e operação do empreendimento. Para este objetivo, são associadas as espécies de morcegos e aves (i.e., guildas de insetívoras, insetívoros/frugívoros e insetívoros/nectarívoros) com os recursos consumidos. Para a identificação dos recursos (i.e., itens consumidos; ordens, famílias, gêneros e espécies) serão coletadas amostras fecais durante a manipulação dos animais capturados (veja detalhes nos métodos descritos anteriormente). Basicamente, o método para identificação dos itens consumidos consiste na realização de análises microbiológicas seguindo os métodos de DNA metabarcoding, o qual utiliza Primers universais para identificar os táxons consumidos e computação para comparação com a base de dados. Durante as amostragens, em cada ponto amostral, serão instaladas três Armadilhas luminosas do tipo Shannon constituída por uma tenda principal (i.e., 1,3 m x 3,0 m x 2,0 m; larg. x comp. x alt.) e duas abas laterais (i.e., 0,6 m x 3,0 m x 1,0 m; larg. x comp. x alt.). Estas terão como atrativo lâmpadas UV e serão estampadas escalas milimétricas. Todos os invertebrados pousados serão fotografados em alta resolução com a finalidade de quantificar a abundância e a biomassa obtidas através de equações alométricas para as diferentes espécies e morfoespécies. Estes dados serão úteis para confrontar com os resultados obtidos através de DNA Metabarcoding. Diante disso, os objetivos desta etapa são: (i) Criar as matrizes de interação consumidores-presas/plantas, ordenadas com o objetivo de revelar suas principais características estruturais. Para isso, são necessários testes paralelos para ajuste a padrões aninhados e/ou para suas subseqüentes modificações (compartimentados ou gradientes); (ii) Representar através de redes bipartidas ou grafos

bipartidos (i.e., Bipartite network ou Bipartite graphs) a associações entre consumidores e invertebrados e itens de dieta vegetal no menor nível taxonômico. Neste também serão incluídos a frequência de relação entre o consumido-recurso através de métodos de expressão; (iii) Identificar os modelos de estrutura de interações em comunidades de consumidores (i.e., morcegos, aves) e os recursos consumidos (i.e., invertebrados, pólen e frutos);

1.8. Investimento necessários em tecnologia de monitoramento

Mundo afora, há diversas tecnologias já aplicadas ou em desenvolvido que precisam ser fomentadas no Brasil, para uma análise mais acurada dos impactos provenientes de empreendimentos do setor elétrico.

1.8.1. Radares meteorológicos

O uso de radares meteorológicos para monitorar aves em parques eólicos tem se mostrado uma técnica promissora e cada vez mais utilizada para minimizar os impactos negativos que as turbinas eólicas podem causar nas populações de aves e morcegos. Os radares meteorológicos são capazes de detectar espécimes voando em áreas próximas aos parques eólicos, permitindo que os operadores das turbinas possam adotar medidas para reduzir a mortalidade de aves, como desligar as turbinas em momentos críticos. Essa tem sido a medida adotada por países como Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Alemanha, Espanha, Dinamarca, Suécia, Holanda e Portugal.

Além disso, os dados obtidos pelos radares também podem ser utilizados para estudar o comportamento das aves em relação às turbinas eólicas, possibilitando a adoção de medidas mais efetivas para minimizar os impactos das turbinas na avifauna. No entanto, é importante destacar essa ainda é uma técnica em desenvolvimento e possui algumas limitações. Por exemplo, os radares podem ter dificuldades em detectar aves voando em altitudes muito baixas ou em condições climáticas adversas.

A maioria das iniciativas que envolvem radares utiliza os mesmos aparelhos meteorológicos usados para prever alterações climáticas e temporais, gerando resultados não necessariamente precisos sobre a movimentação de espécimes em parques eólicos.

Entretanto, já existem aparelhos específicos para detecção de movimento de aves em áreas mais precisas, a exemplo da empresa holandesa Robin.

Esses radares medem continuamente o número de aves que entram em uma faixa predefinida das turbinas eólicas. Quando esse número ultrapassa um limite específico - e dependendo de outros fatores, como direção e força do vento, comportamento das aves, hora do dia e até mesmo da estação do ano - o sistema gera um comando de desligamento para um grupo de turbinas ou turbinas individuais, dependendo a situação local e os requisitos do usuário.

Os radares também são capazes de detectar o início da migração noturna, inclusive durante condições climáticas adversas. Com base nos dados medidos, gera-se uma grade de densidade, distinguindo entre indivíduos únicos, movimentos locais de aves e migração em massa durante a noite.

1.8.2. Vídeo-monitoramento remoto.

O vídeo-monitoramento remoto é uma estratégia que consiste na instalação de câmeras de alto padrão ligadas à internet, que permitem identificar a presença de vida animal e enviar alertas e dados para um sistema cadastrado. Para parques eólicos, por exemplo, permite a observação das torres em tempo real e a identificação de possíveis colisões de aves. Com a instalação de câmeras de alta resolução, as imagens podem ser transmitidas para um centro de monitoramento. Esse centro pode contar com especialistas em aves e em tecnologia de vídeo para analisar as imagens e identificar eventuais colisões ou contar com inteligência artificial dedicada que permita identificar, pelo menos em algum nível, as espécies envolvidas.

Esse sistema de reconhecimento utiliza algoritmos de aprendizado de máquina e redes neurais para identificar características distintivas de uma espécie em uma imagem e compará-las com um banco de dados de imagens conhecidas. Esses sistemas podem ser treinados com milhares de imagens de espécies diferentes, tornando-se cada vez mais precisos ao longo do tempo.

Essa tecnologia tem muitas aplicações práticas na conservação da vida selvagem, como ajudar a monitorar populações de espécies ameaçadas de extinção ou identificar a presença de espécies invasoras em áreas naturais. Além disso, o uso desse sistema pode

aumentar a eficiência do processo de análise de imagens, reduzindo a necessidade de especialistas humanos para classificar as espécies presentes nas imagens.

A técnica de vídeo-monitoramento pode ser útil para identificar áreas de alto risco para as aves e ajustar a operação das turbinas eólicas para minimizar o impacto sobre as aves. Além disso, esse método pode ser aplicado para monitorar toda a área de influência do empreendimento (eólico ou não), incluindo as estradas de acesso, mitigando os índices de atropelamento de fauna.

1.8.3. Sensores de impacto com linhas de transmissão

O uso de sensores para identificar o impacto da fauna alada contra linhas de transmissão elétrica é uma técnica cada vez mais utilizada para mitigar os efeitos negativos que a interação entre animais e sistemas de distribuição elétrica pode promover. Os sensores utilizados para identificar o impacto contra linhas de transmissão elétrica podem variar em termos de tecnologia e método de detecção, mas em geral, eles funcionam detectando alterações na vibração eletromagnética da linha de transmissão gerada pelo impacto do animal.

Esses sensores são geralmente instalados nas torres de transmissão ou nas próprias linhas de transmissão, e podem ser capazes de detectar o impacto de aves de diferentes tamanhos e espécies, dependendo do tipo de sensor utilizado.

Os dados coletados pelos sensores são transmitidos para um sistema central de monitoramento, que pode ser operado por especialistas em conservação de fauna ou por empresas de energia elétrica. Com base nessas informações, as empresas podem tomar medidas para reduzir a mortalidade de aves por colisão com as linhas de transmissão, como a instalação de dispositivos de afastamento de aves ou a modificação da infraestrutura das linhas de transmissão.

Alguns sensores também podem ser capazes de detectar quando as aves estão se aproximando das linhas de transmissão, permitindo que as empresas de energia elétrica desliguem temporariamente as linhas para evitar colisões eletrocutantes ou outros riscos para as aves e para a infraestrutura de energia elétrica.

1.8.4. *Drone termal*

O uso de drones equipados com câmeras térmicas tem se mostrado uma ferramenta cada vez mais útil e eficaz na pesquisa com animais silvestres. Com esta tecnologia, é possível detectar animais à noite, em áreas de difícil acesso ou em áreas muito amplas, permitindo uma coleta de dados mais precisa e eficiente. Para áreas de grande supressão de habitat, como parques fotovoltaicos, a metodologia pode otimizar a localização de animais arborícolas que precisam ser resgatados, a exemplo de primatas, roedores, preguiças, entre outros mamíferos, além de aves e seus respectivos ninhos.

2. PARQUES EÓLICOS OFFSHORE

Os esforços para reduzir as emissões de carbono e aumentar a produção a partir de fontes de energia renováveis levaram a um rápido crescimento na geração de energia eólica offshore.

PANORMA NO BRASIL

É importante ressaltar que, ao passo que os efeitos das eólicas onshore sejam relativamente bem estudados mundo agora, esse cenário não se replica para as offshore. Ainda há muitas incertezas sobre seus impactos no meio ambiente, devido à complexidade do ambiente marinho frente à complexidade desse tipo de empreendimento.

Dessa forma, ao contrário do apresentado para as eólicas onshore, esse documento não objetiva apresentar métodos específicos para cada grupo, mas sim levantar as principais lacunas, desafios e orientações para a instalação dessa matriz energética na costa nordestina, baseado nos modelos e discussões apresentados em outros países produtores como Reino Unido, Noruega, Holanda, México e Estados Unidos.

2.1. Quais as maiores preocupações?

As principais preocupações ambientais relacionadas com o desenvolvimento da energia eólica offshore são o aumento dos níveis de ruído, risco de colisões, alterações nos habitats bentônicos e pelágicos, alterações nas cadeias alimentares e poluição causada pelo aumento do tráfego de embarcações ou libertação de contaminantes dos sedimentos do fundo do mar. Existem várias revisões dos impactos potenciais da energia eólica offshore em espécies

marinhas. Mundo afora, à medida que o número de parques eólicos offshore aumenta, as abordagens para monitoramento e avaliação ambiental melhoram ao longo do tempo. No entanto, ainda existem poucos estudos que mediram as respostas de espécies marinhas a esse tipo de empreendimento, e nenhum ainda avaliou impactos de longo prazo em nível populacional.

2.2. Quais são as vias de impacto?

Os efeitos potenciais da construção e operação de parques eólicos offshore são diferentes entre as espécies e dependem da probabilidade de interação com as estruturas e cabos, sensibilidades e respostas de evasão. Os estudos geralmente se concentram nos mamíferos marinhos e nas aves. A fase de construção provavelmente implica em maior impacto sobre os mamíferos marinhos e as atividades de maior preocupação são a instalação de alicerces e aumento do tráfego de embarcações. A instalação de alicerces é atualmente o método mais comum usado para fixar a fundação da turbina ao fundo do mar, embora outros tipos de fundação estejam sendo desenvolvidos. Os ruídos de alto volume emitidos durante a instalação podem causar danos à audição, mascaramento de cantos ou deslocamento espacial à medida que os animais se afastam da área para evitar o ruído. Peixes também podem ser afetados por esses sons. Para quase todos os vertebrados, existe também um risco de colisão e perturbação dos movimentos das embarcações associadas às atividades de levantamento e instalação.

Há também uma escassez de informações sobre os efeitos do ruído antropogênico na ictiofauna. Evidências de alterações neuronais causadas pelo ruído da instalação em um ambiente simulado de laboratório foram relatadas para várias espécies de peixes. A recuperação tendeu a ocorrer dentro de 10 dias após a exposição e é improvável que tenha afetado a sobrevivência dos animais expostos. Esses ruídos produzidos também podem mascarar os sinais de comunicação e orientação dos peixes. Importante ressaltar que algumas espécies de peixes possuem ciclo de vida curto e são altamente fecundas, reduzindo a probabilidade de quaisquer efeitos de nível populacional de longo prazo causados por ruídos e perturbações em parques eólicos. No entanto, isso não se aplica para todas as espécies, sobretudo para as de grande porte, que compõem a maioria dentre as ameaçadas de extinção.

Já durante a operação das turbinas eólicas, pesquisas apontam que é pouco provável que os níveis sonoros subaquáticos atinjam níveis perigosos ou mascarem a comunicação acústica de mamíferos marinhos. No entanto, esta fase do desenvolvimento é de grande preocupação para as aves marinhas. A mortalidade pode ser causada pela colisão com as pás da turbina em movimento, e as respostas de evasão podem resultar no deslocamento do habitat principal ou aumentar os custos energéticos. Isso pode afetar as aves que migram pela área, bem como aquelas que se reproduzem ou se alimentam nas proximidades.

Para a realidade da costa nordestina, essa é uma situação preocupante, uma vez que diversas áreas desse território funcionam como zonas de alimentação, descanso e reprodução de espécies migratórias, algumas delas ameaçadas de extinção.

Durante a operação, os cabos que transmitem a eletricidade também emitem campos eletromagnéticos. Isso pode afetar os movimentos e a navegação de espécies sensíveis a eletromagnetismo, a exemplo de tubarões, raias, tartarugas marinhas, crustáceos decápodos e alguns peixes ósseos.

Muitos dos primeiros trabalhos que investigam os impactos sobre as populações de aves em locais europeus têm se concentrado em espécies de aves aquáticas migratórias ou invernantes. Há muito menos conhecimento sobre o potencial risco de colisão ou deslocamento para o conjunto mais amplo de espécies de aves marinhas que ocorrem em muitas das áreas atualmente consideradas para desenvolvimentos de parques eólicos em grande escala.

Outros grupos taxonômicos, como as tartarugas marinhas, são visitantes raros das águas costeiras da Europa e não foram considerados de alto risco devido aos efeitos dos parques eólicos offshore. No entanto, em outras áreas, por exemplo ao longo da costa norte-americana, pode haver nidificação de tartarugas marinhas ou criadouros nas proximidades dos locais propostos. Foi recentemente determinado que a sensibilidade auditiva das tartarugas-de-couro se sobrepõe às frequências e níveis de fonte produzidos por muitos sons antropogênicos, incluindo cravação de estacas. Isso destaca a necessidade de uma melhor compreensão dos potenciais impactos fisiológicos e comportamentais nas tartarugas marinhas.

2.3. Qual a distância ideal dos aerogeradores para a costa?

Na Europa, a capacidade média das turbinas e o tamanho dos parques vêm aumentando desde então e estão sendo instalados em águas mais profundas e mais distantes da costa. No final de 2013, os parques eólicos operacionais encontravam-se a uma distância média de 29 km da costa europeia. No Brasil, a tendência dos projetos apresentados para licenciamento é bastante diferente. No Ceará, por exemplo, há propostas de instalação de parques a cerca de 3,0 km da costa. De fato, não há um consenso científico que estabeleça uma distância mínima entre a costa e os aerogeradores. Entretanto, sabe-se que parques eólicos mais distantes tendem a causar menos danos socioambientais, uma vez que ambientes próximos a zonas costeiras são mais rasos, portanto, com maior luminosidade e consequente maior diversidade marinha. Por esse motivo, Alemanha, França e Reino Unido, entre 2009 e 2011, estabeleceram uma distância mínima de 12 milhas náuticas (aprox. 22 km) entre os aerogeradores e a faixa costeira.

2.4. Existem benefícios ambientais possíveis?

Além dos potenciais impactos adversos, existem possíveis benefícios ambientais. Por exemplo, fundações de turbinas eólicas podem atuar como recifes artificiais, fornecendo uma superfície à qual os animais se fixam. Consequentemente pode haver aumentos no número de mariscos e dos animais que deles se alimentam, incluindo peixes e mamíferos marinhos. Um segundo benefício possível é o efeito de proteção. Uma zona tampão de segurança em torno das turbinas eólicas pode se tornar uma reserva marinha de fato, já que a exclusão de barcos dentro desta zona reduziria a perturbação do transporte marítimo. Apesar dos impactos sociais, a exclusão de alguns ou todos os tipos de pesca também pode resultar em aumentos locais na abundância de presas para os principais predadores, ao mesmo tempo em que reduz o risco de captura acidental em equipamentos de pesca. Entretanto, mais pesquisas são necessárias para entender a capacidade das turbinas eólicas de atrair espécies marinhas e o efeito da exclusão da pesca.

2.5. Quais as melhores práticas observadas em países europeus?

A pesquisa ambiental para energia eólica offshore evoluiu ao longo do tempo na Europa, à medida que foi desenvolvida uma melhor compreensão do tipo de informação e decisões sobre a localização de instalações eólicas offshore. Bailey et al. (2014), em revisão sobre

o impacto de parques eólicos offshore europeus, elencaram as principais linhas de ação para avaliação e mitigação de problemas advindos dessa matriz.

2.5.1. Área de impacto potencial

Para avaliar o impacto de uma atividade proposta nas espécies marinhas, é necessário ter informações de base suficientes sobre distribuição, abundância e suas tendências dentro da área de efeito potencial. Isso é particularmente desafiador para muitas espécies marinhas, pois alguns estressores, como o som subaquático, podem viajar longas distâncias, e essas espécies costumam ser altamente móveis e/ou migratórias. Conseqüentemente, a área de efeito potencial pode se estender muito além das imediações do projeto. Por exemplo, o som produzido durante a instalação de estacas pode viajar dezenas de quilômetros debaixo d'água, o que pode causar distúrbios comportamentais em mamíferos marinhos e peixes. Os primeiros estudos básicos sobre os efeitos do ruído em mamíferos marinhos foram projetados por estimativas relativamente incertas da área de efeito potencial, e alguns dos locais de controle (a priori, não impactados) foram subsequentemente identificados como impactados.

Como a instalação de estacas envolve golpes múltiplos no solo, é considerado um som de pulso múltiplo. O nível de exposição sonora (SEL) é uma medida da energia de um som e depende tanto do nível de pressão quanto da duração. O nível cumulativo de energia durante toda a duração da instalação de estacas fornece uma medida da dose de exposição, assumindo que não há recuperação da audição entre os golpes repetidos, e é necessário para avaliar os impactos cumulativos.

Não há dados suficientes disponíveis para desenvolver critérios de exposição para respostas comportamentais de mamíferos marinhos ao ruído de múltiplos pulsos, como instalação de estacas. Evidências de perturbação comportamental de sons decorrentes dessa atividade foram obtidas por meio de condições simuladas, de reprodução e ao vivo, e indicam que a zona de resposta de golfinhos, por exemplo, pode se estender a 20 km ou mais. No entanto, as distâncias de resposta variam dependendo da atividade realizada pelo animal quando exposto ao som, o nível da fonte sonora, a propagação do som e os níveis de ruído ambiente.

A coleta de informações básicas para áreas tão grandes de efeito potencial apresenta uma série de desafios. Nos casos em que há pouca ou nenhuma informação existente sobre as

espécies de interesse, como sua distribuição e abundância em áreas mais offshore, pode ser difícil determinar projetos apropriados para estudos de impacto. As dificuldades logísticas de trabalhar offshore, juntamente com as limitações financeiras, podem restringir adicionalmente o número de locais de amostragem e repetições. Tem sido recomendado que pelo menos dois anos de coleta de dados primários sejam necessários para uma descrição suficiente das ocorrências das espécies. No entanto, embora isso possa fornecer informações sobre a variabilidade sazonal, séries temporais mais longas de dados são idealmente necessárias para capturar a variabilidade interanual, a fim de identificar os efeitos das atividades de construção sobre a variação natural (que pode ser alta).

Dado que a coleta de dados nessas grandes escalas espaciais e temporais será tão difícil de alcançar, é crucial que os estudos sejam direcionados para se concentrar nos dados que são críticos para apoiar a tomada de decisões.

Para as aves, é provável que a fase operacional dos parques eólicos apresente o maior risco. Vulnerabilidade e mortalidade em turbinas eólicas terrestres foram relacionadas a uma combinação de fatores específicos do local, específicos da espécie e sazonais. O desenvolvimento de modelos de risco de colisão para aves marinhas requer informações sobre sua distribuição espacial e alturas de voo para determinar a probabilidade de ocorrência com as pás das turbinas eólicas e sua resposta de evitação para estimar o risco de mortalidade. No entanto, muito disso depende de estimativas baseadas em especialistas porque há poucos dados empíricos sobre alturas de voo para diferentes espécies de aves marinhas. Uma abordagem recente para resolver essa lacuna de dados é modelar distribuições de altura de voo com base em compilações de dados secundários.

2.5.2. Impactos no nível da população

Os requisitos regulatórios para avaliar os impactos de um parque eólico e determinar se ela é biologicamente significativa variam entre os países. No entanto, em geral, esse processo exige a definição e mensuração de populações, identificando quais dessas populações ocorrem na área de efeito potencial e entendendo seu status atual para determinar se o impacto será significativo.

A complexidade das abordagens, modelos e ferramentas de simulação para apoiar essas avaliações aumentou muito ao longo do tempo. No entanto, ainda existem muitas lacunas de conhecimento sobre as respostas comportamentais, particularmente sobre as

consequências de qualquer mudança comportamental nas taxas vitais desses indivíduos. Por exemplo, há um entendimento crescente de que ruídos antropogênicos, como instalação de estacas, podem afetar o comportamento de mamíferos marinhos e levar ao deslocamento espacial.

As aves marinhas são consideradas mais vulneráveis quando os locais de energia eólica são propostos perto de suas colônias de reprodução. Durante a época de reprodução, as aves fazem viagens regulares entre o ninho e os locais de alimentação. Isso poderia reduzir o risco de colisão para parques eólicos propostos mais longe da costa, mas geralmente há menos conhecimento sobre a distribuição e uso de habitat de aves marinhas nessas áreas fora da época de reprodução e sua conectividade com quaisquer áreas protegidas. À medida que os parques eólicos avançam para o mar, essas lacunas de conhecimento precisarão ser abordadas.

2.5.3. Medindo as respostas

Alguns estressores relacionados à parques eólicos impactam uma grande área de efeito potencial, o que dificulta a identificação de locais de controle adequados com características ecológicas semelhantes. Diferenças na variabilidade entre locais também podem ser um problema na detecção estatística de impactos. Projetos que visam mensurar esses impactos antes e depois da instalação dos projetos utilizando área controle é apropriado onde há limites definidos para as áreas impactadas, mas a análise será mais sensível a mudanças quando um contaminante ou som se dispersa com distância de uma fonte pontual, principalmente considerando a ação conjunta de vários parques eólicos. Um projeto de gradiente requer a classificação de amostras de acordo com a distância e elimina o problema de selecionar um local de controle.

As técnicas de coleta de dados usadas para caracterizar um local nas etapas de planejamento podem não ser as ferramentas mais adequadas para avaliar os impactos. Pesquisas visuais para aves e mamíferos geralmente são usadas para descrever sua abundância e distribuição em aplicações de planejamento. É improvável que essas técnicas tenham poder suficiente para detectar mudanças no comportamento ou mudanças espaciais ou temporais em escala fina na distribuição, uma vez que os observadores só podem estar em um lugar por vez e só podem fazer pesquisas confiáveis em condições de mar calmo durante o dia. Métodos acústicos para avaliação de impactos em mamíferos marinhos apresentam um poder muito maior para detectar mudanças, e técnicas como

rastreamento por GPS, radar e câmeras fixas fornecem dados mais úteis para as aves marinhas.

2.5.4. Tecnologias emergentes

A maior mudança que provavelmente ocorrerá na energia eólica offshore é o aumento do uso de fundações flutuantes. Estes são projetados para áreas de águas profundas onde a profundidade da água é superior a 50 m. Atualmente, eles podem ser usados em profundidades de água de até cerca de 300 m, mas têm potencial para atingir profundidades de água de até 700 m, o que aumentaria muito a área potencial para o desenvolvimento de energia eólica offshore. Existem muitos projetos possíveis para turbinas eólicas flutuantes e muito mais pesquisas precisam ser feitas para determinar a viabilidade dessas diferentes opções. A primeira turbina eólica flutuante foi instalada na Noruega em águas de 220 m de profundidade. Turbinas flutuantes experimentais também foram instaladas na Suécia e em Portugal. A diferença na construção dessas fundações flutuantes daquelas que são fixadas diretamente no fundo do mar significa que as potenciais fontes de impacto para espécies e habitats marinhos podem mudar. Embora possa haver impactos reduzidos em termos de ruído, o conhecimento sobre o ambiente e a distribuição das espécies tende a diminuir ainda mais no mar e em águas mais profundas.

2.5.5. Conclusões

À medida que os parques eólicos offshore crescem em tamanho e número em todo o mundo, várias mudanças nas prioridades para pesquisas e avaliações ambientais também estão ocorrendo. Em primeiro lugar, há um número crescente de casos em que mais de um projeto de parque eólico pode ocorrer dentro da área de ocorrência de uma população. Conseqüentemente, as avaliações cumulativas de impacto, que devem ser analisadas ao nível da população, irão tornar-se cada vez mais importantes na avaliação do efeito destas atividades nas espécies e populações marinhas. Em segundo lugar, para espécies como mamíferos marinhos, está se tornando cada vez mais claro que as conseqüências mais significativas da construção e operação de parques eólicos offshore provavelmente ocorrerão como resultado de evitar ruídos ou estruturas de construção, em vez de mortalidade direta. Portanto, é necessário um maior foco na avaliação do impacto de longo prazo de quaisquer respostas comportamentais por meio de mudanças nos custos

energéticos, sobrevivência ou fecundidade. Finalmente, à medida que os parques eólicos offshore aumentam em escala, há a necessidade de colocar quaisquer impactos biológicos observados em um contexto populacional. Isso requer uma compreensão da escala relativa de quaisquer impactos em relação à variação natural existente e outros fatores antrópicos, como pescarias incidentais ou exploração. Só então as consequências populacionais podem ser modeladas e as prioridades de conservação identificadas.

3. INSTRUMENTOS POLÍTICOS IMPORTANTES PARA BOAS PRÁTICAS DO LICENCIAMENTO NO SETOR ELÉTRICO

A qualidade das análises de diagnóstico e monitoramento ambiental não dependem unicamente dos dados levantados ao longo da construção e operação de cada empreendimento, como também dos dispositivos disponíveis para órgãos ambientais, empreendedores, consultores ambientais, sociedade civil e demais instituições públicas antes de todo o processo. Abaixo, estão listadas algumas iniciativas que podem conduzir melhor as tomadas de decisão que visam analisar e mitigar impactos no meio ambiente decorrentes de empreendimentos do setor elétrico.

3.1.1. *Listas Vermelhas Estaduais de Fauna Ameaçada*

No país, a legislação federal exige uma avaliação de todas as espécies da fauna para gerar o Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção, cuja última publicação data do ano de 2018 sob responsabilidade do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ligado ao Ministério do Meio Ambiente (ICMBio 2018). A legislação abre prerrogativa e inclusive ordena a elaboração de listas estaduais, encorajadas a seguir os mesmos protocolos exigidos para a construção da lista nacional, que por sua vez é adaptada da internacional.

Mesmo com a importância estratégica das listas locais de fauna ameaçada de extinção, poucos estados brasileiros dedicaram esforços na realização das avaliações das espécies com ocorrência em seus territórios. No Nordeste brasileiro, apenas Ceará, Pernambuco e Bahia possuem listas vermelhas. A ausência de avaliações completas e robustas para os demais estados pode trazer consequências graves sob um ponto de vista conservacionista.

3.1.2. Plataforma de Dados Espaciais Ambientais

Para promover o ordenamento na geração, armazenamento, acesso, compartilhamento, disseminação e uso dos dados georreferenciados pelos órgãos ambientais dos estados, encoraja-se o desenvolvimento de plataformas de SIG com uso interativo, a exemplo da Plataforma Estadual de Dados Espaciais Ambientais do Ceará (PEDEA), lançada em dezembro de 2022.

O software ajuda no desenvolvimento socioambiental sustentável com a base de dados dos órgãos ambientais estaduais integrada. A PEDEA possui três módulos (base de dados, servidor geográfico e um portal com o “Atlas Digital Costeiro e Marinho do Ceará”). A base de dados é o módulo que abriga e mantém seguro todos os dados da plataforma. O servidor geográfico é o software que processa as informações da base de dados em mapas digitais e os mantém publicados na internet. Já o portal é a aplicação que permite visualizar e interagir, de forma intuitiva, todos os mapas publicados no servidor geográfico e em outros servidores de mapas acessíveis na web. Essa iniciativa poderia replicada nos outros estados do Nordeste brasileiro.

3.1.3. Avaliação Ambiental Estratégica

Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) é o instrumento de planejamento que objetiva a avaliação dos impactos ambientais com visão estratégica para subsidiar o processo de tomada de decisão, auxiliando a integração ambiental e a avaliação de riscos e oportunidades de estratégias de ação associadas à formulação de planos, projetos e programas (PPP) associados ao desenvolvimento sustentável. Esta consiste na avaliação da qualidade do meio ambiente, por meio de um procedimento sistemático e contínuo de alternativas de desenvolvimento com a elaboração de diagnósticos de referência, cenários tendenciais e propositivos – com análises e considerações estratégicas das alternativas para atingir os objetivos propostos, proposição de diretrizes de planejamento, monitoramento, gestão e avaliação concretizados em PPPs. Além de prever a integração efetiva de considerações biofísicas, econômicas, sociais e políticas nos processos públicos e institucionais.

4. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, N. **Caatingas: O domínio dos sertões secos**. In: Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê: [s.n.], p.83–100, 2003.
- ABEEólica – Associação Brasileira de Energia Eólica. **Dados ABBEólica**: Boletim Annual. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/energia-eolica/dados-abeeolica/>. Acesso em: 05 de junho de 2022.
- ALVES, R. R. N.; FEIJÓ, A.; BARBOZA, R. R. D.; SOUTO, W. M. S.; FERNANDES-FERREIRA, H.; CORDEIRO-ESTRELA, P.; LANGGUTH, A. Game mammals of Caatinga biome. **Ethnobiology and Conservation**, n. 5, v.5, p. 1-51, 2016.
- AMARAL, I. S.; PEREIRA, M. J. R.; MADER, A.; FERRAZ, M. R.; PEREIRA, J. B.; OLIVEIRA, L. R. 2020. Wind farm bat fatalities in southern Brazil: temporal patterns and influence of environmental factors. **Hystrix**, 31: 40-47.
- ANDRADE-LIMA, D. **The caatingas dominium**. Revista Brasileira, v. 4, p.149–163, 1981.
- ANTUNES, A. Z. Alterações na composição da comunidade de aves ao longo do tempo em um fragmento florestal no sudeste do Brasil. **Ararajuba**, v. 13, n. 1, p. 47-61, 2005.
- ARIAS-AGUILAR, A.; HINTZE, F.; AGUIAR, L. M. S.; RUFRAV, V.; BERNARD, E.; PEREIRA, M. J. R. Who's calling? Acoustic identification of Brazilian bats. **Mammal Research**, 2018; 63(3):231–53.
- ARNETT, E. B. Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of fatality search protocols, pattern of fatality, and behavioral interactions with wind turbines: a final report submitted to the bats and wind energy cooperative. Texas: **Bat Conservation International**. 187 pp. 2005.
- ARNETT, E. B.; BAERWALD, E. F.; MATHEWS, F.; RODRIGUES, L.; RODRÍGUEZ-DURÁN, A.; RYDELL, J.; VILLEGAS-PATRACA, R.; VOIGT, C. C. 2016. Impacts of wind energy development on bats: a global perspective. In: Voigt CC, Kingston T (Eds) *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. **Springer International Publishing**, Cham, 295–323.
- ARNETT, E. B.; BROWN, W. K.; ERICKSON, W. P.; FIEDLER, J. K.; HAMILTON, B. L.; HENRY, T. H.; JAIN, A.; JOHNSON, G. D.; KERNS, J.; KOFORD, R. R.; NICHOLSON, C. P.; O'CONNELL, T. J.; PIORKOWSKI, M. D.; TANKERSLEY, R. D., JR. Patterns of Bat Fatalities at Wind Energy Facilities in North America. **The Journal of Wildlife Management**, v. 72, p. 61-78, 2008.
- ASCHWANDEN, J.; STARK, H.; PETER, D.; STEURI, T.; SCHMID, B.; LIECHTI, F. Bird collisions at wind turbines in a mountainous area related to bird movement intensities measured by radar. **Biological Conservation**, v. 220, p. 228-236, 2018.
- BAERWALD, E. F.; EDWORTHY, J.; HOLDER, M.; BARCLAY, R. M. R. A Large-Scale Mitigation Experiment to Reduce Bat Fatalities at Wind Energy Facilities. **The Journal of Wildlife Management**, n. 73, v. 7, p. 1077-1081, 2009.

Bailey H, Clay G, Coates EA, Lusseau D, Senior B, Thompson PM: Using T-PODs to assess variations in the occurrence of coastal bottlenose dolphins and harbour porpoises. *Aquat Conserv Mar Freshwat Ecosyst*. 2010, 20: 150-158. 10.1002/aqc.1060.

Bailey H, Hammond PS, Thompson PM: Modelling harbour seal habitat by combining data from multiple tracking systems. *J Exp Mar Biol Ecol*. 2014, 450: 30-39.

Bailey H, Senior B, Simmons D, Rusin J, Picken G, Thompson PM: Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential impact on marine mammals. *Mar Pollut Bull*. 2010, 60: 888-897. 10.1016/j.marpolbul.2010.01.003.

Band B, Band B: Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. 2012, Norway: SOSS report for The Crown Estate

Band W, Madders M, Whitfield DP: Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. *Birds and Wind Power*. Edited by: De Lucas M, Janss G, Ferrer M. 2005, Barcelona, Spain: Lynx Edicions

BARBOSA FILHO, W. P.; DE AZEVEDO, A. C. S. Impactos ambientais em usinas eólicas. **Agrener GD**, vol. 1, p. 1-17, 2013.

Barrios L, Rodríguez A: Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *J Appl Ecol*. 2004, 41: 72-81. 10.1111/j.1365-2664.2004.00876.x.

BARROS, M. A. S. **Interações entre morcegos e turbinas eólicas no agreste do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil**. Universidade Federal de Pernambuco, 2019.

BARROS, M. A. S.; BERNARD, E.; PEREIRA, M. J. R.; RUI, A. M.; FALCÃO, F. C.; LUZ JL. 2017. Diretrizes para estudos de impacto de parques eólicos sobre morcegos no Brasil. https://www.sbeq.net/_files/ugd/053d6e_e440445d6703480ea175e9b9aa6c5167.pdf.

BARROS, M. A. S.; MAGALHÃES, R. G.; RUI, A. M. 2015. Species composition and mortality of bats at the Osório Wind Farm, southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 50: 31-39.

BAILEY, Helen; BROOKES, Kate L.; THOMPSON, Paul M. Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future. **Aquatic biosystems**, v. 10, n. 1, p. 1-13, 2014.

Bellmann MA, Remmers P: Noise mitigation systems (NMS) for reducing pile driving noise: Experiences with the “big bubble curtain” relating to noise reduction. *J Acoust Soc Am*. 2013, 134: 4059-

BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. **Ciência e Cultura**, v. 60, n. 3, p. 20-29, 2008.

BERNARD, E. A.; PAESE, R. B.; MACHADO; AGUIAR, L. M. S. Blown in 189 the wind: bats and wind farms in Brazil. **Natureza & Conservação**, 12:106-111. 2014.

BERNARD, E.; AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B. 2011. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries? **Mamm Ver**, 41(1):23–39.

BEZERRA, A. M. R.; LAZAR, A; BONVICINO, C. R.; CUNHA A. Subsidies for a poorly known

BIBBY, C.; JONES, M.; STUART, M. **Expedition Field Techniques: Bird surveys**. ed. London, UK: Expedition Advisory Centre, 1998. 137 p.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. **Country Profile: Brazil**. 2020. Disponível em: <http://www.birdlife.org/datazone/country/brazil>. Acesso em: 12 jul. 2022.

Blackwell SB, Nations CS, McDonald TL, Greene CR, Thode AM, Guerra M, Macrander AM: Effects of airgun sounds on bowhead whale calling rates in the Alaskan Beaufort Sea. *Mar Mammal Sci*. 2013, 29: E342-E365.

Boehlert GW, Gill AB: Environmental and ecological effects of ocean renewable energy development: a current synthesis. *Oceanography*. 2010, 23: 68-81. 10.5670/oceanog.2010.46.

Bolle LJ, de Jong CAF, Bierman SM, Van Beek PJG, Van Keeken OA, Wessels PW, Van Damme CJG, Winter HV, De Haan D, Dekeling RPA: Common sole larvae survive high levels of pile-driving sound in controlled exposure experiments. *PLoS ONE*. 2012, 7: e33052-10.1371/journal.pone.0033052.

Brandt MJ, Diederichs A, Betke K, Nehls G: Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. *Mar Ecol Prog Ser*. 2011, 421: 205-216.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Portaria MMA nº 148 de 7 de junho de 2022. **Gabinete do Ministro**, Brasília, DF., 07 jun. 2022.

Breton SP, Moe G: Status, plans and technologies for offshore wind turbines in Europe and North America. *Renew Energy*. 2009, 34: 646-654. 10.1016/j.renene.2008.05.040.

BROOKS, T. M.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. D.; RYLANDS, A. B.; KONSTANT, W. R.; FLICK, P.; PILGRIM, J.; OLDFIELD, S.; MAGIN, G.; HILTON-TAYLOR, C. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. **Conservation Biology**, v. 16, n. 4, p. 909-923, ago. 2002.

Buck BH, Krause G, Rosenthal H: Extensive open ocean aquaculture development within wind farms in Germany: the prospect of offshore co-management and legal constraints. *Ocean Coast Manag*. 2004, 47: 95-122. 10.1016/j.ocecoaman.2004.04.002.

BUCKLEY, L. B., & JETZ, W. Environmental and historical constraints on global patterns of amphibian richness. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 274(1614), 1167-1173, 2007.

BURIVALOVA, Z.; LEE, T. M.; GIAM, X.; ŞEKERCIOĞLU, Ç. H.; WILCOVE, D. S.; KOH, L. P. Avian responses to selective logging shaped by species traits and logging practices. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 282, n. 1808, p. 1-8, abr. 2015.

Busch M, Kannen A, Garthe S, Jessopp M: Consequences of a cumulative perspective on marine environmental impacts: Offshore wind farming and seabirds at North Sea scale in context of the EU Marine Strategy Framework Directive. *Ocean Coast Manag*. 2013, 71: 213-224.

Butler JRA, Middlemas SJ, McKelvey SA, McMyn I, Leyshon B, Walker I, Thompson PM, Boyd IL, Duck C, Armstrong JD, Graham IM, Baxter JM: The Moray Firth Seal Management Plan: an adaptive framework for balancing the conservation of seals, salmon, fisheries and wildlife tourism in the UK. *Aquat Conserv Mar Freshwat Ecosyst*. 2008, 18: 1025-1038. 10.1002/aqc.923.

Camphuysen KCJ, Fox TAD, Leopold MMF, Petersen IK: Report by Royal Netherlands Institute for Sea Research and the Danish National Environmental Research Institute to COWRIE BAM 02–2002. Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K. 2004, London: Crown Estate Commissioners

Carstensen J, Henriksen OD, Teilmann J: Impacts of offshore wind farm construction on harbour porpoises: acoustic monitoring of echolocation activity using porpoise detectors (T-PODs). *Mar Ecol Prog Ser.* 2006, 321: 295-30

CARVALHO, P. Geração Eólica. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2003.

Casper BM, Halvorsen MB, Matthews F, Carlson TJ, Popper AN: Recovery of barotrauma injuries resulting from exposure to pile driving sound in two sizes of hybrid striped bass. *PLoS ONE.* 2013, 8: e73844-10.1371/journal.pone.0073844.

Casper BM, Popper AN, Matthews F, Carlson TJ, Halvorsen MB: Recovery of barotrauma injuries in Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* from exposure to pile driving sound. *PLoS ONE.* 2012, 7: e39593-10.1371/journal.pone.0039593

Castellote M, Clark CW, Lammers MO: Acoustic and behavioural changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and airgun noise. *Biol Conserv.* 2012, 147: 115-122. 10.1016/j.biocon.2011.12.021

Chamberlain DE, Rehfisch MR, Fox AD, Desholm M, Anthony SJ: The effect of avoidance rates on bird mortality predictions made by wind turbine collision risk models. *Ibis.* 2006, 148: 198-202.

CHOI, D. Y.; WITTIG, T. W.; KLUEVER, B. M. An evaluation of bird and bat mortality at wind turbines in the Northeastern United States. **PLoS ONE**, v. 15, n. 8, e0238034, 2020.

CITES - **Convención Sobre El Comercio Internacional De Especies Amenazadas De Fauna Y Flora Silvestres**. Maison. Apéndice I, II y III de 04 de octubre de 2017. 2017.

Clutton-Brock T, Sheldon BC: Individuals and populations: the role of long-term, individual-based studies of animals in ecology and evolutionary biology. *Trends Ecol Evol.* 2010, 25: 562-573. 10.1016/j.tree.2010.08.002.

Cook ASCP, Johnston A, Wright LJ, Burton NHK: A Review of Flight Heights and Avoidance Rates of Birds in Relation to Offshore Wind Farms. 2012, Norfolk, UK: British Trust for Ornithology on behalf of The Crown Estate, Project SOSS-02, BTO Research Report Number 618

CORCORAN, A. J.; BARBER, J. R.; CONNER, W. E. Tiger moth jams bat sonar. **Science**, v. 325, p. 325-327, 2009.

CORCORAN, A. J.; CONNER, W. E. Sonar jamming in the field: effectiveness and behavior of a unique prey defense. **The Journal of Experimental Biology**, v.215, p. 4278-4287, 2012.

COSTA, G. F.; PAULA J.; PETRUCCI-FONSECA, F.; ÁLVARES, F. The Indirect Impacts of Wind Farms on Terrestrial Mammals - Insights from the Disturbance and Exclusion Effects on Wolves (*Canis lupus*). In: **Biodiversity and Wind Farms in Portugal**: Current knowledge and insights for an integrated impact assesment process. Springer International Publishing, 2017, p. 111-134.

CRYAN, P. M.; BARCLAY, R. M. R. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. **Journal of Mammalogy**, n. 90, p. 1330-1340, 2009.

CULLEN-JR., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. **Editora da Universidade Federal do Paraná**. Curitiba, 665 p. 2004.

CUSTÓDIO, R. S. Energia eólica para produção de energia elétrica. 2. ed. Rio de Janeiro: Revista e ampliada. **Editora Synergia**, 2013.

Dähne M, Gilles A, Lucke K, Peschko V, Adler S, Krügel K, Sundermeyer J, Siebert U: Effects of pile-driving on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany. *Environ Res Lett*. 2013, 8: 025002-10.1088/1748-9326/8/2/025002.

DE ARAÚJO, C. B.; JARDIM, M.; SATURNINO, N. d. S. F.; ROSA, G. M.; LIMA, M. R.; DOS ANJOS, L. The optimal listening period for an effective assessment of bird richness and composition: a case study of Neotropical forest. **Journal of Ornithology**, v. 162, n. 303–306, ago. 2020.

Degraer S, Brabant R, Rumes B: Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Learning from the past to optimise future monitoring programmes: 26–28 November 2013. 2013, Brussels, Belgium: Royal Belgian Institute of Natural Sciences

DELGADO-JARAMILLO, M.; AGUIAR L. M. S.; MACHADO, R. B.; BERNARD E. 2020. Assessing the distribution of a Species rich group in a continental-sized megadiverse country: Bats in Brazil. **Divers Distrib**. 2020.

DeRuiter SL, Doukara KL: Loggerhead turtles dive in response to airgun sound exposure. *Endanger Species Res*. 2012, 16: 55-63. 10.3354/esr00396.

Desholm M, Kahlert J: Avian collision risk at an offshore wind farm. *Biol Lett*. 2005, 1: 296-298. 10.1098/rsbl.2005.0336

Di Iorio L, Clark CW: Exposure to seismic survey alters blue whale acoustic communication. *Biol Lett*. 2010, 6: 51-54. 10.1098/rsbl.2009.0651.

Diederichs A, Nehls G, Dähne M, Adler S, Koschinski S, Verfuß U: Methodologies for measuring and assessing potential changes in marine mammal behaviour, abundance or distribution arising from the construction, operation and decommissioning of offshore windfarms. 2008, Germany: BioConsult SH report to COWRIE Ltd
Dolman S, Simmonds M: Towards best environmental practice for cetacean conservation in developing Scotland's marine renewable energy. *Mar Policy*. 2010, 34: 1021-1027. 10.1016/j.marpol.2010.02.009.

Dow Piniak WE, Eckert SA, Harms CA, Stringer EM: Underwater Hearing Sensitivity of The Leatherback Sea Turtle (*Dermochelys coriacea*): Assessing The Potential Effect of Anthropogenic Noise. 2012, Herndon, VA: U.S Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Headquarters, OCS Study BOEM 2012–011

DREWITT, A. L., LANGSTON, R. H. W. Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. **Annals of New York Academy Sciences**, v. 1134, p. 233-266, 2008

DREWITT, AL.; LANGSTON, R. H. Assessing the impacts of wind farms on birds. **Ibis**, v. 148, p. 29–42, 2006.

Ellis JI, Schneider DC: Evaluation of a gradient sampling design for environmental impact assessment. *Environ Monit Assess.* 1997, 48: 157-172. 10.1023/A:1005752603707.

Ellison WT, Southall BL, Clark CW, Frankel AS: A new context-based approach to assess marine mammal behavioral responses to anthropogenic sounds. *Conserv Biol.* 2012, 26: 21-28. 10.1111/j.1523-1739.2011.01803.x

ERICKSON, W. P.; JOHNSON, G. D.; YOUNG Jr. D. P. A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions. **USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSWGTR**, v.191, p. 1029-1042, 2005.

Espinoza M, Farrugia TJ, Webber DM, Smith F, Lowe CG: Testing a new acoustic telemetry technique to quantify long-term, fine-scale movements of aquatic animals. *Fish Res.* 2011, 108: 364-371. 10.1016/j.fishres.2011.01.011.

European Wind Energy Association: *Deep Water: The Next Step for Offshore Wind Energy.* 2013, Brussels, Belgium: A report by the European Wind Energy Association

European Wind Energy Association: *The European Offshore Wind Industry - Key Trends and Statistics 2013.* 2014, Brussels, Belgium: A report by the European Wind Energy Association

European Wind Energy Association: *The European Offshore Wind Industry Key 2011 Trends and Statistics.* 2012, Brussels, Belgium: A report by the European Wind Energy Association

FALAVIGNA, T. J. **Avifauna em parques eólicos no extremo sul do Brasil.** Tese, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – São Leopoldo, 104 f, 2019.

FALAVIGNA, T. J.; PEREIRA, D.; RIPPEL, M. L.; PETRY, M. V. Changes in bird species composition after a wind farm installation: A case study in South America. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 83, n. 106387, 2020.

FERRER, M., DE LUCAS, M., JANSS, G. F. E., CASADO, E., MUÑOZ, A. R., BECHARD, M. J., CALABUIG, C. P. Weak relationship between risk assessment studies and recorded mortality in Wind farms. **Journal of Applied Ecology**, v. 49, p. 38-46, 2012.

Frederiksen M, Wanless S, Harris MP, Rothery P, Wilson LJ: The role of industrial fisheries and oceanographic change in the decline of North Sea black-legged kittiwakes. *J Appl Ecol.* 2004, 41: 1129-1139. 10.1111/j.0021-8901.2004.00966.

Furness RW, Wade HM, Masden EA: Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. *J Environ Manag.* 2013, 119: 56-66.

GARCIA, A. C. L.; LEAL, E. S.; ROHDE, C.; CARVALHO-NETO, F. G.; MONTES, M. A. 2014. The bats of northeastern Brazil: a panorama. **Anim. Biol.** 64(2):141–150.

GARDA, A.; COSTA, T.; SANTOS-SILVA, C.; MESQUITA, D.; FARIA, R.; CONCEIÇÃO, B.; SILVA, I.; FERREIRA, A.; ROCHA, S.; PALMEIRA, C.; SILVEIRA-FILHO, R.; FERRARI, S.; TORQUATO, S.

Herpetofauna of protected áreas in the Caatinga I: Raso da Catarina Ecological Station (Bahia. Brasil). **Check List**, v.9, n.2, p.405-414, 2013.

GARDA, A.; STEIN, M.; MACHADO, R.; LION, M.; JUNCÁ, F.; NAPOLI, M. **Ecology, Biogeography, and Conservation of Amphibians of the Caatinga**. In: LEAL. I. R; TABARELLI. M; SILVA. J. M. C. (eds.). Caatinga the largest Tropical dry Forest Region in South America. Springer. Recife: Editora Universitária da UFPE, p.133-149, 2017.

Garthe S, Hüppop O: Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. *J Appl Ecol*. 2004, 41: 724-734. 10.1111/j.0021-8901.2004.00918.x.

Gill AB, Bartlett M, Thomsen F: Potential interactions between diadromous fishes of U.K. conservation importance and the electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments. *J Fish Biol*. 2012, 81: 664-695. 10.1111/j.1095-8649.2012.03374.x.

Gill AB, Huang Y, Gloyne-Philips I, Metcalfe J, Quayle V, Spencer J, Wearmouth V: COWRIE 2.0 Electromagnetic Fields (EMF) Phase 2: EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. 2009, Thetford, UK: Commissioned by COWRIE Ltd (project reference COWRIE-EMF-1-06)

Gill AB: Offshore renewable energy: ecological implications of generating electricity in the coastal zone. *J Appl Ecol*. 2005, 42: 605-615. 10.1111/j.1365-2664.2005.01060.x.

Gordon J, Gillespie D, Potter J, Frantzis A, Simmonds MP, Swift R, Thompson D: A review of the effects of seismic surveys on marine mammals. *Mar Technol Soc J*. 2003, 37: 16-34. 10.4031/002533203787536998.

Halvorsen MB, Casper BM, Matthews F, Carlson TJ, Popper AN: Effects of exposure to pile-driving sounds on the lake sturgeon, Nile tilapia and hogchoker. *Proc R Soc Lond B Biol Sci*. 2012, 279: 4705-4714. 10.1098/rspb.2012.1544.

Harris RE, Miller GW, Richardson WJ: Seal responses to airgun sounds during summer seismic surveys in the Alaskan Beaufort Sea. *Mar Mammal Sci*. 2001, 17: 795-812. 10.1111/j.1748-7692.2001.tb01299.x.

Harwood J, King S, Schick R, Donovan C, Booth C: A protocol for implementing the interim population consequences of disturbance (PCoD) approach: Quantifying and assessing the effects of UK offshore renewable energy developmenets on marine mammal populations: Report number SMRUL-TCE-2013-014. *Scott Mar Freshwater Sci*. 2014, 5: 2-

Hawkins AD, Popper AN: Assessing the impacts of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. *Acoust Today*. 2014, 10: 30-41. 10.1121/1.4870174.

HAYES MA. 2013. Bats killed in large numbers at United States wind energy facilities. **BioScience**. 63: 975–979.

Heupel MR, Semmens JM, Hobday AJ: Automated acoustic tracking of aquatic animals: scales, design and deployment of listening station arrays. *Mar Freshw Res*. 2006, 57: 1-13. 10.1071/MF05091.

HORN, J.; ARNETT, E. B.; KUNZ, T. H. Behavioral responses of bats to operating wind turbines. **Journal of Wildlife Management**, v. 72, n. 1, p. 123–132, 2008.

HÖTTKER, H.; THOMSEN, K. M.; JEROMIN, H., 2006. **Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources**: the example of birds and bats - facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael Otto Institut in NABU, Bergenhusen. 2006.

HOVICK, T. J.; ELMORE, R. D.; DAHLGREN, D. K.; FUHLENDORF, S. D.; ENGLE, D. M. Evidence of negative effects of anthropogenic structures on wildlife: a review of grouse survival and behavior. **Journal of Applied Ecology**. v. 51, p. 1680-1689, 2014.

HULL, C. L.; MUIR, S. Search areas for monitoring bird and bat carcasses at wind farms using a Monte-Carlo model. **Australasian Journal of Environmental Management**, v. 17, n. 2, p. 77-87, 2010.

ICMBIO – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Estratégia do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – **Programa Monitora**: estrutura, articulações, perspectivas. Brasília: ICMBio, 2018, 27 p.

Inger R, Attrill MJ, Bearhop S, Broderick AC, Grecian WJ, Hodgson DJ, Mills C, Sheehan E, Votier SC, Witt MJ, Godley BJ: Marine renewable energy: potential benefits to biodiversity? An urgent call for research. *J Appl Ecol*. 2009, 46: 1145-1153.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio. 2018. 622p.

IUCN - International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. **Red List of Threatened Species**, 2022. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/>

JNCC: Statutory Nature Conservation Agency Protocol for Minimising the Risk of Injury to Marine Mammals from Piling Noise. 2010, Aberdeen, UK: Joint Nature Conservation Committee

Johnston A, Cook ASCP, Wright LJ, Humphreys EM, Burton NHK: Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. *J Appl Ecol*. 2014, 51: 31-41. 10.1111/1365-2664.12191.

Kastelein RA, Van Heerden D, Gransier R, Hoek L: Behavioral responses of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) to playbacks of broadband pile driving sounds. *Mar Environ Res*. 2013, 92: 206-214.

Koschinski S, Culik BM, Henriksen OD, Tregenza N, Ellis G, Jansen C, Kathe G: Behavioural reactions of free-ranging porpoises and seals to the noise of a simulated 2 MW windpower generator. *Mar Ecol Prog Ser*. 2003, 265: 263-273

KOTAIT, I.; CARRIERI, M. L.; CARNIELI JÚNIOR, P.; CASTILHO, J. G.; OLIVEIRA, R. N.; MACEDO, C. I.; FERREIRA, K. C. S.; ACHKAR, S. M. Reservatórios silvestres do vírus da raiva: um desafio para a saúde pública. **Boletim Epidemiológico Paulista**, n. 4, v. 40, p. 02-08, 2007.

KUNZ, T. H.; ARNETT, E. B.; ERICKSON, W. P.; HOAR, A. R.; JOHNSON, G. D.; LARKIN, R. P.; STRICKLAND, M. D.; THRESHER, R. W.; TUTTLE, M. D. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. **Frontiers in Ecology and the Environment**, n. 5, p. 315–324. 2007.

KUNZ, T. H.; TORRES, E. B.; BAUER, D.; LOBOVA, T.; FLEMING T. H. 2011. Ecosystem services provided by bats. **Annals of the New York Academy of Sciences**, 1223, 1-38.

LIMA, S.A. Influência de características ambientais no ciclo de vida dos componentes de turbinas eólicas. 2016. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia de Produção. **Universidade de Fortaleza (UNIFOR)**. Fortaleza, 2016.

Lindeboom HJ, Kouwenhoven HJ, Bergman MJN, Bouma S, Brasseur S, Daan R, Fijn RC, De Haan D, Dirksen S, van Hal R, Hille Ris Lambers R, ter Hofstede R, Krijgsveld KL, Leopold M, Scheidat M: Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. *Environ Res Lett.* 2011, 6: 035101-10.1088/1748-9326/6/3/035101.

LOSS, S. R.; WILL, T.; MARRA, P. P. Direct Mortality of Birds from Anthropogenic Causes. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 46, n. 1, p. 99-120, set. 2015.

LOSS, S. R.; WILL, T.; MARRA, P. P. Estimates of bird collision mortality at wind facilities in the contiguous United States. **Biological Conservation**, v. 168, p. 201-209, 2013.

LOVICH, J. E.; ENNEN JR. Assessing the state of knowledge of utility-scale wind energy development and operation on non-volant terrestrial and marine wildlife. **Applied Energy**, v. 103, p. 52-60, 2013.

Maar M, Bolding K, Petersen JK, Hansen JLS, Timmermann K: Local effects of blue mussels around turbine foundations in an ecosystem model of Nysted off-shore wind farm, Denmark. *J Sea Res.* 2009, 62: 159-174. 10.1016/j.seares.2009.01.008.

MACSWINEY G.; CLARKE, P. A.; RACEY. 2008. What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. **Journal of Applied Ecology**, 45:1364–1371.

Madsen PT, Wahlberg M, Tougaard J, Lucke K, Tyack P: Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. *Mar Ecol Prog Ser.* 2006, 309: 279-295.

MARINHO, P. H. D. Padrões de ocorrência e coexistência de mamíferos de médio e grande porte na Caatinga. **Tese (Doutorado) - Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte**. Natal, 187. 2020.

Marmo B, Roberts I, Buckingham MP, King S, Booth C: Modelling of noise effects of operational offshore wind turbines including noise transmission through various foundation types. 2013, Edinburgh: Scottish Government

MARQUES, J.; BARRETO, A.; BARRETO, F. M. C.; MAIA, I. **O Cárcere dos Ventos: Destruição das Serras pelos Complexos Eólicos**. Paulo Afonso, BA: SABEH, 2021.

Masden EA, Fox AD, Furness RW, Bullman R, Haydon DT: Cumulative impact assessments and bird/wind farm interactions: Developing a conceptual framework. *Environ Impact Assess Rev.* 2010, 30: 1-7. 10.1016/j.eiar.2009.05.00

Masden EA, Haydon DT, Fox AD, Furness RW: Barriers to movement: Modelling energetic costs of avoiding marine wind farms amongst breeding seabirds. *Mar Pollut Bull.* 2010, 60: 1085-1091. 10.1016/j.marpolbul.2010.01.016.

Maxwell SM, Hazen EL, Bograd SJ, Halpern BS, Breed GA, Nickel B, Teutschel NM, Crowder LB, Benson S, Dutton PH, Bailey H, Kappes MA, Kuhn CE, Weise MJ, Mate B, Shaffer SA, Hassrick JL, Henry RW, Irvine L, McDonald BI, Robinson PW, Block BA, Costa DP: Cumulative human impacts on marine predators. *Nat Commun.* 2013, 4: 2688-

MAY, R., NYGÅRD, T.; Falkdalen, U.; ÅSTRÖM, J.; HAMRE, Ø.; STOKKE, B. G. Paint it black - Efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. **Ecology and Evolution**, v. 00, p. 1-9, 2020.

McCann J: Developing Environmental Protocols and Modeling Tools to Support Ocean Renewable Energy and Stewardship. 2012, Herndon, VA: U.S. Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Office of Teilmann J, Carstensen J: Negative long term effects on harbour porpoises from a large scale offshore wind farm in the Baltic - evidence of slow recovery. *Environ Res Lett.* 2012, 7: 045101-10.1088/1748-9326/7/4/045101.

McCLURE, C. J. W.; ROLEK, B. W.; DUNN, L.; MCCABE, J. D.; MARTINSON, L.; KATZNER, T. Eagle fatalities are reduced by automated curtailment of wind turbines. 2021. **Journal of Applied Ecology**, n. 58, v. 3, p. 446-452, 2021.

MELO, F. P. L. The Socio-Ecology of the Caatinga: Understanding How Natural Resource Use Shapes an Ecosystem. In: SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. **Caatinga The Largest Tropical Dry Forest Region in South America** Springer, 2017. cap. 14, p. 369-382.

Miller PJO, Johnson MP, Madsen PT, Biassoni N, Quero M, Tyack PL: Using at-sea experiments to study the effects of airguns on the foraging behavior of sperm whales in the Gulf of Mexico. *Deep-Sea Res I.* 2009, 56: 1168-1181. 10.1016/j.dsr.2009.02.008.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção – Volume III. **ICMBIO.** 2018.

Mueller-Blenkle C, Gill AB, McGregor PK, Andersson MH, Sigray P, Bendall V, Metcalfe J, Thomsen F: The Effects of Noise on Aquatic Life. Edited by: Popper AN, Hawkins A. 2012, New York, USA: Springer, 389-391. A novel field study setup to investigate the behavior of fish related to sound, *Advances in Experimental Medicine and Biology*, Volume 730

NASCIMENTO, T. C.; MENDONÇA, A. T. B. B.; CUNHA, S. K. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 10, n. 3, p.630-651. 2012.

National Research Council: Marine Mammal Populations and Ocean Noise: Determining When Ocean Noise Causes Biologically Significant Effects. 2005, Washington, DC: National Academy Press

Nedwell JR, Parvin SJ, Edwards B, Workman R, Brooker AG, Kynoch JE, Nedwell JR, Parvin SJ, Edwards B, Workman R, Brooker AG, Kynoch JE: Measurement and interpretation of underwater noise during construction and operation of offshore windfarms in UK waters. Subacoustech Report No. 544R0738 to COWRIE Ltd. 2007, 978-0-9554279-5-4

NETO, C. R. O.; Lima, E. C. Mercado eólico e desenvolvimento regional: Perspectivas de formação de uma indústria eólica motriz para o nordeste brasileiro. **Orbis Latina**, 6(2), 129-153. 2016.

New LF, Clark JS, Costa DP, Fleishman E, Hindell MA, Klanjšček T, Lusseau D, Kraus S, McMahon CR, Robinson PW, Schick RS, Schwarz LK, Simmons SE, Thomas L, Tyack P, Harwood J: Using short-term measures of behaviour to estimate long-term fitness of southern elephant seals. *Mar Ecol Prog Ser.* 2014, 496: 99-108.

New LF, Harwood J, Thomas L, Donovan C, Clark JS, Hastie G, Thompson PM, Cheney B, Scott-Hayward L, Lusseau D: Modelling the biological significance of behavioural change in coastal bottlenose dolphins in response to disturbance. *Funct Ecol.* 2013, 27: 314-322. 10.1111/1365-2435.12052.

Nowacek DP, Vedenev A, Southall BL, Racca R: The Effects of Noise on Aquatic Life. Edited by: Popper AN, Hawkins A. 2012, New York, USA: Springer, 523-528. Development and implementation of criteria for exposure of western gray whales to oil and gas industry noise, *Advances in Experimental Medicine and Biology*, Volume 730

OSPAR: Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. 2009, North-East Atlantic: OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic, <http://www.ospar.org>,

Parsons ECM, Dolman SJ, Jasny M, Rose NA, Simmonds MP, Wright AJ: A critique of the UK's JNCC seismic survey guidelines for minimising acoustic disturbance to marine mammals: Best practise?. *Mar Pollut Bull.* 2009, 58: 643-651. 10.1016/j.marpolbul.2009.02.024.

PASSONI, G.; ROWCLIFFE, J. M.; WHITEMAN, A.; HUBER, D.; KUSAK, J. Framework for strategic wind farm site prioritization based on modelled wolf reproduction habitat in Croatia. **European Journal**

Pelletier SK, Omland K, Watrous KS, Peterson TS: Information Synthesis on the Potential for Bat Interactions with Offshore Wind Facilities - Final Report. 2013, Herndon, VA: U.S. Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Headquarters, OCS Study BOEM 2013-01163

PEREIRA, M. J. R., BARROS, M. A. S.; CHAVES, T. S.; RUI, A. M.; DOTTO, J. C.; BRAUN, A.; BARBOSA, J.; BERNARD, E. 2017. Guidelines for consideration of bats in environmental impact assessment of wind farms in Brazil: a collaborative governance experience from Rio Grande do Sul state. **Oecologia Australis**, 21(3): 232-255.

PIELOU, E. C. **Introduction to Mathematical Ecology**. Wiley, New York, 1969.

Plonczkier P, Simms IC: Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. *J Appl Ecol.* 2012, 49: 1187-1194. 10.1111/j.1365-2664.2012.02181.x.

Popper AN, Hastings MC: The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *J Fish Biol.* 2009, 75: 455-489. 10.1111/j.1095-8649.2009.02319.x.

Popper AN, Hastings MC: The effects of human-generated sound on fish. *Integr Zool.* 2009, 4: 43-52. 10.1111/j.1749-4877.2008.00134.x.

Punt MJ, Groeneveld RA, Van Ierland EC, Stel JH: Spatial planning of offshore wind farms: A windfall to marine environmental protection?. *Ecol Econ.* 2009, 69: 93-103. 10.1016/j.ecolecon.2009.07.013.

Rein CG, Lundin AS, Wilson SJK, Kimbrell E: Offshore Wind Energy Development Site Assessment and Characterization: Evaluation of the Current Status and European Experience. 2013, Herndon, VA: U.S. Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Office of Renewable Energy Programs, OCS Study BOEM 2013-0010

Renewable UK: Cumulative impact assessment guidelines: Guiding principles for cumulative impacts assessment in offshore wind farms. 2013, Available at: <http://www.renewableuk.com/en/publications/index.cfm/cumulative-impact-assessment-guidelines>

RIBEIRO, L. B.; FREIRE, E. M. X. **Lagartos como Bioindicadores: Testando metodologia de avaliação da qualidade ambiental de Caatingas e áreas Florestadas.** In: FREIRE, E. M. X.; CÂNDIDO, G. A.; AZEVEDO, P. V. (org.). *Múltiplos olhares sobre semiárido brasileiro: perspectivas interdisciplinares.* 1 ed. Natal-RN: EDUFRN - Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 145-186p, 2011.

RIOUX, S.; SAVARD, J. O. L.; GERICK, A. A. Avian mortalities due to transmission line collisions: a review of current estimates and field methods with an emphasis on applications to the Canadian electric network. **Avian Conservation and Ecology.** v. 8, n. 22, p. 7, 2013.

ROLLINS, K. E.; MEYERHOLZ, D. K.; JOHNSON, G. D.; CAPPARELLA, A. P.; LOEW, S. S. A Forensic Investigation Into the Etiology of Bat Mortality at a Wind Farm: Barotrauma or Traumatic Injury? **Environmental Pathobiology, Veterinary Pathology,** n. 49, v. 2, p. 362-371, 2012

ROSENBERG, K. V.; DOKTER, A. M.; BLANCHER, P. J.; SAUER, J. R.; SMITH, A. C.; SMITH, P. A.; STANTON, J. C.; PANJABI, A.; HELFT, L.; PARR, M.; MARRA, P. P. Decline of the North American avifauna. **Science,** v. 366, n. 6461, p. 120-124, set. 2019.

Russell DJF, Brasseur SMJM, Thompson D, Hastie GD, Janik VM, Aarts G, McClintock BT, Matthiopoulos J, Moss SEW, McConnell B: Marine mammals trace anthropogenic structures at sea. *Curr Biol.* 2014, 24: R638-R639. 10.1016/j.cub.2014.06.033.

Rutenko AN, Borisov SV, Gritsenko AV, Jenkerson MR: Calibrating and monitoring the western gray whale mitigation zone and estimating acoustic transmission during a 3D seismic survey, Sakhalin Island, Russia. *Environ Monit Assess.* 2007, 134: 21-44. 10.1007/s10661-007-9814-z.

SANTOS, W. B. B. Gestão de processos de produção energética para a eficiência ambiental. In: **Anais eletrônicos do XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção,** Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/>>.

Scales KL, Lewis JA, Lewis JP, Castellanos D, Godley BJ, Graham RT: Insights into habitat utilisation of the hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), using acoustic telemetry. *J Exp Mar Biol Ecol.* 2011, 407: 122-129. 10.1016/j.jembe.2011.07.008.

SCHUETTE, P.; WAGNER, A. P.; WAGNER, M. E.; CREEL, S. (Occupancy patterns and niche partitioning within a diverse carnivore community exposed to anthropogenic pressures. **Biological Conservation**, 158, 301-312. 2013.

SIMAS, M. S. **Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil: estimativa da geração de empregos por meio de uma matriz insumo-produto ampliada.** Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

SIMS, R. E.; ROGNER, H-H.; GREGORY, K. Carbon emission and mitigation cost comparisons between fossil fuel, nuclear and renewable energy resources for electricity generation. **Energy Policy.** n. 31: 1315-1326, 2003.

Sjollema AL, Gates JE, Hilderbrand RH, Sherwell J: Offshore activity of bats along the Mid-Atlantic Coast. *Northeast Nat.* 2014, 21: 154-163. 10.1656/045.021.0201.

Southall BL, Bowles AE, Ellison WT, Finneran JJ, Gentry RL, Greene CR, Kastak D, Ketten DR, Miler JH, Nachtigall PE, Richardson WJ, Thomas JA, Tyack PL: Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations. *Aquat Mamm.* 2007, 33: 411-521. 10.1578/AM.33.4.2007.411.

Stokes I: Hotspots: Scotland and Fukushima. *Renewable Energy Focus.* 2013, 14: 10-11.

STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W.; PARKER III, T. A.; MOSKOVITS, D. K. **Neotropical Birds Ecology and Conservation.** ed. Chicago, IL: The University of Chicago Press, 1996. 478 p.

STOUFFER, P. C.; CHESSER, R. T.; JAHN, A. E. Tropical Kingbird (*Tyrannus melancholicus*), version 1.0. In: BILLERMAN, S. M. **Birds of the World.** Ithaca, NY, USA: Cornell Lab of Ornithology, 2020.

Sun X, Huang D, Wu G: The current state of offshore wind energy technology development. *Energy.* 2012, 41: 298-312. 10.1016/j.energy.2012.02.054.

Thompson PM, Brookes KL, Graham IM, Barton TR, Needham K, Bradbury G, Merchant ND: Short-term disturbance by a commercial two-dimensional seismic survey does not lead to long-term displacement of harbour porpoises. *Proc R Soc Lond B Biol Sci.* 2013, 280: 20132001-10.1098/rspb.2013.2001.

Thompson PM, Hastie GD, Nedwell J, Barham R, Brookes KL, Cordes LS, Bailey H, McLean N: Framework for assessing impacts of pile-driving noise from offshore wind farm construction on a harbour seal population. *Environ Impact Assess Rev.* 2013, 43: 73-85.

Thompson PM, Lusseau D, Barton T, Simmons D, Rusin J, Bailey H: Assessing the responses of coastal cetaceans to the construction of offshore wind turbines. *Mar Pollut Bull.* 2010, 60: 1200-1208. 10.1016/j.marpolbul.2010.03.030.

Thomsen F, Lüdemann K, Kafemann R, Piper W: Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. 2006, Biola, Hamburg: Germany on behalf of COWRIE Ltd.

Thomsen F, Mueller-Blenkle C, Gill A, Metcalfe J, McGregor PK, Bendall V, Andersson MH, Sigray P, Wood D: The Effects of Noise on Aquatic Life. Edited by: Popper AN, Hawkins A. 2012, New York, USA: Springer, 387-388. Effects of pile driving on the behavior of cod and sole, *Advances in Experimental Medicine and Biology*, Volume 73

Toke D: The UK offshore wind power programme: a sea-change in UK energy policy?. *Energy Policy*. 2011, 39: 526-534. 10.1016/j.enpol.2010.08.043.

Tougaard J, Carstensen J, Teilmann J: Pile driving zone of responsiveness extends beyond 20 km for harbor porpoises (*Phocoena phocoena* (L.)). *J Acoust Soc Am*. 2009, 126: 11-14. 10.1121/1.3132523.

Tougaard J, Henriksen OD, Miller LA: Underwater noise from three types of offshore wind turbines: Estimation of impact zones for harbor porpoises and harbor seals. *J Acoust Soc Am*. 2009, 125: 3766-3773. 10.1121/1.3117444.

Tricas T, Gill A, Normandeau, Exponent: Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranchs and other marine species. 2011, Camarillo, CA: U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Regulation, and Enforcement, Pacific OCS Region, OCS Study BOEMRE 2011-09

TURNEY, D.; FTHENAKIS, V. Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants. **Journal Elsevier**, agosto, Volume 15, p. 3261-3270. 2011.

Underwood AJ: On beyond BACI: Sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. *Ecol Appl*. Hewitt JE, Thrush SE, Cummings VJ: Assessing environmental impacts: Effects of spatial and temporal variability at likely impact scales. *Ecol Appl*. 2001, 11: 1502-1516. 10.1890/1051-0761(2001)011[1502:AEIEOS]2.0.CO;2.

Van Parijs SM, Clark CW, Sousa-Lima RS, Parks SE, Rankin S, Risch D, Van Opzeeland IC: Management and research applications of real-time and archival passive acoustic sensors over varying temporal and spatial scales. *Mar Ecol Prog Ser*. 2009, 395: 21-36.

Véran S, Gimenez O, Flint E, Kendall WL, Doherty PF, Lebreton JD: Quantifying the impact of longline fisheries on adult survival in the black-footed albatross. *J Appl Ecol*. 2007, 44: 942-952. 10.1111/j.1365-2664.2007.01346.x.

VERDADE, V. K.; DIXO, M.; CURCIO, F. F. **Os riscos de extinção de sapos, rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais**. *Estud. av.*, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 161-172, 2010.

VIELLIARD, J. M. E.; ALMEIDA, M. E. C.; ANJOS, L.; SILVA, W. R. Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA). In: MATTER, S. V.; STRAUBE, F. C.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V.; CÂNDIDO-JR, J. F. **Ornitologia e Conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento**. Rio de Janeiro, RJ: Technical Books, 2010. cap. 2, p. 47-60.

VIELLIARD, J. M. E.; SILVA, W. R. **Nova metodologia de levantamento quantitativo e primeiros resultados no interior de São Paulo**. In: IV Encontro Nacional dos Anilhadores de Aves, 4, 1990. Recife. *Anais...* Recife: S. Mendes, 1990. p. 117-151.

VILLEGAS-PATRACA, R.; MACÍAS-SÁNCHEZ, S.; MACGREGOR-FORS, I.; MUÑOZ-ROBLES, C. A. Scavenger removal: Bird and bat carcass persistence in a tropical wind farm. **Acta Oecologica**, v. 43, p. 121–125, 2012.

VITT, L. J. The ecology of tropical lizards in the Caatinga of northeast Brazil. Occasional **Papers of the Oklahoma Museum Natural History**, v.1, p.1-29, 1995.

VOSS, R. S.; EMMONS, L. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. **Bulletin of the AMNH**, 230. 1996.

Votier SC, Hatchwell BJ, Beckerman A, McCleery RH, Hunter FM, Pellatt J, Trinder M, Birkhead TR: Oil pollution and climate have wide-scale impacts on seabird demographics. *Ecol Lett.* 2005, 8: 1157-1164. 10.1111/j.1461-0248.2005.00818.x.

Wade PR: Calculating limits to the allowable human-caused mortality of cetaceans and pinnipeds. *Mar Mammal Sci.* 1998, 14: 1-37. 10.1111/j.1748-7692.1998.tb00688.x.

Wahlberg M, Westerberg H: Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms. *Mar Ecol Prog Ser.* 2005, 288: 295-309.

Waring GT, Wood SA, Josephson E: Literature search and data synthesis for marine mammals and sea turtles in the U.S. Atlantic from Maine to the Florida Keys. 2012, New Orleans, LA: U.S Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Gulf of Mexico OCS Region, OCS Study BOEM 2012–109

WEAVER, S. P.; HEIN, C. D.; SIMPSON, T. R.; EVANS, J. W.; CASTRO-ARELLANO, I. Ultrasonic acoustic deterrents significantly reduce bat fatalities at wind turbines. **Global Ecology and Conservation**, v. 24, e01099, 2020.

Weir CR: Short-finned pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*) respond to an airgun ramp-up procedure off Gabon. *Aquat Mamm.* 2008, 34: 349-354. 10.1578/AM.34.3.2008.349.

Westerberg H, Lagenfelt I: Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fish Manag Ecol.* 2008, 15: 369-375. 10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x.

YOUNG, B. E., LIPS, K. R., REASER, J. K., IBÁÑEZ, R., SALAS, A. W., CEDEÑO, J. R., COLOMA, L.A., RON, S., LA MARCA, E., MEYER, J. R., MUÑOZ, A., BOLAÑOS, F. CHAVES, G. & ROMO, D. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. **Conservation Biology**, 15(5), 1213-1223, 2001.