



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

A Energia Eólica *Offshore* em Portugal: Evolução, Impactos e Perspetivas Futuras

Ricardo Coimbra de Sousa

Mestrado em Gestão

Orientadora:

Professora Doutora Isabel Salavisa de Oliveira Lança, Professora Catedrática,

Iscte – Instituto Universitário de Lisboa

setembro, 2024



BUSINESS
SCHOOL

Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

A Energia Eólica *Offshore* em Portugal: Evolução, Impactos e Perspetivas Futuras

Ricardo Coimbra de Sousa

Mestrado em Gestão

Orientadora:

Professora Doutora Isabel Salavisa de Oliveira Lança, Professora Catedrática,

Iscte – Instituto Universitário de Lisboa

setembro, 2024

Agradecimentos

Gostaria de deixar os mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas que me ajudaram a tornar esta dissertação numa realidade da qual muito me orgulho, e por me apoiarem na conclusão do meu curso.

Aos meus pais e ao meu irmão, agradeço imensamente por terem sido a base sólida sobre a qual construí a minha trajetória. Transmitiram-me os melhores valores e educação e fizeram tudo o que estava ao seu alcance para me proporcionar as melhores oportunidades na vida. Ensinarão-me o valor do esforço, da dedicação e da perseverança, incentivando-me sempre a seguir em frente, mesmo nos momentos mais desafiantes. O vosso apoio incondicional, as vossas palavras de encorajamento e o amor constante que me deram foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. A cada conquista, carrego comigo a certeza de que nada disto teria sido possível sem vocês. Obrigado por serem o meu porto seguro e minha maior inspiração.

À minha namorada, pela paciência e apoio, por me ajudar a superar-me a cada dia e me fazer acreditar que sou capaz de alcançar os objetivos a que me proponho. Todas as minhas conquistas tornam-se mais emocionantes ao partilhá-las contigo.

Quero deixar uma palavra especial à minha orientadora, Professora Doutora Isabel Salavisa. Agradeço o seu encorajamento, dedicação, disponibilidade, sugestões, conhecimento partilhado, correções durante todo o processo de elaboração do trabalho e por suscitar um maior interesse por esta área.

Por último, gostaria de agradecer aos técnicos e responsáveis da Associação de Pescadores Ribeirinha de Viana, da Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG) e da Ocean Winds pela sua colaboração e disponibilidade prestadas para a realização das entrevistas, oferecendo o seu tempo e recursos, tendo sido essenciais para o desenvolvimento deste projeto.

Resumo

Devido à necessidade de transição para uma economia sustentável, surgiu a energia eólica *offshore*, uma energia renovável proveniente do aproveitamento da força do vento no mar. Sendo Portugal um país localizado junto ao mar, a energia eólica *offshore* representa uma grande oportunidade estratégica. Devido às características da plataforma continental de Portugal, onde o mar atinge grandes profundidades numa curta distância, é necessária a utilização de plataformas flutuantes.

Posto isto, esta dissertação estuda o estado da energia eólica *offshore* em Portugal, a sua tecnologia, os projetos existentes, e a sua produção energética.

Este estudo perspetiva o futuro da energia eólica *offshore* em Portugal e analisa os impactos que a implementação deste tipo de energia renovável traz, de modo a garantir a viabilidade da sua implementação, sendo ainda apresentadas as vantagens e desvantagens desta energia em relação a outras fontes de produção de energia elétrica. Para obter as conclusões pretendidas, recorreu-se à revisão da literatura, à análise documental sistemática de fontes diversas e à análise de informação estatística sobre o caso de Portugal e de casos internacionais relevantes. Foi feita também recolha de dados com recurso a entrevistas semiestruturadas a profissionais de algumas organizações.

A eólica *offshore* em Portugal, está a dar os primeiros passos em comparação com outras energias, tendo de evoluir em certos níveis, como na diminuição dos custos da tecnologia. No entanto, as perspetivas futuras são positivas, sendo que será uma realidade muito importante para o país no futuro, e bastante competitiva, comparando com outras energias renováveis.

Palavras-chave: Energia Eólica *Offshore*; Portugal; WindFloat; Impactos; Perspetivas Futuras.

Códigos de classificação JEL: Q42; O13;

Abstract

Due to the need to move towards a sustainable economy, offshore wind energy emerged, a renewable energy that comes from harnessing the power of the wind at sea. As Portugal is a country located by the sea, offshore wind energy represents a great strategic opportunity. Due to the characteristics of Portugal's continental shelf, where the sea reaches great depths at a short distance from the coast, it is necessary to use floating platforms.

That said, this dissertation studies the state of offshore wind energy in Portugal, the technology used, the existing projects, and energy production.

This study looks to the future of offshore wind energy in Portugal and analyses the impacts that the implementation of this type of renewable energy brings, to guarantee the viability of its implementation, while also presenting the advantages and disadvantages of this energy in relation to other sources of electricity production. To reach the conclusions, we used a literature review, systematic documentary analysis of various sources and analysis of statistical information on the case of Portugal and other relevant international cases. Data was also collected, using semi-structured interviews with professionals from some organisations.

Offshore wind energy in Portugal is taking its first steps, compared to other energies, and still must evolve at certain levels, such as reducing the costs of the technology. However, the outlook for the future is positive, and it will be an important reality for the country in the future, and competitive compared to other renewable energies.

Keywords: Offshore Wind Energy; Portugal; WindFloat; Impacts; Prospects.

JEL Classification Codes: Q42; O13

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract.....	v
Glossário de Siglas e Acrónimos.....	xi
Glossário de Símbolos	xii
1. Introdução	1
1.2 Problema de Investigação	2
1.3 Questões de Investigação.....	2
1.4 Objetivos de Investigação.....	3
1.5 Estrutura da Dissertação	4
2. Revisão de Literatura	5
2.1 Transição Energética.....	5
2.2 Energias Renováveis.....	7
2.2.1 Energia Solar	7
2.2.2 Energia Hídrica.....	8
2.2.3 Biomassa	8
2.2.4 Energia Oceânica.....	8
2.2.5 Energia Geotérmica	9
2.2.6 Energia Eólica	9
2.3 Energia Eólica <i>Offshore</i>	10
2.4 Parques Eólicos <i>Offshore</i>	12
2.4.1 Parques Eólicos <i>Offshore</i> de Fundação Fixa	13
2.4.2 Parques Eólicos <i>Offshore</i> Flutuantes.....	16
2.5 Casos Internacionais de Parques Eólicos <i>Offshore</i>	19
3. Metodologia	25
4. Parques Eólicos <i>Offshore</i> em Portugal	27

4.1 Projeto WindFloat.....	28
4.2 Tecnologia WindFloat	31
4.3 Parceiros e Apoios do WindFloat	33
4.3.1 Papel da EDP no Desenvolvimento da Energia Eólica <i>Offshore</i>	35
4.4 Produção, Fabricação e Construção das Infraestruturas do WindFloat	36
4.5 Produção de Energia em Portugal.....	38
4.6 Enquadramento Legal e Regulatório	39
4.7 Custo Nivelado de Eletricidade da Energia Eólica <i>Offshore</i> (LCOE).....	43
5. Impactos dos Parques Eólicos <i>Offshore</i>	45
5.1 Impactos Ambientais	45
5.2 Impactos Socioeconómicos.....	48
5.3 Medidas de Mitigação dos Impactos	50
5.4 Vantagens e Desvantagens/Desafios dos Parques Eólicos <i>Offshore</i>	53
6. Perspetivas Futuras da Energia Eólica <i>Offshore</i> em Portugal	55
6.1 Exploração de Novas Regiões para Energia Eólica <i>Offshore</i>	59
7. Discussão dos Resultados e Conclusões	65
7.1 Recomendações.....	68
Legislação	69
Referências Bibliográficas.....	71
Anexos	79

Índice de Figuras

Figura 1: Tipos de Fundações Fixas.....	16
Figura 2: Tipos de Fundações de Plataformas Flutuantes.....	18
Figura 3: Cenários de Evolução Prevista do Consumo Final de Eletricidade.....	57
Figura 4: Mapa com a Delimitação da ZLT	59
Figura 5: Mapa com as Regiões do PAER.....	61
Figura 6: Mapas com a Representação dos Lotes a Disponibilizar no Lançamento do Primeiro Procedimento Concorrencial	64

Índice de Tabelas

Tabela 1: Conceitos e Unidades de Energia.....	11
Tabela 2: Tabela Representativa das Características dos Casos Internacionais de Parques Eólicos <i>Offshore</i>	20
Tabela 3: Quadro Síntese relativo aos Apoios Recebidos, Investimento Anunciado, Capacidade Instalada e Projetada e Tarifa Contratualizada	34
Tabela 4: Vantagens e Desvantagens/Desafios dos Parques Eólicos <i>Offshore</i>	54
Tabela 5: Quadro Síntese relativo às Áreas e Potências até 2030, segundo o PAER	62
Tabela 6: Quadro Síntese relativo às Áreas, Potências e Lotes do Grupo de Trabalho, segundo o Grupo de Trabalho	63
Tabela 7: Quadro Síntese relativo à Sequenciação Temporal das Áreas e dos Lotes a Disponibilizar no Âmbito do Lançamento do Primeiro Procedimento Concorrencial	64

Glossário de Siglas e Acrónimos

AML - Área Metropolitana de Lisboa
APA - Agência Portuguesa do Ambiente
APP - Associação dos Portos de Portugal
APREN - Associação Portuguesa de Energias Renováveis
BEI - Banco Europeu de Investimento
CCDR - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CE - Comissão Europeia
CMVM - Comissão do Mercado de Valores Mobiliários
CO² - Dióxido de Carbono
DGEg - Direção-Geral de Energia e Geologia
DGPM - Direção-Geral de Política do Mar
DGRM - Direção-Geral de Recursos Naturais e Serviços Marítimos
EDPR - EDP Renováveis
EI-ERO - Estratégia Industrial para as Energias Renováveis Oceânicas
EMF - Eolien Maritime France
ENM - Estratégia Nacional para o Mar
EUA - Estados Unidos da América
FAI - Fundo de Apoio à Inovação
FEDER - Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional
FPC - Fundo Português de Carbono
GEE - Gases com Efeito de Estufa
GmbH - Sociedade com Responsabilidade Limitada (Lda.)
GW - Gigawatt
GWh - Gigawatt-hora
HVAC - Corrente Alternada em Alta Tensão
HVDC - Corrente Contínua em Alta Tensão
ICNF - Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
Km - Quilómetro
Km² - Quilómetro Quadrado
kV - Quilovolt
LCOE - Custo Nivelado da Eletricidade
LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia

M - Metro
MW - Megawatt
MWh - Megawatt-hora
Nº - Número
NIB - Nordic Investment Bank
OE - Objetivo Estratégico
OMS - Operação, Manutenção e Serviço
OW - Ocean Winds
PAER - Plano de Afetação de Energias Renováveis *Offshore*
PMC - Conectores de Amarração de Plataforma
PNEC - Plano Nacional Energia e Clima
PSOEM - Plano de Situação de Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional
RCM - Resolução do Conselho de Ministros
REN - Redes Energéticas Nacionais, SGPS, S.A.
RNC - Roteiro para a Neutralidade Carbónica
RNT - Rede Nacional de Transporte
SPAR - Single Point Articulation Reservoir
TIC - Custo Total de Instalação
TLP - Tension Leg Platform
TSO - Operador do Sistema de Transmissão
TUPEM - Títulos de Utilização Privativa do Espaço Marítimo
TWh - Terawatt-hora
UE - União Europeia
VC - Viana do Castelo
W - Watt
WACC - Custo Médio Ponderado de Capital
WFA - WindFloat Atlantic
WWF - Fundo Mundial para a Natureza
ZLT - Zona Livre Tecnológica

Glossário de Símbolos

Σ - Somatório

1. Introdução

1.1 Contextualização

Num mundo cada vez mais saturado, muito devido às energias fósseis, foi necessário procurar outros tipos de energia, de modo a suprir as necessidades energéticas cada vez maiores, tendo isso levado a um novo olhar para as energias renováveis. Com o desenvolvimento das mesmas emergiu a alternativa bastante promissora denominada de energia eólica *offshore*, uma energia limpa e resiliente, que favorece a transição energética. Sendo Portugal, um país que se localiza junto ao mar, tendo uma extensa costa e valioso em recursos naturais, a aposta na energia eólica *offshore* representa uma grande oportunidade estratégica, tendo em vista a redução da dependência de energias fósseis, ou seja, não renováveis, contribuindo assim para a transição energética, assim como para a mitigação das alterações climáticas.

Posto isto, é necessário analisar os impactos que esta fonte de energia renovável carrega consigo em diversos níveis e em diversos setores, averiguando os impactos ambientais, sociais e económicos, relacionados com a implementação de parques eólicos *offshore* no contexto português, considerando as implicações para as comunidades locais, a biodiversidade marinha e a economia nacional. É também vital estudar a sua evolução, investigando os seus marcos históricos, evoluções tecnológicas e adversidades ou desafios ao longo do tempo e as suas perspetivas futuras, identificando oportunidades no desenvolvimento deste setor.

Este tipo de energia tem como principal característica as suas instalações de geração de energia estarem localizados no mar, em águas mais costeiras ou em águas mais profundas. Através das turbinas eólicas o vento é captado sendo convertido em eletricidade para alimentar as casas das pessoas e outras instalações, sendo por isso uma energia inesgotável. A construção destes parques eólicos *offshore*, como referido anteriormente, carrega diversos impactos, sendo esses impactos positivos, mas também negativos. Os principais impactos positivos existentes são o facto destes parques eólicos produzirem uma energia limpa, contribuindo para a redução das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) e também para o desenvolvimento económico e a redução da dependência energética. No entanto, também carregam diversos impactos negativos, como por exemplo a nível ambiental, devido à alteração e perturbação dos ecossistemas marinhos e devido ao impacto visual que é uma preocupação para o setor do turismo.

Assim sendo, este é um tema que merece uma especial atenção, visto ser bastante recente, acarretando uma grande responsabilidade, derivado da falta de sintonia entre todas as comunidades e setores, e implicando um avultado capital para a produção desta energia. Este tipo de energia pode contribuir para dar capacidade de resposta ao país, tendo em conta as previsões futuras de que o consumo de energia elétrica irá duplicar até 2030 e mais que triplicar até 2040, devido à massificação da eletrificação das atividades económicas, da mobilidade e dos consumos, da expansão dos *data centres* e da produção de hidrogénio verde. Posto isto, é necessário que existam fontes de energia seguras que concedam capacidade de produção elétrica ao país, tendo a energia elétrica *offshore* esse potencial.

1.2 Problema de Investigação

O mundo complexo e não consensual das energias tem sofrido diversos desenvolvimentos e evoluções, encontrando-se há algum tempo, muito devido ao aquecimento global, numa transição energética. Com o investimento em energias renováveis, surgiu a energia eólica *offshore*. A não consensualidade, relativamente à implementação dos parques eólicos *offshore*, surge devido aos impactos que aos mesmos estão associados, assim como as suas perspetivas futuras. Um exemplo dessa não consensualidade verifica-se em Portugal com a resistência à proposta de construção de cinco novos parques eólicos *offshore*. Posto isto, é necessário investigar e analisar os impactos existentes, de modo a procurar formas de mitigar os mesmos, assim como verificar a evolução que esta energia teve e as perspetivas que esta energia trará para o futuro energético.

1.3 Questões de Investigação

Através desta dissertação pretende-se responder às seguintes questões principais:

Q1 - A energia eólica *offshore* tem capacidade para contribuir significativamente para os objetivos climáticos do país?

Q2 - Terá a energia eólica *offshore* um potencial de expansão semelhante ao das outras energias renováveis, como a eólica *onshore* e a fotovoltaica, tendo em conta os avultados investimentos necessários e os apoios públicos requeridos?

Q3 - Será que os custos de instalação e de produção de energia eólica *offshore* vão descer substancialmente, devido à evolução da tecnologia e às economias de escala, designadamente na produção de equipamentos para as plataformas?

Esta questões foram formuladas com a finalidade de orientar a investigação, mas pretende-se ainda contribuir para responder às seguintes questões específicas:

Q4 - Qual a importância atual da energia eólica *offshore* para a produção de energia em Portugal?

Q5 - Quais os impactos que os parques eólicos *offshore* podem apresentar?

Q6 - Quais os exemplos internacionais de sucesso nesta área?

Q7 - Quais as vantagens e desvantagens da energia eólica *offshore*, em relação a outras energias renováveis?

Q8 - Quais os principais obstáculos ao desenvolvimento da energia eólica *offshore* em Portugal?

Q9 - Como tem sido a evolução tecnológica da produção de energia eólica *offshore*?

Q10 - Quais são as perspectivas de crescimento da energia eólica *offshore* em Portugal?

1.4 Objetivos de Investigação

Através da elaboração desta dissertação, pretende-se compreender o funcionamento e a história da energia eólica *offshore*, assim como os seus impactos e as suas perspetivas futuras, analisando os conceitos relativos a este tipo de energia, bem como o respetivo papel na transição energética. Através da análise da literatura científica, de documentos e sites corporativos e de entidades públicas, da legislação relevante e de experiências internacionais bem-sucedidas, tem-se como objetivo, perceber a viabilidade desta energia, designadamente em Portugal, com um estudo detalhado do caso WindFloat Atlantic (WFA), primeira experiência comercial no país.

Deste modo, a dissertação tem os seguintes objetivos: (1) análise do papel da energia eólica *offshore* na transição energética, designadamente em Portugal; (2) avaliação e análise dos respetivos impactos socioeconómicos e ambientais; (3) análise do posicionamento de Portugal, no que se refere à instalação de parques eólicos *offshore*, designadamente quanto à sua capacidade de captar investimentos de grande dimensão e também de participar na cadeia

de valor da produção de equipamentos; (4) perspectivas de evolução da produção de energia eólica *offshore*.

1.5 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação é constituída por 7 capítulos, o primeiro dos quais é a Introdução, onde é apresentada, inicialmente, uma contextualização do tema apresentado. O segundo capítulo diz respeito à revisão de literatura, sendo expostos os conceitos gerais relativos à transição energética e às energias renováveis, assim como as características e tecnologia dos parques eólicos *offshore* e exemplos de casos internacionais deste tipo de parque. Quanto ao terceiro capítulo, este refere a metodologia aplicada na presente dissertação. No capítulo seguinte, capítulo 4, é apresentado o caso português, sendo analisada a presença da energia eólica *offshore* em Portugal, a sua tecnologia e a produção, fabricação e desenvolvimento das suas infraestruturas. Relativamente ao capítulo 5, este apresenta os impactos que este tipo de energia produz, sendo referidos os impactos ambientais e socioeconómicos, assim como as vantagens e desvantagens/desafios destes parques em relação a outras fontes de produção de energia elétrica. O capítulo 6 apresenta as perspectivas futuras da energia eólica *offshore* em Portugal. Por fim, é apresentada a discussão dos resultados e as principais conclusões, juntamente com recomendações para melhorias futuras neste setor.

2. Revisão de Literatura

2.1 Transição Energética

A evolução nas indústrias, na urbanização e conseqüentemente na economia causada devido à primeira revolução industrial, conduziu à necessidade de explorar novas fontes de energia, de modo a responder à necessidade de mais energia relacionada com os mais recentes equipamentos.

Durante a primeira revolução industrial, a que inicia o processo de industrialização mundial, começou-se a recorrer ao carvão como principal fonte de energia. Após esta, aquando da segunda revolução industrial, estando esta associada à eletricidade, trouxe iluminação e energia acessível a muitas pessoas, além de promover a criação de linhas de montagem e produção em massa, inaugurando a era da produção industrial em larga escala, o petróleo começou a ser fortemente explorado, tendo tido conseqüências positivas no aumento da potência dos equipamentos, o que naturalmente afetou de forma positiva o crescimento e progresso económico das indústrias que recorriam a este recurso. Posto isto, estes recursos energéticos naturais que estavam disponíveis, as fontes de energia primárias, começaram a ser trabalhados, sendo transformados em energias diferentes, como combustíveis e eletricidade, ou seja, eram energias fósseis. Estas energias já transformadas, denominadas por isso fontes de energia secundárias, eram então distribuídas pelas redes, de modo a serem utilizadas pelas pessoas e pelas indústrias (Turedi & Turedi, 2021).

Com o passar do tempo, a partir de novos conhecimentos e com o acesso a mais dados sobre os combustíveis fósseis como o petróleo, o gás natural e o carvão, foi percebendo-se que a exploração excessiva destes recursos não era nada viável a nível ambiental (Apostu et al., 2022). Afinal de contas estes não são renováveis, ou seja, mais cedo ou mais tarde estes recursos irão desaparecer. Um dos principais aspetos negativos é que a intensa exploração e utilização destes recursos não renováveis têm impactos muito negativos para o planeta, estando a provocar o aumento do efeito estufa e conseqüentemente o aquecimento global, e para os seres vivos que nele habitam, incluindo o ser humano, diminuindo assim a sua qualidade de vida, e a perda de biodiversidade devido ao desaparecimento dos habitats essenciais para a fauna e flora (Apostu et al., 2022). De acordo com um estudo do Fundo Mundial para a Natureza (WWF), em 2022 o mundo esgotou o capital natural disponível para todo o ano em pouco mais de 200 dias, devido ao seu consumo excessivo.

A mitigação eficaz das alterações climáticas exigirá transformações profundas nos sistemas de produção de eletricidade, agricultura, transportes e outros (Geels et al., 2017). Por isso, de modo a aliviar os impactos causados por esta longa e intensa exploração destas energias não renováveis, foram procuradas alternativas mais viáveis e mais limpas, que fossem renováveis, para poderem ser usadas em detrimento destas energias fósseis poluentes. Assim, apareceram as energias renováveis, ou seja, energias que não se esgotam, sendo estas energias mais limpas. Em 2015 a União Europeia (UE) liderou o Acordo de Paris relativamente às alterações climáticas com a ambição de reduzir as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) em cerca de 55% até ao final de 2030 (Parlamento Europeu, 2016 como citado em Asiedu et al., 2023). É ainda esperado que até 2050 as fontes de energia renováveis satisfaçam 80% da procura global por energia (Telegina & Chapaikin, 2022).

Muitos analistas apoiam a implementação de políticas para reforçar a utilização de energias renováveis, eliminando gradualmente as energias baseadas no carbono, políticas essas que incluíam regulamentações que reduzam as emissões de tecnologias ou setores específicos; alteração das regras do mercado para a descarbonização; políticas para incentivar a discussão e o debate social, com a criação de novas entidades; e eliminação do apoio a tecnologias com alto teor de carbono (Geels et al., 2017).

As transições para energias de carbono reduzido envolvem diversos processos, como sociais, culturais e políticos, assim como alterações no consumo, sendo por isso as abordagens socio-técnico-económicas muito úteis para analisar e gerir estas transições, pois estas não são apenas impulsionadas por incentivos financeiros, regulamentações, tarifação do carbono e fornecimento de informação. É então necessário um alinhamento entre os objetivos climáticos e a política (Geels et al., 2017).

Através das Diretivas 2018/2001/UE (Diretiva de Energias Renováveis II, REDII) e a Diretiva 2019/944/UE para o mercado interno de eletricidade (Diretiva do Mercado Interno de Energia, IEM), a UE introduziu políticas para promover a difusão da utilização de fontes renováveis, sensibilizando a sociedade para a transição energética, como meio para atingir a melhoria do ecossistema. As pessoas, empresas ou municípios que procederam à instalação destes centros de produção de energia renovável irão receber benefícios a nível ambiental, económico ou social (Cavallaro et al., 2023).

As Comunidades Energéticas, através do comprometimento das comunidades e dos produtores no uso adequado dos recursos energéticos através de técnicas participativas que incentivem o crescimento da consciência do lugar (Magnaghi, 2013 como citado em

Cavallaro et al., 2023), reforçam o conceito “não há economia verde sem sociedade verde” (Bonomi, 2020 como citado em Cavallaro et al., 2023).

2.2 Energias Renováveis

As energias renováveis ou energias limpas, derivam de fontes que têm reposição natural, sendo por isso fontes de energia autossustentáveis que existem no meio natural, podendo ser utilizadas sem termo, visto terem estas características. Estas fontes beneficiam tanto a sociedade como as empresas e governos, baixando os preços da energia e reduzindo as emissões, melhorando o meio ambiente (Ivanova & Datta, 2023).

No entanto, em comparação com o setor energético convencional, ou seja, as energias não renováveis, as energias renováveis são mais arriscadas, pois o investimento inicial nas mesmas é muito alto e os retornos são obtidos durante um período mais longo (Tayyab et al., 2021). Alguns estudos fornecem evidências de que o investimento no setor das energias renováveis internaliza os riscos dispendiosos associados à incerteza do preço da eletricidade. (Tayyab et al., 2021). Posto isto, a energia renovável deriva da energia existente no meio ambiente, incluindo a energia solar, a energia hídrica, a biomassa, a oceânica, a geotérmica e a eólica.

2.2.1 Energia Solar

Esta energia abrange diversas tecnologias, inclui células fotovoltaicas que convertem a luz solar direta em energia elétrica e sistemas solares térmicos que aquecem água e outros líquidos, direta ou indiretamente, para produzir vapor que é então convertido em eletricidade por meio da rotação de uma turbina. Além disso, engloba também sistemas solares passivos, que empregam técnicas de construção inovadoras para otimizar a captação da radiação solar utilizando janelas, aberturas e materiais de construção. A grande vantagem é a inexistência de escassez de luz solar na maior parte das regiões do mundo, sendo por isso uma energia abundante (Ivanova & Datta, 2023).

2.2.2 Energia Hídrica

Esta energia é criada através da água em movimento, por norma rios, mas também riachos. A energia cinética causada pelo movimento da água é utilizada para fazer girar as turbinas, gerando assim a energia elétrica. Muitos dos projetos deste tipo de energia incluem barragens com reservatórios, geradoras nos cursos de água e a fio d'água (neste último caso, o funcionamento da geradora adapta-se ao regime dos caudais do rio). A forma como os reservatórios hídricos funcionam também trazem benefícios para a saúde e segurança. Os reservatórios fornecem água para irrigação, fornecem água potável e permitem a sustentabilidade das atividades pesqueira, tornando-os essenciais na matriz de segurança alimentar e controlo de secas. Estes reservatórios são facilmente atualizáveis e podem armazenar energia durante longos períodos de tempo, sendo esse um ponto bastante importante (Ivanova & Datta, 2023).

2.2.3 Biomassa

Esta energia é originada através de fontes biológicas, o que inclui o biodiesel, sendo este utilizado para o transporte e produção de eletricidade. A produção de eletricidade pode ser feita através de várias fontes de origem biológica, entre as quais o biogás de resíduos animais e material composto, o bioetanol de culturas como cana-de-açúcar, soja, lascas de madeira, palha de trigo e milho, entre outras. Uma das principais vantagens desta energia de origem biológica é que esta, por norma, é um resíduo ou um produto já trabalhado. Este recurso pode ser utilizado em qualquer local, devido a derivar de fontes biológicas (Ivanova & Datta, 2023).

2.2.4 Energia Oceânica

A energia oceânica provém da energia das ondas e das marés. Esta energia já é utilizada há bastante tempo, no entanto, devido às alterações climáticas, o desenvolvimento de tecnologias para existir um maior aproveitamento de todo o potencial desta energia para a produção de eletricidade aumentou. Uma das principais vantagens da energia oceânica é a sua consistência durante todo o ano, pois é afetada pela rotação da Lua em torno da Terra (Owusu & Asumadu-Sarkodie, 2016, como citado em Ivanova & Datta, 2023).

2.2.5 Energia Geotérmica

É a energia que provém do calor que se encontra dentro do núcleo da Terra. Está relacionada às estruturas internas do planeta e aos processos físicos do núcleo. Apesar do calor que se encontra na crosta terrestre e das profundidades mais elevadas, muito raramente está concentrado e ocorre em profundidades demasiado vastas para a exploração através da maquinaria. Como resultado, é muito difícil perfurar grandes áreas do interior da Terra para obter energia geotérmica e extrair vapor de reservatórios geotérmicos já existentes. No entanto, esta energia tem uma desvantagem, pois as águas residuais resultantes da extração de energia geotérmica muitas vezes contêm contaminantes, como o mercúrio e gases como dióxido de carbono e sulfureto de hidrogénio. Apesar de já existirem métodos para lidar com este problema, como a injeção dos gases e da água de volta para o solo, estes contaminantes são um problema importante (Ivanova & Datta, 2023).

2.2.6 Energia Eólica

É a energia que advém do vento e que é transformada em energia útil, através das turbinas eólicas, também denominadas de aerogeradores. Essas turbinas eólicas têm hélices que se movimentam com a velocidade do vento, tornando essa energia permanentemente disponível, no entanto, com variações significativas ao longo do ano. Estas turbinas eólicas são instaladas em zonas estratégicas, ou seja, em locais ventosos e por norma em altas altitudes. Estas turbinas possuem sistemas capazes de ajustar a velocidade das hélices, de modo a ser mantida uma velocidade estável de acordo com a variação da velocidade e força do vento (Iberdrola, n.d.).

Um conjunto de aerogeradores é chamado de parque eólico, e maioritariamente são utilizados para fornecer localidades remotas, no entanto, a energia elétrica também pode ser colocada na rede nacional. Os parques eólicos subdividem-se em dois, *onshore* e *offshore*, os primeiros localizam-se em terra, enquanto os segundos localizam-se no mar. Atualmente, a China é o líder global em energia eólica, tendo o seu desenvolvimento promovido a taxa de crescimento da energia eólica global (Sic Notícias, 11 de julho de 2024).

2.3 Energia Eólica *Offshore*

A energia eólica *offshore* tem bastantes semelhanças com a energia eólica *onshore* no seu funcionamento, ou seja, através do aproveitamento da força do vento, neste caso no mar, as turbinas eólicas transformam a energia cinética em energia elétrica por meio da rotação das pás. Devido à inexistência de obstáculos físicos no mar, os ventos fluem mais facilmente (Bhatia et al., 2022). De forma que a energia seja transportada, um cabo elétrico submarino é colocado no fundo marinho, permitindo que a energia elétrica produzida escoe e seja entregue, através da ligação a um cabo subterrâneo na zona do porto marítimo (Windplus, 2015).

A energia eólica *offshore* é uma energia renovável que tem sido submetida a um grande desenvolvimento tecnológico na última década. Foram feitas novas descobertas e avanços tecnológicos, enquanto a sua cadeia de abastecimento aumentou a sua eficiência, o que permitiu a redução dos seus custos. Motivada por esta evolução, também se registou uma redução significativa do Custo Nivelado da Eletricidade (LCOE - indicador económico que traduz o custo do sistema de geração de energia, incluindo todos os custos ao longo da sua vida útil, como o investimento inicial, operação e manutenção, custo do combustível e custos de capital investido) e do Custo Total de Instalação (TIC) das turbinas. Devido à sua entrada em diferentes mercados, foram também abertas portas para mais investimentos. Este tipo de energia tornou-se bastante atraente um pouco por todo o mundo, estando a desenvolver-se de uma forma tremenda mundialmente. Foi atingido, até ao final do ano 2020, uma capacidade instalada total (Tabela 1) de 35,3 GW de energia eólica *offshore* a nível mundial, entre os quais 90% operados no Oceano Atlântico e no Mar do Norte. Os países que lideram esta operação são o Reino Unido, a China, a Alemanha, os Países Baixos, a Bélgica e a Dinamarca. (Bilgili & Alphan, 2022).

Devido à sua localização, este tipo de energia tem um menor impacto visual e sonoro do que as turbinas eólicas *onshore*. O facto de não ocupar terreno que poderia ser usado para outros fins também é vantajoso, os recursos são mais potentes e há mais espaço para expansão. No entanto, o processo de transporte e instalação é bastante mais complexo do que a eólica convencional, pois requer transporte especializado da estrutura de suporte até ao local da instalação e maior manutenção, devido à grande exposição a ondas e ventos fortes e ao sal, não esquecendo a perturbação dos ecossistemas. (Comissão Europeia, 2020).

Tabela 1: Conceitos e Unidades de Energia, Fonte: Elaboração Própria, 2024

Capacidade Instalada	É a potência total que todas as turbinas eólicas instaladas podem gerar em conjunto. É medida em MW ou GW, e representa a quantidade máxima de energia elétrica que o conjunto das turbinas pode produzir sob condições ideais.
Capacidade de Produção	É a quantidade real de energia elétrica que pode ser gerada durante um determinado período de tempo. Esta medida leva em consideração não apenas a capacidade instalada, mas também fatores que afetam a produção real, como a variabilidade do vento, manutenção das turbinas e a eficiência do sistema.
Megawatt (MW)	É utilizado para medir a potência. Representa uma medida de potência equivalente a um milhão de Watts (W).
Gigawatt (GW)	É utilizado para medir a potência. Esta grandeza representa uma medida de potência equivalente a mil milhões de Watts (W).
Megawatt-hora (MWh)	É a quantidade de energia utilizada para alimentar uma carga com uma potência de 1 MW ao longo de uma hora.
Gigawatt-hora (GWh)	É a quantidade de energia que alimenta uma carga com uma potência de 1 GW ao longo de uma hora.

2.4 Parques Eólicos *Offshore*

Dado que a energia eólica costeira, geralmente, permite a instalação de turbinas eólicas mais altas, foram desenvolvidos projetos de parques eólicos, em grande escala, em várias zonas próximos à costa (Bilgili & Alphan, 2022).

A principal diferença entre os parques eólicos *onshore* e os parques eólicos *offshore*, reside na dificuldade tecnológica para a sua construção, devido à maior complexidade da sua instalação e da sua manutenção, tendo estas que ser realizadas sob cautelosas medidas de segurança, no espaço marítimo. A construção e operação deste tipo de parques *offshore* exige uma maior especialização dos meios logísticos. No entanto, a capacidade de geração de eletricidade é superior no ambiente marinho, devido ao vento ser mais regular e mais forte do que em terra.

O primeiro parque eólico *offshore* foi instalado em Vindeby na Dinamarca, em 1991. Este parque eólico era constituído por 11 turbinas, e cada uma destas produzia 450 kW cada, com uma capacidade de 5 MW. O parque eólico de Vindeby tornou-se então pioneiro nesta indústria eólica *offshore*. (Bilgili & Alphan, 2022).

Através da evolução, outros parques eólicos na Europa começaram a ser instalados. Na década de 2000 foram instalados este tipo de parques no sul do Mar do Norte, no Mar da Irlanda e no Mar Báltico, sendo o principal motivo da introdução dos parques nestes locais a existência dos ventos fortes que se fazem sentir nestes mares, em média superiores a 8 m/s e ainda devido às profundidades relativamente baixas, inferiores a 50 metros. Com estes novos parques, a capacidade acumulada instalada de energia eólica *offshore* no mundo aumentou para 67 MW em 2000 (Bilgili & Alphan, 2022).

Com o avançar dos anos, a instalação deste tipo de energia registou um grande crescimento, principalmente após 2007. Em 2013, a capacidade instalada de energia eólica cifrava-se em 11 GW. Em 2015, foram instaladas 3230 turbinas em 84 parques eólicos *offshore* em 11 países europeus. Em 2017, com a continuação do desenvolvimento, a capacidade global instalada aumentou para 20 GW. No ano de 2020, a capacidade eólica *offshore* a nível mundial era de 35 GW. O maior parque atualmente localiza-se no Reino Unido, possuindo também os custos mais baixos, a sua capacidade em 2020 era de 1,3 GW (Bilgili & Alphan, 2022).

Na atualidade, existem 162 parques eólicos *offshore* a nível global e existem 26 parques que estão em construção. É previsto que a capacidade total instalada global aumente para 382 GW até 2030 e para 2002 GW até 2050 (IRENA, 2021, como citado em Bilgili & Alphan,

2022). De acordo com a WindEurope, associação com sede em Bruxelas, Bélgica, que promove ativamente o uso da energia eólica na Europa, coordenando as políticas internacionais, as comunicações, a investigação e a análise, tendo como objetivo promover o seu desenvolvimento, sendo que a WindEurope tem mais de 600 membros na sua cadeia de valor, desde fabricantes de turbinas eólicas, fornecedores de componentes, promotores de parques eólicos a institutos de investigação, no ano de 2023, os investimentos na energia eólica *offshore* na Europa atingiram um novo recorde, com um total de 30 mil milhões de euros em oito novos parques, o que equivale a 9 GW de nova capacidade no total destes oito parques (Jornal de Negócios, 13 de setembro de 2024). Atualmente, a Europa tem mais de 32 GW de capacidade eólica *offshore* instalada (EDP, 20 de março de 2024).

Enquanto a energia captada aumenta por MW de capacidade, também a capacidade das turbinas eólicas tem aumentado cada vez mais o seu rendimento, estando estas a ser aumentadas pelos fabricantes, de modo a ser produzida mais eletricidade. Nos tempos que correm, uma única turbina eólica *offshore* tem mais capacidade do que a soma da capacidade dos dois primeiros parques eólicos *offshore* do mundo. (Bilgili & Alphan, 2022).

Devido a todos os avanços, foi possível avançar para águas mais profundas e mais longe da costa, de modo a alcançar ainda mais capacidade energética (Bhatia et al., 2022). As turbinas eólicas costeiras de base fixa, são instaladas utilizando pilares, estando estes fixos em solos firmes e estáveis, em profundidades até 50 ou 60 metros, ou seja, águas pouco profundas, enquanto as turbinas eólicas de base flutuante permitem a sua instalação em águas mais profundas e mais distantes da costa (Roddier & Einstein, 2010). Devido ao afastamento cada vez maior da costa, em águas mais profundas e com tecnologia mais avançada, os custos de instalação dos parques eólicos *offshore* tornaram-se maiores, devido ao custo de construção, investimentos em conexão à rede e mobilização de recursos humanos, sendo estes essenciais para um maior progresso (Bento & Fontes, 2019). No entanto, através da padronização dos projetos e fundações e do aumento da industrialização dos parques e da produção dos seus componentes foi alcançada uma economia de custos, assim como uma redução dos tempos de instalação e dos custos por unidade (Bilgili & Alphan, 2022).

2.4.1 Parques Eólicos *Offshore* de Fundação Fixa

Os parques eólicos *offshore* com fundação fixa são caracterizados por terem uma estrutura de apoio com fundação fixa sobre o fundo marinho, de modo a estarem estáveis para conseguir suportar as turbinas eólicas acima da superfície da água. Este tipo de estruturas é o mais

comum, tendo também surgido primeiro, sendo bastante mais utilizado do que o dos parques com as estruturas flutuantes. No entanto, o seu uso está limitado a profundidades marítimas mais reduzidas, até cerca de 50 metros, e para além de ser ter em consideração a profundidade, é também necessário analisar e ter em conta a qualidade do solo marinho.

Existem por isso vários tipos de fundações fixas que podem ser instaladas nas estruturas das turbinas eólicas, a *Monopile*, a *Gravity Base*, a *Suction Bucket*, a *Tripod* e a *Jacket*, conforme as características do solo marinho e do mar assim exigem, sendo que essas fundações são apresentadas nos subcapítulos seguintes e a suas representações ilustrativas são apresentadas na Figura 1.

2.4.1.1 *Monopile*

Este tipo de fundação é a mais comum, representando aproximadamente 80% das utilizadas, devido à sua simplicidade, pois é constituída por apenas um tubo metálico feito de aço. Não é necessária uma preparação do solo marinho onde é feita a implementação, sendo colocada no solo através da pressão no sentido do fundo marinho, ou seja, sentido descendente. Posto isto, em função do modo de como é instalada, estas estruturas são mais adequadas para solos semiduros, pois se o solo for duro, como por exemplo um solo rochoso, o mesmo pode causar danos ao material (IRENA, 2018).

Visto que esta tecnologia é bastante utilizada, sendo o seu fabrico bastante simples e feito em massa, isso faz com que esta seja a fundação mais competitiva em termos de custos, apresentando também um custo de instalação e transporte reduzido.

2.4.1.2 *Gravity Base*

Esta fundação, é caracterizada por ter uma base em betão, sendo esta instalada de modo que a estrutura da turbina eólica seja estabilizada através do efeito da gravidade. Para dar auxílio a esta estabilização, por vezes, são colocados blocos de rocha apoiados na base, evitando também a erosão. O *design* deste tipo de fundação, é mais apropriado para águas com um solo marinho mais plano e águas pouco profundas. Dado que a maior parte da estrutura é feita de betão, esta é mais duradoura em ambientes marítimos, reduzindo assim a necessidade de manutenção. Este tipo de fundação representa cerca de 9% do mercado (IRENA, 2018).

Uma das maiores vantagens da *Gravity Base*, é o conceito a que está associada de “*Float and Submerge*”, ou seja, flutuar e submergir. Isto significa que a estrutura pode flutuar,

podendo assim ser transportadas em rebocadores, ao invés de grandes navios e barcos, o que se traduz numa redução dos custos de transporte. A estrutura também submerge pois, quando a fundação estiver no seu local de instalação, esta é submersa para debaixo de água, sendo isso alcançado através do bombeamento de água para a fundação como lastro, de modo que esta afunde até ao fundo do mar. Quando isso for concretizado, a água é substituída por areia, proporcionando estabilidade à estrutura (Bam, 4 de agosto de 2017).

2.4.1.3 Suction Bucket

Estes baldes de sucção são feitos em aço, tendo um diâmetro de dezenas de metros. Este tipo de fundação fixa combina as características das duas fundações referidas anteriormente, ou seja, a *Monopile* e a *Gravity Base* (Pires, J. S., 26 de janeiro de 2022). Após a instalação da estrutura no fundo marinho, sucede-se a sucção da água de dentro do balde, através de bombas de água, fazendo com que a casca metálica perfure o subsolo através da diferença de pressão e do peso da fundação, sendo assim mantida a estabilidade da estrutura (Offshore Wind Design AS, n.d.).

Esta tecnologia está, no entanto, condicionada ao tipo de solo onde é instalada. Esta fundação só pode ser instalada em solos compostos por areia ou então argila, solos mais rochosos não são apropriados para este tipo de instalação.

Este tipo de fundação é o menos implementado no mercado de fundações fixas, correspondendo a cerca de 2% (IRENA, 2018).

2.4.1.4 Tripod

Este tipo de fundação é bastante semelhante à *Monopile*, sendo mais estável do que a mesma, no entanto, apresenta uma maior dificuldade de transporte. Esta tecnologia é baseada em implementações de fundações da indústria de petróleo e gás.

Para esta estrutura, é utilizada uma coluna no centro em aço, estando a mesma ligada à torre e por baixo dessa coluna central encontra-se uma estrutura de aço onde é transferida a força gerada para as estacas de aço. Esta tecnologia pode ser utilizada até 50 metros de profundidade, ao contrário da *Monopile* que é utilizada em profundidades menores, podendo ainda ser utilizada em solos mais duros do que a mesma (Windpower, 4 de janeiro de 2021).

Apenas cerca de 3,6% das fundações fixas utilizadas são deste tipo de tecnologia (IRENA, 2018).

2.4.1.5 Jacket

Esta fundação pode apresentar alguns designs diferentes, pois a mesma pode ser composta por três ou quatro pernas, podendo ainda as mesmas ser torcidas. A estrutura é instalada no fundo marinho através de estacas até à profundidade necessária para a estrutura ficar estável. Existem, por isso, certas semelhanças em relação à estrutura *Tripod*, sendo o tripé utilizado nestas fundações substituído por uma estrutura torcida, com pés fixos por perfuração.

As grandes vantagens deste tipo de fundação são a maior resistência que apresenta contra as ondas, ser possível serem instaladas turbinas de maior porte, devido à maior estabilidade que esta fundação apresenta, e ainda poder ser utilizada em águas mais profundas, em comparação com as outras fundações fixas referidas anteriormente. A maior desvantagem são os custos de construção e transporte serem superiores aos das outras fundações fixas (IRENA, 2018).

Este tipo de fundação fixa é utilizada por cerca de 5,6% do mercado (IRENA, 2018).

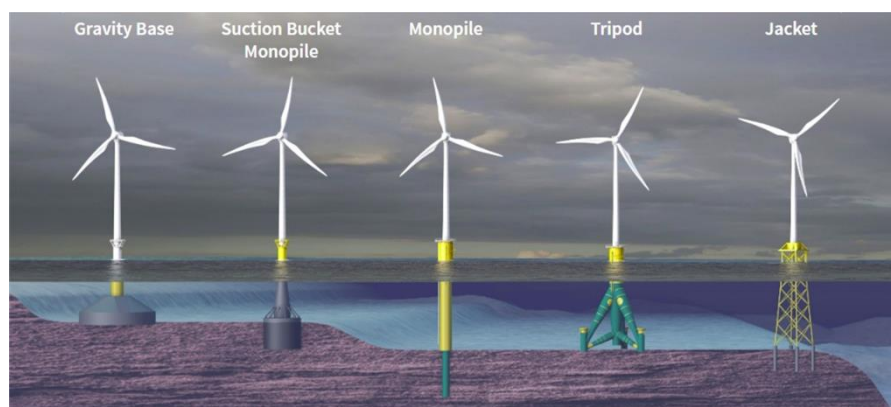


Figura 1: Tipos de Fundações Fixas, Fonte: TETHIS, 2023

2.4.2 Parques Eólicos Offshore Flutuantes

A energia eólica *offshore* em plataformas flutuantes é uma tecnologia recente que abre novos horizontes no grande potencial que são as águas profundas, sendo essas profundidades acima dos 50 metros. Esta energia é mais do que uma parte do sistema de inovação tecnológica eólica *offshore*, é um sistema tecnológico próprio, visto que a sua cadeia de abastecimento é diferente da cadeia dos parques eólicos de águas pouco profundas. As tecnologias dos dois tipos de parque também são diferentes, assim como os países que as desenvolveram, principalmente no que se refere à estrutura de fundações, visto que a dos parques de águas

pouco profundas são fixas, enquanto as dos parques de águas profundas são flutuantes, sendo os custos também diferentes (Bento & Fontes, 2019).

A profundidade da água onde se localizam estes parques no mar está a aumentar, estando isso relacionado com as velocidades de vento mais elevadas e com o aumento da capacidade. Não obstante, as profundidades tendem a aumentar com a distância à costa, acabando isso por ser um fator dificultador para a instalação dos parques, assim como os custos de manutenção e os custos operacionais. Através da montagem *onshore* completa destas plataformas é esperado que os custos reduzam, acabando por facilitar o transporte e a instalação, produzindo ainda um menor impacto ambiental no fundo marítimo. Porém, esses custos não deixam de ser elevados, principalmente os custos de investimento, o que acaba por restringir um pouco as perspectivas de mercado para estas plataformas flutuantes, apesar disso, alguns países estão a apostar nessa tecnologia, principalmente devido às excelentes condições marítimas que têm para a sua implementação, Portugal, Noruega e o Japão são alguns dos países que maior potencial têm de aproveitamento deste recurso (Bento & Fontes, 2019).

Atualmente, os cinco maiores parques eólicos *offshore* flutuantes a nível europeu são: o Hywind Scotland, localizado na Escócia, com uma capacidade de 30 MW; o Kincardine, localizado na Escócia, com uma capacidade de 50 MW; o WindFloat Atlantic, localizado em Portugal, com uma capacidade de 25 MW; o Pilot Park TetraSpar, localizado na Noruega, com uma capacidade de 3,6 MW; e por fim, o Floatgen, localizado em França, com 2 MW.

Posto isto, existem três *designs* de estruturas de plataformas flutuantes que podem ser implementadas nestes parques: a primeira é a *Single Point Articulation Reservoir (SPAR)*, a segunda é a *Semi-Submersible* a terceira é a *Tension Leg Platform (TLP)* (Bento & Fontes, 2019). As características desses *designs* são apresentadas nos subcapítulos seguintes e as suas representações ilustrativas são apresentadas na Figura 2.

2.4.2.1 SPAR

De forma a manter o centro de gravidade abaixo do centro de flutuabilidade contém um cilindro metálico oco que flutua verticalmente na água. Para a plataforma flutuante se manter no local, a mesma é ancorada ao solo através de cabos de amarração e por meio de âncoras.

Esta plataforma é rebocada horizontalmente até ao local e, quando chega, a turbina é montada por gruas existentes em navios de porte grande. Aquando da sua montagem, este *design* permite uma grande estabilidade, sendo esta tecnologia mais adequada para profundidades superiores a 100 metros (IRENA, 2016).

2.4.2.2 Semi-Submersible

Este design é composto por três colunas de aço ligadas entre si, assemelhando-se por isso à base das fundações fixas *Tripod*, podendo a turbina estar montada numa das colunas ou no centro das mesmas, fornecendo estabilidade hidrostática. Esta estrutura é também mantida na mesma posição através de cabos de amarração e de âncoras.

Apesar desta tecnologia necessitar de mais materiais de construção, esta estrutura pode ser rebocada para o mar totalmente montada, através de navios rebocadores convencionais, poupando muitos recursos, tais como navios e gruas (IRENA, 2016).

Este tipo de estrutura apresenta, no entanto, pouca estabilidade aquando da existência de ondulação mais forte.

2.4.2.3 TLP

É composta por uma coluna horizontal, assegurando assim que este tipo de estrutura flutue. A mesma é constituída por aço, sendo ancorada ao fundo por cabos tensionados, os quais exercem tensão vertical sobre a plataforma, permitindo uma maior estabilidade. Esta tecnologia é a mais estável, sofrendo menos com a ondulação, sendo mais aconselhável para os mares com condições mais extremas (IRENA, 2016).

Pode ser montada em terra e transportada para o mar até ao local onde vai ser instalada, no entanto, por vezes, são necessárias embarcações especiais para esse mesmo transporte, devido à pouca estabilidade.

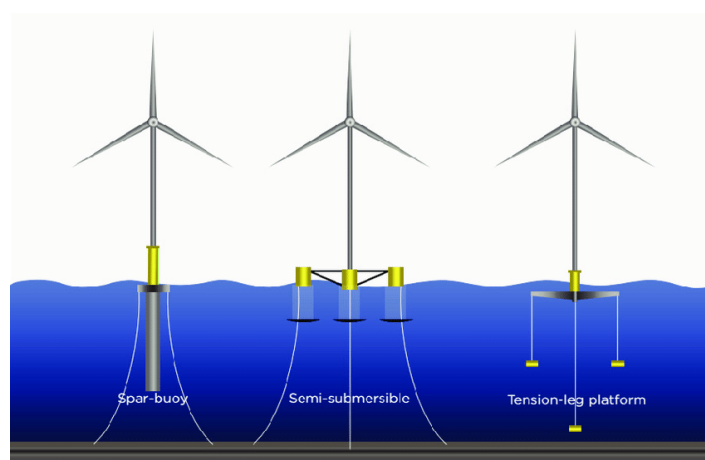


Figura 2: Tipos de Fundações de Plataformas Flutuantes, Fonte: IRENA, 2016

2.5 Casos Internacionais de Parques Eólicos *Offshore*

Os seguintes casos internacionais de parques eólicos *offshore* representam exemplos de sucesso, deste tipo de energia renovável, em outros países europeus. Em cada um desses casos, são apresentadas as características do parque em questão, de modo a ser obtida uma melhor compreensão das práticas e tecnologias adotadas em diferentes países, assim como das características da respetiva costa e zona marítima.

Posto isto, de seguida apresentam-se seis casos internacionais. De modo a serem conhecidas as características e outros aspetos a realçar nos parques, foram consultados alguns *websites*. Para o primeiro parque, Hornsea 2, foi consultado o *website* da Orsted, assim como a Ørsted Community Newsletter. Este parque consta nesta lista, devido à sua grande contribuição energética renovável, visto ser, atualmente, o maior parque eólico *offshore* do mundo, tendo por isso uma grande importância.

O parque Kincardine, consta nesta lista devido ao tipo de tecnologia que adotou. Este parque, localizado na Escócia, utiliza a tecnologia WindFloat; para a pesquisa das características deste parque, foram consultados os *websites* da União Nacional da Bioenergia (UDOP) e da WindPower. Quanto aos parques Anholt, Saint Nazaire, Deutsche Bucht e Hywind Scotland foi consultado maioritariamente o *website* Power Technology, pertencente à GlobalData, o qual permite aceder a milhões de dados de empresas, negócios, projetos, previsões e tendências, e facultando diversos dados e características de cada um dos parques. O Anholt, o Saint Nazaire e o Deutsche Bucht são parques com o tipo de fundação fixa *Monopile*, tendo sido inaugurados em alturas bastantes distintas do desenvolvimento deste tipo de energia; o parque Anholt começou a operar numa fase mais precoce, em 2013. Quanto ao Deutsche Bucht, apesar de ser um parque com uma extensão mais curta, está localizado mais longe da costa e atinge profundidades superiores às dos dois parques anteriores. Por fim, o Hywind Scotland apresenta uma fundação flutuante do tipo *SPAR*, tendo sido esse um critério fundamental para a respetiva escolha.

Na Tabela 2, abaixo apresentada, encontram-se representadas algumas das principais características e diferenças existentes entre os seis casos internacionais de parques eólicos *offshore* referidos.

Tabela 2: Tabela Representativa das Características dos Casos Internacionais de Parques Eólicos Offshore, Fonte: Elaboração Própria, 2024

	Parques Eólicos Offshore					
	Hornsea 2	Anholt	Saint Nazaire	Deutsche Bucht	Hywind Scotland	Kincardine
País	Escócia	Dinamarca	França	Alemanha	Escócia	Escócia
Tipo de Fundação	Monopile (Fixa)	Monopile (Fixa)	Monopile (Fixa)	Monopile (Fixa)	SPAR (Flutuante)	Semi-Submersível – WindFloat (Flutuante)
Extensão do Parque	462 km ²	144 km ²	78 km ²	22,6 km ²	4 km ²	ND
Distância à Costa	89 km	15 km	12 km	100 km	25 km	15 km
Profundidade	20 – 40 m	15 – 19 m	12 – 25 m	40 m	95 – 120 m	60 – 80 m
Potência Instalada	1,3 GW	400 MW	480 MW	252 MW	30 MW	50 MW
Investimento	4 mil milhões de euros	ND	2 mil milhões de euros	1,4 mil milhões de euros	264 milhões de euros	417 milhões de euros
Inauguração	2022	2013	2022	2020	2017	2021

Hornsea 2, Escócia

O parque Hornsea 2 é atualmente o maior parque eólico *offshore* do mundo, com 1,3 GW instalados. Está localizado a 89 km da costa de Yorkshire, na Escócia, e estende-se por uma área de 462 km². Nesta localização, a profundidade do mar varia entre 20 e 40 m, sendo utilizadas estruturas fixas *Monopile* para suportar as turbinas. Este parque é descrito pela empresa proprietária como o "projeto irmão" de Hornsea 1. (Ørsted Community Newsletter, novembro de 2021)

A empresa Orsted, empresa dinamarquesa de energia sustentável, é 100% proprietária deste projeto que, deu início à construção deste parque em 2018, tendo o mesmo ficado totalmente operacional em agosto de 2022, passando a ser o 13º parque eólico da empresa no Reino Unido. O parque é operado e mantido a partir de Grimsby, cidade do distrito de North East Lincolnshire em Inglaterra (Independent, 31 de agosto de 2022).

Foram instaladas 165 turbinas Siemens Gamesa 8.0-167 DD, com 8 MW cada. As pás das turbinas têm 81 m de comprimento e atingem uma altura máxima de mais de 200 m. A conexão à rede *onshore* é feita em HVAC (Corrente Alternada em Alta Tensão) e a National Grid, empresa multinacional britânica de eletricidade e gás sediada em Londres, foi a responsável por esta ligação à rede de transporte de energia elétrica (Windpower, 28 de junho de 2018).

Este projeto teve um custo total, até à data, de 4 mil milhões de euros. Segundo a empresa proprietária, o Hornsea 2 consegue gerar eletricidade suficiente para abastecer cerca de 1,3 milhões de residências. (Ørsted Community Newsletter, março de 2022)

Devido ao grande sucesso dos projetos Hornsea 1 e Hornsea 2, está nos planos da empresa a construção dos parques Hornsea 3 e Hornsea 4. Atualmente está já a ser construído o Hornsea 3, sendo estimada a sua conclusão entre 2026 e 2027, e irá ter uma potência de 2,9 GW, sendo capaz de abastecer 3,3 milhões de habitações. A construção deste novo parque fará com que, quando finalizado, passe a ser o maior parque eólico *offshore* do mundo (Orsted, 2024)

Anholt, Dinamarca

O parque eólico *offshore* Anholt está situado entre Djursland e a ilha de Anholt, na Dinamarca. Este localiza-se a profundidades de água de 15 a 19 m. A distância mais curta até a costa é de 15 km, enquanto a distância entre o local e a ilha de Anholt é de 20 km, o parque cobre uma área de 144 km². As estruturas utilizadas para a instalação das turbinas eólicas são fixas do tipo *Monopile* (Power Technology, janeiro de 2024).

Atualmente, a Orsted, o PensionDanmark e o Pensionskassernes Administration são os proprietários do projeto, com participação acionista de 50%, 30% e 20%, respetivamente. A DONG Energy, empresa que era acionista maioritária, com 50% na época e que operou a instalação, obteve a licença para construir e operar o parque eólico, em julho de 2010, tendo sido inaugurado oficialmente em setembro de 2013.

Em setembro de 2011, o Nordic Investment Bank (NIB) e a DONG Energy assinaram um acordo de empréstimo de 240 milhões de euros para o projeto.

A Siemens Gamesa Renewable Energy foi selecionada como fornecedora de turbinas para o projeto de energia eólica. O projeto consiste em 111 unidades de turbinas SWT-3.6-120, cada uma com capacidade de 3,6 MW.

O parque tem por isso uma capacidade total instalada de cerca de 400 MW, fornecendo energia limpa suficiente para abastecer 400 mil residências (Power Technology, novembro de 2013).

Saint Nazaire, França

O parque eólico *offshore* de Saint Nazaire é um dos maiores em França. Situa-se a cerca de 12 km da costa, na região de Loire-Atlantique, em França. Na área deste projeto, o solo marinho está a cerca de 12 m de profundidade estando, no pior caso, a 25 m de profundidade. Desde modo, as estruturas utilizadas são *Monopile*, ou seja, estão fixas ao solo (NS Energy, 9 de dezembro de 2022).

O parque é detido pelo Parc du Banc de Guérande, sendo o primeiro parque eólico *offshore* em escala comercial do país. O Parc du Banc de Guérande é uma subsidiária da Eolien Maritime France (EMF), uma *joint venture* entre a EDF Renewables e a EIH SARL, que é propriedade conjunta da Enbridge e do Canada Pension Plan Investment Board (CPP Investments). O projeto foi desenvolvido pela EMF e EDF Renewables (NS Energy, 9 de dezembro de 2022).

Este parque é constituído por 80 turbinas GE Haliade, cada uma de 6 MW, dando um total de 480 MW instalados, ocupando uma área de 78 km². As pás das turbinas fazem um diâmetro de 150 m. O concurso deste projeto começou em 2012, sendo que foi a EMF que acabou por ganhar o concurso. A construção teve início em setembro de 2019 e ficou totalmente operacional em novembro de 2022, com um custo total de 2 mil milhões de euros. O KfW IPEX-Bank contribuiu com cerca de 100 milhões de euros para o desenvolvimento deste projeto eólico (NS Energy, 9 de dezembro de 2022).

O TSO francês ficou responsável pela linha de transporte que liga o parque à rede elétrica nacional, enquanto a operação e manutenção da infraestrutura ficou a cargo da EMF (Power Technology, abril de 2023).

Deutsche Bucht, Alemanha

O parque Deutsche Bucht está localizado no Mar do Norte, a cerca de 100 km oeste da Alemanha e ocupa uma área de 22,6 km². Nesta localização, a água tem uma profundidade média de 40 m e as turbinas são suportadas por fundações *Monopile*.

Este projeto entrou em construção em setembro de 2018 e ficou 100% operacional em março de 2020. A Northland, uma produtora independente de energia com sede no Canadá, é 100% proprietária deste parque que, teve um custo total de 1,4 mil milhões de euros. O parque produz mil milhões de quilowatts-hora de energia por ano, o que é suficiente para abastecer 300 mil residências (NS Energy, 18 de janeiro de 2019).

Em agosto de 2017, a Northland Power garantiu um financiamento de 988 milhões de euros através de um empréstimo sem recurso para construção e a prazo, bem como outras facilidades de empréstimo organizadas por dez bancos comerciais internacionais, para o parque eólico (Offshore WIND, 21 de agosto de 2017).

Este projeto é constituído por 31 turbinas MHI Vestas de 8.4 MW cada, para um total de 252 MW instalados. As pás das turbinas têm 80 m de comprimento, encontrando-se a 100 m de altura (Offshore WIND, 21 de agosto de 2017).

A subestação *offshore* é suportada por uma fundação *Jacket* de 4 pernas, está ligada a uma estação de conversores também, para que o transporte seja feito em HVDC (Corrente Contínua em Alta Tensão) até à costa, onde é esta outra estação de conversores para fazer a ligação à rede em HVAC (Corrente Alternada em Alta Tensão). O TSO Tennet foi o responsável pela ligação à rede e pela estação de conversores (Power Technology, setembro de 2022).

Hywind Scotland, Escócia

O parque eólico Hywind Scotland é um projeto inovador localizado a cerca de 25 km da costa de Peterhead, Escócia. Com o solo marinho entre 95 e 120 m de profundidade, são usadas estruturas flutuantes, do tipo *SPAR*, descritas anteriormente (Power Technology, 29 de junho de 2018).

A Equinor (anteriormente conhecida como Statoil) detém uma participação de 75% no projeto, enquanto os 25% restantes são detidos pela Masdar. Hywind (Escócia) (HSL), uma subsidiária da Equinor desenvolveu o parque eólico flutuante *offshore*, sendo este o primeiro parque eólico flutuante, à escala comercial, do mundo tendo custado 264 milhões de euros.

Este projeto encontra-se em operação total desde 2017 (Power Technology, 29 de junho de 2018).

Este projeto é constituído por 5 turbinas SWT-6.0-154 de 6 MW cada, para um total de 30 MW instalados, estendendo-se por uma área de 4 km². As turbinas encontram-se a 258 m de altura e as pás têm um diâmetro de 154 m. A Statoil ficou encarregue de toda a infraestrutura até à subestação *onshore* do projeto, sendo que o TSO local, ficou responsável desse ponto até à ligação com a rede (Power Technology, 29 de junho de 2018).

Em 2009, a Equinor (anteriormente conhecida como Statoil) em cooperação com a Siemens instalou a 12 km costa da Noruega, a Hywind Demo, a primeira turbina eólica flutuante do mundo em águas profundas de grande capacidade, 2,3 MW. Esta foi a turbina que serviu de testes para a instalação do parque Hywind Scotland (Forbes, 2 de novembro de 2015).

Kincardine, Escócia

O parque eólico flutuante *offshore* de Kincardine encontra-se localizado a 15 km da costa de Aberdeenshire, Escócia. A Principle Power foi a empresa responsável por projetar as fundações *Semi-Submersible* do parque eólico de 50 MW¹, sendo que a profundidade da água na zona do parque situa-se entre 60 e 80 m (NS Energy, 17 de maio de 2019).

O projeto consiste em cinco Vestas V164 de 9,5 MW cada e uma turbina V80 de 2 MW, cada uma instalada em plataformas *Semi-Submersible* WindFloat projetadas pela Principle Power. As turbinas encontram-se a uma altura de 190 m (NS Energy, 17 de maio de 2019).

O parque eólico Kincardine foi iniciado em 2014, tendo ficado totalmente operacional em outubro de 2021. Em 2016, o Cobra Group tornou-se o principal investidor do Kincardine *Offshore* Windfarm Ltd. (KOWL). O parque irá gerar mais de 200 GWh² de eletricidade verde por ano, eletricidade suficiente para abastecer mais de 50.000 residências escocesas (Udop, outubro de 2021).

¹ MW é utilizado para medir a potência

² GWh é a quantidade de energia que alimenta uma carga com uma determinada potência num determinado intervalo

3. Metodologia

Esta dissertação foi elaborada de acordo com a metodologia qualitativa, com o objetivo de compreender e estudar de forma aprofundada a evolução e os impactos da energia eólica *offshore* em Portugal, assim como obter perspectivas futuras desta energia renovável.

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com diferentes entidades envolvidas na implementação da energia eólica *offshore* em Portugal e entidades afetadas pela mesma. Foi realizada uma entrevista a um representante da empresa WindPlus, empresa responsável pelo desenvolvimento, construção e operação do projeto WindFloat Atlantic (WFA). Foi também feita uma entrevista a uma representante da Associação de Pescadores Ribeirinha de Viana, uma das principais associações relativas à atividade piscatória na área de Viana do Castelo, sendo esta uma das entidades que foi impactada pela instalação deste tipo de energia. A Direção-Geral de Energia e Geologia (DGE), órgão da Administração Pública Portuguesa que tem por missão contribuir para a conceção, promoção e avaliação das políticas relativas à energia e aos recursos geológicos, também deu o seu contributo, através de uma entrevista a um representante da organização. As entrevistas foram realizadas online devido à disponibilidade dos entrevistados e à necessidade de garantir flexibilidade e acessibilidade, considerando algumas restrições logísticas e temporais existentes.

As entrevistas semiestruturadas permitiram uma abordagem flexível, onde questões previamente definidas foram combinadas com a exploração de novos tópicos que emergiram durante as conversas. Este formato facilitou a obtenção de *insights* detalhados e a compreensão das perspectivas das organizações relativamente à energia eólica *offshore* em Portugal.

Recorreu-se também à revisão da literatura mais relevante, à análise de artigos e outras publicações científicas, relatórios de organizações ambientais, documentos governamentais, legislação, dados estatísticos e análise documental sistemática de diversas fontes, incluindo sites de empresas e entidades públicas, que abordam a evolução e o estado atual da energia eólica *offshore* em Portugal e no mundo, os impactos ambientais e socioeconómicos da energia eólica *offshore*, as políticas públicas e regulamentações nacionais e europeias associadas à implementação de projetos de energia eólica *offshore*, e estudos de caso de parques eólicos *offshore* internacionais para contextualizar e comparar com o caso português.

A análise de informação estatística envolveu a obtenção de dados quantitativos disponíveis sobre o setor da energia eólica *offshore*, como a capacidade instalada, produção de energia e investimentos. Esses dados foram utilizados para contextualizar os resultados

qualitativos e fornecer uma visão abrangente do cenário da energia eólica *offshore*. Para a obtenção de alguns desses dados, foi consultado o *website* Power Technology, pertencente à GlobalData, que tem acesso aos dados de diversos parques eólicos *offshore* existentes.

O estudo do caso português foi detalhado através da identificação e análise das especificidades do parque eólico *offshore* WFA, considerando aspetos técnicos, económicos e sociais. Relativamente ao caso português, foram também analisados os apoios que o mesmo recebeu, assim como os parceiros no projeto WFA e os processos de produção, fabricação e construção das suas infraestruturas. Além disso, foram analisados casos internacionais de parques de energia eólica *offshore* mais significativos, com o intuito de identificar as suas características e melhores práticas aprendidas.

A metodologia adotada nesta dissertação permitiu uma abordagem holística e detalhada sobre a energia eólica *offshore* em Portugal. A combinação de entrevistas semiestruturadas, revisão da literatura, análise documental e estatística, e a comparação com casos internacionais, proporcionou uma compreensão aprofundada e multifacetada do tema, contribuindo significativamente para o desenvolvimento do conhecimento na área.

4. Parques Eólicos *Offshore* em Portugal

Uma das características diferenciadoras de Portugal é a sua extensa linha de costa, cerca de 2.500 quilómetros (Km), colocando o país numa posição privilegiada perante um recurso com um grande potencial, o mar (Jorge, 2023).

Portugal tem vindo a ocupar uma posição de destaque e de grande visibilidade, devido ao sucesso que obteve nos projetos WindFloat 1 e WindFloat Atlantic (Alves et al., 2023). Portugal foi pioneiro na energia eólica *offshore* flutuante *Semi-Submersible*, uma tecnologia recente que abre novos horizontes no grande potencial que são as águas profundas, através do projeto inovador WindFloat, projeto esse que possibilitou explorar a energia eólica no mar em profundidades superiores a 50 metros. O projeto WindFloat foi dividido em três fases, de modo a minimizar os riscos, tendo sido a primeira fase um teste, com o projeto piloto em 2011, de seguida foi a fase de conceção do WFA, em 2018, e por fim a fase pré-comercial e comercial, em 2019.

O grande motivo pelo qual Portugal apostou nestas fundações flutuantes, foi devido às características da plataforma continental portuguesa, visto esta ser estreita, ou seja, a uma curta distância da costa são atingidas profundidades muito grandes, impossibilitando assim a instalação de fundações fixas, como se regista, de forma abundante, no Mar do Norte, por exemplo (Alves et al., 2023).

Relativamente a esta tecnologia, existem alguns desafios, tais como limitações técnicas dos portos para a construção deste tipo de parques, localizados no mar, a montagem e o armazenamento, sendo também necessário ampliar as infraestruturas portuárias, acautelar o acesso a embarcações de apoio, como rebocadores, embarcações de transferência de equipas, de apoio à construção e para instalação de cabos (Alves et al., 2023).

Para que seja possível evoluir, da forma mais adequada, é importante um desenvolvimento ponderado, numa fase em que este setor ainda é emergente (Alves et al., 2023). Posto isto, o governo português anunciou o desejo de instalar, ao longo da costa portuguesa, mais parques deste tipo, tendo já iniciado contactos tendo em vista o lançamento de leilões, que primeiramente seriam realizados no final de 2023, no entanto, o mesmo foi adiado para 2024 (Jorge, 2023). Este projeto para a criação de parques eólicos *offshore* em Portugal, identificou algumas áreas possíveis de exploração desta energia, sendo essas Viana do Castelo, Leixões, Figueira da Foz, Ericeira-Cascais e Sines (Jornal de Negócios, 30 de junho de 2023). Caso Portugal consiga dinamizar este setor da energia eólica *offshore*, não apenas terá a capacidade de reforçar a sua independência energética, mas também terá a

capacidade de criar um *cluster* industrial que tem potencial de ser exportador (Alves et al., 2023).

4.1 Projeto WindFloat

O projeto piloto WindFloat 1 consistia numa plataforma flutuante *Semi-Submersible*, ancorada no fundo do mar, e com uma turbina de 2 MW. O WindFloat 1 foi um projeto piloto à escala real, através da colaboração entre a EDP e a Principle Power Inc., tendo como objetivo provar a viabilidade desta tecnologia (Alves et al., 2023). Esta plataforma estava instalada em Aguçadora, Póvoa de Varzim, em Portugal, tendo sido ligada à rede elétrica no final de 2011, e ficando em funcionamento durante cinco anos. Após estes cinco anos, este protótipo pioneiro de produção de energia, deu por terminada a sua fase de testes no ano 2016. Este projeto correspondeu à primeira plataforma eólica *offshore* flutuante em todo o mundo (Jorge, 2023). O investimento neste projeto foi de 15 milhões de euros, dos quais 5 milhões por conta da EDP (Expresso, 21 de fevereiro de 2011).

No período em que o WindFloat 1 esteve em atividade, o mesmo provou a fiabilidade desta tecnologia em condições climáticas adversas, tendo este resistido a ondas superiores a 17 metros e a ventos de grande intensidade. Posto isto, foi possível observar que o funcionamento e a capacidade de produção da turbina eólica não foram afetados pelas tempestades existentes no mar, tendo a mesma injetado na rede elétrica nacional mais de 17 GWh, o que equivale ao consumo de eletricidade de mais de 1400 famílias. Foi também confirmada, para além da estabilidade da infraestrutura, a eficácia na geração da energia, sendo que o desempenho da turbina eólica é comparável ao de turbinas com plataformas em fundações fixas, ou seja, ficou comprovado que a eficácia na geração da energia não foi perturbada pelo facto de a turbina estar baseada numa fundação flutuante (Noctula, n.d.).

Com o progresso da tecnologia, e após o sucesso do projeto piloto, foi iniciado o projeto WindFloat Atlantic (WFA). Durante o período compreendido entre 2015 e 2018, foram obtidas as licenças necessárias para o projeto do WFA. Estas licenças incluem a licença ambiental, obtida em novembro de 2015, tendo sido recebida a concessão marítima por 30 anos para a área do projeto. Também foi obtido o cabo de transferência da REN neste período, ou seja, em novembro de 2015. Por fim, foi ainda obtida a autorização de permissão, tendo sido esta emitida pela Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), num período posterior, em março de 2018 (WindFloat Atlantic, n.d.).

Em 2018, foi fechado um acordo entre a WindPlus e o BEI para um empréstimo de 60 milhões de euros. Para além disto, o projeto também recebeu um financiamento, de 29,9 milhões de euros, por parte do Programa NER300 da CE, que se destina a projetos de demonstração comercial, e outro de 6 milhões de euros do Fundo Português de Carbono (FPC). O parque beneficiará de uma tarifa garantida de venda de energia à rede de cerca de 140 euros por MWh (Expresso, 24 de agosto de 2021). Estas tarifas, as denominadas tarifas *feed-in*, consistem em o Estado assegurar um determinado pagamento por MWh de produção, definindo um preço fixo pelo qual a energia gerada por essas fontes renováveis será comprada pela rede elétrica. A tarifa *feed-in* geralmente tem contratos de longo prazo, neste caso de 20 anos, sendo um dos mecanismos mais utilizados para promover o uso de energias renováveis.

Em novembro de 2018, O presidente da Câmara de Viana do Castelo referiu que a Ministra do Mar iria compatibilizar o projeto do parque eólico flutuante, orçado em 125 milhões de euros, ao largo do concelho, com a atividade de 15 armadores da região (Expresso, 23 de novembro de 2018).

No período entre 2018 e 2020, realizou-se a fase de construção do WFA. Esta fase incluiu os processos de fabrico das plataformas, fabrico das turbinas eólicas, transporte dos componentes das turbinas eólicas, transporte das plataformas, instalação das turbinas eólicas nas plataformas, instalação dos cabos de fundeio no mar, colocação das unidades no local de operação e ligações elétricas entre plataformas e para a rede (WindFloat Atlantic, n.d.).

Em 2019, o parque eólico *offshore* WFA foi finalmente instalado e ligado à rede, o primeiro parque flutuante “*Semi-Submersible*” no mundo (Jorge, 2023). Este parque localiza-se ao largo de Viana do Castelo, a 20 Km da costa, onde o mar atinge uma profundidade de 100 metros. O parque foi desenvolvido, construído e operado pela Windplus, S.A. empresa responsável pelo desenvolvimento, construção e operação do projeto WFA, e cujos acionistas são a Ocean Winds (o resultado da *joint-venture* anunciada em 2019 e controlada em partes iguais pela EDP Renováveis e pela ENGIE. A nova sociedade, que atua no setor da energia eólica *offshore* fixa e flutuante, será o instrumento de investimento exclusivo para captar as oportunidades de energia eólica *offshore* a nível mundial), a Repsol e a Principle Power Inc. (Alves et al., 2023).

O parque é constituído por três turbinas eólicas, que estão montadas em plataformas flutuantes amarradas ao leito marinho. A estrutura da plataforma flutuante, cuja altura é de 30 metros tendo uma distância de 50 metros entre cada coluna, possibilita serem utilizadas as maiores turbinas a nível mundial instaladas numa plataforma flutuante, tendo cada turbina 8,4 MW. A capacidade instalada total do parque é de 25 MW, sendo esse valor correspondente à

energia consumida por cerca de 60 mil famílias ao longo de um ano. As três turbinas estão ligadas entre si por um cabo elétrico submarino que recolhe a energia produzida (EDP, n.d.). Da plataforma que se encontra mais próxima da costa parte um outro cabo elétrico submarino em direção a terra, o qual transporta a energia que é produzida no parque até ao ponto de interligação com a rede elétrica existente. Ao chegar a terra, em Viana do Castelo, o cabo termina num posto de corte, ao qual se seguirá um cabo elétrico subterrâneo, que faz ligação à Subestação de Monserrate, pertencente à Rede Nacional de Distribuição.

Em 2019, foi ainda anunciado que os armadores de Viana do Castelo iriam receber um milhão de euros do consórcio liderado pela EDP pela instalação do WFA; segundo o Governo, a REN garante mais 200 mil euros (Público, 3 de agosto de 2019). Os pescadores do município de Caminha e os pescadores de Viana do Castelo exigiram ao Governo uma compensação pelos prejuízos da instalação de parque eólico, manifestando a sua revolta por terem ficado de fora do acordo da compensação de um milhão de euros que a Windplus negociou com a associação de pescadores Vianapesca, para compensar os armadores potencialmente afetados pela instalação do WFA (Expresso, 31 de julho de 2019). Conforme mencionado por um responsável da Associação de Pescadores Ribeirinha de Viana, durante uma entrevista, existiu uma negociação com determinados utilizadores do mar, à revelia do resto da comunidade, e quando estavam a ser discutidos os valores das indemnizações, esses utilizadores zangaram-se. Foram negociados os valores, mas na distribuição desses valores não incluíram a pequena pesca, tendo sido distribuída a verba por apenas alguns indivíduos que se zangaram entre eles nas repartições. Após isso, quando outros pescadores descobriram quiseram também eles receber uma compensação.

Em setembro do mesmo ano (2019), foi anunciada a instalação do cabo submarino que ligará à rede elétrica o parque Windfloat, por parte da REN, com um custo estimado em 48 milhões de euros, tendo a REN adjudicado à empresa chinesa Hengtong Optic-Electric o contrato milionário para instalar o cabo submarino (Expresso, 2 de outubro de 2019). Mas, para evitar que esse encargo penalize os consumidores de eletricidade, o Governo decidiu recorrer às receitas das licenças de emissão de CO² para cofinanciar o investimento (Expresso, 26 de setembro de 2019).

Em fevereiro de 2020, foi realizada a primeira geração de energia. Já em julho, o projeto com capacidade de 25 MW estava totalmente operacional (Expresso, 27 de julho de 2020).

O tempo compreendido entre 2020 e 2045 é denominado de fase operacional, ou seja, o projeto foi concebido e igualmente certificado para permanecer em operação durante o período de 25 anos. Em 2045, está previsto o descomissionamento do parque.

Em setembro de 2022, A Iberblue Wind anunciou o desejo de desenvolver dois parques eólicos *offshore* em Portugal, com pelo menos 500 MW cada um, revelou o seu vice-presidente. Além da Iberblue Wind, o leilão eólico português suscitou o interesse da EDP e da Engie, bem como da espanhola Iberdrola, da dinamarquesa Orsted, entre outras empresas ligadas às energias renováveis. O leilão chegou a ser anunciado em 2023 pelo Secretário de Estado da Energia, João Galamba, com uma capacidade a licitar de 6 a 8 GW, mas pouco depois o ministro do Ambiente, Duarte Cordeiro, elevou a ambição para os 10 GW (Expresso, 19 de setembro de 2022). O governo lançou grupos de trabalho, de modo a propor as áreas a licitar para Portugal alcançar 10 GW de capacidade eólica no mar. A equipa era composta por dez elementos e três subgrupos de trabalho (Expresso, 23 de setembro de 2022).

Em janeiro de 2023, ficaram definidas as áreas para exploração de energias renováveis no mar em larga escala que iriam a consulta pública, abrangendo cinco áreas, ao largo de Viana do Castelo, Leixões, Figueira da Foz, Ericeira-Cascais e Sines, de modo a instalar mais de 10 GW de parques eólicos no mar (Expresso, 28 de janeiro de 2023).

Em outubro de 2023, O Governo aprovou a delimitação da Zona Livre Tecnológica (ZLT) de Viana do Castelo. Tem 7,6 quilómetros quadrados, numa área junto à que hoje é ocupada pelo parque eólico WFA, e servirá para testar e explorar várias tecnologias de energia renovável no oceano (Expresso, 4 de outubro de 2023).

Em abril de 2024, a alocação de espaço marítimo para geração de energias renováveis ficou, em grande parte, completa, sendo expectável que o novo governo dê continuidade ao calendário previsto para os leilões de energia eólica *offshore* (Expresso, 1 de abril de 2024).

4.2 Tecnologia WindFloat

Esta tecnologia possibilita a exploração do recurso eólico no mar, a profundidades superiores a 50 metros. O projeto WindFloat é inovador na medida em que este centra-se no desenvolvimento de uma plataforma flutuante *Semi-Submersible*. Esta, apresenta um formato triangular, proveniente da indústria de extração de petróleo e gás, que abriga uma turbina eólica com capacidade de produção de vários MW.

Cada uma das plataformas flutuantes, que está ancorada ao fundo do mar, consiste em 3 colunas verticais, que se encontram interligadas entre si, estando uma delas anexada à base da turbina eólica. A distância lateral da plataforma, entre o centro das colunas, é de cerca de 50 metros. A estabilidade de cada plataforma é reforçada através de um sistema de portões com água na base das três colunas, que está associado a um sistema de lastro estático e

dinâmico. Este sistema de lastro ativo provoca o movimento da água entre as colunas, de modo a compensar as pressões causadas pelo vento na turbina eólica. Este lastro móvel compensa diferenças na velocidade do vento e na direção do mesmo. A sua principal função é manter a torre da turbina eólica vertical, otimizando o desempenho da mesma. Estas plataformas são concebidas para mitigar riscos durante a fase de construção, bem como durante a instalação e operação (WindFloat Atlantic, n.d.).

Algumas das principais características desta tecnologia permitem a possibilidade da instalação da turbina eólica de qualquer fabricante, sem que seja necessário alterar a mesma ou alterar a plataforma, ou seja, a turbina eólica é independente da plataforma. A plataforma WindFloat também é muito estável, devido principalmente à existência de placas estabilizadoras que se encontram na base das colunas, que limitam e atenuam os possíveis movimentos da estrutura em si. A tecnologia também é independente da profundidade do local onde é implementada, assim como a instalação. Por fim, sendo esta uma das características mais importantes, é que a construção é feita totalmente em terra, incluindo a montagem das turbinas, por isso, o processo de instalação acaba por ser mais simples, não sendo necessários trabalhos mais complexos de construção e de montagem *offshore*. Esta característica acaba por ser única, pois o projeto piloto WindFloat 1 foi o primeiro em todo o mundo, em que a instalação de turbinas eólicas *offshore* não necessitou de sistemas de construção e de montagem no mar, não sendo também necessário um navio de transporte específico para o seu reboque. Estes fatores acabam por contribuir para a redução dos riscos e dos custos associados ao ciclo de vida do projeto (Principle Power, 17 de julho de 2019).

Quanto à manutenção das turbinas, esta ainda é feita presencialmente, através de equipas técnicas que se deslocam de barco até às infraestruturas em alto mar, sendo que os responsáveis realizam esse procedimento cerca de duas vezes por mês, quando as condições meteorológicas o permitem, podendo no futuro este trabalho vir a ser feito de forma remota, recorrendo a *drones* operados a partir de terra firme.

Conforme mencionado por um responsável da empresa Ocean Winds, durante uma entrevista realizada ao mesmo (em março de 2024), caso haja uma falha de alguma componente principal, é possível rebocar as plataformas para o porto e aí ser feita a reparação, sendo por isso muito mais favorável do que se as reparações tivessem de ser feitas em alto mar. No entanto, segundo o mesmo, o único trabalho redobrado a nível de manutenção ou reparação de avaria que foi feito até agora, estando o mesmo já previsto, foi a construção de um posto de corte na chegada a Viana do Castelo, por parte da REN. O parque foi ligado à rede, tendo esse processo sido feito de forma acelerada, através de uma espécie de ligação

direta, e o que a REN fez foi ter um elemento de corte na energia. No geral, o saldo a nível de funcionamento é francamente positivo, no entanto, não está isento de problemas, o que é normal, visto o parque estar em funcionamento desde o início.

4.3 Parceiros e Apoios do WindFloat

O projeto WindFloat Atlantic (WFA), orçado em 125 milhões de euros, é liderado por um consórcio internacional denominado WindPlus, coordenado pela EDP, por intermédio da EDP Renováveis, quarta maior produtora mundial de energia eólica, com diversos projetos em desenvolvimento e uma grande capacidade de exploração no mercado, e presente em 14 mercados internacionais. A EDP Renováveis é maioritária neste consórcio, com 54,4% (NS Energy, 21 de janeiro de 2020).

Juntamente com a EDP Renováveis estão outros parceiros, nomeadamente a Repsol, que detém 19,4%. Esta é uma companhia energética global, de origem espanhola, cujos produtos são vendidos em mais de 90 países, tendo cerca de 10 milhões de clientes. A Repsol produz cerca de 700 mil barris de petróleo por dia, tendo um dos sistemas de refinação mais eficientes da Europa. Esta companhia, encontra-se bem posicionada para a transição energética, operando ativos de produção de eletricidade com baixas emissões, incluindo projetos de energia fotovoltaica e sendo pioneira no desenvolvimento de iniciativas de mobilidade para criar novas soluções e fontes de energia para os transportes (Repsol, n.d.).

Outra empresa pertencente a este consórcio é a Engie, empresa francesa que atua na produção e distribuição de eletricidade, gás natural e energia renovável, detendo esta 25%. A Engie é uma grande referência a nível mundial, no que diz respeito a soluções energéticas com baixas emissões de carbono. A grande ambição da Engie é ser líder mundial na transição para as emissões de carbono nulas para os seus clientes (Engie, n.d.).

A última empresa que faz parte deste consórcio é a Principle Power, empresa norte-americana que detém 1,2%, sendo a empresa que desenvolveu a tecnologia *WindFloat*. A Principle Power é uma empresa energética global que se encarrega de desenvolver tecnologias e de prestar serviços que se destinam ao aproveitamento dos recursos energéticos a nível mundial, proporcionando acesso a parques eólicos *offshore* em águas profundas que anteriormente eram inacessíveis. Esta empresa é líder do mercado comercial de energia eólica *offshore* flutuante (EDP, 20 de outubro de 2019).

O projeto WFA contou também com a parceria de empresas como a *joint venture* entre a Navantia/Windar, o Grupo A. Silva Matos (ASM), a InovCapital, o Fundo de Apoio à

Inovação (FAI), Bourbon, o fornecedor de turbinas eólicas Vestas MHI e o fornecedor de cabos dinâmicos, a JDR Cables. O WFA contou com a participação de mais de 60 outros fornecedores europeus (Público, 1 de dezembro de 2011). Esta iniciativa foi apoiada por instituições públicas e privadas, incentivando as empresas que são líderes nos seus mercados a participar neste projeto, com o apoio financeiro do Governo português, da Comissão Europeia (CE) e do Banco Europeu de Investimento (BEI). Este último concedeu, em outubro de 2018, um empréstimo de 60 milhões de euros à Windplus S.A., a empresa que desenvolve o WFA e que é detida diretamente pela OW, empresa internacional sediada em Madrid, que se dedica à energia eólica marítima, e que foi criada em empreendimento conjunto e é propriedade da EDP Renováveis e da ENGIE.

Este projeto foi financiado através de fundos europeus e nacionais dedicados à inovação e ao desenvolvimento, que estão ao abrigo do Fundo Português de Carbono, por meio do Governo de Portugal, sendo apoiado com 6 milhões de euros, e do programa de financiamento NER300, programa este que apoia a criação e funcionamento de um máximo de 12 projetos de demonstração comercial, tendo em vista a captura e armazenamento geológico de CO², em condições de segurança ambiental, bem como projetos de demonstração de tecnologias de energia renovável, no território da UE, tendo recebido 29,9 milhões de euros do mesmo (APA, 2021). Foi também garantida uma tarifa de venda de energia à rede de cerca de 140 euros por MWh, durante 20 anos.

Na Tabela 3, apresentada de seguida, encontra-se uma síntese relativa ao Financiamento e alguns dados referentes ao projeto do WFA.

Tabela 3: Quadro Síntese relativo aos Apoios Recebidos, Investimento Anunciado, Capacidade Instalada e Projetada e Tarifa Contratualizada, Fonte: Elaboração Própria, 2024

Financiamento e dados sobre o WFA	Valor
Apoios Recebidos:	
• Financiamento do BEI	60 milhões de euros
• Subsídio do Fundo Português de Carbono	6 milhões de euros
• Subsídio do programa NER300	29,9 milhões de euros
Investimento Total Anunciado	125 milhões de euros
Capacidade Instalada e Projetada	25 MW
Tarifa Contratualizada	140 euros por MWh por 20 anos

4.3.1 Papel da EDP no Desenvolvimento da Energia Eólica *Offshore*

Através da EDPR, a EDP desenvolve diversos projetos de energia eólica. A empresa, encontra-se presente em 13 países, desde a Europa aos Estados Unidos da América (EUA), sendo que o seu papel neste tipo de projetos inclui o seu desenvolvimento, a parte de engenharia e operação das plataformas geradoras de energia (EDP, 26 de novembro de 2019).

O desenvolvimento de projetos relacionados com energia eólica *offshore*, tais como o WindFloat, posicionam a EDP como líder mundial na tecnologia eólica *offshore* flutuante.

A energia eólica *offshore* tem sido uma área de destaque da EDP, não apenas para tirar proveito deste importante recurso natural, mas também de forma a contribuir para a expansão das energias limpas e para uma sociedade mais descarbonizada.

Este papel, cada vez mais relevante, da energia eólica *offshore* no negócio da EDPR, é bem visível através da aquisição dos direitos de exploração, por via de leilões, de diversos futuros parques eólicos *offshore*.

Em 2017, a EDP estava representada na Escócia, e desenvolveu duas centrais eólicas *offshore* em França com 500 MW cada, tendo ainda concorrido a outros leilões de energia eólica *offshore* nesse país (Expresso, 6 de março de 2017).

Um dos casos, de aquisição dos direitos de exploração, foi a aquisição dos direitos do parque eólico Mayflower, atualmente com 804 MW, localizado na costa leste dos EUA, país esse que representa um dos principais mercados de crescimento das energias renováveis.

No ano de 2018, aquando da vitória no leilão do Mayflower, o antigo CEO da EDP, António Mexia, reiterou que a aquisição dos direitos de exploração daquele parque, representava um reforço do posicionamento da EDP numa área de crescimento para a EDP, o *offshore*.

Em 2020, a EDP Renováveis e o seu parceiro Engie desenvolveram o parque eólico *offshore* Moray West, na Escócia, de 950 MW (Expresso, 9 de julho de 2020). Este entrará em operação no ano de 2025 e vai vender parte da sua eletricidade à Google durante 12 anos (Expresso, 25 de novembro de 2022). Instalou também as maiores torres eólicas da Península Ibérica, com 199,9 m, no parque de Burgos, Espanha (Expresso, 23 de novembro de 2020).

Já em 2022, foi anunciado pelo presidente executivo da EDP que a mesma iria investir cerca de 1500 milhões de euros em energia eólica *offshore*, através da Ocean Winds (Expresso, 23 de junho de 2022).

A Ocean Winds, empresa detida em partes iguais pela EDP Renováveis e pela Engie, assegurou os direitos para o desenvolvimento de mais dois parques eólicos *offshore* na

Escócia, com uma capacidade total de 2,3 GW (Expresso, 22 de agosto de 2022). A Ocean Winds, conquistou ainda, numa parceria com o fundo de pensões Canada Pension Plan Investment Board, um projeto eólico *offshore* de larga escala na Califórnia, EUA. Pelos direitos de exploração dessa área, o consórcio Golden State Winds, que é detido em partes iguais pela Ocean Winds e pelo Canada Pension Plan, irá pagar 150,3 milhões de dólares. Naquele local poderá ser instalado um parque com capacidade de 2 GW (Expresso, 8 de dezembro de 2022).

No ano de 2024, a EDPR e a Engie ganharam a licença para desenvolver até 1,3 GW de eólicas *offshore* na Austrália (Expresso, 2 de maio de 2024).

De acordo com a EDPR, em comunicado à Comissão do Mercado de Valores Mobiliários (CMVM), após a aquisição da licença na Austrália, a EDP Renováveis passa a ter uma carteira de 18 GW de capacidade eólica *offshore* em operação, contratada ou com direitos de ligação à rede.

4.4 Produção, Fabricação e Construção das Infraestruturas do WindFloat

A produção e a fabricação dos equipamentos necessários para a construção destas plataformas requerem um grande número de recursos humanos, sendo estes maioritariamente constituídos por operários. A produção vai depender da procura, da disponibilidade das matérias-primas e também dos custos de transporte.

Este tipo de indústria, requer a compra de produtos específicos, assim como de matérias-primas específicas. Por isso, caso estes sejam adquiridos no país onde se pretende a instalação destas infraestruturas, será maximizada a criação de valor no próprio país.

Posto isto, a plataforma do projeto piloto WindFloat 1, incluindo a turbina eólica e a base, foi construída na Lisnave, nos Estaleiros Navais, a sul de Lisboa, em Setúbal, tendo sido rebocada durante 400 km até à Aguçadoura, onde foi instalada. Esta foi rebocada, de modo a diminuir os custos sempre bastante elevados de transporte e instalação no mar.

Quanto ao WFA, as plataformas foram construídas em cooperação entre os dois países ibéricos, Portugal e Espanha. A instalação da primeira turbina eólica na plataforma flutuante foi efetuada em julho de 2019, no porto de Ferrol, na Galiza, constituindo um marco importante para o projeto WFA e para o setor da energia eólica *offshore* mundialmente, visto tratar-se da maior turbina eólica que foi instalada numa plataforma flutuante (Energy Industry Review, 16 de novembro de 2021).

As outras duas plataformas foram fabricadas nos Estaleiros Navais da Lisnave em Setúbal, Portugal (EDP, 2 de janeiro de 2020).

A empresa TCPI INTERNACIONAL, empresa portuguesa dedicada a projetos de engenharia, construção e manutenção, nas especialidades de eletricidade industrial, instrumentação, automação e instalações técnicas, nas indústrias do Petróleo e Gás, Energia, Transformação, Serviços, Ciências da Vida e Ambiente, foi fundamental neste projeto do WFA, tendo prestado serviços de aprovisionamento de equipamentos no âmbito da instalação, realizando a instrumentação e instalação de diversos materiais nos estaleiros da Lisnave em Setúbal. O serviço da empresa consistiu na eletrificação e instalação de instrumentos em duas das plataformas flutuantes para a produção de energia. O aprovisionamento e construção deste projeto incluiu o fornecimento e instalação de: quadros elétricos de energia, tomadas elétricas, equipamentos de iluminação, caminhos de cabos, cabos elétricos, de instrumentação, cabos de comunicação, instrumentos e testes e pré-comissionamento, caixas de junções, tomadas CE, QE Distribuição e luminárias (TCPI, 2019).

A Vestas MHI foi a empresa encarregada de fornecer as turbinas eólicas, tendo por isso sido fundamental neste projeto. A Vestas MHI é uma empresa dinamarquesa, sendo a maior companhia mundial produtora de turbinas de energia eólica. Opera na conceção, fabricação, instalação, desenvolvimento e manutenção de projetos híbridos e de energia eólica em todo o mundo. A empresa já instalou turbinas eólicas em 88 países, tendo já evitado a emissão de 1,9 mil milhões de toneladas de CO² na atmosfera, contribuindo assim para um sistema energético mais sustentável (Vestas, 2024).

A JDR Cables, empresa britânica, foi a fornecedora de cabos dinâmicos, e a empresa francesa Nexans, uma das empresas líderes em tecnologia de cabos para projetos de energia renovável, foi uma empresa subcontratada, tendo fornecido o seu sistema de cabos WINDLINK, testado em fábrica, que fornece uma conexão flexível dentro da turbina entre o transformador e o painel de distribuição. A Nexans forneceu também os *T-Connectors* de 66 kV, cuja função é a conexão para os núcleos de fase dos cabos dinâmicos das plataformas flutuantes, produzidos pela Nexans Euromold em Erembodegem, Alemanha e pela Nexans Power Accessories Germany GmbH em Hof, também na Alemanha. Os cabos flexíveis para turbinas WINDLINK HV são fornecidos pela fábrica da Nexans em Mönchengladbach, na Alemanha. Os cabos de turbina e outros acessórios foram montados e testados pela Nexans Power Accessories Germany GmbH em Hof, na Alemanha (NS Energy, 27 de março de 2019).

A REN, empresa portuguesa operadora de redes de transmissão de eletricidade e gás natural, foi também fundamental no projeto, tendo em julho de 2018 adjudicado aos chineses do grupo Hengtong, o maior fabricante de cabos de energia e fibra ótica da China, um contrato que visava a conceção, fabrico e instalação do sistema de cabos submarinos de exportação de energia para o projeto, ou seja, que permite escoar a eletricidade produzida pelas turbinas eólicas do projeto em alto mar para a rede elétrica nacional.

A empresa britânica First Subsea, especialista em amarração submarina e proteção de cabos, forneceu os 9 Conectores de Amarração de Plataforma (PMC) para o projeto WFA, ou seja, três para cada plataforma. Estes PMC têm como propósito conectar as plataformas que contêm as turbinas eólicas aos cabos de amarração em profundidades mais elevadas (Froase, 14 de setembro de 2018).

4.5 Produção de Energia em Portugal

No ano de 2023, a produção de energia renovável bateu recordes, tendo representado 61% do consumo de energia em elétrica em Portugal. O valor foi de 31,2 TWh.

A energia eólica forneceu 25% do consumo elétrico total em Portugal, a hidroelétrica 23%, a fotovoltaica 7% e a biomassa 6%. Quanto à energia hidroelétrica, esta registou um crescimento de 70%, em 2023, em comparação com 2022 que foi um ano de seca.

Quanto à produção de energia elétrica não renovável, esta abasteceu apenas 19%, num total de 10 TWh, sendo esse o valor mais baixo desde o ano de 1988. Esta redução de produção de energia elétrica de fontes não renováveis é resultado não só do crescimento das energias renováveis, como também do crescimento de importação de energia, tendo essa importação resultado num abastecimento de 20% do consumo total em 2023 (REN, 2 de janeiro de 2024).

Relativamente à produção de energia eólica *offshore* flutuante, no ano 2023, em Portugal, e aquando da conclusão do seu terceiro ano completo de operação através do parque eólico *offshore* WFA, foi atingida a produção elétrica de 80 GWh. Esse valor regista um novo recorde de produção do parque, visto que, no ano de 2022, a produção do mesmo foi de 78 GWh e no primeiro ano de operação, ou seja, em 2021, o valor de produção elétrica registado foi de 75 GWh. O WFA excedeu as expectativas de produção elétrica estabelecidas para este projeto. Tendo em conta que o parque estará em operação até 2045, é esperado que este impacto positivo de produção elétrica continuará a aumentar (WindFloat Atlantic, 31 de janeiro de 2024).

Conforme mencionado por um responsável da Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), durante uma entrevista, a energia hídrica levanta alguns problemas. Devido às alterações climáticas, existem cada vez mais anos de seca, comparativamente às últimas décadas (excetuando os últimos dois anos), portanto a energia hídrica será cada vez mais uma energia menos viável para abastecer de forma regular o consumo de energia de Portugal. A energia eólica *onshore*, não vai evoluir muito mais, Portugal tem cerca de 6 GW deste tipo de energia, sendo que apenas vai evoluir por via da substituição de torres antigas por torres novas, no entanto, não existe muito potencial. A energia solar está a crescer, mas funciona apenas cerca de 2000 horas por ano, sendo essa uma limitação desta energia. Posto isto, a energia eólica *offshore* traz uma produção de energia mais estável, cerca de 4000/5000 horas por ano, dependendo da zona do país, da distância, etc.

Se forem combinadas a energia hídrica, que tem as características da bombagem, mas que tem a questão da sazonalidade, a energia eólica *onshore*, relativamente regular, mas que também está associada à questão hídrica, a energia solar que só funciona em determinados períodos e a energia eólica *offshore*, que tem maior capacidade de produção, juntando todas estas energias temos um *mix* mais estável com mais horas de produção. Sem a energia eólica *offshore*, ficaria mais difícil obter esse *mix* estável, teria de haver muito mais armazenamento e muito mais energia solar. Por isso, o grande objetivo é ter um *mix* de produção mais estável, com mais horas de produção, combinando estas valências.

4.6 Enquadramento Legal e Regulatório

Portugal possui um quadro jurídico para o licenciamento da implementação destes dispositivos *offshore*. No entanto, este tipo de legislação é mais reativo às iniciativas privadas, ao invés de ser proativa na geração de concursos específicos para este tipo de tecnologia (Vieira et al., 2024).

Devido à existência de interesses na utilização do mar, é necessário regulamentar a utilização do mesmo. Isso é possível através do ordenamento do espaço marítimo, combinado com procedimentos de licenciamento. Para atribuir os direitos de exploração do mar de forma equitativa, podem ser utilizados leilões. Na sua conceção, o quadro jurídico da concorrência espacial pode facilitar uma utilização eficiente do espaço marítimo, orientando a localização dos parques (Ryenbakken & Nieuwenhout, 2023).

Portugal assumiu, em 2016, na Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas, o compromisso de alcançar a neutralidade carbónica até

2050. Tendo em conta o Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro, que estabelece a organização e o funcionamento do Sistema Elétrico Nacional, foi aprovado, pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 107/2019, o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050). Em articulação com os objetivos do RNC 2050, foi desenvolvido o Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030), que é o principal instrumento de política energética e climática nacional para a próxima década, em direção a um futuro neutro em carbono, tendo sido aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020.

No que concerne à energia eólica *offshore*, a Lei n.º 17/2014, de 10 de abril, estabelece as Bases da Política de Ordenamento e de Gestão do Espaço Marítimo Nacional.

Nos termos da Lei n.º 17/2014, de 10 de abril, alterada pela Lei n.º 1/2021, de 11 de janeiro, os instrumentos de ordenamento do espaço marítimo nacional são elaborados e aprovados pelo Governo, sem prejuízo das competências dos órgãos de governo próprio das regiões autónomas.

O Decreto-Lei n.º 38/2015, de 12 de março, alterado pelo Decreto-Lei n.º 139/2015, de 30 de julho (atualmente designado Decreto-Lei n.º 38/2015), desenvolveu o regime jurídico aplicável ao ordenamento do espaço marítimo nacional e ao seu acompanhamento e respetiva avaliação técnica, quer à utilização do espaço, e o regime económico e financeiro associado à utilização privativa do espaço marítimo nacional. Nos termos do n.º 1 do artigo 4 do Decreto-Lei n.º 38/2015, o ordenamento do espaço marítimo nacional é realizado a partir do plano de situação e de planos de afetação.

A aprovação do Plano de Situação de Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional (PSOEM) para as subdivisões Continente, Madeira e Plataforma Continental Estendida, através da Resolução do Conselho de Ministros (RCM) n.º 203-A/2019, de 30 de dezembro, constituiu um passo muito importante na prossecução dos objetivos do ordenamento e gestão do espaço marítimo nacional, assim como na criação das condições necessárias para que o uso privativo de espaço marítimo nacional ocorra sem colocar entraves ao usufruto comum, à sustentabilidade e à liberdade de circulação nos oceanos. A instalação do projeto WFA foi aprovada pela RCM n.º 203-A/2019, tendo sido prevista uma área com cerca de 58 km². De acordo com o referido no preâmbulo do Despacho n.º 4760/2023, de 20 de abril, constitui um instrumento indispensável para o desenvolvimento de uma economia do mar ambiental, social e economicamente sustentável, sendo que, no que diz respeito a energias renováveis, o Despacho referido identifica áreas exclusivas ao desenvolvimento de projetos pré-comerciais.

Em virtude do exposto no n.º 1 do artigo 22 do Decreto-Lei n.º 38/2015, a elaboração dos planos de afetação de iniciativa pública é determinada por despacho do membro responsável pela área do mar, pertencente ao Governo.

Em conformidade, o Despacho n.º 4760/2023, publicado no Diário da República, 2ª série, n.º 78, de 20 de abril, cometeu à Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimo (DGRM) a elaboração do plano de afetação de áreas e volumes do espaço marítimo nacional, de forma exclusiva na subdivisão do continente, para a exploração comercial de energias renováveis oriundas do oceano, até 2050, sendo designado de Plano de Afetação de Energias Renováveis *Offshore* (PAER). Este Despacho, decretou também a composição e as regras de funcionamento da comissão consultiva, que suporta e acompanha o desenvolvimento do PAER. Tendo em conta este Despacho, é facilitada a criação de áreas potenciais para a exploração comercial de energias renováveis *offshore* (DGPM, 20 de abril de 2023).

Através do Despacho nº 11404/2022, de 23 de setembro, dos Gabinetes dos Secretários de Estado do Mar, do Ambiente e da Energia e das Infraestruturas, foi criado o Grupo de Trabalho interministerial das áreas do mar, da energia e das infraestruturas, designado por Grupo de Trabalho, com a missão de apresentar aos membros do Governo responsáveis um relatório com contributos e recomendações. O Grupo de Trabalho é dividido em 3 Subgrupos de Trabalho, adiante designados de Subgrupos. O Subgrupo 1, liderado pela DGRM é responsável pelo Zonamento e Sequenciação, o Subgrupo 2, liderado pela DGEG, é responsável pelo Modelo de Leilões e Infraestrutura e o Subgrupo 3, liderado pela Associação dos Portos de Portugal (APP), é responsável pela Infraestrutura Portuária.

A DGRM, sendo a entidade competente pela atribuição dos Títulos de Utilização Privativa do Espaço Marítimo (TUPEM), emitiu em 2015 e 2016 os respetivos TUPEM para o WFA (TUPEN n.º 1/2015/DGRM) e para o Cabo Elétrico Submarino (TUPEN n.º 04/03/2016/DGRM) (DGRM, 28 de julho de 2020).

A 4 de outubro, foi aprovada a Portaria n.º 298/2023, que corresponde à Delimitação da ZLT de energias renováveis de origem ou localização oceânica ao largo de Viana do Castelo.

Quanto aos Mecanismos de Remuneração, no atual enquadramento jurídico nacional, o Decreto-Lei nº 15/2022 refere que a remuneração da atividade de produção de eletricidade é remunerada a preço de mercado ou através de contratos bilaterais. Contudo, os procedimentos concorrenciais podem determinar os modelos de remuneração e o respetivo acesso que permita a venda da eletricidade. No entanto, a Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis permite aos

Estados-Membros a possibilidade de aplicação de regimes de apoio a partir da criação de incentivos para a integração da eletricidade de fontes renováveis no mercado da eletricidade. Os regimes de apoio devem maximizar a integração da eletricidade no mercado, assegurando que os produtores de energia renovável respondam aos sinais de preços do mercado.

Relativamente ao contexto europeu, no âmbito do Regulamento (UE) 2018/842, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2018, referente às reduções anuais obrigatórias das emissões de GEE pelos Estados-Membros entre 2021 e 2030 como contributo para a ação climática, tendo em vista o cumprimento dos compromissos assumidos no âmbito do Acordo de Paris (conhecido como Regulamento Partilha de Esforços), foi estabelecida uma meta da UE que estipula uma diminuição de 30% das suas emissões de GEE até 2030, comparando com 2005.

Tendo em conta o Regulamento (UE) 2020/852, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de junho de 2020, relativo ao estabelecimento de um regime para a promoção do investimento sustentável, e que altera o Regulamento (UE) 2019/2088, este estabelece um sistema de classificação para atividades económicas sustentáveis. O objetivo é fornecer uma definição de atividades sustentáveis para investimentos ecológicos e garantir que os investimentos em projetos sejam sustentáveis, tais como a energia eólica *offshore*.

A 7 de julho de 2021, surgiu o Mecanismo Interligar a Europa, através do Regulamento (UE) 2021/1153 do Parlamento Europeu e do Conselho, revogando os Regulamentos (UE) n.º 1316/2013 e (UE) n.º 283/2014. Este mecanismo permite o financiamento de projetos da área de infraestruturas no setor da energia, transportes e digital. Deve também ser reforçado para a concretização das metas e objetivos do Acordo de Paris, assim como das metas para 2030 em matéria de energia e de clima e do objetivo de descarbonização a longo prazo. O presente regulamento visa contribuir para a meta climática global que consiste em canalizar pelo menos 30% das despesas constantes do orçamento da UE para apoiar objetivos climáticos.

A Política de Coesão 2021-2027 da EU, com um orçamento de 392 mil milhões de euros, contribui para o desenvolvimento sustentável no que diz respeito à transição verde e à transição digital, através de medidas de proteção do ambiente e de infraestruturas. Serão disponibilizados 23 mil milhões de euros a Portugal, para apoiar a coesão económica, social e territorial até ao final da década. Para isso, Portugal e os outros Estados-Membros, terão de investir entre 30% e 50% da sua parte do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), em projetos de inovação, e pelo menos 30% em projetos que contribuam para o combate às alterações climáticas. As metas da UE são atingir 60 GW de capacidade de energia eólica *offshore* instalada até 2030, fazendo este número parte de uma meta de alcançar

300 GW de capacidade instalada até 2050. A UE prevê que a eletricidade gerada por energias renováveis deverá cobrir cerca de 40% do consumo total de energia da UE até 2030.

4.7 Custo Nivelado de Eletricidade da Energia Eólica *Offshore* (LCOE)

A rentabilidade deste tipo de projetos oceânicos, é dependente da procura de eletricidade, estando a sua competitividade relacionada com a evolução dos valores do LCOE. O Custo Nivelado de Eletricidade (LCOE) é o valor líquido do custo unitário de eletricidade ao longo da vida útil de um ativo de produção, sendo apontado como a métrica mais efetiva, para a avaliação da viabilidade de um sistema energética eólico *offshore*. O LCOE foi criado e idealizado para comparar o custo relativo da energia produzida por diferentes fontes de geração de energia renovável (DS New Energy, 17 de março de 2019).

Posto isto, o LCOE proporciona uma estimativa do custo médio por unidade de eletricidade ao longo de toda a sua vida útil, desde a sua instalação, passando por aspetos como investimento de impacto, investimento inicial, operação, manutenção, taxa de desconto e chegando até a expectativa de vida.

O LCOE tem diminuído nos últimos anos, passando abaixo do custo das energias fósseis, tornando assim o custo da eletricidade de fontes renováveis mais competitivo (IEA, 2020).

Em 2015, o valor médio do LCOE na energia eólica *offshore*, rondava 150 dólares por MWh, tendo esse valor descido progressivamente nos últimos anos para 130 dólares por MWh em 2018 e para 100 dólares por MWh em 2020. É esperado que, em circunstância de procura elevada, o valor de LCOE seja de 50 dólares por MWh em 2030 e de 30 dólares por MWh em 2050 (IRENA, 2020).

Em termos gerais, quanto maior for o fornecimento de energia eólica *offshore*, mais baixo o valor do LCOE fica. O Governo português tem, deste modo, de garantir a competitividade do preço da eletricidade face ao preço das energias fósseis.

Posto isto, é definido que o LCOE é o preço da eletricidade que é necessário para que um projeto seja viável, ou seja, a taxa de retorno sobre o investimento realizado é igual à taxa de desconto ou ao Custo Médio Ponderado de Capital (WACC) durante o ciclo de vida do produto, neste caso o parque eólico *offshore*. A fórmula do LCOE é a seguinte:

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}} \quad (1)$$

Quanto ao dividendo do primeiro somatório, o “I” representa o Investimento/Despesas de Capital também denominado de CAPEX. O “M” define as Despesas em Operação, Manutenção e Serviço, também designado por OPEX. Quanto ao divisor do primeiro somatório o “r”, diz respeito à Taxa de Desconto (WACC), no período do ano “t” e durante “n” anos de vida do projeto. No somatório do divisor da fórmula, o “E” corresponde à Produção Anual de Energia. Já o divisor deste segundo somatório, é igual ao divisor do primeiro somatório.

O CAPEX representa o investimento no desenvolvimento tecnológico, nas turbinas eólicas, nas fundações, na conexão elétrica, ou seja, dos cabos e representa também a instalação das infraestruturas. Uma redução do CAPEX e um aumento da produção anual de energia tem um maior impacto na diminuição do custo da energia. O que se tem observado nos últimos anos tem sido um aumento da capacidade das turbinas eólicas, tendo existido um investimento no desenvolvimento tecnológico nas turbinas, ou seja, o CAPEX aumentou também. Já o valor por MW também aumentou, por isso, o investimento feito na inovação tecnológica compensou. É previsto que CAPEX se reduza no período de 2030 a 2045, demonstrando que a inovação tecnológica compensa (Ferreira, 2021).

O OPEX corresponde à Operação, Manutenção e Serviço (OMS), ou seja, aos custos relativos à operacionalização, monitorização, planeamento no acesso e no transporte e à logística. O desenvolvimento das turbinas eólicas reduz os custos de OMS e amortiza os mesmos, fazendo com que economias de escala sejam criadas, e tudo isto aliado a um aumento da captação de energia, permite uma diminuição do LCOE. Devido à complexidade, os custos de OMS em *offshore* são superiores aos de *onshore* (Ferreira, 2021).

Quanto ao WACC, o mesmo relaciona-se com o custo de financiamento, podendo estar (ou não) incorporado nos elementos do parque eólico, contribuindo para o LCOE. Quanto mais reduzida for a Taxa de Desconto (WACC), mais o custo de financiamento é reduzido, permitindo assim, aumentar a contribuição do CAPEX para o LCOE. A Taxa de Desconto não é a mesma em todos os países, esta, depende dos Custos de Empréstimo, do quadro regulatório do país e das políticas económicas existentes (Ferreira, 2021).

Visto que, se observam políticas governamentais relacionadas com a energia eólica *offshore* mais estáveis, uma redução do preço das matérias-primas, um aumento da capacidade das turbinas, da produção e da capacidade instalada, grande desenvolvimento da tecnologia flutuante, juntamente com a redução dos custos de instalação, tudo isto aliado, permite um aumento da produção de energia, perspetivando um futuro muito positivo do LCOE, quer em Portugal, quer a nível global.

5. Impactos dos Parques Eólicos *Offshore*

Os parques eólicos *offshore*, representam uma área emergente e promissora na produção de energia renovável. Com o aumento do interesse global na redução das emissões de carbono e na procura por fontes de energia mais verdes e sustentáveis, num mundo que enfrenta mudanças climáticas e que procura reduzir a sua dependência de combustíveis fósseis, este tipo de parques surgem como uma solução viável, eficiente e mais estável.

A implementação deste tipo de energia, nomeadamente a instalação destes parques eólicos no mar, carrega consigo alguns impactos, sendo por isso necessário analisar os mesmos que esta fonte de energia renovável traz em diversos níveis e em diversos setores, realçando os impactos ambientais, sociais e económicos no contexto português, considerando as implicações para as comunidades locais, a biodiversidade marinha e a economia nacional.

Os impactos que os parques eólicos *offshore* apresentam, exigem uma análise para garantir que os benefícios superam os desafios, de modo a tornar a sua implementação viável e maximizar os benefícios desta tecnologia promissora, garantindo assim um futuro mais sustentável para as gerações atuais e as gerações vindouras.

Posto isto, os impactos foram divididos em dois grupos, os Impactos Ambientais e os Impactos Socioeconómicos, representados de seguida.

5.1 Impactos Ambientais

Existe uma consciencialização ambiental cada vez maior, em Portugal e no resto do mundo, que levou à elaboração de planos e estudos não só para diminuir os GEE e as emissões de CO², mas também para a proteção dos habitats e da biodiversidade presente nos locais de construção e instalação destes parques eólicos *offshore*.

Posto isto, estes parques carregam consigo alguns impactos, alguns deles muito positivos. Na vertente da política energética, os parques eólicos *offshore* contribuem para a redução das emissões de carbono e para o aumento de fontes de energia mais verdes e sustentáveis, e consequentemente para o cumprimento das metas ambientais, designadamente estabelecidas no Acordo de Paris, de 2015.

Estas infraestruturas também podem funcionar como recifes artificiais, potenciando e facilitando o desenvolvimento e diversidade de espécies nestas áreas.

No entanto, também existem alguns potenciais impactos ambientais negativos que devem ser realçados; posto isto, os mesmos foram divididos em Habitats e Geologia, Ruído, Qualidade da Água e do Ar e por fim, Biodiversidade.

Habitats e Geologia

Um dos possíveis impactos é a perda de habitat, que poderá ocorrer na fase de construção, em virtude da escavação do fundo marinho, assim como a perturbação dos habitats que poderá ser permanente, devido à instalação das fundações, ou temporária, como a utilização de âncoras, ou seja, uma alteração da morfologia do fundo marinho. Esta alteração do fundo marinho também é causada pela colocação do cabo submarino e do cabo elétrico *onshore*, aquele que percorre a subestação no porto até ao parque eólico. A libertação de sedimentos na fase de construção e posterior deposição também pode levar à asfixia do solo marinho (WindPlus, 2015). Além disso, durante a fase de desativação do parque, a remoção das âncoras do fundo do mar pode resultar em revolvimentos nos sedimentos depositados aí. Isso pode resultar em depressões no fundo sedimentar, alterando a morfologia do fundo do mar, até que a dinâmica sedimentar consiga voltar a estabilizar no fundo.

Ruído

O ruído submarino, provocado pela colocação das estacas e detonação de engenhos explosivos pode provocar a deslocação dos animais para outros locais. O ruído da fase de pré-construção e de funcionamento também pode perturbar a fauna marinha, incluindo danos auditivos e lesões, devido às frequências e repercussões comportamentais dos animais que habitam os oceanos (Comissão Europeia, 2020). O movimento de embarcações de transporte das plataformas eólicas e de apoio durante a fase de instalação, algo muito frequente, contribui também para o aumento do nível de ruído (WindPlus, 2015).

Qualidade da Água e do Ar

O derrame de combustível ou de óleo das embarcações de transporte ou de apoio às plataformas, assim como o levantamento de sedimentos durante a instalação do cabo elétrico no fundo marinho e a ancoragem dos cabos de amarração das plataformas ao solo marinho,

podem causar impactos na qualidade da água (WindPlus, 2015). A par destes impactos, os mamíferos marinhos são também extremamente vulneráveis a contaminantes tóxicos, podendo mesmo levar à sua morte ou então estes contaminantes podem-se bioacumular e ser transmitidos aos filhos pelas mães lactantes.

Tal como nos impactos na qualidade da água, também as embarcações de transporte e de apoio às plataformas terão impactos na qualidade do ar, pois provocam emissões de gases poluentes atmosféricos (WindPlus, 2015).

Biodiversidade

A instalação dos cabos submarinos irá afetar espécies que habitam o fundo marinho, tal como caranguejos, bivalves e poliquetas, assim como obstruir temporariamente a alimentação de espécies filtradoras e de algas, devido à suspensão de sedimentos.

Face ao ruído causado pela instalação das plataformas e funcionamento das mesmas, e dada a grande propagação do som na água, esta afeta diversas espécies que recorrem ao som e a frequências, tais como cetáceos e peixes, alterando o comportamento dos animais, o seu sistema fisiológico e a sua orientação, algo extremamente importante nas suas morfologias (WindPlus, 2015). Conforme mencionado por um responsável da Associação de Pescadores Ribeirinha de Viana, durante uma entrevista, no parque eólico *offshore* WFA, não estão a aparecer peixes, derivado da vibração, das radiações, do barulho e isso tem afetado os peixes dessa zona, onde outrora apareciam robalos, pargos e outras espécies.

Existe também o risco de colisão dos animais, um grupo a destacar é o dos cetáceos, como por exemplo os golfinhos, baleias e botos, que são animais ativos no recurso à ecolocalização. Estes, aquando da procura por alimento, focam-se nas suas presas, podendo por isso falhar a deteção das estruturas das plataformas e sofrer lesões que poderão mesmo levar à sua morte. As aves também têm um grande risco de colisão, quer com as estruturas estacionárias, quer com as pás e o rotor. Este risco de colisão ainda se pode intensificar mais, caso as aves utilizem as estruturas para repouso e caso sejam atraídas pela sinalização luminosa, afetando as suas rotas migratórias. Estas ficam ainda vulneráveis a serem apanhadas nos efeitos de vórtice criados pelo movimento das pás, algo extremamente perigoso para as aves (WindPlus, 2015).

O último impacto, relativo à biodiversidade, é o efeito recife, ou seja, os parques atuam como recifes artificiais, e como são áreas protegidas atraem espécies de peixes, cetáceos e aves, que se juntam às plataformas para se alimentarem e abrigarem, o que também poderá

levar ao desenvolvimento de espécies exóticas e invasoras que competem com as espécies nativas, sendo isso negativo pois as espécies invasoras muitas vezes levam à extinção das espécies nativas (Pardo et al, 2023).

5.2 Impactos Socioeconómicos

A instalação das plataformas e, consequentemente o grande movimento de embarcações e equipamentos relacionados com a instalação, implicam a interdição temporária de navegação, atividades lúdicas marítimas e de pesca nas áreas próximas das operações.

Durante a fase de exploração são criadas áreas de proteção às instalações dos parques eólicos, ou seja, as mesmas não poderão ser ultrapassadas, perdurando essa condicionalidade por todo o tempo de presença das instalações nesse local marítimo. Também ficam condicionadas as atividades de exploração geológica no fundo do oceano nos locais próximos aos parques (WindPlus, 2015).

A implementação das plataformas com as turbinas eólicas e as bóias de sinalização pode ter impactos no setor do turismo, visto “depreciar” a paisagem, ou seja, implicar a redução da qualidade da paisagem do mar em áreas com presença habitual de turistas e atividades recreativas, podendo ter consequências económicas negativas, preferindo os turistas destinos de praia com baixo grau de desenvolvimento industrial do local que visitam (Machado & García, 2021).

Podem ainda verificar-se impactos a nível cultural, visto poder existir património marítimo nas zonas de instalação dos parques, tais como navios naufragados ou objetos arqueológicos, e as movimentações das âncoras assim como a instalação do cabo submarino, podem danificar ou destruir esse eventual património existente no fundo do mar (WindPlus, 2015).

Estes parques requerem um grande investimento inicial, sendo o seu retorno financeiro a longo prazo, assim como investimento em manutenção especializada. Os custos iniciais de construção e manutenção deste tipo de parques são substancialmente mais elevados do que os seus equivalentes terrestres, devido às dificuldades técnicas associadas à instalação de turbinas em ambientes marítimos, incluindo a necessidade de implementar fundações resistentes às condições adversas do mar. Contudo, através dos avanços tecnológicos e do aumento da escala de produção têm demonstrado potencial para reduzir esses custos ao longo do tempo, o que irá tornar esta forma de geração de energia cada vez mais competitiva no mercado. A instalação destes parques, por outro lado, contribui para a geração de emprego

(técnicos, engenheiros, analistas, juristas e especialistas, entre outros) nas fases de construção, operação e manutenção, contribuindo para o desenvolvimento económico das regiões costeiras, onde se localizam os parques, sendo que os parques eólicos *offshore* tendem a necessitar de mais mão-de-obra do que os parques *onshore*.

A fabricação de equipamento favorece a criação de emprego, sobretudo de operários e especialistas, na área de produção industrial e compra, maximizando a criação de valor no país. Caso o equipamento seja importado, é criado emprego noutra segmento, como na Operação, Manutenção e Serviço (OMS).

Existe uma troca de sinergias benéficas, entre a indústria da energia eólica *offshore* e as indústrias petrolíferas e de gás, na instalação e conexão à rede, assim como no transporte marítimo; para além da troca de sinergias, quer o setor público, quer o setor privado investem neste mercado, criando empregos diretos ou indiretos.

A instalação dos parques eólicos condiciona a pesca das comunidades, principalmente a pesca de arrasto que não é permitida nessas zonas, e também potencia o afastamento dos peixes para outros locais, impactando negativamente o setor pesqueiro de forma direta (WindPlus, 2015).

Conforme mencionado por um responsável da Associação de Pescadores Ribeirinha de Viana, durante uma entrevista, enquanto as turbinas estiverem a funcionar, também o cabo vai estar a funcionar, portanto é um impacto na pesca que a médio prazo será permanente até à desativação das torres. Pois esse cabo atravessa uma zona de pescadores da pequena pesca, sendo-lhes retirado território de pesca, não sendo possível pescar 0,5 km para um lado do cabo e 0,5 km para o outro lado do cabo. Existindo essas limitações territoriais, os pescadores acabam por pescar nos territórios de outros pescadores, portanto em termos de gestão de espaço marítimo complica os sistemas dos pescadores, até conseguirem encontrar novos territórios de pesca. Ou seja, foi retirado território aos pescadores e estes acabaram por ter de se deslocar para outras zonas, e para ultrapassar a zona onde está o cabo passaram a ter mais custos, derivado da maior utilização de gasolina.

Segundo o responsável da Associação de Pescadores Ribeirinha de Viana, para esta energia ser sustentável, é exigido um conjunto de alterações, principalmente ser reorganizado o território administrativamente. Se o território outrora pertencia aos pescadores, agora há múltiplas utilizações do mar e há zonas em que tem de haver uma coabitação de atividades. Os pescadores não concordam que lhes seja retirado território no mar, mas para as restantes pessoas isso não as afeta, muito pelo contrário, pois é atraído investimento para as localidades costeiras. Existem empresas que vão para estas localidades, possibilitando a criação de postos

de trabalho, de habitação, de novas infraestruturas de apoio da rede viária e de novas fábricas, sendo tudo isto captação de investimento para a economia local.

Tendo em conta o que foi referido por um responsável da Associação de Pescadores Ribeirinha de Viana, durante uma entrevista, as primeiras três turbinas eólicas *offshore*, colocadas em Viana do Castelo, não afetaram em muito a comunidade. No entanto, se forem colocadas em grande número e se começar a desaparecer o peixe e a desaparecerem embarcações de pesca, isso irá causar consequências negativas na comunidade, pois a pesca é uma microeconomia que gira em torno da comunidade piscatória, esta comunidade são pequenas e médias empresas que têm dois ou três trabalhadores que têm por sua vez família em casa dependente economicamente da pesca. Para além disso, existem também os restaurantes, as empresas que constroem barcos, as empresas que vendem materiais para os barcos, ou seja, uma série de empresas que lidam diretamente com os pescadores e que trabalham diretamente para os pescadores, que vão acabar por ter de fechar portas.

5.3 Medidas de Mitigação dos Impactos

Habitats e Geologia

A alteração da morfologia do fundo marinho traduz-se num impacto negativo, mas de magnitude reduzida, que se fará sentir localmente, podendo ser considerado um impacto pouco significativo. Contudo, poderão ser adotadas medidas que poderão permitir a sua minimização. Tendo em conta a consequência da colocação do cabo elétrico *onshore*, deve proceder-se à abertura de uma vala com as dimensões mínimas necessárias e, todo o material que daqui resultar deve ser utilizado para a cobertura do cabo instalado, preenchendo assim o espaço restante (Taormina et al., 2020).

Durante a fase de instalação das âncoras e do cabo submarino, os trabalhos realizados no fundo devem ser limitados ao mínimo indispensável, para que a área de impacto seja reduzida, tanto na zona de rocha afetada como na zona de sedimentos, reduzindo ao mínimo o revolvimento e levantamento de fundo sedimentar. No que diz respeito à instalação do cabo, a seleção cuidada da sua rota de passagem no fundo, bem como o seu método de enterramento, deverão ser cuidadosamente definidos, tendo em conta o menor distúrbio do fundo possível (BERR, 2008).

Ruído

Existem vários métodos para reduzir o ruído provocado pela cravação das estruturas de suporte das turbinas. A utilização de estruturas de suporte alternativas às mais comuns pode reduzir significativamente o ruído causado durante a construção. Outra solução é a utilização de estruturas flutuantes, que minimizam o ruído devido a cravação e escavações (Eickmeier & Vallarta, 2024). Outro método de redução de ruído é o arranque suave, que visa reduzir o ruído causado pela cravação das fundações ao realizar um aumento gradual da energia de martelagem e da frequência de martelagem, permitindo que os cetáceos e peixes tenham a possibilidade de se afastar.

Programar as atividades de maior impacto em períodos em que a presença de fauna sensível seja menor, como fora da época de reprodução ou migração, é uma forma de mitigar o impacto do ruído. Reduzir a velocidade das embarcações e utilizar embarcações de baixo ruído, como elétricas ou híbridas, durante a fase de instalação e operação, é também uma forma de minimizar o ruído gerado pelas hélices e motores (Eickmeier & Vallarta, 2024).

Qualidade da Água e do Ar

Em todas as fases do projeto, nas embarcações relativas à obra, deverão ser adotados procedimentos que minimizem a probabilidade de ocorrência de um derrame de óleo ou combustível. Nas embarcações, deverá também existir material que permita parar o derrame e conter a mancha de substância derramada na superfície da água, como por exemplo através de tecnologias, tais como: barreiras de contenção; *skimmers* que captam e bombeiam o óleo para um local de armazenamento; ou biorremediação, ou seja, o uso de micro-organismos capazes de metabolizar o óleo (Silva et al., 2022).

Atendendo à pequena dimensão dos impactos negativos da qualidade do ar, devido às emissões serem muito reduzidas e temporárias, não se considera a adoção de quaisquer medidas de mitigação.

Biodiversidade

Na fase de instalação das âncoras e do cabo submarino, os trabalhos feitos no fundo marinho devem ser limitados ao indispensável, de modo que a área de impacto seja reduzida, tanto na

zona da rocha como na zona de sedimentos móveis, reduzindo o revolvimento e levantamento de sedimentos marinhos.

Uma forma de evitar eventuais impactos provenientes de colisão de cetáceos e peixes com as plataformas, é através da pintura a amarelo da parte submersa das plataformas, algo que foi previsto na descrição no projeto WindFloat Atlantic (WFA).

A medida mais eficaz de atenuação é uma boa localização do projeto, evitando zonas com muita densidade de aves e zonas por onde passam as rotas de migração. No entanto, de modo a mitigar a colisão de aves, deverão ser realizadas marcações, iluminações e sinalização em caso de nevoeiro, ou noutras condições de baixa visibilidade. Deverão ser tomadas medidas, sempre que possível e necessário, para que qualquer iluminação desnecessária seja reduzida, particularmente iluminação que seja proveniente das estruturas, minimizando o efeito de atração que a iluminação poderá ter em aves migratórias ou em aves que utilizem a área do projeto (Drewitt & Langston, 2006). Também a substituição das luzes contínuas por luzes intermitentes, é uma medida de atenuação eficaz. Na fase de pós-instalação, a identificação de colisões ou o registo do comportamento dos animais ao aproximar-se de cada estrutura pode ser feito com recurso a câmaras térmicas para o acompanhamento de trajetórias e eventuais colisões (Matzner et al., 2020).

Relativamente à colonização da plataforma por parte de espécies invasoras, dever-se-á proceder à remoção de espécies invasoras ou exóticas que possam de algum modo introduzir alterações na cadeia trófica e na ocupação do espaço devido à sua eventual proliferação descontrolada.

Socioeconomia

Considerando a utilização de uma área do espaço marítimo por atividades exógenas às comunidades costeiras mais próximas, com a consequente criação de uma área de condicionamentos à navegação e às atividades marítimas, previamente ao início da entrada em exploração do parque eólico deverá haver uma ampla divulgação dos objetivos e características do projeto, quer à população, nomeadamente através dos seus órgãos autárquicos, quer particularmente às comunidades de pescadores afetadas e localizadas mais próximo do projeto (Glasson et al., 2022). A inserção dos pescadores nos projetos, de forma que sejam compensados dos prejuízos que venham a sofrer, é também uma possível medida de mitigação.

Deverá ser atribuída uma compensação monetária aos pescadores, por alegadas perdas de rendimento devido à impossibilidade de exercer a atividade, caso os mesmos sejam afetados pela implementação destas infraestruturas (Lennon, 18 de março de 2024).

No que se refere à paisagem, mesmo sendo visível no horizonte a parte superior das turbinas eólicas, as suas dimensões e cores tornam-nos muito pouco perceptíveis a olho nu. Podendo assim concluir-se que não constituirão um impacto relevante na paisagem marítima.

Relativamente ao património cultural em meio marinho, devem ser cumpridas algumas medidas numa fase prévia ao início dos trabalhos, tais como a verificação, através de sonares de prospeção geofísica se a implantação do projeto colide com elementos do património subaquático (Missiaen et al., 2017). Caso existam, deverá proceder-se à alteração do projeto de modo a evitar afetações diretas do património cultural subaquático localizado.

5.4 Vantagens e Desvantagens/Desafios dos Parques Eólicos *Offshore*

Tendo em conta a informação reunida, foi possível determinar uma seleção de vantagens e desvantagens/desafios, associados à implementação dos parques eólicos *offshore* em relação a outras fontes de produção de energia elétrica, incluindo outras fontes de energia renovável. Esta tabela explora as principais vantagens associadas a estes projetos inovadores, mas também as desvantagens e os desafios associados a esta tecnologia.

O grande objetivo desta secção é proporcionar uma visão abrangente relativamente à viabilidade e ao impacto dos parques eólicos *offshore* no panorama energético a nível global. De seguida, encontra-se representada a Tabela 4: Vantagens e Desvantagens/Desafios dos Parques Eólicos *Offshore*, com uma síntese do que foi analisado anteriormente.

Tabela 4: Vantagens e Desvantagens/Desafios dos Parques Eólicos Offshore, Fonte: Elaboração Própria, 2024

Vantagens	Desvantagens/Desafios
Recursos eólicos mais potentes e consistentes.	Impacto no comportamento migratório de aves, cetáceos e peixes.
Instalação de turbinas de maior dimensão.	Impacto visual considerável.
Menor impacto visual e sonoro para a população em geral, comparando com outras energias renováveis.	Variação nas quantidades de energia produzidas de acordo com as condições climáticas.
Potencial de expansão.	Investimento inicial elevado.
Recurso inesgotável.	Alteração da paisagem.
Não emite GEE nem gera resíduos.	Destruição ou modificação do património cultural marítimo.
Escassa manutenção.	Condicionamento da pesca.
Criação de emprego.	Emissão de campos eletromagnéticos.
Potencial de produção de energia mais elevado.	Instalação e manutenção mais sofisticadas e qualificadas.
Inovação tecnológica.	Alteração do fundo marinho.

6. Perspetivas Futuras da Energia Eólica *Offshore* em Portugal

A consolidação das tecnologias referentes a projetos ainda muito experimentais, mas comerciais, tais como o projeto do WFA, permite encarar com um grande otimismo o desenvolvimento de parques comerciais *offshore*, na costa portuguesa. Tecnologia esta fulcral para o objetivo de se atingir a neutralidade carbónica até 2050 e aumentar a independência energética do país relativamente às suas necessidades.

Tendo em conta o plano nacional, a Estratégia Industrial para as Energias Renováveis Oceânica (EI-ERO) estatui a aposta nas energias renováveis oceânicas como uma medida política racional, tanto no paradigma ambiental, como no plano competitivo para um crescimento e desenvolvimento sustentável. Esta estratégia determinou o potencial de Portugal na instalação de turbinas eólicas flutuantes, sendo o grande Objetivo Estratégico (OE) a criação de um *cluster* industrial, competitivo e inovador, exportador das energias renováveis oceânicas.

É almejado, que os próximos parques eólicos *offshore* em Portugal contendam mais componentes das estruturas fabricadas pelas indústrias metalúrgicas, em Portugal. A Ocean Winds estabeleceu uma parceria com a Martifer Renewables & Energy, uma importante entidade energética do grupo industrial Martifer com grandes capacidades industriais, tendo em vista a participação conjunta no primeiro procedimento concorrencial para os novos parques eólicos *offshore* no país. A Ocean Winds e a Martifer estão a preparar propostas, com os principais fornecedores e infraestruturas nacionais, de modo a estar alinhada com as metas nacionais de apoio à transição energética de Portugal. É esperado que o crescimento económico seja promovido, que exista criação de empregos e tecnologias inovadoras para o mercado eólico *offshore* português. (Martifer, 24 de julho de 2024)

A industrialização irá permitir baixar os custos da tecnologia eólica flutuante, já que as economias de escala permitirão reduzir o custo dos equipamentos e da construção dos parques, ainda em níveis substancialmente superiores aos das eólicas no mar convencionais. A médio prazo será também possível baixar o custo nivelado das eólicas flutuantes, para preços em torno dos 60 euros por MWh.

Relativamente ao RNC 2050, roteiro este elaborado no seguimento do compromisso do Governo Português em atingir a neutralidade das emissões carbónicas até ao final de 2050, é delineado um plano para a descarbonização da economia portuguesa, como contributo para o Acordo de Paris sobre as Alterações Climáticas e em concordância com os objetivos

internacionais. Posto isto, o desenvolvimento da produção energética via energia eólica *offshore*, foi identificado como um dos principais *drivers* de descarbonização.

O PNEC 2030 atribui objetivos e materializa as políticas e medidas para a aplicação das orientações do RNC 2050 e para o seu cumprimento, baseando-se em alguns objetivos, entre os quais: descarbonização da economia nacional, aposta nas energias renováveis, redução da dependência energética do país e desenvolvimento de uma indústria inovadora e competitiva. Posto isto, uma das metas delineadas é a incorporação, em 2030, de 47% de energias renováveis no consumo total de energia. Para isto, prevê-se um aumento da exploração do potencial das energias renováveis, onde se inclui a tecnologia eólica *offshore* flutuante, 2 GW até 2030. A nível europeu, é esperado que todo o continente tenha mais de 10 GW de energia eólica flutuante em operação até 2030, no entanto, esta meta não é propriamente traduzida em capacidade, é necessário apoio dos governos, através de políticas e de medidas que potenciem estas implementações prontamente. Para isso, contribuem os objetivos de implementação da Grécia, de 2 GW; de Espanha, de 1-3 GW; do Reino Unido, de 5 GW; de Itália, de 3,5 GW; e através dos 2 GW de Portugal (WindEurope, 2 de junho de 2022).

Para além da expansão da capacidade instalada e da delimitação das zonas de exploração, prevê-se a expansão da Rede Nacional de Transporte (RNT) e das infraestruturas portuárias de apoio. O PNEC estabelece ainda que Portugal deverá reduzir a sua dependência energética para 65% até 2030; assim, o Plano de Afetação de Energias Renováveis *Offshore* (PAER) ao promover o desenvolvimento de energias eólicas flutuantes, com capacidade de produção de 10 GW, poderá contribuir, aproximadamente, com 32% de produção elétrica, podendo até considerar-se um cenário de exportação de energia *offshore*. Está previsto, caso se confirmem os 10 GW de capacidade, que a instalação dos 10 GW trará investimentos de 30 a 40 mil milhões de euros (Expresso, 8 de março de 2023).

Atendendo ao que foi referido por um responsável da DGEG, durante uma entrevista realizada ao mesmo, para as metas de 2030 não se pode contar ainda com um grande contributo da energia eólica *offshore*. O procedimento ainda não foi lançado e são muitos anos até que as primeiras turbinas, do futuro projeto, estejam instaladas e comecem a injetar na rede. Para 2040, espera-se que esse contributo possa ser muito significativo no *mix* de produção de Portugal, dependendo da quantidade de GW que serão instalados.

Atualmente, segundo esse responsável da DGEG, as estimativas mais ambiciosas referem que o consumo de energia elétrica vai duplicar entre 2020 e 2030, tal como demonstra a Figura 3, onde são apresentados o cenário mais ambicioso e o mais conservador da evolução do consumo final de eletricidade. Já em 2040, face a 2020, o cenário mais ambicioso aponta

que o consumo vai triplicar ou mais que triplicar, tendo em conta o que se sabe hoje, ou seja, a eletrificação dos consumos, o aumento do consumo anual previsto dos veículos elétricos, as novas indústrias que vêm para o país, como o hidrogénio verde e os *data centres*; portanto têm de existir fontes fiáveis e seguras com capacidade de resposta, que é o caso da energia eólica *offshore*, que pode dar essa capacidade ao país.

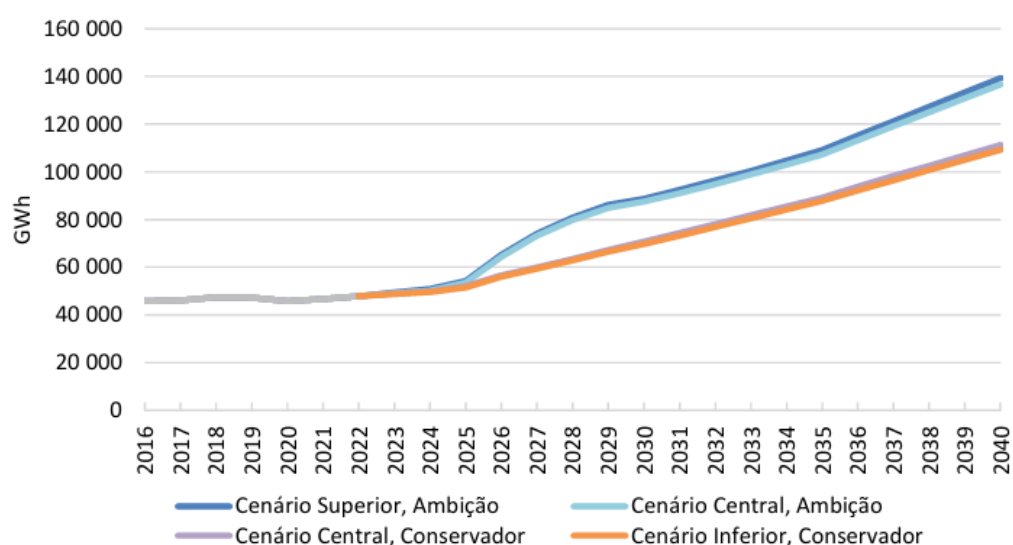


Figura 3: Cenários de Evolução Prevista do Consumo Final de Eletricidade, Fonte: DGEG, 2023

Os grandes objetivos estratégicos (OE), para o futuro desta energia em Portugal, foram apresentados na mais recente proposta do PAER, publicada em outubro de 2023, sendo os seguintes: contribuir para a independência energética nacional e autonomia energética da UE; contribuir para a transição energética e descarbonização da economia; contribuir para o desenvolvimento sustentável da economia azul e toda a fileira das energias renováveis *offshore*; contribuir para a produção nacional de novos combustíveis limpos, designadamente o Hidrogénio; garantir que o desenvolvimento da atividade seja feito com a salvaguarda dos serviços dos ecossistemas, em particular no que respeita aos recursos haliêuticos (recursos relacionados com a pesca) e do Património Cultural (DGRM, 2023).

De modo a salvaguardar a concretização dos OE acima mencionados, as estratégias para a concretização dos mesmos, segundo a Proposta do PAER, elaborada pela DGRM e tornada pública em outubro de 2023, são as seguintes:

- OE1 - Contribuir para a independência energética nacional e autonomia energética da UE: Contratos de concessão de 3 GW até 2025; contratos de concessão de 10 GW até 2030.

- OE2 - Contribuir para a transição energética e descarbonização da economia: compatibilização de usos com atividades que podem promover o sequestro de carbono; eliminação de CO² da produção de eletricidade.
- OE3 - Contribuir para o desenvolvimento sustentável da economia azul e toda a fileira das energias renováveis *offshore*; criar novos postos de trabalho; aumentar a capacidade metalúrgica e eletromecânica; promover o desenvolvimento portuário; compatibilizar os usos com vista ao uso múltiplo do espaço marítimo atribuído a parques eólicos.
- OE4 - Contribuir para a produção de novos combustíveis limpos, designadamente o Hidrogénio: instalar uma capacidade de 2 a 2,5 GW até 2030; reduzir as emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) em vários setores.
- OE5 - Garantir que o desenvolvimento da atividade seja feito com a salvaguarda dos serviços dos ecossistemas, em particular no que respeita aos recursos haliêuticos, dos habitats e dos ciclos de vida das espécies marinhas protegidas e do Património Cultural: aumento da produtividade oceânica instalando recifes artificiais; adaptação das artes de pesca ao desenho dos parques eólicos *offshore*; construção de dispositivos flutuantes certificados ambientalmente; aumento do conhecimento do Património Cultural Subaquático.

Após os testes dos projetos oceânicos, é necessário passar para uma fase em que é necessário testar do ponto de vista comercial. Conforme mencionado por um responsável da empresa Ocean Winds, durante uma entrevista realizada ao mesmo, a aprovação da delimitação da Zona Livre Tecnológica (ZLT) em Viana do Castelo, em outubro de 2023, está relacionada com a necessidade de testar projetos pré-comerciais, ou seja, projetos não muito grandes e que tenham saído da fase de demonstração tecnológica e que tenham o objetivo de dar o salto para projetos de maior escala.

A ZLT define-se como um ambiente físico, geograficamente delimitado, utilizado para testar e demonstrar em segurança e em condições reais, tecnologias, serviços, produtos ou soluções inovadoras ainda em fase de experimentação, pois para os projetos serem bem-sucedidos necessitam de ser testados em circunstâncias próximas da realidade.

O motivo pelo qual foi aprovada a delimitação da ZLT, foi o projeto do Governo para o desenvolvimento de 10 GW de potência de energia eólica *offshore*. A delimitação da ZLT foi aceite pelo Governo, após proposta apresentada pela DGRM e pelo Laboratório Nacional de

Energia e Geologia (LNEG). A ZLT tem 7,6 Km², numa área junto à que hoje é ocupada pelo parque eólico WFA, e servirá então para testar e explorar várias tecnologias de energia renovável de origem ou localização oceânica.

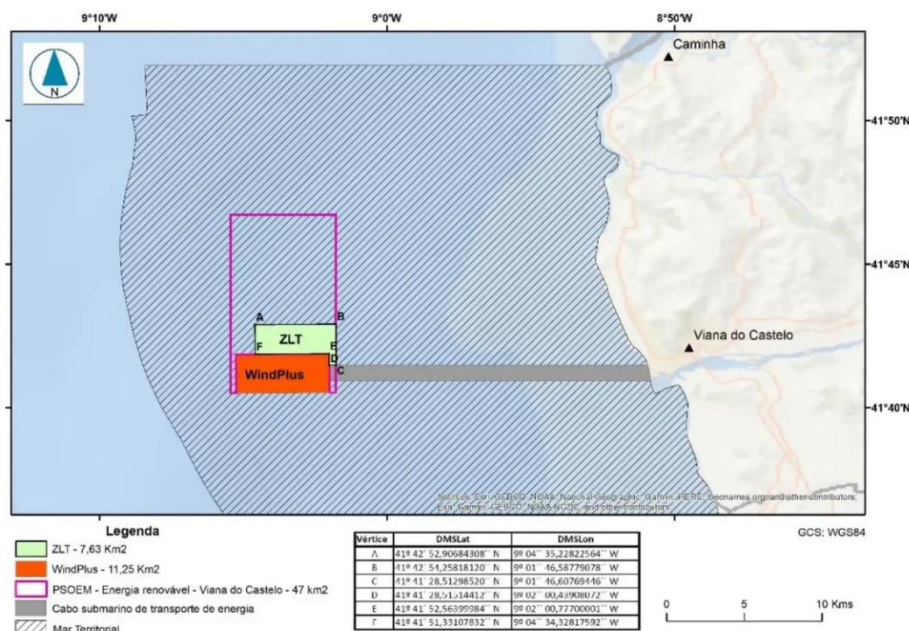


Figura 4: Mapa com a Delimitação da ZLT, Fonte: Expresso, 2023

No mapa apresentado (Figura 4), está representada, a verde, a área cujo objetivo é testar projetos pré-comerciais de energias renováveis, de origem oceânica, sendo esta a delimitação da ZLT. A ZLT tem uma área de 7,6 Km².

A região que se encontra a roxo, corresponde à área dos limites de exploração destinada a Viana do Castelo.

A laranja, está representada a área que o WFA ocupa, tendo a Ocean Winds essa concessão. Ou seja, o parque eólico *offshore* ocupa apenas uma área muito pequena dos limites da área de exploração destinada a Viana do Castelo.

Quanto à área a cinzento, esta representa o cabo submarino de transporte de energia que também se destina a outros projetos.

6.1 Exploração de Novas Regiões para Energia Eólica Offshore

De modo a Portugal reduzir a sua dependência energética e ao mesmo tempo promover a exploração das energias renováveis, neste caso a energia eólica *offshore*, e desta forma cumprir as metas do compromisso em atingir a neutralidade das emissões carbónicas até ao

final de 2050, o Governo português anunciou o desejo de instalar, ao longo da costa portuguesa, mais parques deste tipo.

No início do ano de 2023, a DGRM, entidade responsável pelo ordenamento do espaço marítimo nacional, elaborou a proposta Plano de Afetação de Energias Renováveis *Offshore* (PAER), que atualizou automaticamente o Plano de Situação de Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional (PSOEM), criando potenciais áreas para a exploração comercial de energias renováveis *offshore*. O PAER incide sobre zonas marítimas que garantem as condições mais propícias para a implementação de energias renováveis, designadamente para a instalação de parques eólicos comerciais com tecnologia flutuante.

Na proposta anunciada no início de 2023, foram apresentadas seis localizações para exploração de energia eólica em ambiente *offshore*. Essas localizações foram Viana do Castelo (Norte e Sul), Leixões, Figueira da Foz, Ericeira, Sintra-Cascais e Sines.

Em outubro de 2023, o Governo colocou em consulta a nova versão do Plano de Afetação para Energias Renováveis *Offshore* (PAER). Esta proposta sucedeu-se à apresentada no início do ano, com propostas de melhoria em vários setores, surgindo na sequência de pareceres decorrentes da audição pública das conclusões do primeiro plano, nomeadamente as reuniões que decorreram com associações de pescadores mais afetadas pelo leilão e do relatório ambiental elaborado. A alteração mais significativa foi a eliminação da região de Sintra-Cascais, mais concretamente ao largo do Cabo da Roca, das localizações propostas para exploração de energia eólica *offshore*. Apesar do seu grande potencial eólico, a DGRM acolheu as considerações, que foram negativas, do anterior parecer e da reunião de concertação com a Área Metropolitana de Lisboa (AML) e os três municípios, Cascais, Mafra e Sintra, realizada no dia 14 de junho de 2023, pela proximidade da linha de costa e dos impactos negativos que poderia apresentar nas rotas migratórias de aves marinhas e consequências negativas no estatuto de Património Mundial da UNESCO, que inclui o Cabo da Roca e a Peninha (Figura 5).

De modo a existir no futuro um equilíbrio entre os benefícios da implementação desta energia renovável e das comunidades piscatórias que serão afetadas negativamente pelas mesmas, terá de existir uma boa gestão daquilo que poderá acontecer, conforme mencionado por um responsável da Associação de Pescadores Ribeirinha de Viana, durante uma entrevista realizada ao mesmo. Deverão existir apoios do Estado e da Comunidade Europeia para modernizar, utilizar outras tecnologias e artes de pesca, de modo a ser possível trabalhar e operar neste novo sistema, numa realidade onde se pretende alcançar a soberania energética e cumprir as metas das alterações climáticas. Os governantes têm de perceber como as coisas

funcionam, ver como as pessoas trabalham, ver aquilo que precisam e se for necessário apoiá-las através de fundos, para impedir a extinção da pesca, visto que a tendência é essa, a extinção da pequena pesca.

Conforme mencionado por um responsável da empresa Ocean Winds, durante uma entrevista realizada ao mesmo, nas áreas de exploração que estão definidas, irão existir plataformas com espaçamento diferente, com capacidade diferente e cujo *layout* está relacionado com o percurso, as correntes do local e com outros constrangimentos tais como rotas de migração de aves, peixes e cetáceos que ali passam, assim como cabos que passem no fundo marinho. É preciso ter também em conta os efeitos aerodinâmicos e de rendimento das turbinas que ficam umas atrás das outras, sendo esse um condicionalismo muito importante. Quanto à profundidade destas áreas de exploração, as mesmas situam-se entre cerca de 75 m e cerca de 200 m de profundidade.

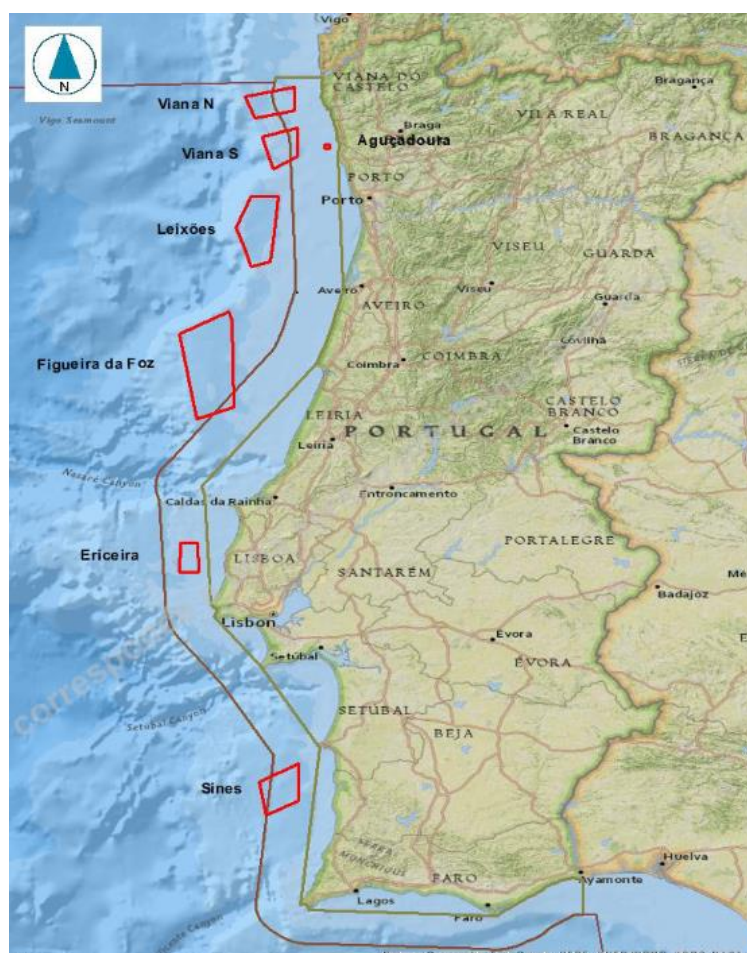


Figura 5: Mapa com as Regiões do PAER, Fonte: Sapo, 2023

Quanto ao total a leiloar, o valor mantém-se em cerca de 10 GW, no entanto, a sua distribuição por localização sofreu algumas alterações. Tendo em conta o documento, Viana do Castelo divide-se em duas zonas: o Norte de Viana do Castelo fica com um lote de 1,09 GW e o Sul fica com 1,03 GW, acumulando por isso Viana do Castelo um total de 2,1 GW. Quanto à região de Leixões, esta ganha mais 0,5 GW, passando para um total de 2 GW, enquanto a Ericeira fica limitada a 0,5 GW, face ao anterior 1 GW correspondente a Ericeira e Sintra-Cascais. A Figueira da Foz mantém a capacidade de 4 GW, assim como Sines, cujo valor se cifra nos 1,5 GW (Tabela 5).

Tabela 5: Quadro Síntese relativo às Áreas e Potências até 2030, segundo o PAER, Fonte: LNEG, 2023

Área	Km²	Potência (GW)
Viana do Castelo Norte	312	1,09
Viana do Castelo Sul	294	1,03
Leixões	644	2
Figueira da Foz	1325	4
Ericeira	171	0,5
Sines	430	1,5
Total	3176	10,12

Segundo a Versão Final do Grupo de Trabalho (grupo este que integra representantes da ERSE, DGEG, APREN, REN, DGRM, APP) para o planeamento e operacionalização de centros eletroprodutores baseados em fontes de energias renováveis de origem ou localização oceânica (Despacho n.º 11404/2022, de 23 de setembro), grupo este que tem a função de apresentar aos membros do Governo responsáveis um relatório com contributos e recomendações como já referido anteriormente, a região de Sines será também dividida em Norte e Sul, devido à existência de uma área de jurisdição portuária do Porto de Sines. Esta versão final, apresentada pelo Grupo de Trabalho, tem algumas diferenças de áreas e de potência passível de ser instalada por região relativamente aos dados apresentados pela versão do PAER, devido a possíveis condicionantes e constrangimentos que o Grupo de Trabalho tenha detetado nas delimitações das áreas.

A Versão Final do Grupo de Trabalho indica ainda qual será o número de lotes de cada uma das áreas, assumindo um valor de 500 MW de potência instalada por lote. Na soma dos lotes de todas as regiões constam então 20 lotes (Tabela 6).

Tabela 6: Quadro Síntese relativo às Áreas, Potências e Lotes do Grupo de Trabalho, segundo o Grupo de Trabalho, Fonte: LNEG, 2023

Área	Km ²	Potência (GW)	Nº de Lotes
Viana do Castelo Norte	301	1,01	2
Viana do Castelo Sul	294	0,99	2
Leixões	644	2	4
Figueira da Foz	1325	4	8
Ericeira	171	0,5	1
Sines Norte	102	0,3	1
Sines Sul	287	1	2
Total	3124	9,8	20

Foi proposto pelo Grupo de Trabalho e anunciado pelo anterior Governo que o procedimento concorrencial/leilão será realizado por etapas, em que o primeiro procedimento concorrencial é relativo às áreas Viana do Castelo, Leixões e Figueira da Foz, sendo que nesta primeira etapa serão instalados 3,5 GW dos 10 GW anunciados pelo Governo, ficando por isso Sines e Ericeira-Cascais fora desta primeira fase (Tabela 7 e Figura 6). Segundo um responsável da empresa Ocean Winds, durante uma entrevista realizada ao mesmo, a restante capacidade deverá ser atribuída em fases subsequentes, até perfazer 10 GW. No entanto, o foco, neste momento, está nas áreas do primeiro procedimento concorrencial. É de realçar que o Governo pretende ter 2 GW de eólicas no mar em operação até ao final da década, sendo que esses 2 GW estão incluídos no primeiro procedimento concorrencial/leilão.

O atual Governo pediu, no entanto, ao Grupo de Trabalho para apresentar dados e projeções económicas e do impacto tarifário, visto que o relatório que foi entregue ao Governo passado, em 2023, não referia os impactos tarifários e os custos que irão existir neste projeto futuro. Posto isto, o novo Governo pretende então obter estas projeções, de modo a comprovar a viabilidade económica da energia eólica *offshore* em Portugal (Jornal de Negócios, 13 de setembro de 2024).

Conforme um responsável da DGEG, durante uma entrevista concedida ao mesmo, após o primeiro procedimento têm de ser avaliadas as necessidades de mais ou menos *offshore*, à medida que os consumos evoluem e a política energética evolui. Não sendo garantido que os 10 GW serão construídos, apesar de ser um objetivo. Um dos pressupostos que está por detrás deste tipo de iniciativa é atrair investimento para Portugal nesta indústria, pois se não houver ambição, sendo Portugal um país pequeno, ninguém olhará para Portugal neste contexto.

Tabela 7: Quadro Síntese Relativo à Sequenciação Temporal das Áreas e dos Lotes a Disponibilizar no Âmbito do Lançamento do Primeiro Procedimento Concorrencial, Fonte: LNEG, 2023

Procedimento Concorrencial	Áreas Preferenciais	Zonas das Áreas Preferenciais	Nº de Lotes	Potência (GW)
1º	Viana do Castelo	Zona Norte da área	2	1
	Leixões	Zona Norte da área	1	0,5
	Figueira da Foz	Zona Norte da área	4	2

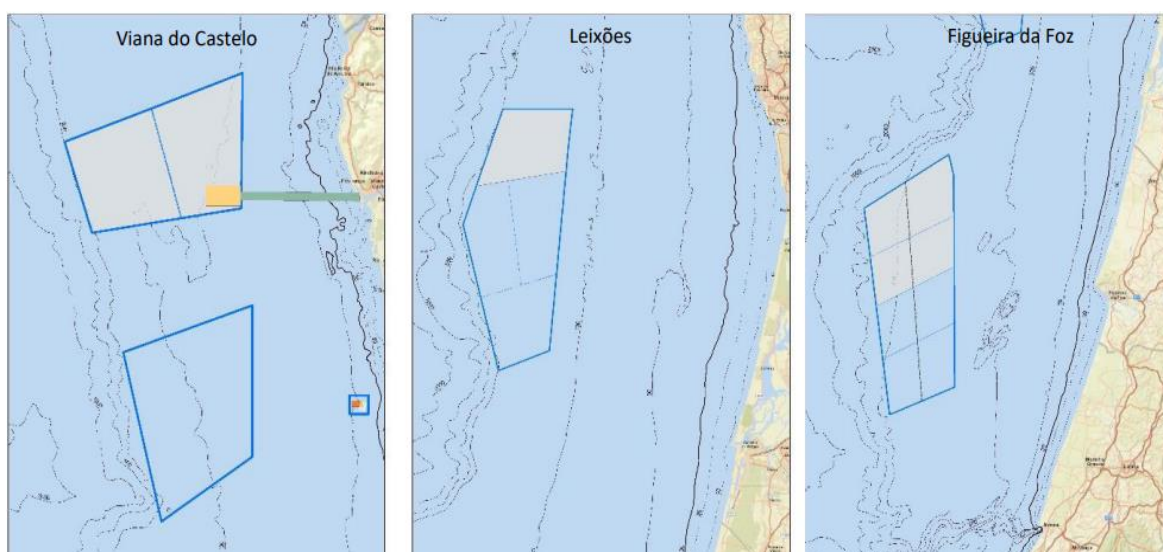


Figura 6: Mapas com a Representação dos Lotes a Disponibilizar no Lançamento do Primeiro Procedimento Concorrencial (No mapa de VC está representado a amarelo o projeto WFA e a verde está representado o corredor de passagem do cabo da REN), Fonte: LNEG,2023

A proposta dos procedimentos serem realizados por fases, está relacionada com a disponibilização gradual das áreas propostas e dos lotes, considerando os critérios seguintes: evolução do consumo de eletricidade, tendo em conta as manifestações de interesse referentes a investimentos na cadeia de valor do hidrogénio e outros projetos estruturantes e estratégicos. Os cenários de evolução da procura de eletricidade serão coincidentes com os que estão em utilização na revisão do PNEC 2030: evolução do “time-to-market” dos parques eólicos *offshore*; evolução do Custo Nivelado de Eletricidade (LCOE) dos parques eólicos *offshore* flutuantes; cronogramas de leilões internacionais de *offshore* para evitar impasses e promover sinergias positivas; exequibilidade de execução das infraestruturas elétricas *onshore* e *offshore*.

7. Discussão dos Resultados e Conclusões

A energia eólica *offshore* flutuante representa um enorme potencial para a diversificação da matriz energética em Portugal e de fortalecimento da sua posição no mercado europeu de energia renovável. Este potencial decorre, em grande parte, do sucesso do projeto WFA, que fez de Portugal um pioneiro na eólica *offshore* flutuante *Semi-Submersible*. Este projeto demonstrou ser uma solução viável para a exploração de energia em águas profundas, característica da plataforma continental portuguesa, onde as profundidades elevadas, próximas da costa, inviabilizam a instalação de fundações fixas. A tecnologia WindFloat permite, assim, a exploração destas áreas, embora enfrente desafios técnicos e logísticos significativos.

Entre os desafios enfrentados pelo WFA, destacam-se as limitações das infraestruturas portuárias, que exigem ampliação para suportar a construção, montagem e armazenamento das plataformas, além do elevado custo e complexidade da tecnologia utilizada. Apesar disso, o projeto provou ser viável e com um perfil de risco reduzido, o que abre perspectivas promissoras para o desenvolvimento de novos parques eólicos *offshore* flutuantes. Uma das vantagens deste modelo é que a construção e montagem das turbinas ocorre em terra, nos portos, o que reduz os riscos e custos associados ao ciclo de vida do projeto.

O desenvolvimento da energia eólica *offshore* flutuante em Portugal traz benefícios significativos, não apenas em termos de redução das emissões de carbono e segurança energética, reduzindo a dependência energética do exterior, designadamente com a redução da importação de gás natural, com benefícios para o saldo da balança comercial, mas também no plano socioeconómico. A criação de empregos diretos e indiretos durante a fase de construção e operação dos parques eólicos é um benefício importante para as comunidades locais.

Contudo, existem preocupações quanto ao impacto dessas instalações em atividades tradicionais como a pesca, o turismo e a exploração geológica, além de exigir um investimento inicial elevado, com retorno financeiro a longo prazo. Em particular, as comunidades piscatórias expressaram receios quanto à interferência das estruturas eólicas nas rotas de pesca tradicionais. Estes conflitos sublinham a necessidade de um planeamento territorial que permita a coexistência dessas atividades com a energia eólica *offshore*.

Além dos impactos socioeconómicos, há também considerações ambientais. A instalação de parques eólicos *offshore* pode acarretar impactos negativos, como a perda de habitat, poluição sonora, riscos para a qualidade da água, e para a biodiversidade marinha, especialmente cetáceos e aves. No entanto, esses impactos podem ser mitigados com a adoção de medidas durante as fases de instalação e operação dos parques, tornando este tipo de

energia renovável ainda mais viável. É crucial garantir que o desenvolvimento desta energia seja feito de forma sustentável, respeitando os ecossistemas.

O governo português tem mostrado um forte compromisso com o desenvolvimento da energia eólica *offshore* como parte da sua estratégia de descarbonização e transição energética. A criação de um *cluster* industrial relacionado com a exportação de energias renováveis oceânicas, a produção de novos combustíveis limpos, como o hidrogénio verde, e a independência energética nacional e autonomia energética da UE, são objetivos futuros.

De modo a Portugal reduzir a sua dependência energética e cumprir as metas do compromisso em atingir a neutralidade das emissões carbónicas até ao final de 2050, foram definidas, no PAER, áreas potenciais para a exploração comercial de energia eólica *offshore*, com localizações em Viana do Castelo, Leixões, Figueira da Foz, Ericeira e Sines. Nas três primeiras áreas mencionadas, serão instalados, num primeiro procedimento, 3,5 GW dos 10 GW de capacidade prevista, com a restante capacidade a ser atribuída em fases subsequentes. Este plano de expansão demonstra o compromisso de Portugal com o desenvolvimento da energia eólica *offshore* como um pilar central da sua estratégia energética, sendo que Portugal tem como objetivo ter 2 GW de energia eólica *offshore* em operação até 2030. Posto isto, tendo em conta a primeira questão de investigação apresentada, a energia eólica *offshore* tem potencial para desempenhar um papel importante na descarbonização e no cumprimento das metas climáticas.

No entanto, a sua contribuição até 2030 está condicionada por desafios como o tempo de implementação dos projetos, sendo o lançamento dos leilões um fator crucial, e a necessidade de desenvolver mais infraestruturas adequadas, como o ampliamiento dos portos e dos cabos submarinos. A probabilidade da eólica *offshore* conhecer uma trajetória semelhante à *onshore* e à fotovoltaica depende assim da realização de grandes investimentos, da existência de apoios públicos nas fases iniciais e da agilização dos leilões. Assim, respondendo à segunda questão de investigação, para os objetivos serem atingidos é necessário que o país atraia investimento internacional em grande escala, e que as grandes empresas globais e consórcios da área apostem em Portugal para desenvolver esta energia, tendo em conta o grande potencial do país, e que os apoios públicos prossigam até a tecnologia atingir a sua maturidade.

Embora a energia eólica *offshore* flutuante ainda não seja competitiva em termos de custos, devido ao seu estado atual de maturidade, perspetiva-se que a curva de redução de custos e a “*learning curve*” melhorem a sua competitividade nos próximos anos, seguindo uma trajetória semelhante à da eólica *onshore* e da energia fotovoltaica, que registaram

quedas muito significativas nos custos. No caso da energia eólica *onshore*, os custos diminuíram drasticamente devido a economias de escala e a aumentos de eficiência, e avanços tecnológicos designadamente no processo de construção das turbinas. No que se refere à energia fotovoltaica, verificou-se uma queda drástica do preço dos painéis solares e uma melhoria global de eficiência dos equipamentos e da gestão dos parques. O cenário da energia eólica *offshore* em Portugal, poderá ser similar conforme mais projetos forem lançados e a indústria amadurecer. Posto isto, relativamente à terceira questão de investigação, é possível dizer que esta energia terá um percurso semelhante às outras energias renováveis, em termos de custos, desde que se observem políticas governamentais estáveis, capacidade de integração desta energia na rede elétrica, redução do preço das matérias-primas, desenvolvimento e aumento da capacidade das turbinas, da produção e da capacidade instalada, desenvolvimento da tecnologia flutuante e redução dos custos de instalação. Tudo isto aliado, permitirá um aumento da produção de energia renovável, perspetivando um futuro muito positivo do Custo Nivelado da Eletricidade (LCOE), quer em Portugal, quer a nível global.

Em síntese, é possível esperar que a descida dos custos da energia eólica *offshore* irá acontecer através da evolução tecnológica e do efeito das economias de escala. A história recente das energias renováveis tem demonstrado que, à medida que a indústria cresce e as capacidades instaladas aumentam, os custos tendem a reduzir-se substancialmente. O desenvolvimento de tecnologias como turbinas de maior capacidade, plataformas flutuantes mais robustas, sistemas de ancoragem mais eficientes, infraestruturas de suporte, como portos e redes de transporte de energia irá permitir a redução dos custos de instalação e operação. O facto de as turbinas flutuantes poderem ser montadas em terra e rebocadas para o mar, simplifica o processo de instalação e reduz os custos de utilização de grandes embarcações, tornando esta energia mais acessível financeiramente. Outro fator que impulsiona a redução de custos são os projetos de larga escala. À medida que mais parques eólicos *offshore* forem construídos, os benefícios das economias de escala, especialmente na produção de equipamentos, tornam-se mais evidentes, permitindo a redução dos preços dos componentes e a otimização das cadeias de abastecimento. Daqui a dez anos a energia eólica *offshore* poderá estar quase tão competitiva como a energia eólica *onshore* e outras energias.

Em conclusão, o futuro da energia eólica *offshore* em Portugal é promissor, com a possibilidade de atrair investimento e criar *clusters* industriais e novas indústrias relacionadas com a produção de turbinas, flutuadores, componentes para parques eólicos, cabos e embarcações. Portugal poderá ter a oportunidade de se afirmar como um dos líderes na

inovação, desenvolvimento, produção e prestação de serviços na área da energia eólica *offshore*, aproveitando o potencial de crescimento deste setor.

7.1 Recomendações

Concluído o presente estudo, considero relevante referir algumas recomendações/desafios futuros. Primeiramente, é essencial continuar a investir no desenvolvimento tecnológico das plataformas flutuantes, para reduzir os custos de instalação e manutenção e aumentar a eficiência das turbinas em ambientes marinhos desafiadores. Além disso, o governo português deve implementar políticas de incentivo robustas e estáveis, como incentivos fiscais e a simplificação dos processos de licenciamento, o que facilitará a entrada de novos atores e empresas no mercado deste setor de energia renovável.

Relativamente a sugestões para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos focados em novas tecnologias de armazenamento de energia associadas à energia eólica *offshore*, uma área crucial para garantir a estabilidade e a integração desta fonte de energia na rede elétrica, especialmente em períodos de produção mais reduzida. Posto isto, seriam também relevantes estudos de longo prazo sobre os impactos ambientais e socioeconómicos dos parques eólicos *offshore* em Portugal, que incluam a avaliação de eventuais mudanças na biodiversidade marinha e nas comunidades pesqueiras e dos efeitos económicos a longo prazo. Outra sugestão é a investigação de modelos de negócio inovadores que possam aumentar a viabilidade económica dos projetos, como parcerias público-privadas, financiamento coletivo e novos esquemas de distribuição de energia. O acompanhamento dos casos internacionais também é recomendado, de modo a comparar e analisar o desenvolvimento da energia eólica *offshore* em diferentes países europeus, o que pode fornecer *insights* valiosos para adaptar e melhorar as estratégias em Portugal, identificando melhores práticas aplicáveis ao contexto nacional.

Por fim, quanto às limitações encontradas, destaco a quantidade reduzida de dados disponíveis sobre a energia eólica *offshore* em Portugal, assim como, a indisponibilidade no acesso aos relatórios e contas dos projetos/empresas existentes deste tipo de setor em Portugal, muito devido à concorrência que nele impera, em virtude dos leilões futuros a que as empresas pretendem candidatar-se para a instalação de parques eólicos *offshore* no território nacional. Além disso, foram formulados vários pedidos para a realização de entrevistas, junto da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e da Câmara Municipal de Viana do Castelo que, no entanto, não foram atendidos em tempo útil.

Legislação

Decreto-Lei n.º 38/2015, de 12 de março. Diário da República n.º 50/2015, Série I.
Ministério da Agricultura e do Mar.

Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro. Diário da República n.º 10/2022, Série I.
Presidência do Conselho de Ministros.

Despacho n.º 11404/2022, de 23 de setembro. Diário da República n.º 185/2022, Série II. Economia e Mar, Ambiente e Ação Climática e Infraestruturas e Habitação - Gabinetes dos Secretários de Estado do Mar, do Ambiente e da Energia e das Infraestruturas.

Despacho n.º 4760/2023, de 20 de abril. Diário da República n.º 78/2023, Série II.
Economia e Mar - Gabinete do Ministro.

Diretiva 2018/2001/EU, de 11 de dezembro de 2018. Parlamento Europeu e do Conselho.

Diretiva 2019/944/EU, de 5 de junho de 2019. Parlamento Europeu e do Conselho.

Portaria n.º 298/2023, de 4 de outubro. Diário da República n.º 193/2023, Série I.
Economia e Mar e Ambiente e Ação Climática.

Regulamento (UE) 2018/842, de 30 de maio de 2018. Parlamento Europeu e do Conselho.

Regulamento (UE) 2020/852, de 18 de junho de 2020. Parlamento Europeu e do Conselho.

Regulamento (UE) 2021/1153, de 7 de julho de 2021. Parlamento Europeu e do Conselho.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 107/2019, de 1 de julho. Diário da República n.º 123/2019, Série I. Presidência do Conselho de Ministros.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 203-A/2019, de 30 de dezembro. Diário da República n.º 250/2019, 1º Suplemento, Série I. Presidência do Conselho de Ministros.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020, de 10 de julho. Diário da República n.º 133/2020, Série I. Presidência do Conselho de Ministros.

TUPEM n.º 1/2015/DGRM. Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos.

TUPEM n.º 04/03/2016/DGRM. Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos.

Referências Bibliográficas

- Água e Ambiente (2023, novembro, 8). Governo quer primeiros leilões para energia eólica offshore no início de 2024. <https://www.ambienteonline.pt/destaques/governo-quer-primeiros-leiloes-para-energia-eolica-offshore-no-inicio-de-2024>
- Alves, M., Vieira, M., & Sarmento, A. (2023) Energia eólica offshore em Portugal um passo para a transição energética e reindustrialização nacional. *Ingenium*, 76-78.
- APA (2021). Fontes de Financiamento Comunitárias. <https://apambiente.pt/clima/fontes-de-financiamento-comunitarias>
- Apostu, S. A., Panait, M., & Vasile, V. (2022). The energy transition in Europe—A solution for net zero carbon? *Environmental Science and Pollution Research*, 29(47), 71358-71379. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20730-z>
- Asiedu, B. A., Hassan, A. A., et al. (2021). Renewable energy, non-renewable energy, and economic growth: Evidence from 26 European countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 11119-11128. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11186-0>
- Bam (2017, janeiro, 4). Blyth Offshore Demonstrator Wind Farm Project: First Gravity Base Foundation lowered onto sea bed. <https://www.bam.com/en/press/press-releases/2017/8/blyth-offshore-demonstrator-wind-farm-project-first-gravity-base>
- Bento, N., & Fontes, M. (2019). Emergence of floating offshore wind energy: Technology and industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 99, 66-82. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.09.035>
- BERR (2008). Review of cabling techniques and environmental effects applicable to the offshore wind farm industry. Department for Business Enterprise & Regulatory Reform.
- Bilgili, M., & Alphan, H. (2022). Global growth in offshore wind turbine technology. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 24(7), 2215-2227. doi: <https://doi.org/10.1007/s10098-022-02314-0>
- Cavallaro, E., Sessa, M. R. & Malandrino, O. (2023). Renewable Energy Communities in the Energy Transition Context. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(3), 408. doi: <https://doi.org/10.32479/ijeep.14230>
- Castro-Santos, L., Bento, A. R., Silva, D., Salvação, N. & Guedes S. C. (2020). Economic Feasibility of Floating Offshore Wind Farms in the North of Spain. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(1):58. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse8010058>
- Comissão Europeia (2020). Documento de orientação sobre projetos de aproveitamento de energia eólica e legislação da JÁ no domínio da natureza. *Serviço das Publicações da União Europeia*.
- Degraer, S., Carey, D. A., Coolen, J. W. P., et al. (2020). Offshore wind farm artificial reefs affect ecosystem structure and functioning: A synthesis. *Oceanographic*, 33(4):48-5
- DGEG (2023). Relatório de Monitorização da Segurança de Abastecimento do Sistema Elétrico Nacional 2024-2040 (RMSA-E 2023).
- DGPM (2023). Plano de Afetação para Exploração de Energias Renováveis. *Direção Geral de Política do Mar*.
- DGRM (2020, julho, 28). Central Eólica Offshore – WindFloat Atlantic – Primeiro parque eólico offshore de Portugal e o primeiro parque flutuante semissubmersível do mundo. <https://www.dgrm.pt/destaques?articleId=403794>
- DGRM (2023). Proposta de Plano de Afetação para as Energias Renováveis Offshore. *Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos*.
- Drewitt, A. L. & Langston, R. H. W. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis*, 148: 29–42. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2006.00516.x>
- DS New Energy (2019, março, 17). LCOE, custo nivelado da eletricidade também conhecido

- como LEC, custo de energia nivelado. <https://pt.dsolar.com/info/lcoe-levelized-cost-of-electricity-also-know-33963820.html>
- EDP (n.d.). Eólica offshore flutuante. <https://www.edp.com/pt-pt/inovacao/windfloat>
- EDP (2020, março, 20). A energia eólica offshore é um sinal de esperança na procura de soluções energéticas sustentáveis, oferecendo uma oportunidade significativa para satisfazer a crescente procura mundial de eletricidade. <https://www.edp.com/pt-pt/historias-edp/revolucionar-a-energia-eolica-offshore>
- EDP (2019, novembro, 26). Offshore Wind. <https://www.edp.com/en/edp-stories/offshore-wind>
- EDP (2019, outubro, 20) Windfloat inicia instalação do 1º parque eólico flutuante da Europa continental. <https://www.edp.com/pt-pt/noticias/windfloat-inicia-instalacao-do-1o-parque-eolico-flutuante-da-europa-continental>
- EDP (2020, janeiro, 2). Windfloat Atlantic faz primeira ligação para fornecer energia limpa em Portugal. <https://www.edp.com/pt-pt/noticias/windfloat-atlantic-faz-primeira-ligacao-para-fornecer-energia-limpa-em-portugal>
- Eickmeier, J. & Vallarta, J. (2024, fevereiro, 13). Offshore wind turbines and underwater noise: Impacts and mitigation for marine fauna. *SLR*. <https://www.slrconsulting.com/insights/offshore-wind-turbines-and-underwater-noise/>
- Energías Renovables (2020, junho, 24). El parque eólico flotante Kincardine recibe 417 M€ en financiación y la certificación de ser amistoso con el clima. <https://www.energies-renovables.com/eolica/el-instituto-tecnologico-de-canarias-lanza-la-20200624-1>
- Energy Industry Review (2021, novembro, 16). WindFloat Atlantic: France's First Commercial Scale Floating Offshore Wind Tender. <https://energyindustryreview.com/renewables/windfloat-atlantic-frances-first-commercial-scale-floating-offshore-wind-tender/>
- Engie (n.d.). Our ambition. <https://corporate.engie.be/en/our-ambition>
- Euronews (2024, maio, 6). China domina a crescente indústria mundial de tecnologias limpas. <https://pt.euronews.com/business/2024/05/06/china-domina-a-crescente-industria-mundial-de-tecnologias-limpas>
- Expresso (2018, novembro, 23). Autarca de Viana diz que governo quer conciliar parque eólico flutuante com atividade de pesca. <https://expresso.pt/sociedade/2018-11-23-Autarca-de-Viana-diz-que-governo-quer-conciliar-parque-eolico-flutuante-com-atividade-de-pesca>
- Expresso (2020, julho, 9). Consórcio da EDP Renováveis instala primeira estrutura do maior parque eólico offshore da Escócia. <https://expresso.pt/economia/2020-07-09-Consorcio-da-EDP-Renovaveis-instala-primeira-estrutura-do-maior-parque-eolico-offshore-da-Escocia>
- Expresso (2022, setembro, 19). Consórcio junta espanhóis e irlandeses para disputar eólicas no mar em Portugal. <https://expresso.pt/economia/2022-09-19-Consorcio-junta-espanhois-e-irlandeses-para-disputar-eolicas-no-mar-em-Portugal-f34ef4d9>
- Expresso (2018, julho, 30). Construção do primeiro parque eólico offshore em Portugal deve arrancar em setembro. <https://expresso.pt/economia/2018-07-30-Construcao-do-primeiro-parque-eolico-offshore-em-Portugal-deve-arrancar-em-setembro>
- Expresso (2022, junho, 23). EDP investe 1,5 mil milhões de euros em eólica ‘offshore’ até 2025. <https://expresso.pt/economia/2022-06-23-EDP-investe-15-mil-milhoes-de-euros-em-eolica-offshore-ate-2025-c59a49f0>
- Expresso (2017, março, 6). EDP Renováveis avança para novo concurso de eólicas offshore em França. <https://expresso.pt/economia/2017-03-06-EDP-Renovaveis-avanca-para-novo-concurso-de-eolicas-offshore-em-Franca>

Expresso (2024, maio, 2). EDP Renováveis e Engie ganham licença para desenvolver até 1,3 gigawatts de eólicas ‘offshore’ na Austrália. https://expresso.pt/economia/economia_energia/2024-05-02-edp-renovaveis-e-engie-ganham-licenca-para-desenvolver-ate-13-gigawatts-de-eolicas-offshore-na-australia-cb78e1ec

Expresso (2022, dezembro, 8). EDP ganha leilão para parque eólico “offshore” de grande escala ao largo da Califórnia. <https://expresso.pt/economia/2022-12-08-EDP-ganha-leilao-para-parque-eolico-offshore-de-grande-escala-ao-largo-da-California-47804621>

Expresso (2022, agosto, 22). EDP Renováveis ganha novos projetos de larga escala para instalar eólicas ‘offshore’ na Escócia. <https://expresso.pt/economia/2022-08-22-EDP-Renovaveis-ganha-novos-projetos-de-larga-escala-para-instalar-eolicas-offshore-na-Escocia-4e0c3fd9>

Expresso (2020, novembro, 23). EDP Renováveis instala as maiores torres eólicas da Península Ibérica. <https://expresso.pt/economia/2020-11-23-EDP-Renovaveis-instala-as-maiores-torres-eolicas-da-Peninsula-Iberica>

Expresso (2011, fevereiro, 21). EDP volta-se para o mar. https://expresso.pt/economia/economia_energia/edp-volta-se-para-o-mar=f633380

Expresso (2023, outubro, 4). Governo aprova delimitação da zona para explorar renováveis ‘offshore’ ao largo de Viana do Castelo. https://expresso.pt/economia/economia_energia/2023-10-04-Governo-aprova-delimitacao-da-zona-para-explorar-renovaveis-offshore-ao-largo-de-Viana-do-Castelo-7b4456f5

Expresso (2023, março, 8). Governo estima investimentos na energia em Portugal de pelo menos €60 mil milhões até 2030. https://expresso.pt/economia/economia_energia/2023-03-08-Governo-estima-investimentos-na-energia-em-Portugal-de-pelo-menos-60-mil-milhoes-ate-2030-4ef8d8c5

Expresso (2022, setembro, 23). Grupo de trabalho para as eólicas no mar terá de apresentar propostas ao Governo até maio de 2023. <https://expresso.pt/economia/2022-09-23-Grupo-de-trabalho-para-as-eolicas-no-mar-tera-de-apresentar-propostas-ao-Governo-ate-maio-de-2023-a6ff0ee0>

Expresso (2023, janeiro, 28). Mais de 3 mil quilómetros quadrados de eólicas ‘offshore’: Governo coloca em consulta pública exploração de cinco áreas marítimas. https://expresso.pt/economia/economia_energia/2023-01-28-Mais-de-3-mil-quilometros-quadrados-de-eolicas-offshore-Governo-coloca-em-consulta-publica-exploracao-de-cinco-areas-maritimas-d1cf5d47

Expresso (2024, abril, 1). O mar português e a segurança alimentar e energética. <https://expresso.pt/opiniao/2024-04-01-O-mar-portugues-e-a-seguranca-alimentar-e-energetica-c3c939d6>

Expresso (2022, novembro, 25). Parque eólico ‘offshore’ da Engie e EDP fornecerá energia à Google durante 12 anos. <https://expresso.pt/economia/2022-11-25-Parque-eolico-offshore-da-Engie-e-EDP-fornecera-energia-a-Google-durante-12-anos-960b3037>

Expresso (2019, julho, 31). Pescadores de Caminha e Viana vão exigir ao Governo compensação por parque eólico. <https://expresso.pt/sociedade/2019-07-31-Pescadores-de-Caminha-e-Viana-vao-exigir-ao-Governo-compensacao-por-parque-eolico>

Expresso (2021, agosto, 24). Primeiro parque eólico offshore em Portugal completa um ano. Produz energia para 60 mil famílias. <https://expresso.pt/economia/2021-08-24-Primeiro-parque-eolico-offshore-em-Portugal-completa-um-ano.-Produz-energia-para-60-mil-familias-3198728c>

Expresso (2020, julho, 27). Primeiro parque eólico offshore do país já está em operação.

- <https://expresso.pt/economia/2020-07-27-Primeiro-parque-eolico-offshore-do-pais-ja-esta-em-operacao>
- Expresso (2019, setembro, 26). Receitas do carbono pagam ligação do primeiro parque eólico offshore português. Fica em Viana do Castelo. <https://expresso.pt/economia/2019-09-26-Receitas-do-carbono-pagam-ligacao-do-primeiro-parque-eolico-offshore-portugues.-Fica-em-Viana-do-Castelo>
- Expresso (2019, outubro, 2). REN entregou a chineses contrato de 47 milhões de euros para cabo submarino. <https://expresso.pt/economia/2019-10-02-REN-entregou-a-chineses-contrato-de-47-milhoes-de-euros-para-cabo-submarino>
- Fernandes, D. V., & Silva, C. S. (2022). Open Energy Data—A regulatory framework proposal under the Portuguese electric system context. *Energy Policy*, 170, 113240.
- Ferreira, E. R. (2021). O contributo potencial da energia eólica offshore para as metas de descarbonização da economia e do setor energético em Portugal para 2050 [Dissertação de Mestrado, ISEG]. Repositório da Universidade de Lisboa.
- Forbes (2015, novembro, 5). Costa da Escócia terá a maior planta de energia eólica do mundo. <https://forbes.com.br/negocios/2015/11/costa-da-escocia-tera-a-maior-planta-de-energia-eolica-do-mundo/>
- Frose, M. (2018, setembro, 14). First Subsea supplies platform mooring connectors for Windfloat Atlantic Project. <https://www.windpowerengineering.com/first-subsea-supplies-platform-mooring-connectors-for-windfloat-atlantic-project/>
- Geels, F. W., Sovacool, B. K., Schwanen, T., & Sorrell, S. (2017). The socio-technical dynamics of low-carbon transitions. *Joule*, 1(3), 463-479. doi: <https://doi.org/10.1016/j.joule.2017.09.018>
- Glasson, J., Durning, B., Welch, K., & Olorundami, T. (2022). The local socio-economic impacts of offshore wind farms. *Environmental Impact Assessment Review*, 95, 106783. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106783>
- Governo de Portugal (2020). Plano Nacional de Energia e Clima 2021-2030 (PNEC 2030). *Diário da República*, 1.ª série, N.º 133, 10 de julho de 2020
- Governo de Portugal (2023). Atualização/Revisão do Plano Nacional de Energia e Clima 2021-2030 (PNEC 2030). *Diário da República*, 1.ª série, N.º 133, 10 de julho de 2020
- Iberdrola (n.d.). O que é a energia eólica, como ela se transforma em eletricidade e quais são suas vantagens? <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/energia-eolica>
- Iberdrola (2023, outubro). Quais são as consequências da superexploração dos recursos naturais? <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/superexploracao-dos-recursos-naturais>
- IEA (2020). Projected Costs of Generating Electricity. *International Energy Agency*.
- Independent (2022, Agosto, 31). Hornsea 2: World's largest offshore windfarm goes on stream off Yorkshire coast. <https://www.independent.co.uk/climate-change/news/hornsea-2-worlds-largest-wind-farm-b2156677.html>
- IRENA (2016). Floating Foundations: A Game Changer for Offshore Wind Power, Abu Dhabi. *International Renewable Energy Agency*.
- IRENA (2020). Fostering a blue economy: offshore renewable energy, Abu Dhabi. *International Renewable Energy Agency*.
- IRENA (2018). Renewable Energy Benefits: Leveraging Local Capacity for Offshore Wind, Abu Dhabi. *International Renewable Energy Agency*.
- Ivanova, N., & Datta, P. (2023). The environmental impact of renewable energy. *International Journal of Business and Economic Development*, Vol. 11 Number 1. doi: <https://doi.org/10.24052/IJBED/V011N01/ART-06>
- Jorge, P. A. (2023) Energia eólica em Portugal do primeiro cluster aos desafios offshore. *Ingenium*, 46-47.

- Jornal de Negócios (2023, junho, 30). Está decidido: eólicas ficam a 38 km da costa de Matosinhos. <https://www.jn.pt/3705180398/esta-decandido-eolicas- ficam-a-38-km-da-costa-de-matosinhos/>
- Jornal de Negócios (2023, setembro, 12). Governo com dúvidas sobre viabilidade do eólico offshore <https://www.jornaldenegocios.pt/empresas/energia/detalhe/governo-com-duvidas-sobre-viabilidade-do-eolico-offshore>
- Lennon, A. E. (2024, março, 18) Offshore wind compensation programs open for Mass. Fishermen. *The New Bedford Light*. <https://newbedfordlight.org/offshore-wind-compensation-programs-open-for-mass-fishermen/>
- Lipsky, A., Silva, A., Gilmour, F., Arjona, Y., Hogan, F., Lloret, J. & Ford, K. (2024). Fisheries independent surveys in a new era of offshore wind energy development. *ICES Journal of Marine Science*, fsae060.
- LNEG (2023). Relatório Final do Grupo de Trabalho para o planeamento e operacionalização de centros eletroprodutores baseados em fontes de energias renováveis de origem ou localização oceânica. Lisboa: Laboratório Nacional de Energia e Geologia.
- Machado, J. T. M., & de Andrés, M. (2023). Implications of offshore wind energy developments in coastal and maritime tourism and recreation areas: An analytical overview. *Environmental Impact Assessment Review*, 99, 106999. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106999>
- Machado, J. T. M. & García, M. A., (2021). Offshore Wind Farms and the Sector of Tourism and Recreation: A Review of Conflicts and Synergies. *Revista Costas*, vol. Esp., 2: 315-332. doi: 10.26359/costas.e1521
- Mackinson, S., Curtis, H., Brown, R., McTaggart, K., Taylor, N., et al. (2006). A Report on the Perceptions of the Fishing Industry into the Potential Socio-Economic Impacts of Offshore Wind Energy Developments on their Work Patterns and Income (Report No. 133). *Report by Centre for Environment Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS)*.
- Martifer (2024, julho, 24). Ocean Winds e Martifer anunciam parceria para concurso eólico offshore português. <https://www.martifer.pt/pt/media/news/eolicooffshore>
- Matzner, S., Warfel, T. & Hull, R. (2020). ThermalTracker-3D: a thermal stereo vision system for quantifying bird and bat activity at offshore wind energy sites. *Ecological Informatics*, 57: 101069. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101069>
- Missiaen, T., Sakellariou, D., & Flemming, N. C. (2017). Survey strategies and techniques in underwater geoarchaeological research: An overview with emphasis on prehistoric sites. *Under the sea: Archaeology and palaeolandscapes of the continental shelf*, 21-37.
- Nelson, V. (2009). Wind Energy: Renewable Energy and the Environment (1st ed.). CRC Press. doi: <https://doi.org/10.1201/9781420075694>
- Noctula (n.d.). Windfloat Atlantic: O primeiro Parque Eólico Marítimo em Portugal. <https://noctula.pt/projeto-windfloat-atlantic-primeiro-parque-eolico-maritimo-em-portugal/>
- NS Energy (2019, janeiro, 18). Deutsche Bucht Offshore Wind Farm. <https://www.nsenergybusiness.com/projects/deutsche-bucht-offshore-wind-farm/>
- NS Energy (2019, maio, 17). Kincardine Floating Offshore Wind Farm, Scotland. <https://www.nsenergybusiness.com/projects/kincardine-floating-offshore-wind-farm-scotland/>
- NS Energy (2019, março, 27). Nexans secures turbine cables contract for Portuguese floating wind farm. <https://www.nsenergybusiness.com/news/nexans-supply-windfloat-atlantic/>
- NS Energy (2022, dezembro, 9). Saint-Nazaire Offshore Wind Farm. <https://www.nsenergybusiness.com/projects/saint-nazaire-offshore-wind-farm/>
- NS Energy (2020, janeiro, 21). WindFloat Atlantic Project, Viana do Castelo. <https://www.nsenergybusiness.com/projects/windfloat-atlantic-project/?cf-view>

Offshore WIND (2017, agosto, 21). Deutsche Bucht Offshore Wind Project Reaches Financial Close. <https://www.offshorewind.biz/2017/08/21/deutsche-bucht-offshore-wind-project-reaches-financial-close/>

Offshore Wind Design AS (n.d.). Suction Buckets. <https://www.offshorewinddesign.com/suction-bucket-foundations/>

Ørsted (2024). Hornsea 2 Offshore Wind Farm. <https://orsted.co.uk/energy-solutions/offshore-wind/our-wind-farms/hornsea2>

Ørsted Community Newsletter (2021, novembro). Hornsea Two Offshore Wind Farm. <https://orstedcdn.azureedge.net/-/media/www/docs/corp/uk/hornsea-project-two/hornsea-2-november-2021-newsletter.pdf?rev=f796709d29ce4952bf5e616d34359c92&hash=45130547D5827C94D9156898D43FD73B>

Ørsted Community Newsletter (2022, março). Hornsea Two Offshore Wind Farm. <https://orstedcdn.azureedge.net/-/media/www/docs/corp/uk/hornsea-project-two/hornsea-2-newsletter-march2022.pdf?rev=f22f9f2d1124487fb5ed95389a6448a0&hash=F8C1DB23A993D098D5BC7F9C9A6BF7E5>

Pardo, J. C. F., Aune, M., Harman, C., Walday, M. & Skjellum, S. F. (2023). A synthesis review of nature positive approaches and coexistence in the offshore wind industry. *ICES Journal of Marine Science*. doi: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad191>

Pires, J. S. (2022, janeiro, 26). Eólica Offshore. Megawhat. <https://megawhat.energy/glossario/eolica-offshore/>

Power Technology (2013, março, 7). Anholt Offshore Wind Farm. <https://www.power-technology.com/projects/anholt-offshore-wind-farm/>

Power Technology (2022, setembro, 9). Deutsche Bucht Offshore Wind Farm, North Sea, Germany. <https://www.power-technology.com/projects/deutsche-bucht-offshore-windfarm/?cf-view>

Power Technology (2018, junho, 29). Hywind Pilot Park, Aberdeenshire. <https://www.power-technology.com/projects/hywind-pilot-park-aberdeenshire/>

Power Technology (2024, janeiro, 31). Power plant profile: Djursland-Anholt, Denmark. <https://www.power-technology.com/marketdata/power-plant-profile-djursland-anholt-denmark/>

Power Technology (2023, abril, 26). Saint Nazaire Wind Farm, France. <https://www.power-technology.com/projects/saint-nazaire-wind-farm/>

Público (2019, agosto, 3). Parque eólico em Viana compensa pescadores com 1,2 milhões. <https://www.publico.pt/2019/08/03/economia/noticia/parque-eolico-viana-compensa-pescadores-12-milhoes-1882196>

Público (2011, dezembro, 1). Torre eólica já está instalada no mar ao largo da Póvoa. <https://www.publico.pt/2011/12/01/jornal/torre-eolica-já-esta-instalada-no-mar-ao-largo-da-povoa-23534549>

Principle Power (2019, julho, 17). Turbine assembly begins for the WindFloat Atlantic project. <https://www.principlepower.com/news/turbine-assembly-begins-for-the-windfloat-atlantic-project>

REN (2021). Plano de Desenvolvimento e Investimento da Rede Nacional de Transporte 2022-31

REN (2024, janeiro, 2). Produção de energia renovável bate recorde em 2023. <https://www.ren.pt/pt-pt/media/noticias/producao-de-energia-renovavel-bate-recorde-em-2023>

Repsol (n.d.). Fact sheet. https://cwebportal.repsol.com/imagenes/infografias/global/prensa/fact-sheet/multimedia/index_eng.html

- Roddier, D., & Weinstein, J. (2010). Floating wind turbines. *Mechanical Engineering*, 28-32.
- Ryenbakken, M. N., & Nieuwenhout, C. T. (2023). Efficient floating offshore wind realization: A comparative legal analysis of France, Norway and the United Kingdom. *Energy Policy*, 183, 113801.
- Sapo (2023, outubro, 30). Eólicas offshore. Sintra-Cascais cai, Viana e Leixões saem reforçados no novo plano em consulta pública. <https://eco.sapo.pt/2023/10/30/eolicas-offshore-sintra-cascais-cai-viana-e-leixoes-saem-reforcados-no-novo-plano/>
- Shah, S. A. A., Gao, B., Bhatia, A. K., Liu, C., & Rauf, A. (2022). Anti-vibration control design for TORA based barge-type offshore floating wind turbine using extended order high gain observer. *Engineering Computations*, 39(7), 2705-2732. doi: <https://doi.org/10.1108/EC-02-2021-0125>
- Sic Notícias (2024, julho, 11). China é líder mundial na construção de projetos ligados à energia solar e eólica. <https://sicnoticias.pt/mundo/2024-07-11-china-e-lider-mundial-na-construcao-de-projetos-ligados-a-energia-solar-e-eolica-5c74ec64>
- Silva, I. A., Almeida, F. C. G., Souza, T. C. et al. (2022). Oil spills: impacts and perspectives of treatment technologies with focus on the use of green surfactants. *Environ Monit Assess*, 194, 143. doi: <https://doi.org/10.1007/s10661-022-09813-z>
- Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., et al. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, pp.380-391. [10.1016/j.rser.2018.07.026](https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.026). [ffhal-02405630f](https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.026)
- TCPI (2019). Projecto Windfloat Atlantic. <https://tcpi.pt/projects/windfloat-atlantic>
- Telegina, E. A., & Chapaikin, D. A. (2022). Directions of the Energy Transition in the Policy of Global Oil and Gas Companies. *Studies on Russian Economic Development*, 33(5), 555-560. doi: <https://doi.org/10.1134/S1075700722050148>
- Turedi, S., & Turedi, N. (2021). The effects of renewable and non-renewable energy consumption and economic growth on CO2 emissions: Empirical evidence from developing countries. *Business and Economics Research Journal*, 12(4), 751-765.
- Udop (2021, outubro, 19). Maior parque eólico flutuante do mundo está operando 100%. <https://www.udop.com.br/noticia/2021/10/19/maior-parque-eolico-flutuante-do-mundo-esta-operando-100.html>
- Vieira, M., Macedo, A., Alvarenga, A., Lafoz, M., Villalba, I., Blanco, M., Alves, M., et al. (2024). What future for marine renewable energy in Portugal and Spain up to 2030? Forecasting plausible scenarios using general morphological analysis and clustering techniques. *Energy Policy*, 184, 113859.
- Watson, S. C., Somerfield, P. J., Lemasson, A. J., Knights, A. M., Edwards-Jones, A., Nunes, J., & Beaumont, N. J. (2024). The global impact of offshore wind farms on ecosystem services. *Ocean & Coastal Management*, 249, 107023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2024.107023>
- WindEurope (2022, junho, 2). Europe can expect to have 10 GW of floating wind by 2030. <https://windeurope.org/newsroom/news/europe-can-expect-to-have-10-gw-of-floating-wind-by-2030/>
- WindFloat Atlantic (2024, janeiro, 31). WindFloat Atlantic encerra 2023, atingindo 80 GWh! <https://www.windfloat-atlantic.com/pt-pt/windfloat-atlantic-encerra-2023-atingindo-80-gwh/>
- WindFloat Atlantic. (n.d.). O parque eólico. <https://www.windfloat-atlantic.com/pt-pt/o-parque-eolico/#technology>
- WindPlus (2015). Central eólica offshore – Windfloat Atlantic (Estudo de incidências ambientais Vol. II – Relatório). Ecobase consulting.
- Windpower (2021, janeiro, 4). Comparing offshore wind turbine foundations.

<https://www.windpowerengineering.com/comparing-offshore-wind-turbine-foundations/>
WindPower (2018, junho, 28). Ørsted orders 165 Siemens turbines for Hornsea Two wind
project. [https://www.windpowerengineering.com/orsted-orders-165-siemens-turbines-for-
the-hornsea-two-wind-project/](https://www.windpowerengineering.com/orsted-orders-165-siemens-turbines-for-the-hornsea-two-wind-project/)

Anexos

Anexo A – Consentimento Informado Disponibilizado aos Participantes nas Entrevistas



CONSENTIMENTO INFORMADO

O presente estudo surge no âmbito da realização de uma dissertação de mestrado em Gestão, a decorrer no **Iscte – Instituto Universitário de Lisboa**.

O estudo tem por objetivo analisar a **Evolução, os Impactos e as Perspetivas Futuras da Energia Eólica Offshore em Portugal**. A sua participação no estudo irá contribuir para o avanço do conhecimento neste tema, e consiste em responder a algumas questões relativas ao tema e à organização, de modo a acrescentar valor ao estudo.

O estudo é realizado por Ricardo Coimbra de Sousa (ricardo_sousa00@hotmail.com), que é o responsável pelo tratamento dos seus dados pessoais, recolhidos e tratados exclusivamente para as finalidades do estudo, tendo como base legal o seu consentimento [Artigo 6º, nº1, alínea a). Poderá contactar o aluno caso pretenda esclarecer alguma dúvida, partilhar algum comentário ou exercer os seus direitos relativos ao tratamento dos seus dados pessoais. Poderá ainda utilizar o contacto indicado para solicitar o acesso, a retificação, o apagamento ou a limitação do tratamento dos seus dados pessoais.

A participação no estudo é estritamente **voluntária**: pode escolher livremente participar ou não participar. Se tiver escolhido participar, pode interromper a participação e retirar o consentimento para o tratamento dos seus dados pessoais em qualquer momento, sem ter de prestar qualquer justificação. A retirada de consentimento não afeta a legalidade dos tratamentos anteriormente efetuados com base no consentimento prestado.

Os seus dados pessoais serão conservados durante o período em que este projeto está a decorrer, apenas divulgados para efeitos estatísticos, de ensino, comunicação em encontros ou publicações científicas. Não existem riscos significativos expectáveis associados à participação no estudo.

Declaro ter compreendido os objetivos daquilo que me foi proposto e explicado pelo investigador, ter-me sido dada oportunidade de fazer todas as perguntas sobre o presente estudo e para todas elas ter obtido resposta esclarecedora. **Aceito** participar no estudo e consinto que os meus dados pessoais sejam utilizados de acordo com a informações que me foram disponibilizadas.

Sim ☐ Não ☐

_____ (local), ____ / ____ / ____ (data)

Nome: _____

Assinatura: _____

Anexo B – Entrevista com a Ocean Winds

Data: 20/03/2024

Questão 1: Como funciona a empresa Ocean Winds?

A Ocean Winds é composta por uma equipa pequena e jovem. A empresa está dividida em três vertentes: Desenvolvimento de Negócio (perspetivas futuras para novos projetos), Operação e Manutenção e Gestão do Ativo.

Em Viana do Castelo a empresa tem uma base operacional, onde está uma equipa de pessoas e estão também os processadores de serviço principais que são utilizados para manter as estruturas no mar. É um edifício de escritório, mas que também funciona como armazém.

Questão 2: Porque é que a energia eólica *offshore* flutuante é interessante?

Em muitas áreas a nível mundial, como por exemplo Portugal, Japão, Coreia, Leste dos Estados Unidos da América (EUA), apenas a tecnologia flutuante é que consegue atuar, devido às grandes profundidades que o mar atinge. Permitindo também a montagem e a instalação das turbinas em cima das plataformas no porto, na costa. Caso haja também uma falha de alguma componente principal, é possível rebocar as plataformas para o porto e aí ser feita a reparação, sendo por isso muito mais favorável do que se as reparações tivessem de ser feitas em alto mar.

Questão 3: Desde a colocação em operação do WFA, qual tem sido a manutenção prevista feita? E quais têm sido as avarias, caso tenham existido, e em que componente?

A manutenção tem corrido dentro do previsto. O único trabalho redobrado a nível de manutenção que foi feito até agora, estando o mesmo já previsto, foi a construção de um posto de corte na chegada a Viana do Castelo, por parte da REN. O parque foi ligado à rede, tendo esse processo sido feito de forma acelerada, através de uma espécie de ligação direta, e o que a REN fez foi ter um elemento de corte na energia.

No geral, o saldo a nível de funcionamento é francamente positivo, no entanto, não está isento de problemas, o que é normal, visto o parque estar em funcionamento desde o início.

Por outro lado, existe um projeto bastante semelhante ao WindFloat Atlantic, na Escócia, mas que tem gerado alguns problemas, onde duas das cinco unidades já tiveram de vir a terra,

derivado de avarias, tendo de se recorrer à substituição de um dos componentes dos aerogeradores.

Questão 4: Existe a possibilidade de produção de equipamentos metálicos e de tecnologias, de modo a serem utilizados, nos equipamentos de energia eólica *offshore* flutuante, de modo a criar um cluster em Portugal?

O desenho de qualquer projeto é feito pelas empresas promotoras, como por exemplo a Ocean Winds. Para fazerem um projeto têm de recorrer a vários fornecedores. Para os parques eólicos *offshore* flutuantes, é necessário essencialmente as turbinas e as empresas dedicadas às turbinas eólicas *offshore* são muito poucas, as principais são a Vestas (empresa dinamarquesa), a GE (empresa americana), a Siemens (empresa alemã) e os fabricantes chineses.

Por exemplo, a Enercon (empresa alemã) tem fábricas em Portugal e fabrica aerogeradores, no entanto, não fornece nada para eólica *offshore*, tendo sido isto uma opção deles. Ou seja, às vezes, existe capacidade construtiva, mas acaba por não ser a opção das empresas. Há também fábricas de pás e de torres na zona de Oliveira de Azeméis, em Aveiro (A. Silva Matos (ASM) e Efacec).

Quanto às plataformas, não existem empresas em Portugal que tenham desenhos para plataformas flutuantes pré-comercial ou comercial. No caso do WindFloat Atlantic (WFA), foram utilizados desenhos de uma empresa americana, a Principle Power. Depois, pegam-se nesses desenhos e levam-se para os estaleiros navais, onde são montadas as estruturas, maioritariamente em aço. Há certas componentes, mais pequenas, que podem ser fabricadas pelas indústrias metalúrgicas em Portugal.

Para a montagem final, há poucos locais em Portugal em que isso possa ser feito, pois para além de terem de ser construídas, têm também de ser colocadas no mar e para isso, têm de ser em portos muito profundos, para que isso seja possível, por isso é que isto foi feito na Lisnave, em Setúbal e no porto de Ferrol, na Galiza.

Quanto ao cabo, a indústria nacional ainda não tem mercado que justifique a necessidade de uma empresa. No caso do WFA, o cabo foi comprado a uma empresa inglesa e a REN comprou cabo a uma empresa chinesa.

Se o governo português quer investir nesta área, tem de impulsionar o desenvolvimento dos portos. Através da implementação destes projetos em Portugal, o governo deve tentar puxar uma componente industrial para Portugal.

Questão 5: Como foi atribuída a licença do WFA e em quantos anos está previsto ser pago o investimento no WFA?

Para o WindFloat Atlantic (WFA) foi atribuída uma licença ambiental, uma licença marítima de concessão e uma licença atribuída pela DGEG para instalação e exploração do parque eólico *offshore*.

O investimento, previsto no parque, foi de 125 milhões de euros, no entanto, esse valor acabou por ser um pouco superior, devido a sobrecustos que acabaram por existir. Está previsto o investimento ser pago nos 25 anos de exploração do parque.

Questão 6: A energia eólica *offshore* flutuante é competitiva com outras energias renováveis, como por exemplo, a energia eólica *onshore* e a energia fotovoltaica?

Existe um conjunto de fatores que contribui para o custo da tecnologia e com o passar do tempo esse custo pode cair. Muitas vezes tem de ser impulsionado pelo governo e através de programas de incentivo.

Verifica-se uma “*learning curve*” para as várias tecnologias de produção elétrica. Há vários fatores que são muito importantes, como o preço da energia, o recurso eólico e a disponibilidade. Posto isto, a resposta está na evolução dos valores do LCOE (indicador económico que traduz o custo do sistema de geração de energia, incluindo todos os custos ao longo da sua vida útil, como o investimento inicial, operação e manutenção, custo do combustível e custos de capital investido) para os próximos anos, sendo que as empresas que fazem esse tipo de avaliação são consultores ou institutos dedicados a isso.

Questão 7: Qual o estado dos novos parques previstos e dos respetivos leilões?

O governo anterior tinha uma ambição, o que levou, entretanto, a uma atualização das expectativas iniciais e a uma definição das áreas que iam a leilão. Este processo, era conduzido pelo governo anterior, pela DGRM e por outras entidades envolvidas.

A própria Ocean Winds não tem muito mais informações do que aquilo que é público. A empresa tem alguns contactos relativamente a possíveis fornecedores futuros, aos portos e ao nível da Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN), sendo que existem também certos grupos de trabalho para desenvolver sistemas e que vão montando a sua rede.

Há por enquanto uma incógnita, uma incerteza, sobre aquilo que o novo governo vai mandar nas instituições (direções gerais, REN, portos), de modo a se obter conhecimento de como vai avançar este processo. O que é certo é que existem metas para o desenvolvimento de energias renováveis ao nível da produção europeia, muito ambiciosas, e se em terra já começa a ficar muito explorada, então sobra o mar, tendo sido essa a visão do governo anterior, sabendo que é necessário aumentar a capacidade de produção de energia renovável.

Nas áreas de exploração que estão definidas, irão existir plataformas com espaçamentos diferentes, com capacidade diferente e cujo *layout* está relacionado com o percurso, as correntes do local e com outros constrangimentos tais como rotas de migração e cabos que ali passem.

Quanto às áreas, o governo anterior definiu um procedimento concorrencial/leilão por etapas, em que o primeiro procedimento concorrencial é relativo às áreas Viana do Castelo, Leixões e Figueira da Foz, sendo que nesta primeira etapa serão instalados 2,5 GW dos 10 GW anunciados pelo governo, ou seja, ficam a sobrar 7,5 GW, que serão, eventualmente, um segundo procedimento concorrencial. No entanto, o foco, neste momento, está nas áreas do primeiro procedimento concorrencial.

As áreas que irão avançar são aquelas que estão planeadas, sendo a capacidade dos parques a que foi divulgada também. Os projetos são demorados, é necessário existir um estudo do local, uma análise dos condicionalismos, uma avaliação ambiental e, dentro de todos os condicionalismos sairá a zona final do parque proposta. É preciso ter também em conta os efeitos aerodinâmicos e de rendimento das turbinas que ficam umas atrás das outras, sendo esse um condicionalismo muito importante. Também é necessário ter em atenção as rotas migratórias, de modo a evitar esse condicionamento é alterado o *layout* do parque.

Questão 8: Como surgiu a Zona Livre Tecnológica (ZLT), e como funciona a mesma?

Visto que a DGRM conhece bem o mar, então tem conhecimento que o mar português é profundo, basta um afastamento de poucos quilómetros da costa e o mar rapidamente ganha um declive acentuado, existindo até a plataforma continental, tendo um talude que a determinada distância é muito mais profundo.

Portanto, em 2009, quando a EDP se lembrou de testar uma plataforma flutuante (WindFloat1), necessitava de um local, por isso, na Aguçadora, saiu um cabo elétrico para o mar (cabo esse pensado também para outros projetos). A cerca de 2 km da costa, foi então atribuída pela DGRM, entidade que faz a administração do espaço marítimo, e pelo governo,

uma zona pequena para o desenvolvimento de protótipos. Nesse local foi testada a energia das ondas, foi testado o WindFloat 1 e atualmente está a ser testado o CorPower Ocean, projeto também relativo à energia das ondas.

Nesse local, existe uma ligação à rede, existe uma subestação e há um ponto de ligação de promotores que queiram fazer protótipos nesse espaço e, como apenas são testes, não é necessário estar muito afetado da costa.

Posto isto, estando concluídos os testes, é passada para uma fase em que é necessário testar do ponto de vista comercial. De acordo com os contactos que a Ocean Winds teve, e através do governo, foi estabelecida uma área, com o objetivo de testar projetos pré-comerciais, ou seja, projetos não muito grandes e que tenham saído da fase de demonstração tecnológica e que querem dar o salto para projetos de maior escala.

O parque WFA ocupa apenas uma área muito pequena dos limites da área de exploração destinada a Viana do Castelo.

Anexo C – Entrevista com a Associação de Pescadores Ribeirinha de Viana

Data: 20/06/2024

Questão 1: Como surgiu a associação, e quantas embarcações tem?

A associação é relativamente recente, existe desde dezembro de 2021. A Associação de Pescadores Ribeirinha de Viana surge no seguimento das plataformas que foram colocadas ao largo de Viana do Castelo, pois a comunidade piscatória sentiu necessidade de criar uma associação para a pequena pesca, que neste momento tem 40 embarcações das comunidades de Castelo de Neiva, Viana do Castelo e Vila Praia de Âncora e tem também algumas embarcações que operam no Rio Lima, ou seja, embarcações de rio e de mar. Estas, são praticamente todas as embarcações da pequena pesca de Viana do Castelo.

Questão 2: Que tipo de pesca é que as embarcações fazem?

É feita uma multipesca, pois utilizam várias artes de pesca. Têm uma licença de pesca atribuída anualmente com a qual podem operar com várias artes, podendo pescar várias espécies de peixes.

Questão 3: Que impactos é que a instalação dos cabos e das turbinas eólicas tiveram na pesca?

Enquanto as turbinas estiverem a funcionar, também os cabos vão estar a funcionar, portanto é um impacto que a médio prazo será permanente até à desativação das torres.

Quando pensaram em colocar as 3 torres experimentais da WindFloat “esqueceram-se” que iria existir um cabo que iria atravessar uma zona de pescadores da pequena pesca, sendo-lhes retirado território de pesca, tendo os mesmos determinadas distâncias em que não podem pescar, 0,5 km para um lado e 0,5 km para o outro. Aparentemente parece pouca essa distância, no entanto, é bastante, estando esses territórios já a ser utilizados por determinados tipos de pescadores.

A partir do momento em que é colocado o cabo, está interdita a pesca naquela zona naqueles km/milhas onde passa o cabo. Logo, havendo essas limitações territoriais, os pescadores acabam por pescar nos territórios de outros pescadores, portanto em termos de gestão de espaço marítimo complica os sistemas dos pescadores, até conseguirem encontrar

novos territórios de pesca. Sendo este, um aspeto negativo dessa instalação, pois os pescadores estavam habituados a ser utilizadores quase maioritários do mar e acabaram por ter de partilhar o mar com outras atividades. Ou seja, foi retirado território aos pescadores e estes acabaram por ter de se deslocar para outras zonas, e para ultrapassar a zona onde está o cabo passaram a ter mais custos, derivado da maior utilização de gasolina.

Questão 4: Existiu alguma alteração das espécies pescadas, derivado de possíveis recifes de coral artificiais causados pelas torres eólicas e pelo aumento da temperatura nessa zona?

Na zona do WFA já existe coral, e nesse coral existem espécies de marisco, crustáceos e moluscos. Até agora, não estão a ser atraídas novas espécies de peixes.

No entanto, nesse local não estão a aparecer peixes, derivado da vibração, das radiações, do barulho e isso tem afetado os peixes dessa zona, onde outrora apareciam robalos, pargos e outras espécies. Apesar de estar a criar coral, não tem estado a atrair os peixes que normalmente comem os moluscos, os crustáceos e os mariscos.

Posto isto, não só não estão a ser atraídas novas de peixes, como estão a ser afastadas as espécies que já existiam naquele local.

Questão 5: Que limitações foram impostas à pesca?

Os pescadores foram forçados a fazer um desvio das zonas onde estavam a pescar.

O local onde foram implementadas as 3 torres, era também um local de pesca de embarcações costeiras, e essas embarcações já não vão pescar nesse local, então vão sobrecarregar a zona dos outros, acabando por criar um conflito entre as comunidades.

Questão 6: Houve alguma redução da atividade de pesca?

Os pescadores da pequena pesca local não vão ser diretamente afetados, pois as torres estão localizadas a algumas milhas da costa. No entanto, os pescadores que pescam ao largo, vão ter de vir pescar mais para a costa, indo assim ocupar o lugar dos pescadores da pequena pesca. Tendo em conta esta sobreposição de pescadores, eventualmente alguns deles vão acabar por desaparecer.

Questão 7: Que compensações tiveram, derivadas do Estado e do Privado?

Houve uma negociação com determinados utilizadores do mar, à revelia do resto da comunidade, e quando estavam a ser discutidos os valores das indemnizações, esses utilizadores zangaram-se, tendo sido aí que surgiu a problemática. Essas compensações foram garantidas pela EDP, pelo Governo, pela REN e por outras entidades que estiveram envolvidas na colocação das plataformas.

Foram negociados os valores, mas na distribuição desses valores não incluíram a pequena pesca, tendo sido distribuída a verba por apenas alguns indivíduos que se zangaram entre eles nas repartições. Após isso, quando outros pescadores descobriram quiseram também eles receber uma compensação.

Os pescadores da associação acabaram por receber uma compensação com um valor irrisório, derivado de pertencerem à pequena pesca.

Questão 8: Os pescadores foram ouvidos aquando da implementação desta tecnologia no mar?

Só foram ouvidos aqueles que utilizavam aquela área para pescar ou “que se fizeram utilizar”, ou seja, ainda que não utilizassem aquela área para pescar, “passaram a utilizar” de modo a obterem um valor de indemnização. Ou seja, as comunidades não foram todas envolvidas.

Questão 9: Qual o impacto global, na comunidade, da instalação de energia eólica *offshore*?

As primeiras 3 turbinas eólicas *offshore* colocadas em Viana do Castelo, não afetaram em muito a comunidade, no entanto se forem colocadas em grande número e se começar a desaparecer o peixe e a desaparecerem embarcações de pesca, irá causar consequências negativas na comunidade.

A pesca é uma microeconomia que gira em torno da comunidade piscatória, esta comunidade são pequenas e médias empresas que têm dois ou três trabalhadores que têm por sua vez família em casa dependente economicamente da pesca. Para além disso, existem também os restaurantes, as empresas que constroem barcos, as empresas que vendem materiais para os barcos, ou seja, uma série de empresas que lidam diretamente com os

pescadores e que trabalham diretamente para os pescadores, que vão acabar por ter de fechar portas.

Esta cidade é uma zona ribeirinha, em que um dos atrativos gastronómicos é o peixe efetivamente, e caso a comunidade piscatória seja muito afetada, também a parte tradicional irá desaparecer. Além disso as pessoas que aqui vivem toda a vida estiveram ligadas ao mar, ou seja, as famílias teriam de se reinventar assim como os negócios.

Questão 10: Quais as perspetivas para o futuro?

Para a futura nova instalação de turbinas eólicas, englobadas nos 10 GW de energia renovável *offshore* em toda a costa, estão a ser envolvidas todas as comunidades na reorganização do território marítimo, ao contrário do que se sucedeu com o WFA.

Uma das soluções para se obter uma energia limpa, que seja sustentável, é o mar. No entanto, para isso é exigido um conjunto de alterações que têm de ser trabalhadas, principalmente ser reorganizado o território administrativamente. Se o território outrora pertencia aos pescadores, agora há múltiplas utilizações do mar e há zonas em que tem de haver uma coabitação de atividades.

Por um lado, os pescadores não concordam que lhes seja retirado território no mar, mas por outro lado, para as pessoas que habitam na cidade de Viana do Castelo isso não lhes afeta, pois é atraído investimento para o distrito de Viana do Castelo. Existem empresas que vão para Viana trabalhar, existe criação de postos de trabalho, criação de habitação, criação de novas infraestruturas de apoio da rede viária e criação de novas fábricas, sendo tudo isto captação de investimento.

No entanto, devido à recente mudança de governo e também pela verificação dos custos enormes, é falado em milhares de milhões de euros para a instalação de todos estes GW, o processo para estas instalações futuras está atrasado.

De modo a existir no futuro um equilíbrio entre os benefícios da implementação desta energia renovável e das comunidades que serão afetadas negativamente pelas mesmas, terá de existir uma boa gestão daquilo que poderá acontecer. Isso pode acontecer mudando por exemplo as artes de pesca, utilizar outras tecnologias, permitir que isso possa acontecer através de apoios do Estado e da Comunidade Europeia para modernizar, de modo a se trabalhar e operar neste novo sistema, numa realidade onde se pretende alcançar a soberania energética e cumprir as metas das alterações climáticas.

Os governantes têm por isso de fazer esta gestão, ir ao terreno e perceber como as coisas funcionam, ver como as pessoas trabalham, ver aquilo que precisam e se for necessário apoiá-las através de fundos, para impedir a extinção da pesca, visto que a tendência é essa, a extinção da pequena pesca, não só por estes motivos, mas também porque não há jovens que queiram trabalhar na área da pesca, estando a tradição a acabar. Ou seja, a tendência é a extinção de várias comunidades de pesca não só em Viana do Castelo, mas também ao longo de todo o país.

Anexo D – Entrevista com a Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG)

Data: 02/07/2024

Questão 1: Quais as vantagens de Portugal para a implantação da energia eólica *offshore*?

A energia eólica *offshore* tem duas grandes componentes de vantagens, a componente energética e a componente industrial.

Quanto à perspetiva energética [de produção de eletricidade], atualmente, temos um *mix* de produção de energia, onde 75% da capacidade instalada em Portugal é de energia renovável, estando o país a caminhar para um *mix* que será tendencialmente, 1/3 para energia hídrica, 1/3 para energia eólica e 1/3 para energia solar.

Quanto à energia hídrica levantam-se alguns problemas devido às alterações climáticas, temos cada vez mais anos de seca, comparativamente às últimas décadas (excetuando este ano, 2024), portanto a energia hídrica será cada vez mais uma energia menos viável para abastecer de forma regular o nosso consumo de energia. A energia eólica *onshore*, não vai evoluir muito mais, Portugal tem cerca de 6 GW deste tipo de energia, sendo que apenas vai evoluir por via da substituição de torres antigas por torres novas, no entanto, não existe muito potencial. A energia solar está a crescer, mas funciona apenas cerca de 2000 horas, sendo essa uma limitação desta energia. Posto isto, a energia eólica *offshore* traz uma produção de energia mais estável, cerca de 4000/5000 horas por ano, dependendo da zona do país, da distância, etc.

Se forem combinadas a energia hídrica, que tem as características da bombagem, mas que tem a questão da sazonalidade, a energia eólica *onshore*, relativamente regular, mas que também está associada à questão hídrica, a energia solar que só funciona em determinados períodos e a energia eólica *offshore*, que tem maior capacidade de produção, juntando todas estas energias temos um *mix* mais estável com maiores horas de produção. Sem a energia eólica *offshore*, ficaria mais difícil obter esse *mix* estável, teria de haver muito mais armazenamento e muito mais energia solar. Por isso, o grande objetivo é ter um *mix* de produção mais estável, com mais horas de produção, combinando estas quatro valências.

A outra perspetiva de vantagem é a perspetiva industrial, ou seja, se a energia eólica *offshore* for suficientemente grande em Portugal, podemos atrair e construir *clusters* industriais e novas indústrias de energia eólica *offshore*. Desde a questão das manutenções, a produção dos flutuadores, a produção das turbinas, dos cabos e dos barcos. Portugal pode

assim criar capacidade de manufatura e de engenharia de serviço. Tendo o país já alguma envolvimento, a partir daí existe muito potencial de crescimento.

Questão 2: Que eventuais limitações, técnicas e de custos, a implantação da energia eólica *offshore* em Portugal tem?

A primeira limitação técnica é que Portugal só terá, à partida, eólica *offshore* flutuante. Sendo que a tecnologia flutuante ainda não é suficientemente madura a nível global, existindo muitas soluções ainda a serem testadas, não sendo tão maduro como o eólico *offshore* fixo. Naturalmente esta questão vai ser resolvida no futuro, o mercado está a evoluir e há mais países a olhar para o *offshore* flutuante, na Europa, na Ásia e nos EUA. Até à data de hoje, existe essa questão técnica para ultrapassar, questão essa que se traduz no custo da tecnologia. Atualmente essa tecnologia não é competitiva, devido ao seu nível de maturidade, não existindo mercado.

Os custos de produção com esta tecnologia são também elevados, mas à medida que a capacidade instalada for aumentando, e começar a entrar no mercado global, esses custos vão necessariamente cair.

Mesmo que o custo por MWh da energia eólica *offshore* seja mais elevado, atualmente, o *mix* das energias renováveis acabar por ser estável na mesma, pois o preço das restantes energias acabará por diluir o custo da eólica *offshore*.

Uma limitação que também existe é levar as redes de transporte de energia até ao mar, existe pouca experiência na Europa ainda relativamente à criação de redes de transporte *offshore* flutuantes, ou seja, redes para distâncias maiores. Começam a ser agora feitas as primeiras subestações *offshore*, sendo estas um investimento muito grande. Para se ultrapassar esta limitação que acaba por ser um desafio, tem de se investir e decidir qual o modelo de rede *offshore*.

Questão 3: Qual o papel da DGEG neste processo de criação e implementação da energia eólica *offshore* em Portugal?

A DGEG é uma entidade licenciadora, quer da parte da produção, quer das infraestruturas.

Portanto, a DGEG teve como papel, no WFA, fazer o licenciamento desta infraestrutura na componente elétrica e também na questão das ligações elétricas *onshore*. Tudo o que é parte *offshore* já entram outras entidades do mar. Por exemplo, em terra, quando é feito o

licenciamento de um parque de produção de energia, a DGEG, sendo a entidade principal licenciadora, agrega todos os pareceres das outras entidades, tais como a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR), Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e Câmaras Municipais, e no final agrega este licenciamento e verifica se os instrumentos regulatórios estão de acordo com a legislação.

Neste caso em particular, foi feita a emissão do título de reserva de capacidade e emissão das respetivas licenças de produção para este efeito.

Questão 4: Como se procedeu a articulação da DGEG com outras agências públicas, aquando da instalação do WFA? Existiu articulação com atores locais?

Seguindo as regras do licenciamento normal, envolveu naturalmente mais interações por ser o primeiro projeto deste género em Portugal, também devido ao desconhecimento na altura de como é que se licenciava uma instalação desta natureza.

No entanto, não houve propriamente articulação direta com entidades locais, pescadores e câmara. Pois estes não fazem parte do processo de licenciamento, a quem compete isso é ao promotor do projeto. Este, tem de garantir que estão reunidas as condições e que está tudo compatibilizado. Os pescadores, por exemplo, devem ser ouvidos pela entidade que pretende instalar o projeto em si, assim como as autarquias.

A DGEG limita-se a receber os pareceres que estão previstos na lei, verificar se está tudo de acordo, se o estudo do impacto ambiental está correto, se do ponto de vista territorial não há condicionantes, se do ponto de vista elétrico há alguma incompatibilização com a rede ou não. Portanto, a DGEG reúne os elementos e faz a gestão do processo de modo a tomar a decisão.

Questão 5: Quais as perspetivas futuras para o desenvolvimento da eólica *offshore* em Portugal, sabendo que existem projetos em desenvolvimento?

O antigo Governo anunciou que o objetivo seria alcançar 10 GW de energia eólica *offshore* e que seriam lançados procedimentos até lá chegar. Neste momento, estão a ser estudados e avaliados os primeiros GW destes procedimentos, estando a ser feita uma avaliação dos custos previsíveis na altura da instalação quanto é que custará o MWh de energia eólica *offshore* produzida.

O plano é estarem disponíveis pelo menos 2 GW em 2030. No entanto, pode não ser bem essa a data. Neste momento, só a construção é no mínimo 3/4/5 anos, dependendo da dimensão, e existe todo o processo anterior a isso, ou seja, levantamento de requisitos, emissão de licenças, do próprio procedimento concursal, por isso, o período total até ao processo estar concluído deverá ser entre 7 e 9 anos.

Depois do primeiro procedimento têm de ser avaliadas as necessidades de mais ou menos *offshore*, à medida que os consumos evoluem e a política energética evolui. Não sendo por isso garantido que os 10 GW serão construídos, apesar de ser um objetivo.

Um dos pressupostos que está por detrás deste tipo de iniciativa e de anúncios é atrair investimento para Portugal nesta indústria, pois se não formos suficientemente ambiciosos, sendo Portugal um país pequeno, ninguém olhará para Portugal neste contexto.

Quanto ao valor da tarifa que se aplica, por MWh, é esperado que caia para metade em 10 anos, dependendo das condições que estejam incluídas.

Questão 6: Quais são as expectativas de contribuição da energia eólica *offshore* para as metas nacionais de energia renovável?

Para as metas de 2030, não se pode contar com um grande contributo da energia eólica *offshore*. O procedimento ainda não foi lançado e são muitos anos até que as primeiras turbinas, do futuro projeto, estejam instaladas e comecem a injetar na rede.

Para 2040, espera-se que esse contributo possa ser muito significativo no *mix* de produção de Portugal, dependendo da quantidade de GW que serão instalados.

Atualmente, as estimativas que existem dizem que o consumo de energia elétrica, comparando com 2020, vai duplicar entre 2020 e 2030. Já em 2040, face a 2020, o consumo vai triplicar ou mais que triplicar, tendo em conta o que se sabe hoje, ou seja, a eletrificação dos consumos, as novas indústrias que vêm para o país, como o hidrogénio e os *data centres*, sendo estes novos consumos que vão aparecer, portanto têm de existir fontes fiáveis e seguras com capacidade de resposta, que é o caso da energia eólica *offshore*, que pode dar essa capacidade ao país.

Questão 7: Começa a haver resistência da população aos painéis fotovoltaicos. Pode a energia *offshore* ser uma boa alternativa?

De facto, é uma resistência que se está a assistir cada vez mais não só a nível dos parques fotovoltaicos, mas na energia eólica *onshore* também, onde está a ser feita a substituição de turbinas eólicas e é difícil de aceder a esses locais, estando também a existir alguma resistência à construção de linhas elétricas.

No entanto, relativamente à energia eólica no mar, também há muita gente contrariada, os pescadores e os ambientalistas, acontecendo isso muito devido ao desconhecimento e falta de comunicação, onde é feito um estudo exaustivo das condições do mar. É por isso muito importante desmistificar algumas das questões que estão a surgir. Também se deve compatibilizar estas questões, por exemplo, noutros países é feita aquacultura e criação de ostras nestes locais.

Alguns projetos eólicos *offshore*, ajudaram a requalificar toda a indústria marítima e naval que existia na zona onde foram implementados. É necessário serem feitas manutenções, é preciso existirem técnicos, ou seja, a população das zonas onde estão implementados os parques acaba por ter benefícios na sua economia.

Questão 8: A relação de preços entre *offshore* e *onshore* é muito grande, será que essa diferença irá ser atenuada?

Atualmente essa tecnologia não é competitiva, devido ao seu nível de maturidade, não existindo mercado. No entanto, olhando para o que custava a energia solar há 10 anos atrás e olhando para o que custa hoje ao fim de 10 anos, atualmente é muito mais baixo, por isso o mesmo irá acontecer com a energia eólica *offshore* flutuante.

Com as condições que existem atualmente, dependendo das condições de financiamento do mercado, e tendo em conta a curva de aprendizagem e a curva de redução de custos que se perspectivam a nível global, daqui a 10 anos a energia eólica *offshore* poderá estar quase tão competitiva como a energia eólica *onshore*.

A eólica *offshore* em Portugal será, sem dúvida, uma realidade muito importante para o país no futuro, cabe apenas ao governo determinar esse timing.