

PARQUES EÓLICOS MARÍTIMOS (OFFSHORE) COMO FRONTEIRA ENERGÉTICA? IMPACTOS E SINERGIAS COM OS ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS E A ATIVIDADE PESQUEIRA NO NORDESTE DO BRASIL

Thomaz Xavier¹
Adryane Gorayeb¹
Christian Brannstrom²

¹Universidade Federal do Ceará

²Texas A&M University

DOI: 10.47168/rbe.v29i3.790

RESUMO

O ambiente marinho é mais vantajoso para a energia eólica em comparação com a superfície terrestre, o que pode resultar em maiores fatores de capacidade (eficiência) e densidade de potência para Parques Eólicos *Offshore* (PEO). Em julho de 2023, 78 projetos estavam em análise pelo órgão federal licenciador brasileiro. Questões socioambientais devem ser consideradas no processo relacionado aos diferentes usos do espaço marinho. Há uma lacuna na bibliografia internacional sobre o tema. Além disso, o contexto brasileiro se apresenta com uma diversidade de usos no espaço marinho. A pesca artesanal se destaca por ser fundamental para a manutenção do modo de vida e segurança alimentar de inúmeras comunidades do litoral brasileiro. São cerca de 650 territórios pesqueiros ao longo da costa brasileira, envolvendo indiretamente mais de 3 milhões de pessoas na atividade. O objetivo deste artigo é sintetizar os impactos socioambientais potenciais e conhecidos dos PEOs, com foco no contexto da pesca artesanal no Nordeste do Brasil. Os impactos diferem entre as fases de pré-construção, construção e pós-construção, podendo ter efeitos de curto, médio e longo prazo. Além disso, deve-se atentar para a fase de descomissionamento das estruturas. Embora a literatura apresente possíveis impactos positivos na pesca, destacamos possíveis prejuízos econômicos na atividade pesqueira por diversos motivos, incluindo exclusão espacial, dificuldade de navegação e redução de peixes. Ações efetivas são necessárias para mitigar tais perdas, sendo o licenciamento ambiental um importante curso de ação. Por fim, é imprescindível que as ações de implantação de parques eólicos *offshore* estejam alinhadas com os conceitos de justiça energética.

Palavras-chave: Impactos socioambientais; Descarbonização da matriz energética; Pesca artesanal; Sul global; Transição energética justa.

ABSTRACT

The marine environment is more advantageous for wind energy compared to the terrestrial surface, which may result in higher capacity factors (efficiency) and power density for Offshore Wind Farms (PEO). In July 2023, 78 projects were under review by the Brazilian federal licensing body. Socio-environmental issues must be considered in this process related to the different uses of marine space. There is a gap in the international bibliography on the subject. In addition, the Brazilian context presents a diversity of uses in the marine space. Artisanal fishing stands out because it is fundamental to maintain the way of life and food security of countless communities on the Brazilian coast. There are about 650 fishing territories along the Brazilian coast, indirectly involving more than 3 million people in the activity. The purpose of this article is to synthesize the potential and known socio-environmental impacts of PEOs, focusing on the context of artisanal fishing in Northeast Brazil. Impacts differ among the pre-construction, construction and post-construction phases, and may have short-, medium- and long-term effects. In addition, attention must be paid to the decommissioning phase of structures. Although the literature presents possible potential positive impacts on fishing, we highlight possible economic loss in fishing activity for different reasons, including spatial exclusion, difficulty in navigating, and reduction of fish. Effective actions are needed to mitigate such losses, and environmental licensing is an important course of action. Finally, it is imperative that the implementation actions of offshore wind farms are aligned with the concepts of energy justice.

Keywords: Artisanal fishing; Decarbonization of the energy matrix; Just energy transition; Global South; Socio-environmental impacts.

1. INTRODUÇÃO

Assim como os parques eólicos terrestres, os parques eólicos *offshore* (PEO) são altamente desejáveis como iniciativas para a descarbonização das malhas elétricas. Sobretudo em virtude de serem considerados uma fonte energética de sucesso, em termos econômicos e de geração, no contexto brasileiro (GANNOUM, 2021). O ambiente marinho é reconhecido por apresentar velocidades relativamente mais altas, menor turbulência e variabilidade dos ventos em comparação com a superfície terrestre, o que pode resultar em fatores de capacidade (eficiência) e densidade de potência mais altos para PEO (EPE, 2020).

Embora os parques eólicos *onshore* tenham uma densidade de potência estimada de $0,9 \text{ W/m}^2$ devido às interações entre as turbinas eólicas dispostas nos parques eólicos e a camada limite atmosférica (MILLER; KEITH, 2019), as estimativas para PEO são de 3 a 5 W/m^2 (VOLKER et al., 2017; BOSCH et al., 2018; TAVARES et al., 2020). Isso se dá em razão de uma maior energia cinética contínua sobre os oceanos (POSSNER; CALDEIRA, 2017).

No final de 2022, o total de capacidade instalada (CI) em parques eólicos *offshore* em todo o mundo chegou à marca de 64,3 GW (GWEC, 2023). Sobre isso, a Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA, em inglês) afirmou que a tecnologia eólico marítima precisará crescer dez vezes até 2030 e chegar à marca de 228 GW de capacidade instalada para subsidiar a transformação do setor energético global e alcançar os objetivos previstos no Acordo de Paris (IRENA, 2019). Neste contexto, estima-se que o Brasil pode se tornar o berço desta expansão no hemisfério sul, onde, atualmente, ainda não há nenhum PEO instalado.

Para demonstrar a potencialidade brasileira no setor, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), através de um *Roadmap* (EPE, 2020), propôs análise do potencial eólico do mar. O material demonstra, para toda a extensão da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira, um potencial energético de 697 GW em locais com profundidade máxima de até 50 m e velocidade de vento superior aos 7 m/s. Contudo, tal proposta carece de considerar os diferentes usos do espaço marinho. Silva (2019), por outro lado, mapeou um potencial energético de 330,5 GW considerando elementos ambientais e sociais. No estudo, a autora excluiu as áreas sensíveis à manutenção de atividades humanas no mar e para preservação ambiental como, por exemplo, distância da costa de 8 km para evitar impacto visual e áreas de pesca. A autora afirma que “este valor é mais que o dobro do potencial teórico *onshore* calculado para o Brasil em seu primeiro Atlas Eólico” (p. 72). Assim, embora haja consideráveis justificativas econômicas e técnicas para o aproveitamento energético da fonte eólica marítima nacional e, especialmente, na região Nordeste, há de se considerar questões socioambientais fundamentais nesse processo, como os diferentes usos do espaço marinho. Há uma lacuna na bibliografia nacional e internacional no que compete ao reconhecimento dos critérios de exclusão socioambiental necessários para a melhor definição das áreas dos PEOs, sobretudo na pesca. Pouco se sabe sobre quais são os elementos socioambientais significativos na territorialização marítima dos parques eólicos *offshore*. Além disso, há indisponibilidade de dados pesqueiros, biogeofísicos marinhos, considerando as características dos mares tropicais, e socioambientais das comunidades costeiras para suprir as análises dos potenciais impactos (GONÇALVES NETO et al., 2021; SOARES et al., 2021).

A realidade socioambiental brasileira apresenta forte ligação entre as comunidades litorâneas e os recursos costeiros e oceânicos (CALLOU, 2010). A sobrevivência da população local, seu trabalho e modo de vida dependem de atividades realizadas no mar/região costeira, como por exemplo: pesca artesanal e profissional, mariscagem, turismo, etc. (CALLOU, 2010; MENDES, 2016). Segundo relatório produzido pela FAO - *Food and Agriculture Organization*¹, no Brasil existem cerca de 650 territórios pesqueiros ao longo de todo seu litoral, com mais de 3 milhões de trabalhadores(as) envolvidos (in)diretamente, sendo 99,2% ligados com a pesca artesanal e de subsistência.

Neste sentido, não se sabe como as diferentes espécies da fauna e flora marinha brasileira podem reagir frente aos potenciais rearranjos causados pela introdução das fundações de torres eólicas *offshore* e demais infraestruturas. Ao mesmo tempo, não se sabe quais seriam as consequências que essas alterações em bens e serviços ecossistêmicos teriam sobre as populações costeiras e suas atividades. Assim, compreender de forma global quais são os impactos potenciais de PEOs torna-se importante na busca por uma transição energética justa que, segundo Ribas e Simões (2020), trata-se do debate que foca nas externalidades contraditórias associadas à migração para sistemas energéticos menos poluidores. Sobre isso, Sovacool (2021, p. 13) argumenta que a descarbonização está coberta de “lutas de poder e processos de exacerbação da vulnerabilidade” e pode “consistentemente excluir populações, concentrar ativos e prejudicar comunidades”. Desta forma, do ponto de vista da proposição de um PEO e do processo de análise de viabilidade ambiental, por exemplo, antecipar os impactos pode auxiliar a execução de processos mais justos, segundo conceitos de justiça energética (RIBAS, SIMÕES, 2022).

Em julho de 2023, totalizavam-se 78 projetos apresentados ao órgão licenciador federal brasileiro (IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), somando 189,07 GW de capacidade nominal total. É possível afirmar que as recentes publicações de órgãos governamentais, tais como: o termo de referência padrão do IBAMA (2020), as normas reguladoras (BRASIL, 2022a; 2022b; 2022c) e o Projeto de Lei nº 576 de 2021² tenham colaborado no sentido de ampliar a expectativa para o setor eólico *offshore* brasileiro. A publicação de tais ferramentas jurídicas vão ao encontro das necessidades apresentadas por Santestevan et al. (2021). O autor considerou que o desenvolvimento de um arcabouço regulatório é urgente neste momento. Além disso, informou que no Brasil há neces-

1 O resumo do material pode ser consultado em: “Iluminando as Capturas Ocultas – ICO. A pesca artesanal costeira no Brasil: um estudo de caso”. Disponível em: <https://express.adobe.com/page/tONM9fbNtuvuj/>

2 De autoria do Senador Jean-Paul Prates (PT/RN), pretende disciplinar a outorga de autorizações para aproveitamento de potencial energético offshore. Para maiores detalhes, acessar: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/146793>

sidadesde capacitação de mão-de-obra especializada e desenvolvimento de tecnologias específicas para a inserção de PEO. Contudo, o autor não citou as necessidades socioambientais quanto à compreensão dos impactos dos PEO no país.

No contexto cearense, em julho de 2023 totalizavam 23 projetos distribuídos ao longo da costa do estado. É possível verificar que, no Ceará, há forte tendência de os PEO cumprirem objetivos de fonte energética para geração do Hidrogênio Verde (H2V). Indícios disso são demonstrados com as assinaturas de memorandos de entendimento entre o governo estadual e diferentes empresas que vislumbram a produção (OPOVO, 2021; SEDET, 2021; BRANNSTROM, GORAYEB, 2022). Ademais, é relevante destacar que, no estado do Ceará, recentemente, ocorreu a produção da primeira molécula de H2V no Complexo Industrial do Pecém, localizado a cerca de 50 km da região central de Fortaleza (CHAGAS, 2022). Tal fato tem contribuído para a movimentação e o surgimento do setor eólico-energético marítimo local, tornando-se relevante a discussão acerca dos potenciais impactos das estruturas dos PEOs.

Portanto, a proposta deste artigo é de apresentar pesquisa bibliográfica acerca dos impactos socioambientais potenciais e empíricos da tecnologia eólico marítima, focando no contexto da pesca artesanal. O intuito é o de gerar informação para subsidiar as discussões que miram solucionar potenciais problemas e conflitos na disputa territorial entre ambos os setores, sobretudo no contexto do Nordeste brasileiro. A pesquisa se concentrou na análise de produções nacionais e internacionais de diferentes períodos e que trazem, em seu conteúdo, discussões dos impactos na pesca, principalmente a pesca de pequena escala. É importante destacar que parte do conteúdo deste material foi retirado de tese de doutorado já concluída (XAVIER, 2022)¹.

Após a exposição da abordagem metodológica adotada, são oferecidas duas seções: uma com a exposição dos resultados, isto é, a compilação dos impactos socioambientais em si, e outra que verticaliza para a temática da pesca, aprofundando na ótica de como as estruturas de produção de energia elétrica, por meio dos ventos, podem afetar tal atividade, em especial no contexto socioambiental do Nordeste brasileiro.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi definida a pesquisa bibliográfica (SOUSA et al., 2021) como estrutura metodológica para aquisição de produções relevantes à temática da pesquisa. A principal intenção foi a aquisição de conteúdo para exemplificar os potenciais impactos de PEO, com foco na pesca artesanal. Assim, é pretendido que aqui seja divulgada parte das

¹ De autoria do primeiro autor e disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/64683>.

reflexões apresentadas no âmbito do levantamento teórico-bibliográfico da respectiva pesquisa. A proposta deste artigo é apresentar análise ampla sobre o tema, abrangendo os tópicos presentes em produções com enfoques quantitativos e qualitativos sobre o assunto, permitindo que sejam ampliadas as discussões acerca de potenciais interferências que os PEO poderão ter sobre a atividade pesqueira.

A compilação das produções seguiu a rotina de busca em plataformas on-line nacionais e internacionais – tais como, *Scopus*, *Web of Science* e Portal de Periódicos da CAPES. Para isso, foram utilizados os seguintes termos, em português e em inglês: eólicas offshore e pescadores (*offshore wind fishermen*); eólicas offshore e pesca (*offshore wind fishery*); turbina eólica e pesca (*wind turbine fishery*); eólicas offshore e percepção pública (*offshore wind public perception*) e impactos eólicos offshore (*offshore wind impacts*). Além disso, foram feitas pesquisas com os termos pré-definidos em plataformas de busca na *web* com a intenção de encontrar algum material relevante para a pesquisa e que não tenha sido encontrado nas plataformas acima elencadas. É importante destacar que não houve priorização quanto ao formato da produção e nem mesmo definição de intervalo de datas de publicação. Assim, objetivou-se encontrar materiais que discutissem o tema de potenciais impactos de PEO, mas que trouxessem a verticalização para o contexto da atividade pesqueira de pequena escala. Desta forma, foram compiladas produções como: relatórios técnicos, artigos científicos e publicações das agências governamentais com significativa relevância no tema. A seleção específica de cada um dos trabalhos seguiu o critério de relevância do texto para o respectivo período ao qual o material pertence. Uma breve comparação com trabalhos similares nos respectivos períodos foi realizada, e a seleção foi feita com base na apresentação e aprofundamento de discussões de impactos sobre os peixes ou sobre a pesca artesanal.

Por se tratar de pesquisa que visa ao agrupamento de exemplos, não são apresentados todos os impactos potenciais possíveis, podendo haver incremento em razão de características específicas de cada localidade e, ainda, da constante evolução dos materiais e modelos de equipamentos ligados aos PEOs. Contudo, buscou-se apresentar uma gama de impactos que tangenciasse com diferentes setores que potencialmente podem ser impactados pelos PEOs. Além disso, levou-se em consideração tanto documentos mais recentes, incluindo estudos no contexto brasileiro, como documentos mais antigos, os quais se configuraram como basilares para o surgimento do mercado em nível mundial.

Por fim, vale destacar que as produções compiladas não abrangem materiais (artigos e capítulos de livro) que divulgam os potenciais impactos discutidos a partir da abordagem metodológica

desenvolvida na tese que o conteúdo deste artigo se relaciona (XAVIER, 2020)³. Isto é, a compilação dos impactos aqui proposta aprofunda em trabalhos reconhecidos como basilares à compreensão do tema. Embora o estudo da respectiva tese tenha focado na elucidação de potenciais impactos da implantação de PEO sobre a pesca artesanal no contexto brasileiro, seu material, e suas publicações relacionadas, tratam-se de resultados empíricos produzidos a partir de expectativas e do conhecimento local de pescadores residentes de comunidades adjacentes a projetos de PEO localizados em águas do Ceará, com interface aos impactos potenciais e empíricos que aqui são elencados. Assim, essa medida foi adotada para que se evite redundância na compilação dos potenciais impactos de PEO sobre a pesca pretendida neste artigo. Parte desse conteúdo foi inserido apenas nas discussões para o contexto da pesca.

3. QUAIS SÃO OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE PARQUES EÓLICOS OFFSHORE?

Os trabalhos escolhidos estão listados no Quadro 1, ao passo que é apresentada síntese dos tipos de impactos e fases de ocorrência. Destaca-se que pesquisas internacionais têm ressaltado a importância de que sejam considerados os impactos socioambientais ocorridos em todas as fases de criação de PEO (LADENBURG, 2009; LEUNG; YANG, 2012; KERN et al., 2015; HATTAM et al., 2017; KLAIN et al., 2017). Contudo, percebe-se pouco endereçamento de mecanismos para reconhecer, tratar e monitorar tais impactos.

Kaldellis et al. (2016) apontaram três eixos fundamentais a serem considerados na pesquisa socioambiental de PEO: i) há uma lacuna no conhecimento sobre os impactos socioambientais de instalações *offshore*; ii) não há evidências que os impactos socioambientais de PEO são menos graves ou menos perturbadores do que os parques eólicos em terra e iii) a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) centrados em novos materiais, novas tecnologias e em métodos construtivos têm um impacto muito significativo nos impactos ambientais e na eficiência das instalações *offshore*.

Quadro 1 – Síntese dos tipos de impactos, fase de ocorrências e referências consultadas

Esfera do Impacto	Tipo do Impacto	Fase do Empreendimento	Referências
Mamíferos e Aves Marinhas	Negativo	Construção; Operação e Descomissionamento	OSPAR (2004); WILSON (2007); BERGSTRÖM, L. et al. (2014); KALDELLIS et al. (2016); TAORMINA et al. (2018); EPE (2020); HERNANDEZ et al. (2021); GALPARSORO et al. (2022)

Quadro 1 – Síntese dos tipos de impactos, fase de ocorrências e referências consultadas (cont.)

Esfera do Impacto	Tipo do Impacto	Fase do Empreendimento	Referências
Peixes	Negativo e Positivo	Pré-construção; Construção; Operação e Descomissionamento	OSPAR (2004); WILSON (2007); BAT et al. (2013); BERGSTRÖM, L. et al. (2014); KALDELLIS et al. (2016); LIPSKY et al. (2016); ZHANG et al. (2017); TAORMINA et al. (2018); BRINK; DANTON (2018); EPE (2020); HERNANDEZ et al. (2021); GALPARSORO et al. (2022).
Biota Terrestre	Negativo	Construção e Operação	KALDELLIS et al. (2016); EPE (2020)
Fauna Bentônica	Negativo e Positivo	Operação e Descomissionamento	OSPAR (2004); WILSON (2007); BERGSTRÖM, L. et al. (2014); KALDELLIS et al. (2016); LIPSKY et al. (2016); TAORMINA et al. (2018); BRINK; DANTON (2018); EPE (2020); HERNANDEZ et al. (2021); GALPARSORO et al. (2022)
Atividades Sociais	Negativo e Positivo	Pré-construção; Construção; Operação e Descomissionamento	OSPAR (2004); WILSON (2007); BAT et al. (2013); BERGSTRÖM, L. et al. (2014); KALDELLIS et al. (2016); LIPSKY et al. (2016); ZHANG et al. (2017); BRINK; DANTON (2018); EPE (2020); HERNANDEZ et al. (2021)
Geofísicos	Negativo	Construção e Descomissionamento	OSPAR (2004); WILSON (2007); BERGSTRÖM, L. et al. (2014); KALDELLIS et al. (2016); TAORMINA et al. (2018); EPE (2020); HERNANDEZ et al. (2021)

Resumidamente, os impactos potenciais e empíricos diferem-se entre as fases de pré-construção, construção e pós-construção, podendo ter efeitos de curto, médio e longo prazos. Na primeira fase, pré-construção, a área planejada para instalação do empreendimento eólico marítimo é explorada. Neste estágio, são feitos os reconhecimentos iniciais, já podendo ser previstos certos impactos. Trata-se de uma etapa de extrema importância. Ou seja, sem um claro entendimento das condições dos ambientes locais, a instalação de PEO, com planejamento frágil, pode ter efeitos altamente prejudiciais sobre os ecossistemas em que serão inseridos e sobre a oferta de bens e serviços ecossistêmicos, como áreas de berçário e alimentação da fauna marinha (WILSON, 2007).

A etapa seguinte, construção, pode ser considerada como a mais impactante, em razão da fixação das estruturas do parque (BERGSTRÖM et al., 2014), alterando significativamente a forma e dinâmica

dos ambientes marinho e terrestre adjacentes, incluindo riscos diretos como destruição de *habitats* pelas obras e/ou indiretos como soterramento por dispersão de sedimentos oriundos das escavações. O estágio seguinte é a operação, fase esta já em período de pós-construção. Ao longo do tempo, os resultados das alterações feitas podem ser de mudanças negativas intransigentes, como o desaparecimento de espécies de peixes em razão da inserção das estruturas do parque (KAPLAN, 2011; BRINK; DANTON, 2018). Entretanto, cabe destacar que, dependendo das condições ecológicas locais e da qualidade dos planejamentos iniciais, impactos positivos podem prevalecer (BERGSTROM et al., 2014). Com a ocorrência do retorno do sedimento e a redução da turbidez, por exemplo, os *habitats* podem se adequar e as espécies marinhas podem retornar à área impactada (MICHEL et al., 2007). É importante salientar que, nesta fase, é fundamental a existência de programas de monitoramento para verificar, constantemente, como o ambiente está se adaptando às novas estruturas do PEO, uma vez que o período médio para permanência do empreendimento é de 25 anos (EPE, 2020).

Por fim, há a etapa de desmontagem do parque – reconhecida como fase de desmantelamento ou descomissionamento. Para esta fase, a acuidade necessária é tão relevante quanto a dada na fase de construção. A retirada de todas as estruturas existentes pode ocasionar novas alterações significativas em função do tempo que o empreendimento permaneceu instalado. Pesquisas sobre impactos ocasionados pela retirada das fundações das turbinas são escassas (HALL et al., 2020; HERNANDEZ et al., 2021). Apesar disso, Hernandez et al. (2021), em recente revisão da literatura sobre os impactos ambientais de PEO, apresentaram um quadro-síntese no qual são demonstrados dois potenciais impactos referentes ao período de desmontagem, um positivo e outro negativo (Quadro 2). Nota-se que a escolha da retirada parcial ou total das estruturas tem ligação direta com o tipo de impacto. A retirada parcial é definida como positiva em função da possível manutenção da biodiversidade, isto é, as estruturas das fundações se apresentam como geradoras e protetoras do *habitat* local, os quais podem ter valor para conservação, assim como, para a produção pesqueira – peixes e crustáceos (GARTMAN, et al., 2016). Apesar de ser citado como impacto positivo, na desmontagem parcial é estimado que o plano de desmantelamento deve comprovar que a permanência dessas estruturas não afetará outros usos do espaço marinho como, por exemplo, o tráfego de embarcações na área onde os parques encontravam-se instalados.

Quadro 2 – Síntese dos impactos potenciais no período de desmantelamento de um PEO

Esfera	Tipo de Impacto	Fonte do Impacto	Impacto Potencial
Biodiversidade bentônica (fauna e flora)	Positivo	Proteção contra arrasto de fundo (desmontagem parcial)	Aumento da biodiversidade
Componentes físicos (morfologia do leito oceânico)	Negativo	Escavação profunda (remoção total das estruturas)	Modificação da morfologia do fundo do mar (estrutura do sedimento)

Além disso, Smyth et al. (2015) relatam que, internacionalmente, há a compreensão da obrigatoriedade de remoção dessas estruturas quando atingem a vida útil máxima, devido aos problemas potenciais que representam para a navegação e para a pesca. Neste sentido, entende-se que a continuidade de estudos sobre o desmantelamento seja necessária para que se preveja e, assim, se evite ao máximo o surgimento de novos impactos como a dispersão de espécies invasoras – que pode ocorrer de modo análogo ao desmantelamento das infraestruturas para exploração de óleo e gás (BRAGA et al., 2021).

De forma a simplificar a análise, pode-se definir que os impactos de PEO convergem para dois principais grupos: ambientais, os quais dizem respeito às mudanças nas composições orgânicas (biológicas) e tangíveis (físicas) presentes nos ambientes e, geralmente, são mais objetivos e claros; e sociais, cuja compreensão é subjetiva, estando fortemente relacionados com alterações nos diferentes grupos de pessoas com estruturas sociais que podem apresentar múltiplas formas. Neste sentido, a valorização e uso do ambiente geográfico, a percepção e opinião, a forma de construção social, etc., podem divergir, mesmo em grupos que habitam uma mesma região. Assim, afirma-se que a ótica analítica deve ser direcionada para uma compreensão dos impactos socioambientais em função, principalmente, das inúmeras interrelações existentes entre ambas esferas.

A Figura 1, a seguir, que é uma adaptação de Taormina et al. (2018), sintetiza algumas questões socioambientais associadas aos cabos submarinos em diferentes tipos de fundações dos aerogeradores eólicos marítimos.

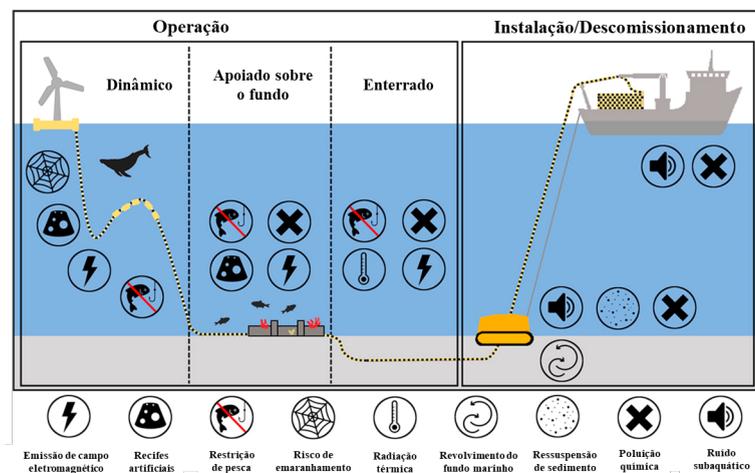


Figura 1 – Principais problemáticas ambientais relacionadas à instalação e operação de cabos submarinos, ao considerar os diferentes modelos de fundações no mar

Taormina et al. (2018) informam que durante as fases de instalação, manutenção e descomissionamento, os efeitos dos cabos podem incluir distúrbios físicos nos *habitats*, ressuspensão de sedimentos, poluição química e emissão de ruído subaquático. Já sobre os efeitos de longo prazo que podem ocorrer durante a fase de operação do parque, os autores relatam as alterações nos campos eletromagnéticos, emissão de calor, risco de emaranhamento de redes da atividade pesqueira, poluição química, criação de recifes artificiais e restrição a pesca nas proximidades dos cabos.

Há de se considerar, ainda, a presença dos PEOs que pode provocar degradação da paisagem costeira e marinha, como visibilidade ou modificações únicas, culturais e históricas do local, sobretudo se forem instalados em localidades próximas à costa (LADENBURG, 2009). Segundo Ladenburg et al. (2005), um dos principais resultados é a possibilidade de modificação na percepção do público como a relutância social e níveis mais baixos de aceitação com risco de redução da atratividade turística e valor dos imóveis. No âmbito marinho, Kaldellis et al. (2016) concluíram que o conceito de paisagem marinha é relativamente novo, o qual carece ser aprofundado considerando, inclusive, a obtenção de dados específicos no contexto dos impactos visuais dos PEO.

O Quadro 3 e o Quadro 4, a seguir, foram construídos na intenção de apresentar os principais impactos socioambientais negativos de PEO descritos na bibliografia levantada. As fontes para a elaboração

de ambos os quadros são apresentadas no Quadro 1. É importante destacar a capacidade de variabilidade espacial dos impactos negativos dos PEO. De acordo com Galparsoro et al. (2022), a vulnerabilidade da área afetada e as características ambientais locais são fatores determinantes para a definição dos impactos. Sobre isso, os autores explicam que “a identificação de potenciais impactos significativos é, portanto, sempre caso a caso” (GALPARSORO et al., 2022, p. 2).

Quadro 3 – Síntese dos impactos potenciais negativos na biota terrestre, em mamíferos marinhos, aves marinhas e peixes, conforme pesquisa bibliográfica

Esfera	Impacto potencial	Fonte do impacto	Fase		
			PR	CO	PO
Mamíferos Marinhos e Aves Marinhas	Desaparecimento e perturbação de mamíferos marinhos	Sombra das pás e emissão de sons e vibrações		X	X
	Perda de <i>habitat</i> para refúgio, alimentação ou reprodução e alteração de rotas migratórias em razão de evitar a área do parque				X
	Colisão entre mamíferos marinhos em razão do aumento do tráfego, resultando na ampliação da mortalidade	Embarcações	X	X	
	Diminuição da população e distúrbio no <i>habitat</i> (mortalidade e evasão)	Ruído das embarcações			
	Danos em mamíferos marinhos devido aos ruídos	Período de instalação das turbinas e tráfego de embarcações	X	X	X
	Risco potencial de colisão para aves marinhas devido à atração do parque eólico para alimentação	Turbinas e suas emissões de luzes		X	X
	Alteração da disponibilidade de espécies na cadeia de alimentação	PEO como um todo (turbinas e cabos elétricos)			X
Peixes	Impedimento às atividades de forrageamento	PEO como um todo (turbinas e cabos elétricos)		X	X
	Desorientação em espécies migratórias de peixes			X	X
	Alteração da disponibilidade e abundância de certas espécies. Risco de agregação de peixes em torno das turbinas e, consequentemente, caso ocorram atividades pesqueiras de sobrepesca			X	X
	Perda de <i>habitat</i> natural para os peixes - em razão do estresse provocado pelo PEO – alterando áreas de reprodução, alimentação ou refúgio			X	X

Quadro 3 – Síntese dos impactos potenciais negativos na biota terrestre, em mamíferos marinhos, aves marinhas e peixes, conforme pesquisa bibliográfica (cont.)

Esfera	Impacto potencial	Fonte do impacto	Fase		
			PR	CO	PO
Peixes	Danos aos processos reprodutivos e ovos dos peixes	Aumento da turbidez; sedimentação e cravação das fundações durante a construção		X	
	Perda de disponibilidade de espécies da cadeia alimentar, alterando a composição e abundância das comunidades de peixes	Introdução de substratos duros			X
Biota Terrestre	Danos temporários e definitivos à fauna e flora terrestre	Equipamentos e infraestrutura <i>onshore</i>		X	X

PR: Pré-Construção; CO: Construção e PO: Pós-Construção

Quadro 4 - Síntese dos impactos potenciais negativos nas atividades sociais, bentos e geofísicos, conforme pesquisa bibliográfica

Esfera	Impacto potencial	Fonte do impacto	Fase		
			PR	CO	PO
Atividades Sociais	Interrupção da estética da paisagem (quando próximo da costa)	Turbinas eólicas			X
	Risco de colisão e restrição de rotas marítimas afetando as operações socioeconômicas como cabotagem, transporte de barcos e turismo náutico/esportivo (vela, kitesurf, mergulho, etc.)	Embarcações e turbinas eólicas	X	X	X
	Impacto em operações de emergência	Turbinas (presença)			X
	Perdas socioeconômicas, por exemplo, área de pesca e atratividade turística	PEO como um todo (turbinas e cabos elétricos)			X
	Aumento no tráfego de embarcações interferindo na atividade pesqueira	Tráfego de embarcações		X	X
	Diminuição na capacidade de captura de pescado	Cravação das fundações		X	
	Perda de área marítima militar			X	X
Bentos	Efeitos negativos aos frequentadores das praias, na admiração da paisagem, mergulho e pesca recreativa	PEO como um todo (turbinas, cabos elétricos, embarcações)	X	X	X
	Perda e modificação na composição das comunidades bentônicas e de seus habitats em pequena escala e alterações na dinâmica dos sedimentos em grande escala	Introdução de substratos duros			X
		Mudanças no hidrodinâmica			X

Quadro 4 - Síntese dos impactos potenciais negativos nas atividades sociais, bentos e geofísicos, conforme pesquisa bibliográfica

Esfera	Impacto potencial	Fonte do impacto	Fase		
			PR	CO	PO
Bentos	Perturbação nos habitats em zona de entre marés	Inserção dos cabos elétricos submarinos mar-terra		X	X
	Perdas temporárias ou permanentes de habitats marinhos como bancos de rodólitos, algas, grammas marinhas e/ou recifes de corais	Destruição local e cobertura permanente do leito oceânico e plumas de sedimentos		X	X
	Inserção de espécies bentônicas exóticas/invasoras	Embarcações, inserção de estruturas físicas e cabos elétricos	X	X	X
Geofísicos	Redistribuição e perturbação na dinâmica dos sedimentos, por exemplo, desaceleração dos processos naturais de erosão e sedimentação (no local e costas adjacentes)	Atividades de construção e presença das fundações e cabos		X	X
	Redução na energia das ondas (efeitos de sombra)				
	Ressuspensão de poluentes presentes nos sedimentos	Tráfego de embarcações, inserção das fundações e cabos		X	X
	Alteração de correntes marinhas	Turbinas e embarcações		X	X
	Liberação acidental de produtos químicos e hidrocarbonetos	Embarcações		X	

PR: Pré-Construção; CO: Construção e PO: Pós-Construção

No que concerne ao tipo de impacto, Galparsoro et al. (2022) demonstram que dentre os 867 impactos ecológicos relatados na literatura analisada – isto é, aqueles ocorridos sobre elementos do ecossistema: aves, peixes, mamíferos, invertebrados, etc., 72% são negativos e 13% são positivos. Já em relação à magnitude do impacto – seja ele positivo ou negativo –, 54% foram relatados como sendo de alta ou moderada magnitude, enquanto que impactos baixos ou insignificantes representam 32% do total levantado. Contudo, é informado que o grau de certeza em relação à magnitude do impacto é relativamente baixo, destacando a falta de evidências empíricas neste caso.

Em relação ao mapeamento das interações das estruturas dos PEOs sobre os elementos do ecossistema, é demonstrado pelos autores que as aves marinhas apresentaram maiores interações relatadas (87%) na fecundidade, sobrevivência e mortalidade/lesões, assim como, no comportamento – circulação e migração (GALPARSORO et al., 2022, p. 4). No caso dos mamíferos marinhos, as interações relatadas foram mais fortemente notadas (64%) no seu comportamento (circula-

ção e migração). Em relação aos invertebrados, as interações foram mais observadas (64%) na distribuição, abundância e/ou biomassa. Já em relação aos peixes, os autores evidenciam que interações foram mais fortemente apontadas (80%) na distribuição, abundância e/ou biomassa, bem como, no comportamento (circulação e migração).

Sobre as comunidades bentônicas, é importante enfatizar o apontamento de diferentes lacunas no conhecimento, assim como a necessidade urgente de pesquisas neste campo (DANNHEIM et al., 2019). Sobre as lacunas, os autores dividiram os assuntos em dois grupos: “os desconhecidos conhecidos” (“*The known unknowns*”) e “as incógnitas desconhecidas” (“*The unknown unknowns*”). Alguns exemplos de hipóteses “desconhecidas conhecidas”, segundo os autores, são: o ruído e a vibração das embarcações pode induzir a um comportamento de evitação nas espécies e reduzir a aptidão de organismos sensíveis ao som, alterando potencialmente a estrutura da população e os padrões de distribuição; alterações ocasionadas pelas estruturas renováveis nas condições hidrodinâmicas potencialmente mudam a disponibilidade de alimento para animais filtradores; estruturas de recifes artificiais podem influenciar a colonização por espécies exóticas e invasoras através da colonização das turbinas e das atividades de novas embarcações, também destacado por Bax et al. (2003). Já em relação às “incógnitas desconhecidas” os autores enfatizam que, devido à presença de substratos duros artificiais – isto é, as fundações dos aerogeradores –, por exemplo, o efeito da cascata trófica é mais do que evidente. Entretanto, a corrente falta de conhecimento sobre esse assunto não permite tal afirmação. Outro ponto destacado é que ainda não há evidências sobre a recuperação da população bentônica após a construção das estruturas renováveis – o que também inclui os parques eólicos *offshore*, apontado também por Galparsoro et al. (2022). Esse ponto é relevante, pois caso não sejam mapeados com escala adequada, os parques eólicos *offshore* em países tropicais, como o Brasil, podem trazer o risco de degradação de ecossistemas únicos em bancos de gramas marinhas (*seagrass beds*), bancos de rodólitos (*rhodolith beds*) e recifes de corais (*coral reefs*), os quais apresentam importantes funções ecossistêmicas locais e regionais (BARROSO et al., 2023; CARNEIRO et al., 2022; SOARES et al., 2020).

4. PESCA ARTESANAL E A FRONTEIRA EÓLICO-ENERGÉTICA NO AMBIENTE MARINHO

Apesar da baixa produção de informações sobre pesca persistir desde 2011 (MESQUITA, 2020; GONÇALVES NETO et al., 2021), é possível afirmar que a pesca artesanal marinha ainda é um importante setor econômico brasileiro. Nesta perspectiva, a Petrobrás S/A, ao dis-

ponibilizar o relatório do projeto de monitoramento sobre a atividade pesqueira na bacia petrolífera do Ceará, evidenciou que há particularidades locais, culturais, técnicas e logísticas na atividade pesqueira cearense (PETROBRÁS, 2016). Na região, destaque deve ser dado à importância histórica do uso de embarcações do tipo vela de diferentes tipos na pesca artesanal, tendo influência direta na construção social dos povos litorâneos (BRAGA, 2021).

A partir de dados do último relatório sobre pesca no âmbito nacional, por exemplo, Alencar e Maia (2011), ao descreverem o perfil socioeconômico dos pescadores brasileiros (continental e marinho), apontaram que a Região Norte e Nordeste concentravam o maior número (77%) de pescadores. Além disso, os autores demonstraram que, apesar do Nordeste ser o líder em número de pescadores e ter sido o segundo maior produtor no período analisado, a produtividade (t/pescador/ano) e a renda média anual por pescador configuravam-se como uma das mais baixas em termos nacionais, porém de grande relevância econômica local e imprescindível para a garantia da segurança alimentar das populações locais e para o abastecimento dos mercados locais e regionais. Vale destacar que a pesca marinha artesanal já foi responsável por mais da metade do desembarque pesqueiro do país (VASCONCELLOS et al., 2011).

Desta forma, é reconhecido que as principais interações entre os PEO com a atividade da pesca estão relacionadas aos potenciais impactos nas diferentes espécies de peixes existentes na área pretendida pelos parques, assim como em prejuízos no seu *modus operandi*. A principal influência está na possibilidade de mudança da composição, quantidade e dispersão dos peixes. Incluem-se os impactos geofísicos e, ainda, aos bentos em função da direta importância na manutenção dos habitats, cujo conhecimento acerca dos impactos das estruturas dos PEO são pouco conhecidos (DANNHEIM et al. 2019) como, por exemplo, a ocorrência de bancos de algas calcáreas, fanerógamas marinhas e recifes de corais. Contudo, é importante ressaltar que esses estudos foram desenvolvidos nos mares do Hemisfério Norte, e que não existem estudos detalhados para os mares tropicais até o momento, com foco nos impactos da instalação de parques eólicos *offshore*.

Gray et al. (2005) analisaram um caso específico no Reino Unido acerca dos impactos sobre a pesca marinha da inserção de um PEO. Concluíram que as causas de conflitos entre pescadores e planejadores de PEO está, em parte, relacionada com: a caracterização negativa dos desenvolvedores para com os pescadores e vice-versa; consultas inadequadas aos pescadores organizadas pelos proponentes; a falta de dados científicos concretos do ambiente marinho e em razão das reivindicações de medidas compensatórias dos pescadores serem controversas. É possível verificar no Quadro 4 que são listados

como principais impactos aos pescadores as perdas econômicas em razão da perda de área de pesca e o aumento do tráfego de embarcações nas áreas utilizadas pelos pescadores. Tais impactos têm fortes características para se tornarem agentes para conflitos entre grupos pescadores e de proponentes, o que já tem ocorrido em consultas e reuniões no contexto cearense (GORAYEB et al., 2022). Além disso, destacam-se os impactos diretos à ictiofauna, tais como: a alteração de disponibilidade e abundância, o impedimento do forrageamento, a desorientação e a perda de *habitat* de certas espécies que podem ocorrer a partir da inserção das estruturas dos PEO. Tais impactos podem influir diretamente na forma com que a atividade pesqueira é realizada. Entende-se que tais interferências têm grande potencial perturbador, ainda não mensurado, sobre os conhecimentos ancestrais dos territórios pesqueiros e que configuram como principal característica das comunidades pesqueiras marítimas (RAMALHO, 2012). Brink e Danton (2018), ao investigarem a percepção de pescadores na região de Block Island (Rhode Island, EUA), relatam que os pescadores notaram mudanças nos recursos marinhos após a introdução de um PEO com cinco aerogeradores. As autoras afirmam que as alterações negativas foram mais fortemente sentidas por eles. Entre outras coisas, concluíram que, apesar de existirem inúmeras pesquisas que abordam os aspectos ecológicos, físicos e de engenharia relacionados aos parques eólicos *offshore*, ainda existem poucos estudos na perspectiva das ciências humanas que evidenciem os impactos sociais no mar e que o entendimento das percepções, valores e experiências dos atores sociais locais no ambiente marinho traz à tona como os recursos oceânicos podem ser impactados pela inserção de empreendimentos eólico-energético *offshore*. Somado a isso, há de se destacar que, no desenvolvimento de grandes projetos percebe-se que os fatores sociais são avaliados de formas ineficazes frente aos fatores ambientais (FARIA; SILVA; 2017), propagando continuamente a inversão de valores entre os aspectos ambientais frente aos sociais (BURDGE, 2002). É necessária uma visão integrada no âmbito das questões socioambientais.

Desta forma, na análise dos potenciais impactos de PEO em comunidades litorâneas, assim como em qualquer outro grupo, é imprescindível um aprofundamento sobre sua organização, seus anseios, suas vulnerabilidades, etc. Lipsky et al. (2016), relataram um processo de profunda aproximação com os pescadores, o qual produziu robustas informações quanto à consecução dos impactos, sobretudo sobre o setor pesqueiro.

Durante a fase de operação e produção de energia elétrica, ruídos e vibrações das turbinas podem causar distúrbio no comportamento (evasão, reprodução e forrageamento) e perda de audição em peixes, bem como nos mamíferos marinhos (KALDELLIS et al., 2016).

Ainda segundo os autores, em casos extremos, pode levar a significativa redução da população, porém, vale ressaltar que os autores afirmam se tratar de impacto que pode depender de espécie para espécie. Destaca-se, ainda, a possibilidade de os parques causarem desorientação migratória em certas espécies. A permanência destes impactos, ao longo do período de operação dos PEOs, pode acarretar no impedimento da continuidade da atividade pesqueira, caso sejam materializados impactos sobre espécies com significativa importância econômica. No caso do Ceará, destacam-se as seguintes espécies-alvo: cióba, ariacó, serra e bonito no contexto analisado por Xavier (2022). Um outro exemplo são as lagostas do gênero *Panulirus* (relevantes economicamente no Brasil) e que dependem de *habitats* carbonáticos como bancos de algas calcáreas, os quais podem ser impactados pelas obras dos PEOs. Além disso, há potencial perigo à navegação, danos e perda de equipamentos pesqueiros e perda de acesso devido às áreas de exclusão (FARRELL et al., 2014).

No que tange à pesca artesanal marinha cearense, sabe-se que se trata de atividade de base familiar. Santos (2018), ao avaliar o perfil socioeconômico dos pescadores artesanais em Fortaleza, constatou que 46% dos entrevistados eram analfabetos e que cerca de 80% dependiam da pesca para sustentar suas famílias. De acordo com Oliveira et al. (2016), essas questões dificultam a diversificação de oportunidades de trabalho para os pescadores. Desta forma, a perda de área de pesca com a inserção dos PEOs, somada à dificuldade de encontrar novas oportunidades de trabalho pode afetar, severamente, o modo de vida dos pescadores e seus familiares.

Além dos impactos negativos, a literatura aborda impactos socioambientais positivos advindos da inserção de PEO sobre as espécies marinhas. No que compete à exclusão de áreas de pesca, há a discussão de que esta possa gerar áreas de proteção da biodiversidade, o que pode auxiliar no aumento dos peixes e, consequentemente, favorecer a atividade pesqueira no longo prazo através da preservação dos estoques pesqueiros (SALM et al., 2000; ZHANG et al., 2017). Neste sentido, a Figura 2, a seguir, cujo material é uma adaptação do que foi apresentado por Bergström et al. (2014), sintetiza os principais impactos providenciados pelas estruturas individualizadas das turbinas eólicas marítimas. Além de citarem dois principais impactos negativos, é possível perceber que os autores associam a exclusão da pesca no entorno do PEO ao ganho de *habitat* providenciado pelas estruturas dos aerogeradores em virtude da possibilidade de funcionarem como recifes artificiais (WILSON; ELLIOTT, 2009). Contudo, as áreas de exclusão devem ser planejadas no sentido de não criarem prejuízos aos pescadores, principalmente em razão das extensas áreas que os PEO ocupam no mar (EPE, 2020).

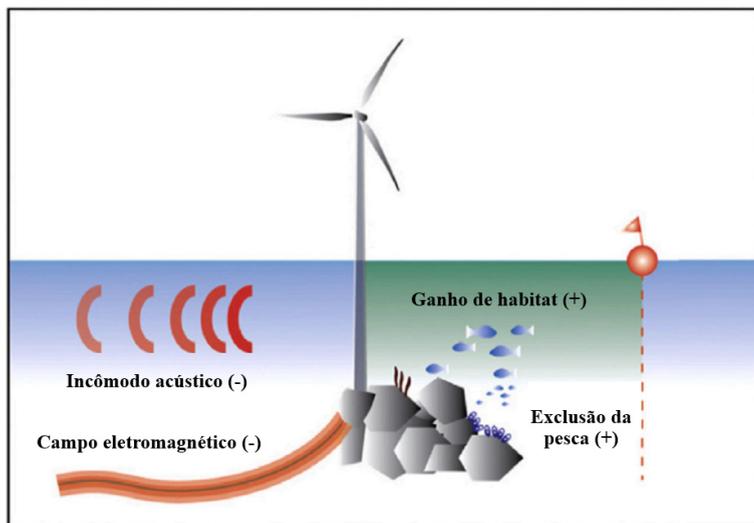


Figura 2 – Principais aspectos ambientais referentes à presença física das estruturas dos aerogeradores offshore

Zhang et al. (2017) informam que, além de ser imperativa a compensação financeira pela perda de área de pesca, os pescadores podem buscar oportunidades de trabalho complementares utilizando seu conhecimento nativo. Neste sentido, é entendido que, para a efetivação destas ações, as capacitações, os grupos focais/grupos de discussões, etc., em comum acordo com as comunidades, podem ser estratégias adotadas para ampliar o impacto positivo.

Sobre isso, os autores relatam que:

“Por meio da comunicação e coordenação do tempo de viagem e da atualização das embarcações, os pescadores locais podem fornecer serviço de transporte para funcionários dos parques eólicos offshore, aproveitando seu conhecimento local e anos de experiência na indústria pesqueira. Isto atende às necessidades de ambos os lados, proporciona boa comunicação, cria confiança mútua e constrói um mecanismo de comunicação aberto. Pescadores podem ser contratados como guardas/patrolhas e coletores de pesquisa por meio do treinamento pelas equipes dos proponentes. Isso não é apenas um uso positivo do conhecimento local, mas também uma promoção de emprego e um aumento na renda” (ZHANG et al., 2017, p. 75, tradução nossa).

Ainda neste sentido, Moura et al. (2015) expõem que a aquisição/atualização de motores e/ou equipamentos financiados

pelos proponentes dos PEO e governo podem conduzir à melhoria de vida dos pescadores. Contudo, entende-se que são necessárias consultas às lideranças e aos grupos de pescadores locais, por meio de abordagens adequadas de aproximação social. A intenção é verificar as reais necessidades e anseios de cada grupo. Somente assim os resultados poderão convergir para a geração de sinergias entre as atividades pesqueiras e de produção energética.

5. CONCLUSÕES

Este artigo buscou reunir impactos potenciais e empíricos de PEO relatados na literatura por meio de pesquisa bibliográfica, buscando evidenciar os possíveis conflitos com a atividade pesqueira, em especial no contexto do Nordeste brasileiro. Os PEOs são empreendimentos complexos e dispendiosos do ponto de vista da viabilidade socioambiental. Neste sentido, ressalta-se ser muito recente a preocupação dos reguladores e licenciadores com a necessidade de mobilização para o desenvolvimento do setor eólico-energético marinho no Brasil e de existirem poucos estudos verticalizados no Brasil que abordem os impactos sociais e ambientais da implantação de parques eólicos *offshore* na costa brasileira. Apesar de atualmente já existirem instrumentos legais robustos, como é o caso do Termo de Referência Padrão do IBAMA (2020), do Decreto n.º 10.946/2022 (BRASIL, 2022a) para seção de uso do espaço marítimo por PEO e as normativas ministeriais recentemente publicadas – Portaria Normativa n.º 52/GM/MME/2022 (BRASIL, 2022b) e Portaria Interministerial MME/MMA N.º 3/2022 (BRASIL, 2022c), estima-se que as motivações para a realização dos trabalhos em prol do estabelecimento das diretrizes legais do setor estão mais fortemente ligadas ao suprimento das necessidades do mercado do que às compreensões socioambientais envolvidas. Ficou claro, com a reunião dos impactos potenciais e empíricos aqui realizada, a multiplicidade de problemáticas que podem ser acometidas no contexto brasileiro. Embora tenham sido relatadas a possibilidade de ocorrência de impactos positivos com o desenvolvimento do setor, há poucas evidências na literatura científica de que tais impactos ocorrerão em maior proporção que os negativos. Assim, os potenciais impactos negativos devem ter sua compreensão antecipada, assim como, ter propostas de soluções para sua inibição ou, no mínimo, mitigação e medidas compensatórias adequadas.

A evidência dos impactos deve ser apresentada de forma clara durante os estudos ambientais previstos no processo de licenciamento ambiental. O material a ser produzido pelos proponentes de cada projeto passará pelo aval do IBAMA, devendo este analisar o conteúdo com total imparcialidade, o qual deve, ainda, visar a integridade socioambiental da área pretendida pelo PEO em questão. As medidas

compensatórias e de mitigação, quando necessárias, devem ser planejadas e adequadas à realidade local com o envolvimento social ao longo do processo. Para isso, cabe a cada um dos setores envolvidos, sejam os órgãos governamentais, o setor privado e as comunidades, atuar a partir das melhores práticas para superar os desafios na inserção dos parques eólicos marinhos, conforme discutido por Gorayeb et al. (2022).

O problema não é a tecnologia eólica em si, mas sim a maneira com a qual os projetos são atualmente concebidos, isto é, empreendimentos extensos com capacidade de impactar grandes faixas de praia, em especial no caso da costa do Estado do Ceará, em que toda a costa cearense estará, caso os empreendimentos se concretizem, “bloqueada” linearmente com milhares de torres eólicas no mar, conforme documento publicado pelo IBAMA (2023). É entendido que se deve priorizar a inserção de empreendimentos em menor escala para que estudos práticos sejam realizados, a exemplo do ocorrido nos EUA com o *Block Island Offshore Wind Farm em Rhode Island* (BRINK; DANTON, 2018). Além do mais, no caso brasileiro, esse tipo de iniciativa não deve ser equiparada, em sua totalidade, com os projetos de parques eólicos terrestres, cujo processo é entendido, em alguns casos, como sendo de baixo potencial de degradação ambiental pelos órgãos licenciadores (BRASIL, 2014). Tal fato tem corroborado para processos simplificados que não abrangem completamente os fatores que precisam ser avaliados (STAUT, 2016; ROSENO, 2018).

A partir do reconhecimento de quais são os potenciais impactos de um empreendimento eólico marítimo, é possível indicar recomendações de práticas que podem ser adotadas por governos e empresas envolvidos e interessados em desenvolver/analisar a viabilidade de tais projetos no contexto nordestino brasileiro, sobretudo cearense, com o foco nos pescadores locais. De início, é interessante dar ênfase no papel social que os projetos de PEO podem exercer ao longo de sua vida útil. A implementação de projetos e programas previstos no âmbito do licenciamento federal dos PEOs deve integrar a participação dos pescadores e comunidades em geral, não só do ponto de vista de beneficiários ou de objeto-alvo dos trabalhos, mas permitir que sejam incluídos em todas as fases, visando a eficiência na execução e continuidade, uma vez que pode permitir o engajamento dos pescadores no longo prazo. Tais ações devem ir ao encontro do conceito de justiça energética (JENKINS et al., 2016; BRANNSTROM, 2022) e aos princípios do Planejamento Espacial Marinho – PEM (GERHARDINGER et al., 2019) que, até o momento, ainda não foi implementado em nível nacional. Assim, entende-se que o atual momento de surgimento do setor eólico *offshore* no Brasil é oportuno para consolidação de modelos justos (RIBAS; SIMÕES, 2020) na produção energética nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, Carlos Alexandre Gomes de; MAIA, Luís Parente. Perfil Socioeconômico dos Pescadores Brasileiros. *Arq. Ciên. Mar, Fortaleza*, 2011, v.44, n.3. p.12 – 19, 2011. DOI: 10.32360/acmar.v44i3.149. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/arquivosdecienciadomar/article/view/149>. Acesso em: 10 jan. 2021.

BARROSO, H. S.; LIMA, I. O.; BEZERRA, A. D. A.; GARCIA, T. M.; TAVARES, T. C. L.; ALVES, R. S.; SOUZA JUNIOR, E. F.; TEIXEIRA, C. E. P.; VIANA, M. B.; SOARES, M. O. Distribution of nutrients and chlorophyll across an equatorial reef region: Insights on coastal gradients. *Ocean And Coastal Research*, v. 71, p. e23002, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ocr/a/PzFDbFT4CmXYkzDn3TvSR5Q/>. Acesso em: 01 fev. 2023.

BAT, Levent; SEZGIN, Murat; ŞAHIN, Fatih. Impacts of OWF installations on fisheries: A Literature Review. *Journal of Coastal Life Medicine*, [S. l.], v. 1, n. 3, p. 241–252, 2013. DOI: 10.12980/jclm.1.2013j17. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Impacts-of-OWF-installations-on-fisheries-%3A-A-Bat-Sezgin/339d753a0aa7989297b8cc3308bc9f99e10e22ff>. Acesso em: 12 mar. 2021.

BAX, Nicholas; WILLIAMSON, Angela; AGUERO, Max; GONZALEZ, Exequiel; GEEVES, Warren. Marine invasive alien species: A threat to global biodiversity. *Marine Policy*, [S. l.], v. 27, n. 4, p. 313–323, 2003. DOI: 10.1016/S0308-597X(03)00041-1. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308597X03000411.-1>. Acesso em: 13 mar. 2021.

BERGSTRÖM, Lena; KAUTSKY, Lena; MALM, Torleif; ROSENBERG, Rutger; WAHLBERG, Magnus; ÅSTRAND CAPETILLO, Nastassja; WILHELMSSON, Dan. Effects of offshore wind farms on marine wildlife - A generalized impact assessment. *Environmental Research Letters*, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 34012, 2014. DOI: 10.1088/1748-9326/9/3/034012. Disponível em: <https://doi.org/10.1088%2F1748-9326%2F9%-2F3%2F034012>. Acesso em: 14 nov. 2019.

BOSCH, Jonathan; STAFFELL, Iain; HAWKES, Adam D. Temporally explicit and spatially resolved global offshore wind energy potentials. *Energy*, [S. l.], v. 163, p. 766–781, 2018. DOI: 10.1016/j.energy.2018.08.153. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054421831689X>. Acesso em: 13 mar. 2019.

BRAGA, Marcus Davis Andrade; PAIVA, Sandra Vieira; GURJÃO, Lívio Moreira De; TEIXEIRA, Carlos Eduardo Peres; GURGEL, Anne Larisse Alves Rebouças; PEREIRA, Pedro Henrique Cipresso; SOARES, Marcelo de Oliveira. Retirement risks: Invasive coral on old oil platform on the Brazilian equatorial continental shelf. *Marine Pollution Bulletin*, [S. l.], v. 165, p. 112156, 2021. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2021.112156. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X21001909>. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRAGA, Miguel Sávio de Carvalho. *Velas do Ceará: embarcações artesanais do litoral*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2021. 216p.

BRANNSTROM, C. Descarbonização com justiça? Conceitos e abordagens. In: BRANNSTROM, C.; SEGUEZZO, L.; GORAYEB, A. (Org.). *Descarbonização na América do Sul: conexões entre o Brasil e a Argentina*. 1ed. Mossoró: Edições UERN, 2022, v. 1, p. 293-311. Disponível em: <http://www.observatoriodaenergiaeolica.ufc.br/wp-content/uploads/2022/07/ADRYANE-DESCARBONIZACAO-NA-AMERICA-DO-SUL.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2023

BRANNSTROM, C. ; GORAYEB, A. Implicações geográficas do setor do hidrogênio verde no Brasil. In: BRANNSTROM, C.; SEGUEZZO, L.; GORAYEB, A. (Org.). *Descarbonização na América do Sul: conexões entre o Brasil e a Argentina*. 1ed. Mossoró: Edições UERN, 2022, v. 1, p. 293-311. Disponível em: <http://www.observatoriodaenergiaeolica.ufc.br/wp-content/uploads/2022/07/ADRYANE-DESCARBONIZACAO-NA-AMERICA-DO-SUL.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2023

BRASIL, Governo Federal. Decreto n.º 10.946, de 25 de janeiro de 2022. Dispõe sobre a cessão de uso de espaços físicos e o aproveitamento dos recursos naturais em águas interiores de domínio da União, no mar territorial, na zona econômica exclusiva e na plataforma continental para a geração de energia elétrica a partir de empreendimento offshore. 2022a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D10946.htm. Acesso em: 05 fev. 2022.

BRASIL, Governo Federal. IBAMA - Guia para Elaboração dos Programas de Educação Ambiental no Licenciamento Ambiental Federal – GEPEA-LAF, 2019. Disponível em: <http://ibama.gov.br/phocodownload/licenciamento/publicacoes/2019-Ibama-Guia-para-Elaboracao-dos-Programas-de-EA-no-LAF-.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2021.

BRASIL, Governo Federal. Portaria Interministerial MME/MMA Nº 3, de 19 de outubro de 2022. 2022c. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-interministerial-mme/mma-n-3-de-19-de-outubro-de-2022-437756126>. Acesso em: 20 jan. 2023.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Portaria Normativa n.º 52/GM/MME, de 19 de outubro de 2022. Estabelece as normas e procedimentos complementares relativos à cessão de uso onerosa para exploração de central geradora de energia elétrica offshore no regime de produção independente de energia ou de autoprodução de energia, de que trata o art. 5º, inciso I, do Decreto nº 10.946, de 25 de janeiro de 2022. 2022b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-normativa-n-52/gm/mme-de-19-de-outubro-de-2022-437756203>. Acesso em: 20 jan. 2023.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 462, de 24 de julho de 2014. Publicado no D.O.U. em 25 de julho de 2014. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=703>. Acesso em: 20 jun. 2019.

BRINK, Talya S. Ten; DALTON, Tracey. Perceptions of Commercial and Recreational Fishers on the Potential Ecological Impacts of the Block Island Wind Farm (US). *Frontiers in Marine Science*, [S. l.], v. 5, n. November, p. 1–13, 2018. DOI: 10.3389/fmars.2018.00439. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmars.2018.00439/full>. Acesso em: 11 jun. 2019.

BURDGE, Rabel J. Why is social impact assessment the orphan of the assessment process? *Impact Assessment and Project Appraisal*, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 3–9, 2002. DOI: 10.3152/147154602781766799. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3152/147154602781766799>. Acesso em: 14 ago. 2018.

CALLOU, Angelo Brás Fernandes. Povos do mar: herança sociocultural e perspectivas no Brasil. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v. 62, n. 3, p. 45-48, 2010. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252010000300018&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 28 mar. 2021.

CARNEIRO, P. B. M.; XIMENES NETO, A. R.; JUCÁ-QUEIROZ, B.; TEIXEIRA, C. E. P.; FEITOSA, C. V.; BARROSO, C. X.; MATTHEWS-CASCON, H.; MORAIS, J. O.; FREITAS, J. E. P.; SANTANDER-NETO, J.; ARAÚJO, J. T.; MONTEIRO, L. H. U.; PINHEIRO, L.S.; BRAGA, M. D. A.; CORDEIRO, R. T. S.; ROSSI, S.; BEJARANO, S.; SALANI, S.; GARCIA, T. M.; LOTUFO, T. M. C.; SMITH, T. B.; FARIA, V. V.; SOARES, M. O. Interconnected marine habitats form a single continental-scale reef system in South America. *Scientific Reports*, v. 12, p. 17359, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-21341-x>. Acesso em: 01 fev. 2023.

CHAGAS, C. EDP produz primeira molécula de H2V em Pecém. *Energia Hoje*. 16 dez. 2022. Disponível em: <https://energiahoje.editorabrazilenergia.com.br/edp-produz-primeira-molecula-de-h2v-em-pecem/>. Acesso em: 20 jan. 2023

DANNHEIM, Jennifer et al. Benthic effects of offshore renewables: identification of knowledge gaps and urgently needed research. *ICES Journal of Marine Science*, [S. l.], v. 77, n. 3, p. 1092–1108, 2019. DOI: 10.1093/icesjms/fsz018. Disponível em: <https://academic.oup.com/icesjms/article/77/3/1092/5368123>. Acesso em: 12 jun. 2020.

FARRELL, P.; BOWMAN, S.; HARRIS, J.; TRIMM, D.; DAUGHDRILL, W. Development of Mitigation Measures to Address Potential Use Conflicts between Commercial Wind Energy Lessees/Grantees and Commercial Fishermen on the Atlantic Outer Continental Shelf: final report on best management practices and mitigation measures. United States Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Office of Renewal Energy Programs, Herndon, VA. OCS Study BOEM 2014-654. 98 p, 2014. Disponível em: <https://www.boem.gov/sites/default/files/renewable-energy-program/Fishing-BMP-Final-Report-July-2014.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2023.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. ROADMAP Eólica Offshore Brasil. Perspectivas e caminhos para a energia eólica marítima. Rio de Janeiro, Brasil, 2020, 140p. Disponível em: http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-456/Roadmap_Eolica_Offshore_EPE_versao_R2.pdf. Acesso em: 15 mai. 2020.

FARIA, Giuliana Calmon; SILVA, Fátima Maria. Participação pública no processo de avaliação de impacto ambiental no estado do Espírito Santo. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, [S. l.], v. 43, p. 139–151, 2018. DOI: 10.5380/dma.v43i0.54188. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/54188>. Acesso em: 20 abr. 2020.

GALPARSORO, I.; MENCHACA, I.; GARMENDIA, J.M.; BORJA, A.; MALDONADO, A. D.; IGLESIAS, G.; BALD, J. Reviewing the ecological impacts of offshore wind farms. *npj Ocean Sustainability*. v.1, n.1, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s44183-022-00003-5>. Acesso em: 22 jan. 2023.

GANNOUM, E. Energia eólica no Brasil: os motivos do sucesso e o futuro dos nossos bons ventos. *Revista Brasileira de Energia*. v.27. n.3, 2021. Disponível em: <https://sbpe.org.br/index.php/rbe/article/view/641/475>. Acesso em: 20 jan. 2023.

GARTMAN, V.; BULLING, L.; DAHMEN, M.; GEIBLER, G.; KOPPEL, J. Mitigation measures for wildlife in wind energy development, consolidating the state of knowledge—part 2: operation, decommissioning. *J Environ Assess Policy Manag*. v.18, n.03, 2016. Disponível em: <https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/S1464333216500149>. Acesso em: 02 jan. 2023.

GERHARDINGER, L. C.; QUESADA-SILVA, M.; GONÇALVES, L. R.; TURRA, A. Unveiling the genesis of a marine spatial planning arena in Brazil. *Ocean & Coastal Management*. v.179, n.1, 2019, 104825. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569118306458>. Acesso em: 02 fev. 2023.

GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C.; SOARES, M.; XAVIER, T. W. F. Desafios sociais e ambientais da energia eólica offshore no Brasil. In: BRANNSTROM, C.; SEGHEZZO, L.; GORAYEB, A. (Org.). *Descarbonização na América do Sul: conexões entre o Brasil e a Argentina*. 1ed. Mossoró: Edições UERN, 2022, p. 312-328. Disponível em: <http://www.observatoriodaenergiaeolica.ufc.br/wp-content/uploads/2022/07/ADRYANE-DESCARBONIZACAO-NA-AMERICA-DO-SUL.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

GRAY, Tim; HAGGETT, Claire; BELL, Derek. Offshore wind farms and commercial fisheries in the UK: A study in stakeholder consultation. *Ethics, Place and Environment*, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 127–140, 2005. DOI: 10.1080/13668790500237013. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13668790500237013>. Acesso em: 13 set. 2018.

GWEC – Global Wind Energy Council. *Global Offshore Wind Report 2023*. August 2023. Bruxelas: Global Wind Energy Council, 2023. Disponível em: <https://gwec.net/wp-content/uploads/2023/08/GWEC-Global-Offshore-Wind-Report-2023.pdf>. Acesso em: 04 set. 2023.

HALL, Rebecca; JOÃO, Elsa; KNAPP, Charles W. Environmental impacts of decommissioning: Onshore versus offshore wind farms. *Environmental Impact Assessment Review*, [S. l.], v. 83, p. 106404, 2020. DOI: 10.1016/j.eiar.2020.106404. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0195925519300435>. Acesso em: 31 jul. 2021.

HATTAM, Caroline; HOOPER, Tara; PAPATHANASOPOULOU, Eleni. A well-being framework for impact evaluation: The case of the UK offshore wind industry. *Marine Policy*, [S. l.], v. 78, p. 122–131, 2017. DOI: 10.1016/j.marpol.2016.10.024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308597X16303621>. Acesso em: 11 abr. 2020.

HERNANDEZ, Mauricio C. O.; SHADMAN, Milad; AMIRI, Mojtaba Maali; SILVA, Corbiniano; ESTEFEN, Segen F.; LA ROVERE, Emilio. Environmental impacts of offshore wind installation, operation and maintenance, and decommissioning activities: A case study of Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [S. l.], v. 144, p. 110994, 2021. DOI: 10.1016/j.rser.2021.110994. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032121002859>. Acesso em: 12 dez. 2021.

IBAMA. TERMO DE REFERÊNCIA: Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental EIA/Rima, Tipologia: COMPLEXOS EÓLICOS MARÍTIMOS (OFFSHORE). Nov. 2020. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/phocadownload/licenciamento/publicacoes/2020-11-TR_CEM.pdf . Acesso em: 29 jan. 2020.

IBAMA. Mapas de projetos em licenciamento – Complexos Eólicos Offshore. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/laf/consultas/mapas-de-projetos-em-licenciamento-complexos-eolicos-offshore>. Acesso em: 04 ago. 2023.

IRENA – International Renewable Energy Agency. Future of wind: Deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects (A Global Energy Transformation paper), Abu Dhabi. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2019/Oct/Future-of-wind>. Acesso em: 06 ago. 2020.

JENKINS, Kirsten; MCCAULEY, Darren; HEFFRON, Raphael; STEPHAN, Hannes; REHNER, Robert. Energy justice: A conceptual review. *Energy Research & Social Science*, [S. l.], v. 11, 2016. DOI: 10.1016/j.erss.2015.10.004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629615300669>. Acesso em: 31 out. 2021.

KALDELLIS, J. K.; APOSTOLOU, D.; KAPSALI, M.; KONDILI, E. Environmental and social footprint of offshore wind energy. Comparison with onshore counterpart. *Renewable Energy*, [S. l.], v. 92, p. 543–556, 2016. DOI: 10.1016/j.renene.2016.02.018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.02.018>. Acesso em: 22 jun. 2019.

KAPLAN, B., ed. Literature Synthesis for the North and Central Atlantic Ocean. United States Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. OCS Study BOEMRE 2011-012. 447p.

KERN, Florian; VERHEES, Bram; RAVEN, Rob; SMITH, Adrian. Empowering sustainable niches: Comparing UK and Dutch offshore wind developments. *Technological Forecasting and Social Change*, [S. l.], v. 100, p. 344–355, 2015. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.08.004. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/tefoso/v100y2015icp344-355.html>. Acesso em: 25 set. 2020.

KLAIN, Sarah C.; SATTERFIELD, Terre; MACDONALD, Suzanne; BATTISTA, Nicholas; CHAN, Kai M. A. Will communities “open-up” to offshore wind? Lessons learned from New England islands in the United States. *Energy Research & Social Science*, [S. l.], v. 34, 2017. DOI: 10.1016/j.erss.2017.05.009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629617301172>. Acesso em: 07 fev. 2018.

LADENBURG, Jacob. Visual impact assessment of offshore wind farms and prior experience. *Applied Energy*, [S. l.], v. 86, n. 3, p. 380–387, 2009. DOI: 10.1016/j.apenergy.2008.05.005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261908001323>. Acesso em: 13 maio. 2021.

LEUNG, Dennis Y. C.; YANG, Yuan. Wind energy development and its environmental impact: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 1031–1039, 2012. DOI: 10.1016/j.rser.2011.09.024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032111004746?via%3Dihub>. Acesso em: 3 abr. 2019.

LIPSKY, A., MOURA, S.; KENNEY, A.; BELLAVANCE. R. Addressing Interactions Between Fisheries and Offshore Wind Development: The Block Island Wind Farm. *SeaPlan*, Boston, 16 pp. 2016. Disponível em: <https://osf.io/preprints/marxiv/3jpxn/>. Acesso: 20 jan. 2023.

MENDES, Jocicléa de Sousa. Parques eólicos e comunidades tradicionais no Nordeste brasileiro: estudo de caso da Comunidade de Xavier, litoral oeste do Ceará, por meio da abordagem ecológica/participativa. 2016. 160 f. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

MESQUITA, C. Amontada: 1ª usina eólica offshore do CE deve começar a operar em 2025. *Diário do Nordeste*, 20 de dezembro de 2020. Disponível em: <https://diariodoNordeste.verdesmares.com.br/negocios/amontada-1-usina-eolica-offshore-do-ce-deve-comecar-a-operar-em-2025-1.3024667>. Acesso em 13 mar. 2021.

MICHEL, J.; DUNAGAN, H.; BORING, C.; HEALY, E.; EVANS, W.; DEAN, J.M.; MCGILLIS, A.; HAIN, J. Worldwide Synthesis and Analysis of Existing Information Regarding Environmental Effects of Alternative Energy Uses on the Outer Continental Shelf. United States Department of the Interior, Minerals Management Service, Herndon, VA, MMS OCS Report 2007-038. 2007 254 p.

MILLER, Lee M.; KEITH, David W. Observation-based solar and wind power capacity factors and power densities. *Environmental Research Letters*, [S. l.], v. 13, n. 10, p. 104008, 2018. DOI: 10.1088/1748-9326/aae102. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aae102>. Acesso em: 15 jan. 2019.

MOURA, S., et al. Options for cooperation between commercial fishing and offshore wind energy industries: a review of relevant tools and best practices. *SEAPLAN*. 2015. 43p. Disponível em: <https://osf.io/sfu9e/download>. Acesso 25 fev. 2017

GONÇALVES NETO, José Belquior; GOYANNA, Felipe Augusto de Alencar; FEITOSA, Caroline Vieira; SOARES, Marcelo Oliveira. A sleeping giant: the historically neglected Brazilian fishing sector. *Ocean and Coastal Management*, [S. l.], v. 209, p. 105699, 2021. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2021.105699. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0964569121001836>. Acesso em: 19 jun. 2021.

OLIVEIRA, Pablo da Costa; DI BENEDITTO, Ana Paula Madeira; BULHÕES, Eduardo Manuel Rosa; ZAPPES, Camilah Antunes. Artisanal fishery versus port activity in southern Brazil. *Ocean & Coastal Management*, [S. l.], v. 129, 2016. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2016.05.005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569116300953?via%3Dihub>. Acesso em: 23 jun. 2020.

OPOVO. Hidrogênio Verde: Qair e Camilo assinam memorando para usina no Pecém. *O Povo*. 06 jul. 2021. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/economia/2021/07/06/hidrogenio-verde--qair-e-camilo-assinam-memorando-para-usina-no-pecem.html>. Acesso em: 15 jul. 2021.

OSPAR Commission. Problems and Benefits Associated with the Development of Offshore Wind-Farms. Report by OSPAR Commission. 2004. Disponível em: <https://tethys.pnnl.gov/publications/problems-benefits-associated-development-offshore-wind-farms>. Acesso em: 30 mar. 2021.

PETROBRÁS. Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro Regional da Bacia do Ceará. EU-RNCE. Unidade de Operações de Exploração e Produção do Rio Grande do Norte e Ceará. Revisão 00, mar. 2016. 103p.

POSSNER, A.; CALDEIRA, K. Geophysical potential for wind energy over the open oceans. IN: PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 43, Anais...24 out. 2017. Disponível em: <http://www.pnas.org/lookup/doi/10.1073/pnas.1705710114>. Acesso em: 18 mar. 2019.

RAMALHO, Cristiano W. N. Sentimento de corporação, cultura do trabalho e conhecimento patrimonial pesqueiro: expressões socioculturais da pesca artesanal. *Revista de Ciências Sociais*. V. 43. Nº 1-jan/jul: Fortaleza: UFC, 2012. p. 08-27. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/revcienso/article/view/417>. Acesso em: 20 jan. 2023.

RIBAS, V. E.; SIMÕES, A. F. (In)justiça Energética: definição conceitual, parâmetros e aplicabilidade no caso do Brasil. *Revista Brasileira de Energia*. v.26. n.4, 2020. Disponível em: <https://sbpe.org.br/index.php/rbe/article/view/580/453>. Acesso em: 20 jan. 2023.

ROSENO, R. Ambientalistas criticam proposta de flexibilização do licenciamento de eólicas no Ceará. 02 fev. 2018. Disponível em: <https://www.renatoroseno.com.br/noticias/ambientalistas-criticam-proposta-flexibilizacao-licenciamento-eolicas-ceara>. Acesso em: 10 mar. 2019.

SALM, R. V.; CLARK, J. R.; SIIRILA, E. Marine and coastal protected areas: a guide for planners and managers. IUCN. Washington DC. 2020, 371p. Disponível em: <https://www.iucn.org/content/marine-and-coastal-protected-areas-a-guide-planners-and-managers-0>. Acesso em: 29 abr. 2021.

SANTESTEVAN, W. H; PEYERL, D.; D'AQUINO, C. A. Possibilidades e desafios para inserção da geração eólica offshore no Brasil. Revista Brasileira de Energia. v.27, n.4, 2021. Disponível em: <https://sbpe.org.br/index.php/rbe/article/view/613/492>. Acesso em: 20 jan. 2023.

SANTOS, S. A. Diagnóstico socioeconômico dos pescadores artesanais de lagosta em Fortaleza, Ce. 76 f. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

SEDET – SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E TRABALHO. Energix Energy divulgará detalhes do projeto para produção de Hidrogênio Verde no Ceará nesta quinta-feira (04). SEDET. 03 mar. 2021. Disponível em: <https://www.sedet.ce.gov.br/2021/03/03/energix-energy-divulgara-detalhes-do-projeto-para-producao-de-hidrogenio-verde-no-ceara-nesta-quinta-feira-04/>. Acesso em: 15 jul. 2021.

SILVA, A. J. V. de C. Potencial Eólico Offshore No Brasil: Localização De Áreas Nobres Através De Análise Multicritério. 2019. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publicações/mestrado/Dissert_AJVCSilva.pdf. Acesso em: 18 nov. 2020.

SMYTH, Katie; CHRISTIE, Nikki; BURDON, Daryl; ATKINS, Jonathan P.; BARNES, Richard; ELLIOTT, Michael. Renewables-to-reefs? - Decommissioning options for the offshore wind power industry. Marine Pollution Bulletin, [S. l.], v. 90, n. 1–2, p. 247–258, 2015. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.10.045. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0025326X14007292>. Acesso em: 15 mai. 2020.

SOARES, M. O.; ARAÚJO, J. T.; FERREIRA, S. M. C.; SANTOS, B. A.; BOAVIDA, J. R. H.; COSTANTINI, F.; ROSSI, S. Why do mesophotic coral ecosystems have to be protected? Science of the Total Environment, v. 726, p. 138456, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720319690>. Acesso em: 01 fev. 2023.

SOARES, M.O.; CAMPOS, C.C.; CARNEIRO, P.B.M.; BARROSO, H.S.; MARINS, R.V.; TEIXEIRA, C.E.P.; MENEZES, M.O.B.; PINHEIRO, L.S.; VIANA, M.B.; FEITOSA, C.V.; SÁNCHEZ-BOTERO, J.I.; BEZERRA, L.E.A.; ROCHA-BARREIRA, C.A.; MATTHEWS-CASCON, H.; MATOS, F.O.; GORAYEB, A.; CAVALCANTE, M.S.; MORO, M.F. ROS-SI, S.; BELMONTE, G.; MELO, V.M.M.; ROSADO, A.S.; RAMIRES, G.; TAVARES, T.C.L.; GARCIA., T.M. Challenges and perspectives for the Brazilian semi-arid coast under global environmental changes. *Perspectives in Ecology and Conservation*. v.19, n.3, 2021. pp. 267-278. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2530064421000523>. Acesso em: 04 fev. 2023

SOUSA, A. S.; OLIVEIRA, G. S.; ALVES, L. H. A Pesquisa Bibliográfica: princípios e fundamentos. *Cadernos da Fucamp*, v.20, n.43, p.64-83. 2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2336>. Acesso em: 20 jan. 2023.

STAUT, F. O Processo de Implantação de Parques Eólicos no Nordeste Brasileiro. 2016. 165f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

TAORMINA, Bastien; BALD, Juan; WANT, Andrew; THOUZEAU, Gérard; LEJART, Morgane; DESROY, Nicolas; CARLIER, Antoine. A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [S. l.], v. 96, 2018. DOI: 10.1016/j.rser.2018.07.026. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032118305355>. Acesso em: 01 mar. 2021.

TAVARES, Luiz Filipe de Assis; SHADMAN, Milad; ASSAD, Luiz Paulo de Freitas; SILVA, Corbiniano; LANDAU, Luiz; ESTEFEN, Segen F. Assessment of the offshore wind technical potential for the Brazilian Southeast and South regions. *Energy*, [S. l.], v. 196, 2020. DOI: 10.1016/j.energy.2020.117097. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544220302048>. Acesso em: 05 jul. 2021.

VASCONCELLOS, M.; DIEGUES, A. C.; KALIKOSKI, D. C. Coastal fisheries of Brazil, in SALAS, S.; CHUENPAGDEE, R.; CHARLES, A.; SEIJO, J.C. (org), *Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 544, Rome, FAO, 2011, pp. 73–116.

VOLKER, Patrick J. H.; HAHMANN, Andrea N.; BADGER, Jake; JR-GENSEN, Hans E. Prospects for generating electricity by large onshore and offshore wind farms. *Environmental Research Letters*, [S. l.], v. 12, n. 3, 2017. DOI: 10.1088/1748-9326/aa5d86. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa5d86>. Acesso em: 19 mar. 2020.

WILSON, J. C. Offshore wind farms: their impacts, and potential habitat gains as artificial reefs, in particular for fish. 2007. Dissertação (Mestrado) Universidade de Hull, 2007. Disponível em: https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Their_Impacts_and_Potential_Habitat_Gains_as_Artificial_Reefs.pdf. Acesso em: 10 ago. 2020.

WILSON, Jennifer C.; ELLIOTT, Michael. The habitat-creation potential of offshore wind farms. *Wind Energy*, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 203–212, 2009. DOI: 10.1002/we.324. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/we.324>. Acesso em: 28 ago. 2021.

XAVIER, Thomaz Willian de Figueiredo. Análise participativa dos potenciais impactos socioambientais de parques eólicos marinhos (offshore) na pesca artesanal no estado do Ceará, Brasil. 2022. 266 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/64683>. Acesso em: 20 jan. 2023.

ZHANG, Ying; ZHANG, Chao; CHANG, Yen-Chiang; LIU, Wen-Hong; ZHANG, Yong. Offshore wind farm in marine spatial planning and the stakeholder's engagement: Opportunities and challenges for Taiwan. *Ocean & Coastal Management*, [S. l.], v. 149, 2017. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2017.09.014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569117302648>. Acesso em: 02 set. 2020.