



**CONSELHO NACIONAL DO AMBIENTE E DO
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**POSIÇÃO DO CNADS SOBRE A PROPOSTA DE PLANO DE
AFETAÇÃO PARA AS ENERGIAS RENOVÁVEIS OFFSHORE
(PAER)**

(REFERIDA À VERSÃO EM CONSULTA PÚBLICA ENTRE OUTUBRO E DEZEMBRO DE 2023)

27 de maio de 2024

Preâmbulo

No âmbito da consulta pública da proposta de Plano de Afetação para Energias Renováveis Offshore (PAER)¹ elaborada pela Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM), e tendo em atenção a temática em causa, o Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável (CNADS) constituiu um Grupo de Trabalho (GT) com o objetivo de se pronunciar sobre o mencionado documento.

O referido GT, coordenado pelo Conselheiro Henrique Queiroga e constituído pelos membros do Conselho: Emanuel Gonçalves, Jaime Braga, Luísa Schmidt e Nuno Ribeiro da Silva, foi mandatado para promover uma reflexão sobre a referida proposta de Plano e elaborar uma proposta de posição, a submeter posteriormente ao plenário.

A presente Posição foi aprovada por unanimidade na 3ª Reunião Ordinária do CNADS, realizada a 27 de maio de 2024.

Enquadramento

O Relatório Final do Grupo de Trabalho para o planeamento e operacionalização de centros electroprodutores baseados em fontes de energia renováveis de origem ou localização oceânica (Despacho n.º 11404/2022, de 23 de setembro)² veio caracterizar as condições sob as quais esta componente prevista no PNEC 2030 se poderá concretizar. Com base neste Relatório, foi desenvolvida uma proposta de Plano de Afetação para as Energias Renováveis Offshore (PAER) e correspondente Relatório Ambiental Preliminar - Avaliação Ambiental Estratégica.

A importância da componente eólica *offshore* para o cumprimento dos objetivos traçados no PNEC 2030, aos quais correspondem compromissos assumidos por Portugal perante a União Europeia, é inquestionável. No entanto, e decorrente da reflexão realizada pelo Grupo de Trabalho do CNADS criado para este efeito, foram identificadas condicionantes técnico-económicas, bem como incertezas e potenciais impactos ambientais, que merecem ponderação conforme seguidamente se apresenta.

Condicionantes técnico-económicas

O Plano Nacional Energia e Clima (PNEC 2030) estabelece, no horizonte de 2030, uma meta de redução de emissões de gases com efeito de estufa, da qual decorre, quanto

¹ <https://participa.pt/pt/consulta/plano-de-afetacao-para-energias-renovaveis-offshore-paer>

² https://www.lneg.pt/wp-content/uploads/2023/07/20230531-GTOffshore_RelatorioFinal_vfinal.pdf

à satisfação das necessidades do País em eletricidade, um conjunto muito ambicioso de objetivos por tecnologia para 2030³:

- 8 100 MW para a hidroeletricidade;
- 20 400 MW para o solar fotovoltaico, dos quais 14 900 MW em grandes unidades e 5 500 MW em pequenas instalações disseminadas pelo território;
- 10 400 MW em parques eólicos *onshore* e 2 000 MW em operação de eólico *offshore*, aos quais deverão acrescentar 8 000 MW que, nessa data, já se prevê estarem em fase avançada de licenciamento;
- 5 500 MW de capacidade instalada em eletrolisadores para a produção de hidrogénio verde;
- 1 000 MW de capacidade instalada em baterias para armazenamento de eletricidade.

No entanto, apesar de a determinação no esforço de descarbonização, quer nacional, quer europeu, se manter inalterada, ocorre um conjunto significativo de barreiras e de condições económico-financeiras desfavoráveis:

- a) Licenciamentos necessariamente complexos;
- b) Grande e certamente moroso investimento nas redes elétricas de transporte e de distribuição;
- c) Necessidade de amadurecimento de algumas tecnologias, designadamente de armazenamento;
- d) Custos crescentes de metais e outros materiais, com grande reflexo no valor final dos projetos;
- e) Financiamentos com maiores custos;
- f) Prazos de fornecimento e de execução de obra cada vez mais dilatados.

A estas barreiras, receia-se que as regras do mercado europeu da eletricidade, das quais decorrem, nesta data, preços de eletricidade historicamente baixos, constituam um obstáculo à realização de muitos projetos por falta de interesse dos potenciais promotores.

Com efeito, e no que à tecnologia eólica *offshore* diz respeito, as dificuldades elencadas são claramente aplicáveis.

Refiram-se os exemplos do recente leilão realizado no Reino Unido, no qual era oferecida uma tarifa garantida de 132 euros/MWh⁴, a qual não recolheu qualquer

³ PLANO NACIONAL ENERGIA E CLIMA 2021-2030 (PNEC 2030) - Atualização/Revisão (de acordo com o definido no artigo 14º do Regulamento (UE) 2018/1999, de 11 de dezembro)
https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Planeamento/PNEC%20PT_Template%20Final%20-%20vers%C3%A3o%20final_30_06_2023.pdf

⁴ <https://eco.sapo.pt/2023/09/18/leilao-desastroso-no-reino-unido-recomenda-cautela-em-portugal-especialistas-em-eolicas-offshore-pedem-menos-ambicao/>

manifestação de interesse por parte dos concorrentes, e, mais recentemente, o leilão realizado em França, do qual resultou uma proposta vencedora com uma tarifa de 86 euros/MWh⁵.

Voltando aos objetivos traçados no PNEC 2030, o exemplo britânico faz supor que, para preços médios de eletricidade hoje bem abaixo dos 90 euros/MWh, e preços diários grossistas médios à volta de 20 euros/MWh como ocorreu no passado mês de março de 2024, a tarifa necessária para a cobertura das ofertas de energia, a que acresce o custo dos cabos de ligação a terra, da infraestrutura e custos operacionais relativos à manutenção das instalações, seja muito superior, daí resultando um muito claro aumento de custos do sistema, com reflexo na saúde económica do País e na capacidade de os cidadãos pagarem os custos desse bem de primeira necessidade.

Estas condições são, à partida, nada favoráveis ao investimento em eólica *offshore*, até porque, noutras componentes, as necessidades de investimento são muito significativas e os procedimentos envolvidos morosos. De referir a necessidade de criação de frota e serviços marítimos de apoio à construção e manutenção das plataformas e geradores, a resposta do sector metalomecânico para corresponder ao volume de procura, a necessidade de segurar os riscos acrescidos incorridos por pessoal altamente especializado num ambiente de trabalho especialmente agressivo, bem como a criação das unidades de fabrico nos portos e a própria adaptação dos portos para a circulação das plataformas.

Em termos globais, no total das tecnologias escolhidas no PNEC 2030, a meta aponta para uma potência instalada para a produção de eletricidade de 47 000 MW, contra 24 600 MW em serviço em 2023.

As dificuldades descritas relativas à envolvente técnico-económica e, também, à complexidade e natural morosidade dos processos, sugerem uma reflexão sobre os objetivos fixados para esta tecnologia, tendo em conta os custos previsíveis e a maior ou menor segurança na avaliação das previsões de consumo de eletricidade que estiveram na base da dimensão e da ocupação espacial propostas.

Incertezas e potenciais impactos ambientais

O PAER está desenhado para evitar sobreposições com zonas de conservação da natureza, sendo as áreas preferenciais coincidentes com regiões de menor Valor Biológico Marinho da plataforma continental de Portugal identificadas na literatura

⁵ <https://presse.economie.gouv.fr/le-gouvernement-annonce-le-laureat-du-premier-appel-doffres-eolien-flottant-au-sud-de-la-bretagne/#:~:text=Bruno%20Le%20Maire%20a%20d%C3%A9clar%C3%A9,au%20sud%20de%20la%20Bretagne.>

científica (Gomes et al 2018). A Avaliação Ambiental Estratégica do PAER identifica ainda vários possíveis impactos em aves e mamíferos marinhos causados pela ação mecânica dos aerogeradores e pelo ruído submarino que provocam, preconizando várias medidas de minimização destes impactos. Estas disposições são meritórias e têm o potencial para atenuar vários dos efeitos nocivos conhecidos dos parques eólicos. É também de sublinhar o efeito positivo que a proibição do arrasto bentónico, na área dos parques eólicos, terá sobre a estrutura biogénica, a riqueza de espécies e a biomassa dos fundos, efeitos bem documentados na literatura científica (Hiddink et al 2017).

No entanto, a Avaliação Ambiental Estratégica do PAER ignora dois tipos de impacto no meio marinho que o desenvolvimento pleno do Plano trará. O mais imediato é o impacto físico que a remoção de energia da atmosfera terá sobre a camada superficial do oceano. Este impacto inclui os efeitos locais e regionais de diminuição da intensidade do vento (Akhtar et al 2022) e das correntes, a formação de dipolos de afloramento-subsidência, as modificações da estratificação termohalina e as alterações da taxa de sedimentação (Daewel et al 2022). Algumas destas modificações podem afetar o funcionamento ecológico do oceano, notavelmente no que respeita à renovação de nutrientes à superfície e à produção primária fitoplanctónica.

Mas, provavelmente, o maior impacto no meio marinho será a introdução de substrato artificial duro a uma escala sem precedentes a nível global, com múltiplos impactos ecológicos cuja direção e magnitude são difíceis de quantificar. O Mar do Norte é atualmente, a nível global, a região de maior produção eólica *offshore*. Embora se conheçam, relativamente bem, algumas das consequências ambientais da indústria das renováveis neste mar (mas não todas; ver DELTARES 2018), os ensinamentos não são diretamente aplicáveis ao caso português. Aqui, cada aerogerador será suportado por uma estrutura flutuante, em consequência das profundidades da nossa costa, com uma área imersa muito maior do que a estaca ou treliça usada para fixar cada turbina no pouco profundo Mar do Norte.

HyWind e WindFloat são as soluções de flutuação para suportar aerogeradores que parecem estar atualmente mais maduras. Usando estes exemplos, cujas áreas imersas são de cerca de 1 500 e 4 500 metros quadrados respetivamente (Utne-Palm et al 2023, WavEC, Júlio de Jesus Consultores 2018, Ghigo et al 2020), e considerando que o PAER, uma vez atingido o seu desenvolvimento pleno, prevê a instalação de 10 GW de potência, é possível estimar a área total do substrato artificial que será introduzido: 1 a 3 quilómetros quadrados, consoante o tipo de solução, de 667 plataformas, se cada uma for equipada com um gerador de 15 MW (potência máxima prevista no futuro para este tipo de solução tecnológica), 2 a 5 quilómetros quadrados, de 1163 plataformas, se cada uma for equipada com um gerador de 8,6 MW (a potência de cada um dos geradores do Hywind e do WindFloat).

Tal como a literatura científica indica (Degraer et al 2020), e a própria Avaliação Ambiental Estratégica do PAER reconhece, a superfície imersa será abundantemente colonizada por algas, mexilhões e outros organismos bentónicos. A área total de substrato artificial criado, quando todo o plano previsto estiver operacional, será da mesma ordem de grandeza da área de substrato natural de mexilhão da costa portuguesa. Não há avaliações disponíveis, na literatura científica, dos impactos no funcionamento do ecossistema marinho, positivos ou negativos, de uma alteração com esta magnitude. Tratar-se-á, de facto, de um ecossistema totalmente novo.

As algas são muito eficientes a utilizar os nutrientes disponíveis na coluna de água, que passarão a estar disponíveis em menor quantidade para a produção primária fitoplanctónica (Slavik et al 2019). Os mexilhões são bivalves que filtram diariamente grandes volumes de água, consumindo o fitoplâncton de que se alimentam (Riisgård 1991). Dadas as biomassas que estas espécies podem atingir nestas estruturas, estes dois processos têm o potencial para diminuir a biomassa de fitoplâncton disponível para a teia trófica pelágica, afetando a sua integridade.

A massa total de algas e de mexilhões atingirá facilmente as dezenas de milhares de toneladas. Estas são espécies engenheiras, criando habitat para outras espécies bentónicas e aumentando localmente a riqueza de espécies e a produção biológica (com potenciais impactos negativos na produção biológica pelágica). Este tipo de estruturas tem também um efeito concentrador de peixes pelágicos que aí encontram proteção e alimento (a biomassa aumenta localmente, mas sem aumento demográfico das populações), e não é claro cientificamente que a potencial diminuição da mortalidade das fases juvenis de algumas das espécies resulte num aumento geral da biomassa de peixe (Mcreadie et al 2011, Degraer et al 2020).

A biomassa de mexilhões e de outra fauna bentónica resultará numa deposição e acumulação de matéria orgânica no fundo, através do afundamento das partículas fecais, efeito bem conhecido da indústria da aquacultura de bivalves (Zuñiga et al 2016). Usando valores de referência da literatura, é possível estimar que a biodeposição de matéria orgânica será da ordem das toneladas (ou mesmo dezenas de toneladas) por dia. O conteúdo em carbono orgânico das partículas fecais é de cerca de 10% (Zuñiga et al 2016). Parte desta matéria orgânica é decomposta aerobicamente, resultando numa libertação do carbono, mas parte será decomposta anaerobicamente, podendo vir a constituir futuramente um sumidouro de carbono (DeBorger et al 2021).

A biomassa acumulada nas estruturas flutuantes e cabos de amarração terá também consequências para o próprio retorno financeiro da indústria eólica, efeito que as empresas de exploração *offshore* de petróleo e de gás bem conhecem. Para além dos efeitos potenciais na flutuabilidade e no equilíbrio dinâmico das estruturas flutuantes,

esta biomassa terá de ser periodicamente removida, de modo a permitir a inspeção da integridade física das estruturas. Atualmente, a indústria do petróleo e do gás usa jatos de água operados por mergulhadores, ou por veículos controlados remotamente, para remover a biomassa incrustante, que se depositará no fundo (Pedersen et al 2022). Por gerador, cada operação poderá resultar na deposição de várias toneladas de biomassa.

Seja qual for a origem, magnitude e destino da biomassa depositada no fundo, esta dará origem a modificações locais das comunidades bentónicas (Hutchison et al 2020), potencialmente idênticas às verificadas por fontes de poluição orgânica (DeBorger et al 2021).

Uma das consequências dos parques eólicos a criar é a exclusão do arrasto bentónico e de outros tipos de pesca que usam redes móveis (cerco, por exemplo). A Avaliação Ambiental Estratégica reconhece o efeito benéfico que a exclusão do arrasto bentónico terá na recuperação da integridade ecológica e da produção do sistema bentónico, com reflexo positivo nas cadeias tróficas pelágicas. Todavia, caso não haja diminuição da frota do arrasto, esta pesca será deslocalizada para outras zonas. A modelação ecológica disponível indica que esta deslocalização terá consequências negativas fora dos parques eólicos, incluindo nas zonas de proteção ambiental, se não forem implementadas medidas adicionais e reforço da vigilância (Püts et al 2023).

A Avaliação Ambiental Estratégica preconiza a compatibilização dos parques eólicos com a pesca por armadilha e com a aquacultura de bivalves. Todavia, é difícil prever como estas atividades se poderão desenvolver. Por um lado, a “pegada” de amarração de cada aerogerador flutuante tem um raio de várias centenas de metros (WavEC, Júlio de Jesus Consultores 2018), que depende da profundidade e do comprimento dos cabos de ancoragem. Não é claro como será possível realizar pesca com armadilhas sem que estas, e os cabos que as ligam, interfiram com os cabos de ancoragem das plataformas flutuantes, com consequências danosas em ambos os casos. Quanto à aquacultura de bivalves, considerando a distância a que os parques eólicos ficarão da costa é difícil prever se tal atividade será logística e economicamente viável. Acresce que a utilização das próprias plataformas flutuantes para suportar as cordas de fixação dos bivalves acarreta um aumento da superfície de atrito das correntes oceânicas e ondas, o que poderá afetar a estabilidade da ancoragem das estruturas. Em alternativa, a própria superfície imersa das plataformas poderá ser usada como superfície de crescimento dos mexilhões com vista ao seu aproveitamento comercial, com a vantagem de reduzir a carga orgânica que se depositará no fundo. Em qualquer das situações, a atividade de aquacultura dependerá de inovações técnicas e empresariais por parte dos aquicultores.

A instalação das estruturas flutuantes ao longo da costa, dada a sua densidade e disposição espacial, constituirá uma via importante de dispersão de algas,

invertebrados e peixes bentónicos, nomeadamente os que têm uma fase planctónica no seu ciclo de vida, os quais utilizarão as plataformas flutuantes como alpondras (Nolasco et al 2018). Estas novas populações interagirão demograficamente com as populações dos habitats naturais, conduzindo a uma homogeneização genética que poderá reduzir a capacidade adaptativa das espécies. Adicionalmente, a colonização das estruturas de fixação dos aerogeradores por espécies exóticas está documentada na literatura (Adams et al 2014, Coolen et al 2020). Atendendo à orientação norte-sul da costa portuguesa e à disposição das áreas preferenciais no mesmo sentido, os parques eólicos constituirão uma importante via de colonização por espécies subtropicais e tropicais, principalmente no cenário atual de aumento da temperatura do planeta.

Desafios e oportunidades

O CNADS considera que o desenvolvimento integral do plano é um projeto desafiante, com implicações positivas na descarbonização da economia portuguesa e europeia. Tal desafio implica a criação de todo um *cluster* industrial abrangendo, nomeadamente, os setores metalomecânico, naval e portuário, mas constitui também uma oportunidade de desenvolvimento regional e inovação tecnológica que dinamizará a criação de emprego especializado na construção, na instalação e na manutenção dos equipamentos, bem como na monitorização dos impactos ambientais das soluções tecnológicas utilizadas. O desenvolvimento pleno desta oportunidade requer uma estratégia integrada, e faseada, que avalie a eficácia das soluções técnico-económicas em relação aos seus custos ambientais.

O CNADS nota que a tecnologia eólica *offshore* está ainda pouco desenvolvida e disseminada, apresentando custos muito elevados em comparação com outras soluções de produção de eletricidade. A concretização dos 10 GW de potência está fortemente dependente, por um lado, da construção de centros de consumo que escoem a eletricidade gerada, tais como unidades de produção de hidrogénio verde e centros de dados, ou de infraestruturas para a sua exportação, cuja construção é, em qualquer dos casos, demorada. Por outro lado, o desenvolvimento integral do PAER depende também da criação e adaptação de infraestruturas portuárias para permitir a montagem e o transporte dos equipamentos, bem como a construção de navios apropriados para a sua manutenção, processos estes também estendidos no tempo. Finalmente, são largamente desconhecidas as consequências ambientais da criação de um ecossistema artificial com esta dimensão (Galparsoro et al 2022).

O CNADS tem conhecimento de que o Instituto Português do Mar e da Atmosfera coordenará um estudo das áreas preferenciais para instalação dos parques eólicos que visa traçar a linha de referência ambiental, incluindo a biodiversidade marinha, a qualidade da água e as características geofísicas dos locais. No entanto, dadas as

incertezas que revestem os impactos ambientais de um ecossistema artificial totalmente novo que o PAER potencialmente criará, sem comparação com a realidade atual, será necessário acompanhar as diferentes fases do processo em colaboração com a indústria, de modo a escolher soluções técnicas amigas do ambiente e a desenvolver medidas mitigadoras eficazes, em prol da sustentabilidade e da compatibilidade ambientais do Plano.

Tanto quanto é do conhecimento do CNADS, atualmente apenas existe em exploração um parque eólico *offshore* (Hywind Tampen, Noruega; Utne-Palm et al 2023), o qual é constituído por 7 geradores (no futuro, 11) com uma potência de 8,6 MW cada um. Estes geradores são montados em flutuadores do tipo boia *spar*, feitos em cimento. O cimento é pior condutor do som do que o aço, pelo que é de prever que o ruído de operação dos geradores se propague menos ao meio aquoso neste caso, em comparação com o que acontecerá se os flutuadores forem feitos em aço. Por outro lado, deve ser tido em consideração o balanço entre o volume de flutuador necessário para suportar, em condições operacionais, cada gerador, e a pegada ecológica que cada plataforma deixará. Prevendo-se que a potência/tamanho de cada gerador venha a aumentar durante o período de desenvolvimento do PAER, em cada fase de implementação devem ser utilizadas as soluções de flutuabilidade que, realisticamente, não sejam sobredimensionadas em relação à potência do gerador a instalar.

A implementação do PAER é incompatível com vários tipos de pesca nas zonas de implementação dos parques eólicos, nomeadamente com a pesca de arrasto. Este é um fator positivo para a recuperação da qualidade do ecossistema, que importa realçar, pois esta arte de pesca é unanimemente considerada como uma das mais danosas para o ambiente marinho. A este propósito, o CNADS advoga uma atenção especial a dois aspetos, parcialmente interligados. Por um lado, se não houver descomissionamento das embarcações corre-se o risco de que o esforço de pesca por arrasto seja deslocalizado para outras áreas, sem que daí venha qualquer ganho ecológico. A monitorização e, eventualmente, a regulamentação das atuais áreas marinhas protegidas terá de ser reforçada para preservar o seu grau de proteção. Por outro, a importante frota de arrasto costeiro deverá ser apoiada no sentido de reconverter a sua atividade, seja em direção a outros tipos de pesca com menores impactos ambientais, seja adaptando os atuais arrastões para atividades de manutenção dos parques eólicos. Esta reconversão asseguraria que a deslocalização do arrasto fosse reduzida ou eliminada.

O CNADS considera que a compatibilização de usos dos parques eólicos com outras atividades de pesca e com a aquacultura carece de maior discussão pública e, eventualmente, de apoios públicos para a reconversão de atividades ou para o desenvolvimento de soluções de aquacultura inovadoras. Tal implica o envolvimento

dos órgãos do estado (Secretaria de Estado das Pescas, Direção-Geral dos Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos) e dos agentes económicos da área (armadores, profissionais de aquacultura e pescadores). O CNADS desconhece a existência de estudos sobre a utilização das plataformas flutuantes como suporte para as cordas de crescimento de bivalves que demonstrem que as cordas e a biomassa de bivalves não afetam a estabilidade das ancoragens dos flutuadores. A exclusão da pesca de arrasto resultará num aumento da complexidade estrutural e da produtividade do ecossistema bentónico que se refletirá numa maior abundância de espécies comercialmente interessantes. No entanto, é difícil antever como poderá a pesca por armadilhas coexistir nas mesmas áreas, dada a extensão tanto dos cabos de ancoragem como dos cabos elétricos que unem os diferentes geradores à subestação elétrica. Há, pois, o risco de danos, quer destes cabos quer das próprias artes de pesca, tanto mais que os diferentes cabos das plataformas têm uma grande proporção em catenária, suspensão na coluna de água.

Em conclusão, o vasto conjunto de incertezas e de condicionantes sugere a necessidade de um maior conhecimento das mesmas e, dada as reconhecidas tendências de evolução técnica das fontes renováveis e da procura nacional de eletricidade, uma reavaliação do equilíbrio entre o *mix* de fontes renováveis e a procura que permita que se atinjam, em tempo útil, os objetivos do PNEC 2030.

Referências

- Adams TP, Miller RG, Aleynik D, Burrows MT (2014) Offshore marine renewable energy devices as stepping-stones across biogeographical boundaries. *Journal of Applied Ecology* 51:330–338.
- Akhtar N, Geyer B, Schrum C (2022) Impacts of accelerating deployment of offshore windfarms on near-surface climate. *Science Reports* 12:18307.
- Coolen JWP, Boon AR, Crooijmans R, Pelt H van, Kleissen F, Gerla D, Beermann J, Birchenough SNR, Becking LE, Luttikhuisen PC (2020) Marine stepping-stones: Connectivity of *Mytilus edulis* populations between offshore energy installations. *Molecular Ecology* 29:686–703.
- Daewel U, Akhtar N, Christiansen N, Schrum C (2022) Offshore wind farms are projected to impact primary production and bottom water deoxygenation in the North Sea. *Communications Earth & Environment* 3(1):292.
- De Berger E, Ivanov E, Capet A, Braeckman U, Vanaverbeke J, Grégoire M, Soetaert K (2021) Offshore windfarm footprint of sediment organic matter mineralization processes. *Frontiers in Marine Science* 8:632243.
- Degraer S, Carey DA, Coolen JW, Hutchison ZL, Kerckhof F, Rumes B, Vanaverbeke J (2020) Offshore wind farm artificial reefs affect ecosystem structure and functioning. *Oceanography* 33(4):48-57.

- Deltares (2018) Assessment of system effects of large-scale implementation of offshore wind in the southern North Sea.
https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/162457/assessment_of_system_effects_of_large-scale_implementation_of_offshore_wind_in_the_southern_north_se.pdf&ved=2ahUKEwjqs7O866aGAXWv4QIHHUQJDhwQFnoECBEQAQ&usg=AOvVaw1IncRzo7rhRw0a3peHkde8
- Galparsoro I, Menchaca I, Garmendia JM, Borja Á, Maldonado AD, Iglesias G, Bald J (2022) Reviewing the ecological impacts of offshore wind farms. *npj Ocean Sustainability* 1(1):1-8.
- Ghigo A, Cottura L, Caradonna R, Bracco G, Mattiazzo G (2020) Platform optimization and cost analysis in a floating offshore wind farm. *Journal of Marine Science and Engineering* 8(11):835.
- Gomes I, Pérez-Jorge S, Peteiro L, Andrade J, Bueno-Pardo J, Quintino V, Rodrigues AM, Azevedo M, Vanreusel A, Queiroga H, Deneudt K (2018) Marine biological value along the Portuguese continental shelf; insights into current conservation and management tools. *Ecological Indicators* 93:533–546.
- Hiddink JG, Jennings S, Sciberras M, Szostek CL, Hughes KM, Ellis N, Rijnsdorp AD, McConnaughey RA, Mazor T, Hilborn R, Collie JS, Pitcher CR, Amoroso RO, Parma AM, Suuronen P, Kaiser MJ (2017) Global analysis of depletion and recovery of seabed biota after bottom trawling disturbance. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114:8301–8306.
- Hutchison ZL, Bartley ML, Degraer S, English P, Khan A, Livermore J, Rumes B, King JW (2020) Offshore wind energy and benthic habitat changes. *Oceanography* 33(4): 58-69.
- Macreadie PI, Fowler AM, Booth DJ (2011) Rigs-to-reefs: will the deep sea benefit from artificial habitat? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(8):455-461.
- Nolasco R, Gomes I, Peteiro L, Albuquerque R, Luna T, Dubert J, Swearer SE, Queiroga H (2018) Independent estimates of marine population connectivity are more concordant when accounting for uncertainties in larval origins. *Scientific Reports* 8(1): 2641.
- Pedersen S, Liniger J, Sørensen FF, von Benzon M. (2022) On marine growth removal on offshore structures. In *OCEANS 2022-Chennai* (pp. 1-6). IEEE.
- Püts M, Kempf A, Möllmann C, Taylor M (2023) Trade-offs between fisheries, offshore wind farms and marine protected areas in the southern North Sea – winners, losers and effective spatial management. *Marine Policy* 152:105574.
- Riisgård HU (1991) Filtration rate and growth in the blue mussel, *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758: dependence on algal concentration. *Journal of Shellfish Research* 10(1):29-36.

- Slavik K, Lemmen C, Zhang W, Kerimoglu O, Klingbeil K, Wirtz KW (2019) The large-scale impact of offshore wind farm structures on pelagic primary productivity in the southern North Sea. *Hydrobiologia* 845:35-53.
- Utne-Palm AC, Sjøiland H, Sveistrup A, Renner A, Ross R, Moy FE, Paskyabi MB, Totland A, Hannaas S, Jong K, Gonzalez-Mirelis G, Hovland T, Pedersen G, Wilhelmsen JF, Nina MAM, Heum SW, Skjold W, Vågenes S, Skaret G, Corus F, Voronkov A, Vågenes P, Kielland L (2023) *Cruise report Hywind Tampen 13 to 28 March 2023-Cruise no. 2023001004 GO Sars. Toktrapport.*
- WavEC, Júlio de Jesus Consultores (2018) *WindFloat Relatório de conformidade ambiental do projeto de execução - RECAPE.*
- Zuñiga D, Castro CG, Aguiar E, Figueiras FG, Labarta U (2014) Biodeposit contribution to natural sedimentation in a suspended *Mytilus galloprovincialis* Lmk mussel farm in a Galician Ria (NW Iberian Peninsula). *Aquaculture* 432.

[Aprovada, por unanimidade, na 3.ª reunião ordinária do CNADS em 2024, realizada a 27 de maio]

O Presidente

a) Filipe Duarte Santos