

IPVC ocean

Inovação em Energias
e Tecnologias Oceânicas

ESTRATÉGIA DE FORMAÇÃO EM ENERGIAS E TECNOLOGIAS OCEÂNICAS – PARTE I

MARÇO 2024



**Instituto Politécnico
de Viana do Castelo**



FICHA TÉCNICA

2

TÍTULO

Estratégia de Formação em Energias e Tecnologias Oceânicas – Parte I

DATA DE CONCLUSÃO

25 março 2024

AUTOR

Álvaro Sardinha
ECONOMIA AZUL Centro de Competência

PROMOTOR / EDITOR

IPVC – INSTITUTO POLITÉCNICO DE VIANA DO CASTELO

ISBN Impresso – 978-989-9141-16-2

Depósito legal – 532732/24

ISBN Digital – 978-989-9141-17-9

DOI digital – 10.57910/ipvc-eg5a-b689

CONTEÚDO

FICHA TÉCNICA	2
CONTEÚDO	3
SIGLAS E DEFINIÇÕES	6
1. INTRODUÇÃO	12
1.1. ENQUADRAMENTO	13
1.2. OBJETIVOS DO RELATÓRIO	13
1.3. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO	14
2. MUNDO 2050 - TENDÊNCIAS E DISRUPÇÃO	16
2.1. FONTES DE FUTURO	17
2.1.1 Dubai Future Foudation	17
2.1.2 Economist Impact	19
2.1.3 American Bureau of Shipping ABS	21
2.1.4 Det Norske Veritas DNV	23
2.1.5 Comissão Europeia	25
2.1.6 Nações Unidas e alterações climáticas	28
2.1.7 International Energy Agency IEA	30
2.2. DIREITO E REGULAÇÃO	32
3. ENERGIAS RENOVÁVEIS	50
3.1. CARACTERIZAÇÃO	50
3.1.1 Definição de energia renovável	50
3.1.2 Energia de fontes renováveis marítimas	51
3.1.3 Estatística e fontes de informação	53
3.2. TIPOS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS	55
3.2.1 Energia hídrica	55
3.2.2 Energia solar	56
3.2.3 Energia eólica	58
3.2.4 Energia eólica offshore	59
3.2.5 Energia do oceano	61
3.2.6 Energia geotérmica	64
3.2.7 Biomassa	64
3.3. ECONOMIA DO HIDROGÉNIO	66
3.3.1 Hidrogénio	66

3.3.2 Estratégias do hidrogénio	74
3.3.3 Estatística e fontes de informação	79
3.4. AGENTES DE CONHECIMENTO	80
3.4.1 Energias renováveis	80
3.4.2 Hidrogénio	82
4. ENERGIA DO OCEANO	84
4.1. CARACTERIZAÇÃO	85
4.1.1 Energia do oceano	85
4.1.2 Potencial da energia do oceano	86
4.1.3 Benefícios da energia do oceano	87
4.1.4 Estatística e fontes de informação	88
4.2. ENERGIA DAS ONDAS	89
4.3. ENERGIA DA CORRENTE DE MARÉS	92
4.4. ENERGIA DA AMPLITUDE DE MARÉS	94
4.5. AGENTES DE CONHECIMENTO	95
5. ENERGIA EÓLICA OFFSHORE	98
5.1. CARACTERIZAÇÃO	99
5.1.1 Componentes de um parque eólico	101
5.1.2 Benefícios da energia eólica offshore	102
5.1.3 Requisitos para o sucesso	105
5.1.4 Criação de emprego	111
5.2. DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS	112
5.2.1 Ciclo de vida da energia eólica offshore	112
5.2.2 Desenvolvimento de parques eólicos offshore	116
5.2.3 Cadeia de valor da energia eólica offshore	124
5.2.4 Fornecedores de equipamentos e serviços	125
5.2.5 Estatística e fontes de informação	127
5.3. INOVAÇÃO NA ENERGIA EÓLICA OFFSHORE	129
5.3.1 Inovação no Reino Unido	130
5.3.2 Inovação nos Países Baixos	135
5.3.3 Inovação nos EUA	138
5.4. AGENTES DE CONHECIMENTO	140
6. ENERGIA EÓLICA OFFSHORE - CARREIRAS	146
6.1. CICLO DE VIDA E PROFISSÕES	147

6.1.1 Austrália.....	147
6.1.2 Reino Unido	152
6.2. QUALIFICAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	184
6.2.1 Portugal.....	184
6.2.2 Estados Unidos	191
6.2.3 Reino Unido	196
6.2.4 Estatística e fontes de informação	197
7. DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS EÓLICOS.....	200
7.1. AUTORIZAÇÃO DO PROJETO.....	200
7.1.1 Avaliação de Impacte Ambiental.....	203
7.2. LEVANTAMENTOS AMBIENTAIS	204
7.2.1 Levantamento de habitats e espécies	205
7.2.2 Levantamento ambientais em terra.....	207
7.2.3 Estudos de impacto humano	207
7.3. AVALIAÇÃO DE RECURSOS E DADOS METEOCEÂNICOS.....	208
7.4. LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS E HIDROGRÁFICOS	210
7.4.1 Levantamentos geofísicos	210
7.4.2 Levantamentos geotécnicos	211
7.4.3 Levantamentos hidrográficos.....	212
7.5. ENGENHARIA E CONSULTORIA	213
7.6. GESTÃO DE PROJETO	214
8. ENGENHARIA DO OCEANO	216
8.1. CARACTERIZAÇÃO	216
8.2. CARREIRAS PROFISSIONAIS	218
8.2.1 Engenharia costeira e offshore.....	219
8.2.2 Cursos e programas curriculares	220
8.2.3 Estatística e fontes de informação	228
8.3. AGENTES DE CONHECIMENTO.....	229
9. CONCLUSÕES	234
REFERÊNCIAS	238

SIGLAS E DEFINIÇÕES

ABS	American Bureau of Shipping
AI	Artificial Intelligence
IA	Inteligência Artificial
AEP	Annual Energy Production
AMP	Área Marinha Protegida
MPA	Marine Protected Area
Array	A collection of floating offshore wind structures working together and connected to create a combined electricity generation output
Array Cable	The primary cable(s) for transporting electricity from one turbine to another or from a turbine string to a substation
AUV	Autonomous Underwater Vehicles
CCS	Carbon Capture and Storage
CFD	Contract For Difference
CIAM	Comissão Interministerial para os Assuntos do Mar
CLCS	Commission on the Limits of the Continental Shelf
CLPC	Comissão de Limites da Plataforma Continental
CoLAB	Laboratório Colaborativo
CIT	Centro de Interface Tecnológico
COD	Commercial Operation
CoE	Centre of Excellence
CSOV	Construction/commissioning Service Operation Vessel
CTV	Crew Transfer Vessel
Clean Energy	Energy produced from non-carbon emitting sources
DG MARE	Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries Direção-Geral dos Assuntos Marítimos e das Pescas
DGPM	Direção-Geral de Política do Mar
DGRM	Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos
DNO	Distribution Network Operator
DQEM	Diretiva-Quadro Estratégia Marinha

DPO	Dynamic Positioning Operator
EC	European Commission
CE	Comissão Europeia
EEE	Espaço Económico Europeu
EEZ	Exclusive Economic Zone
ZEE	Zona Económica Exclusiva
EMODnet	European Marine Observation and Data Network Rede Europeia de Observação e Dados Marinhos
ENM	Estratégia Nacional para o Mar
Emissions	Carbon neutrality describes where carbon dioxide (CO ₂) emissions produced by, or as a result of, human activities are balanced by CO ₂ removals as a result of human activities over a specified period and within a specified boundary. Carbon neutrality means that supplementary carbon offsets can be used to balance emissions that remain after other actions are taken into account. (IPCC, 2021)
Emissions	Net zero carbon dioxide (CO₂) emissions describes when CO ₂ emissions resulting from human activities are either zero or are balanced by CO ₂ removals resulting from human activities over a specified period and within a specified boundary. Net zero in relation to the 2023 IMO GHG Strategy means balancing emissions within the boundaries of the energy system of international shipping through carbon removal rather than through carbon offsets to other sectors. (IPCC, 2021; IMO MEPC, 2023a)
ETS	Emissions Trading System
EU	European Union
UE	União Europeia
EUA	Estados Unidos da América
EPIC	Engineering, Procurement, Installation and Commissioning
ESG	Environment, Social, Governance
ESP	Energy Skills Partnership
Export Cable	Primary cable(s) for transporting electricity from an offshore wind farm array to onshore
FEED	Front-End Engineering and Design
FOW	Floating Offshore Wind

FTE	Full Time Equivalent
ETI	Equivalente a Tempo Inteiro
GVA	Gross Value Added
VBA	Valor Acrescentado Bruto
GW	Giga Watt
GHG	Greenhouse Gas
GEE	Gases com Efeito de Estufa
GOC	Global Ocean Commission
GWO	Global Wind Organisation
HV	High Voltage
AT	Alta Tensão
HVDC	High Voltage Direct Current
HSEQ	Health, Safety, Environment, Quality
IAC	Inter-array cables
IEA	International Energy Agency Agência Internacional de Energia
INE	Instituto Nacional de Estatística
IMO	International Maritime Organization
OMI	Organização Marítima Internacional
IOC/UNESCO	The Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO Comissão Oceanográfica Intergovernamental da UNESCO
ISA	International Seabed Authority Autoridade Internacional para os Fundos Marinhos
ITLOS	International Tribunal for the Law of the Sea ITLOS Tribunal Internacional do Direito do Mar
I&I	Investigação e Inovação
I&DI	Investigação e Desenvolvimento e Inovação
IoT	Internet of Things Internet das Coisas
IRENA	International Renewable Energy Agency Agência Internacional de Energia Renovável
LBOGEM	Lei de Bases do Ordenamento e de Gestão do Espaço Marítimo
LCOE	Levelised Cost of Energy

LNG	Liquefied Natural Gas
GNL	Gás Natural Liquefeito
MARPOL	The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios
MASS	Maritime Autonomous Surface Ships
MoS	Motorways of the Sea
MGR	Marine Genetic Resources
MHK	Marine Hydrokinetic Energy
MRE	Marine Renewable Energy
MSP	Marine Spatial Planning
MW	Mega Watt
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NGO	Non-governmental organization
ONG	Organização Não-Governamental
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
OCDE	Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económico
OEM	Original Equipment Manufacturer
OHS	Occupational, Health and Safety
OSS	Offshore Substation
OTEC	Ocean Thermal Energy Conversion
O&M	Operations and Maintenance
PMI	Política Marítima Integrada
PNEC	Plano Nacional Integrado Energia Clima
PPA	Power Purchase Agreement
PRR	Plano de Recuperação e Resiliência
PSOEM	Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo
RESP	Rede Elétrica de Serviço Público
RNC	Roteiro para a Neutralidade Carbónica
SAP	Senior Authorised Person
SDG	UN Sustainable Development Goals
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU

SNCB	Statutory Nature Conservation Bodies
SOV	Service Operations Vessel
SPV	(Developer) Special Purpose Vehicle
STEM	Science, Technology Engineering and Mathematics
TEN-T	Trans-European Transport Network
UNCLOS	United Nations Convention on the Law of the Sea
CNUDM	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
UN	United Nations
ONU	Organização das Nações Unidas
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development
UUV	Unmanned Underwater Vehicle
UXO	UneXploded Ordnance
WEC	Wave Energy Converters
WHS	Work, Health, Safety
WTG	Wind Turbine Generator

1. INTRODUÇÃO

12

A criação de um centro de inovação em energias e tecnologias oceânicas – uma unidade estratégica de inteligência azul – é um projeto desafiante e ambicioso.

Porém, absolutamente necessário. Em particular para um país como Portugal, em que mais de 97% do seu território se encontra coberto por água do mar e cuja Zona Económica Exclusiva equivale a 18,7 vezes o Portugal “terrestre”. Uma nação marítima, sem qualquer dúvida.

Desenvolver a economia azul sustentável é um imperativo para tal nação. Ignorar tamanha riqueza e herança, constituiria uma enorme arrogância e ausência de visão, uma preguiça insuportável e imperdoável pelas atuais e futuras gerações – uma irresponsabilidade para com as pessoas e o planeta.

Representaria também o desprezo pela saudável diversidade económica, fundamental para o desenvolvimento sustentável das comunidades e de todas as suas partes.

Por fim, e de forma alguma menos importante, ignorar este oceano único que nos abraça – que a todos liga e que a todos pertence – corresponderia a baixar os braços e a desistir da maior fonte de biodiversidade, do berço da vida, da certeza de futuro.

A criação de um centro de inovação em energias e tecnologias oceânicas – uma unidade estratégica de inteligência azul – é um projeto ousado e magnífico.

Tarefa para gente grande, curiosa, que olha para além da curva e para além do tempo. Gente que vibra com o fazer, transformar, evoluir – gente que deseja servir, ansiando o melhor para os seus filhos e para os filhos dos seus netos – gente que, pelo significado, concretiza uma vida plena.

A criação de um centro de inovação em energias e tecnologias oceânicas é – para já – uma ideia. Sabemos, no entanto, que tudo é infinitamente possível quando uma ideia se transforma em ação. Este é o tempo de fazer acontecer!

Por Viana do Castelo, por Portugal, pelo oceano, pelas pessoas, pela natureza, pela nossa casa comum – este ponto azul a que chamamos Terra.

1.1. ENQUADRAMENTO

Pretende-se promover a criação de um **Centro de Inovação em Energias e Tecnologias Oceânicas** em Viana do Castelo – uma unidade estratégica de inteligência azul.

13

O **Centro** tem ambição internacional e pretende projetar Viana do Castelo como região líder em economia azul sustentável, potenciando o investimento local, a criação de emprego e a exportação de serviços de conhecimento.

Além da componente de investigação e desenvolvimento, actividade âncora do **Centro**, pretende-se desenvolver conteúdos e programas de ensino e formação inovadores, de curta e média duração, orientados às necessidades atuais e futuras, das organizações e comunidades.

1.2. OBJETIVOS DO RELATÓRIO

O presente relatório tem como objetivos:

- . Identificar tendências, megatendências e potenciais fenómenos disruptivos, no domínio da economia azul sustentável em geral, e das energias e tecnologias oceânicas em particular;
- . Diferenciar e caracterizar as energias renováveis do oceano e no oceano, identificando os respetivos estados de maturidade comercial e perspetivas de evolução futura;
- . Caracterizar perfis de competências, profissões, carreiras e programas de ensino e formação – no domínio das energias e tecnologias oceânicas – antecipando necessidades e oportunidades de reskilling e upskilling;
- . Criar uma plataforma de conhecimento seguro, um vocabulário comum que facilite e agilize o diálogo e a colaboração, e que sustente e permita identificar e definir cursos inovadores na área das energias e tecnologias oceânicas¹, de curta e média duração, caracterizando a respetiva proposta de valor, conteúdos programáticos e públicos-alvo.

¹ Os referidos cursos serão apresentados e caracterizados posteriormente, em relatório PARTE II.

1.3. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

A execução do presente relatório seguiu uma estratégia, orientada à identificação de caminhos de elevado valor acrescentado e potencial de crescimento.

14

Para tal foram identificadas inevitabilidades e incertezas, dando-se prioridade a caminhos de sucesso garantido e de baixo risco, com aplicação e obtenção de resultados a curto prazo.

A aplicação de benchmarking foi amplamente utilizada.

Benchmarking

Benchmarking é uma iniciativa de gestão e um motor de inovação, que tem como objetivo fundamental identificar as melhores práticas e processos de diferentes organizações, copiando e adaptando criativamente as mesmas.

A definição publicada pelo Business Dictionary e citada pelo Customer Relationship Management Institute (CRMI)², explicita que benchmarking é:

“Uma medida da qualidade das políticas, produtos, programas, estratégias etc. de uma organização, e a sua comparação com medidas padrão ou medidas similares dos seus pares. Os objetivos do benchmarking são: (1) determinar quais e onde as melhorias são necessárias, (2) analisar como outras organizações atingem os seus altos níveis de desempenho e (3) usar essas informações para melhorar o desempenho.”

O desenvolvimento da estratégia para edificar, com sucesso, um **Centro de Inovação em Energias e Tecnologias Oceânicas** – passa obrigatoriamente por um processo de observação – do que está e por quem foi feito; de como foi alcançado; e quais os planos de continuidade.

Comparar estratégias de diferentes organizações e avaliar como desenvolvem o seu trabalho, revela caminhos seguros, abre portas e janelas colaborativas, e inspira boas decisões.

² <https://www.crmirewards.com/article/why-your-brand-needs-to-embrace-a-periodic-benchmark-process>

Estrutura

A estrutura do presente relatório, constituído por 9 capítulos, resulta do trabalho desenvolvido na atividade de benchmarking e do imersivo estudo na informação referenciada.

15

Depois de identificadas as prioridades, foi realizado um trabalho de desenvolvimento profundo focando áreas essenciais, evitando a dispersão por múltiplos temas e tópicos que, embora relevantes, são aqui considerados auxiliares ou complementares.

2. MUNDO 2050 - TENDÊNCIAS E DISRUPÇÃO

16

Se olharmos para o futuro, iremos deparar-nos com muitas interrogações. Vivemos uma época de incertezas. Existem, porém, inevitabilidades seguras e transversais a todas as geografias. De facto, algumas tendências afirmam-se de tal forma potentes, que quase as conseguimos assumir como factos inevitáveis – certezas que irão confirmar-se ou que indicarão a direção a seguir.

Conseguimos atualmente identificar, pelo menos, as seguintes inevitabilidades:

- . A **sustentabilidade** é muito mais que uma parte da estratégia das organizações – a sustentabilidade é a própria estratégia – um novo modelo de negócio e de desenvolvimento. A sustentabilidade constitui um modelo de transição para um objetivo maior – a regeneração da natureza;
- . A **transição energética** é uma realidade e um imperativo para a descarbonização do planeta. Iremos – já nesta década – assistir à redução na procura e consumo global do carvão, um dos combustíveis fósseis mais poluentes. Uma nova era já começou – a descarbonização – incluindo a prevenção e a remoção de emissões. A transição dos recursos fósseis para as energias renováveis e para os combustíveis alternativos é inevitável e bem-vinda, fortemente apoiada pela crescente exigência de disposições regulatórias;
- . A **economia azul sustentável** é um vetor fundamental para a diversificação da geração de riqueza e para o desenvolvimento de regiões e países, sustentando comunidades crescentes. O oceano e o espaço serão cada vez mais territórios de conhecimento e de colonização; ambos têm natureza tridimensional e dimensão (quase) infinita. A indústria marítima é um pilar vital da economia azul sustentável;
- . Todas as **profissões e carreiras** irão incorporar *green skills*. A procura por *blue skills* irá crescer, à medida que o oceano e o espaço se afirmam como a nova economia.

Bem-vindos a um mundo em mudança, com constantes incertezas e inevitabilidades!

2.1. FONTES DE FUTURO

Muitas organizações e personalidades, investem consideráveis recursos e tempo precioso – a pensar, a estudar e a tentar prever o futuro – apoiados por metodologia científica. As suas conclusões – publicadas em inúmeros relatórios – são valiosas fontes de futuro, independentemente do grau de probabilidade de concretização.

A informação partilhada em algumas plataformas online e os consensos alcançados em alguns eventos globais, abrem também uma janela para o futuro, pelo menos até 2050.

17

2.1.1 Dubai Future Foudation

Dubai Future Foundation – Future Opportunities Report: The Global 50

Um dos trabalhos de referência, que vale a pena ter em conta, é desenvolvido pela Dubai Future Foundation³, a qual publica o relatório intitulado “The Global 50”⁴. Este documento partilha a visão da Fundação sobre o futuro – suportada por especialistas, investigadores e inovadores – e identifica 50 oportunidades para crescimento, prosperidade e bem-estar.

A edição publicada em 2023 agrupa as 50 oportunidades referidas, em 5 grandes grupos: (1) saúde mental e física reimaginada – longevidade; (2) colaboração avançada – humanos e máquinas; (3) natureza restaurada – regeneração dos ecossistemas; (4) sociedades capacitadas – resiliência e desenvolvimento; (5) transformacional – inovação e novas realidades.

Dubai Future Foundation – 10 Megatrends Shaping Our Future In 2023

No documento “10 Megatrends Shaping Our Future In 2023”⁵, igualmente desenvolvido pela Dubai Future Foundation, são identificadas as seguintes dez megatendências com importância global: (1) revolução dos materiais; (2) desvalorização de dados em bruto; (3) vulnerabilidades tecnológicas – cibersegurança; (4) fronteiras da energia – net zero – hidrogénio e combustíveis sintéticos; (5) salvar os ecossistemas – regulação ESG – de net zero a zero positive;

³ <https://www.dubaifuture.ae/>

⁴ <https://www.dubaifuture.ae/the-global-50>

⁵ <https://www.dubaifuture.ae/reports/10-megatrends-shaping-our-future-in-2023/>

(6) mundo sem fronteiras – economias fluídas – vírus e digital; (7) realidades digitais – espaços virtuais e digitais imersivos – metaverso; (8) vida com robôs autônomos – serviços automatizados; (9) humanidade futura – educação e emprego; e (10) saúde e nutrição avançadas – segurança hídrica.

O relatório tem o cuidado de explicar a diferença entre a terminologia utilizada. Assim, de acordo com o texto do documento, **tendências são sinais de uma nova direção**, acontecimentos ou ocorrências repetidas que assumem um padrão constante, algo que se torna – mesmo que apenas por algum tempo – parte da vida quotidiana de um número crescente de pessoas. Tendências são o rumo de um tema emergente como, por exemplo, a moda ou as tendências de consumo que aparecem em cada nova estação.

Algumas tendências podem ser agrupadas, dando origem a **megatendências**, direções de nível superior, que provavelmente não mudarão de ano para ano, fornecendo **informações importantes sobre a forma como o mundo irá evoluir nas próximas décadas**.

Por exemplo, a cibersegurança e as vulnerabilidades tecnológicas são uma megatendência, alimentada por várias tendências parcelares: (1) crescimento do número de pessoas e dispositivos conectados à internet; (2) aumento do número de horas passadas na internet e crescimento do volume de tráfego; (3) aumento do número de ciberataques e crescimento dos seus impactos e danos; (4) desenvolvimento do mercado global de seguros cibernéticos; (5) aumento da consciência das empresas e dos países sobre a sua vulnerabilidade; entre outras.

As megatendências permitem injetar elementos de certeza num mundo de incerteza, sendo exigidas forças maiores para as mudar, em comparação com as tendências ou sinais.

Claro que as megatendências poderão ser anuladas ou diminuídas, em caso de ocorrência de acontecimentos de importância e magnitude, como uma guerra, uma doença global, ou um fenómeno ambiental extremo e catastrófico.

No mesmo relatório é sublinhada a importância transversal de tecnologias como a inteligência artificial (IA), por exemplo, para conceber e fabricar materiais que ajudarão a resolver os desafios do futuro na computação e na saúde.

Alerta ainda para mudanças disruptivas, citando como exemplo o crescimento contínuo de dados gerados por utilizadores e por máquinas, o qual poderá ter consequências indesejadas. O valor dos dados cairá e, em vez disso, será encontrado novo valor em análises melhoradas e modelos de negócios alternativos.

2.1.2 Economist Impact

Economist Impact – Global Maritime Trends 2050

O relatório “Global Maritime Trends 2050”⁶, publicado em 2023 pela Economist Impact e comissionado pela Lloyd's Register Foundation e pela Lloyd's Register, identifica e explora um conjunto de tendências, agrupado em 5 grandes áreas:

19

1. Tendências geopolíticas e macroeconómicas

- . População crescente na Ásia e em África;
- . Desglobalização e fragmentação das economias;
- . Domínio das economias asiáticas;
- . Regionalização e/ou localização de conflitos;
- . Gastos, estratégias e políticas priorizando a segurança.

2. Tendências ambientais

- . Utilização generalizada de tecnologia climática, incluindo soluções de remoção de carbono;
- . Défice crónico no financiamento ambiental;
- . Normas padronizadas de relatórios e divulgação ambiental;
- . Adaptação aos impactos das alterações climáticas e da perda de biodiversidade.

3. Tendências de recursos naturais

- . Ampla implantação da tecnologia alimentar e primazia das proteínas alternativas;
- . **Domínio das energias renováveis;**
- . Crescente utilização de fontes de combustível novas e/ou não convencionais;
- . Batalha por minerais e recursos críticos.

⁶ <https://impact.economist.com/ocean/global-maritime-trends-2050/>

4. Tendências tecnológicas

- . Maior eficiência com o uso generalizado de inteligência artificial (IA);
- . Maior integração do metaverso e tecnologias imersivas;
- . Crescente utilização da Internet das Coisas (IoT) em todos os setores, promovida por melhor conectividade;
- . Consenso global e colaboração na adoção da tecnologia blockchain.

20

5. Tendências sociais

- . Automação do local de trabalho;
- . Advento de uma economia assistida pelo conhecimento;
- . Aumento da circulação de pessoas em busca de oportunidades de emprego e adaptando-se às repercussões climáticas;
- . Desigualdades multiplicadas e atritos sociais.

Demografia

Além das referidas tendências, o documento destaca e sublinha o crescimento previsto da população global – de oito para dez mil milhões de pessoas – com os maiores aumentos esperados em África e na Ásia. Embora muitos países tenham uma população envelhecida, com potencial escassez de mão-de-obra no futuro, outros terão populações muito mais jovens que necessitam de empregos seguros e da oportunidade de ganhar uma vida digna.

Acrescenta ainda que, proporcionar oportunidades a estes jovens para adquirirem educação e competências, deve ser uma prioridade para todas as indústrias nos próximos anos.

Futuro da indústria marítima

Relativamente ao futuro da indústria marítima, o documento sustenta que este ecossistema deve manter a circulação de mercadorias de uma forma segura, resiliente e sustentável, para satisfazer as necessidades da sociedade, reduzindo ao mesmo tempo o impacto no planeta.

Para tal terá de promover ativamente uma transição energética para combustíveis alternativos; adotar mudanças nas infraestruturas portuárias em todo o mundo para acomodar navios de diferentes tamanhos e tipos de combustível; e desenvolver novas rotas marítimas.

As novas tecnologias podem ajudar a reduzir a fragilidade do ecossistema marítimo existente, que não envolve apenas o transporte marítimo – mas inclui indústrias que operam no mar ou dependem do oceano – como a energia offshore, a cablagem subaquática, a aquicultura e a alimentação azul. Todas estas indústrias dependem de embarcações, que necessitam de operação, abastecimento e manutenção.

2.1.3 American Bureau of Shipping ABS

ABS – Technology Trends - Exploring the Future of Maritime Innovation

O relatório “Technology Trends - Exploring the Future of Maritime Innovation”⁷, publicado em 2022 pela ABS (American Bureau of Shipping), sublinha que a indústria marítima conhece bem a inovação, mas, como muitas outras empresas, o processo é cíclico. Novas ideias e abordagens tendem a surgir em ondas e não num fluxo constante, inundando as partes interessadas com novas tecnologias e regulamentações, que muitas vezes trazem mais incertezas do que orientações.

O documento tem como visão a “inovação baseada num ecossistema digital, para um ambiente com zero emissões líquidas de carbono (*net-zero carbon environment*)”, estabelecendo **3 áreas de inovação que irão definir a indústria marítima até 2050**: (1) digitalização; (2) transição energética; e (3) investigação aplicada.

DIGITALIZAÇÃO

1. Tecnologias de visualização

- . Novas tecnologias de visualização de realidade virtual (VR); realidade aumentada (AR) e realidade mista (MR);
- . Modelos de navios virtuais e imersivos (em 2050).

2. Inteligência artificial

- . Maturidade da inteligência artificial (IA) e de machine learning (ML);
- . Sistemas conscientes e autocorretivos (em 2050).

3. Ativos Virtuais

- . Monitorização de embarcações em tempo real;

⁷ <https://ww2.eagle.org/en/innovation-and-technology/technology-advancements/abs-tech-trends.html>

- . Gémeos digitais (digital twins) com autoaprendizagem;
 - . Controlo de frotas através de gémeos digitais interconectados (em 2050).
4. Operações autónomas
- . Modelagem e simulação avançada;
 - . Design e projeto generativo e biomimética;
 - . Infraestrutura de conectividade de navios;
 - . Embarcações autónomas não tripuladas e conectadas (em 2050).

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

1. Energias verdes

- . Evolução de sistemas de energia alternativos, incluindo as pilhas de combustível (fuel cells), os sistemas híbridos e a energia nuclear;
- . Adoção generalizada de sistemas de energia alternativos (em 2050).

2. Combustíveis verdes

- . Teste e adoção de combustíveis alternativos – amoníaco, metanol, biocombustíveis, combustíveis sintéticos, hidrogénio;
- . Produção de hidrogénio verde, hubs de hidrogénio offshore, abastecimento (bunkering) de hidrogénio;
- . Produção e adoção de combustíveis alternativos em escala (em 2050).

3. Eletrificação

- . Expansão da infraestrutura de eletrificação;
- . Sistemas de armazenamento de energia cinética;
- . Células de combustível;
- . Baterias avançadas;
- . Maturidade da infraestrutura de eletrificação verde (em 2050).

4. Captura de Carbono

- . Adoção global de tecnologias de captura, utilização e sequestro de carbono;
- . Maturidade da cadeia de valor da captura de carbono (em 2050).

INVESTIGAÇÃO APLICADA

1. Materiais

- . Novos materiais e métodos de produção – fabricação aditiva (AM);
- . Aplicação de materiais e processos avançados (em 2050).

23

2. Eficiência energética de embarcações

- . Adoção generalizada de dispositivos de economia de energia;
- . Otimização do desempenho de frotas em tempo real (em 2050).

3. Ecossistemas verdes

- . Transição verde para fabricantes, estaleiros e portos;
- . Certificação verde de navios e operadores;
- . Cargas de navios com etiqueta verde (*green labeled ship cargo*);
- . Ecossistemas marítimos verdes (em 2050).

4. Economia Azul

- . Tecnologias azuis – aquicultura, energia das ondas, etc.;
- . Infraestrutura de subestações de carregamento offshore;
- . Parques eólicos offshore flutuantes em escala;
- . Economia azul neutra em carbono (em 2050).

2.1.4 Det Norske Veritas DNV

DNV – Ocean's future to 2050

O relatório “Ocean's future to 2050”⁸, publicado pela DNV em 2023, sugere que a economia azul representa uma nova era, identificando as principais tendências para o seu desenvolvimento:

- . O investimento em energia eólica offshore ultrapassará o investimento no setor do petróleo e gás;
- . Irá verificar-se um aumento de nove vezes na procura por espaço no oceano, para aquicultura e produção de energia; a energia eólica offshore exigirá 82% da área total ocupada até 2050;
- . A produção aquícola aproximar-se-á da pesca de captura até 2050.

⁸ <https://www.dnv.com/oceansfuture/index.html>

O relatório comenta ainda alguns recursos ligados ao oceano, com elevado potencial de desenvolvimento.

Dessalinização

24

A dessalinização utiliza a água do mar para a produção de água doce. O mercado para este processo está bem estabelecido e em rápida expansão, impulsionado por populações costeiras crescentes e mais prósperas, e pelo aumento da pressão sobre os recursos hídricos, grande parte da qual ligada às alterações climáticas. Estima-se que a capacidade global de dessalinização quase triplicará até 2050.

Minerais no fundo do mar e a transição energética

A transição energética representa um dos principais impulsionadores da procura de minerais no mar profundo (deep-sea) – a electrificação e a necessidade de produção de baterias alimentam a procura e consumo de determinados metais. Em simultâneo, a qualidade do minério de muitos depósitos terrestres diminui, exigindo mais água e energia para a extracção, impondo assim maiores impactos ambientais e sociais.

Sabe-se hoje que existem grandes quantidades destes valiosos metais no mar profundo, tornando este espaço num alvo para futuras actividades mineiras. Por definição, consideram-se minerais no mar profundo (deep-sea minerals), aqueles que ocorrem no fundo do oceano e no seu subsolo, em águas com profundidade superior a 200 metros. Existem três tipos principais de recursos minerais de águas profundas: nódulos polimetálicos, sulfetos maciços e crostas ricas em cobalto.

No entanto, a extracção de minerais de águas profundas (deep-sea mining) também é controversa, especialmente no que diz respeito ao seu potencial impacto ambiental, e até agora tem registado progressos limitados para além da fase de exploração.

Recursos genéticos marinhos

O oceano acolhe centenas de milhares de espécies animais e vegetais e mais de dois milhões de espécies microbianas. Esses recursos genéticos marinhos (marine genetic resources MGR) são uma imensa fonte potencial de compostos biologicamente ativos para o desenvolvimento de novas terapias, catalisadores industriais e compostos naturais para vários usos, incluindo a nutrição.

2.1.5 Comissão Europeia

EU Blue Economy Observatory

A plataforma EU Blue Economy Observatory⁹, gerida pela Comissão Europeia, oferece informação de inegável qualidade e valor, distribuída por várias áreas temáticas. Algumas delas merecem particular atenção.

25

Transição energética

O Pacto Ecológico Europeu (European Green Deal EGD) apela a uma transição para uma economia moderna, eficiente em termos de recursos e competitiva, onde as emissões líquidas de gases com efeito de estufa (GEE) sejam gradualmente eliminadas até 2050. Na trajetória rumo à neutralidade climática da UE, a Comissão pretende reduzir as emissões líquidas de GEE em, pelo menos, 55% até 2030.

Esta estratégia a longo prazo estabelece um pacote abrangente de medidas, que vão desde reduções ambiciosas das emissões de GEE, à investigação e inovação de ponta para o desenvolvimento de tecnologias hipocarbónicas, e à preservação dos recursos naturais da Europa.

Neste contexto, uma economia azul sustentável oferece muitas soluções para alcançar os objetivos do Pacto Ecológico Europeu – **exigindo-se que as atividades e tecnologias com impacto neutro no clima desempenhem um papel central na economia azul da UE**. A transição de fontes de energia com elevado teor de carbono, para fontes de energia com baixo teor de carbono, é crucial para o desenvolvimento sustentável da economia azul. A produção de energia limpa e renovável é fundamental para esta transição energética mundial.

Dado que a UE – incluindo as suas regiões periféricas – tem o maior território marítimo do mundo, **a energia eólica offshore será uma parte significativa desta mudança**, juntamente com a energia das ondas, das marés, do gradiente de salinidade e da biomassa (algas). Espera-se que as energias renováveis marinhas se tornem uma das principais fontes de energia, conforme destacado na Diretiva da UE sobre Energias Renováveis (EU Renewable Energy Directive)¹⁰.

⁹ https://blue-economy-observatory.ec.europa.eu/index_en

¹⁰ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0082.01.ENG

Robótica marinha

A indústria marítima está a ser transformada pela digitalização e pela inovação tecnológica, em praticamente todas as áreas, desde os drones subaquáticos aos aéreos. Vários projetos de robótica relacionados com o oceano deverão ter uma influência significativa no futuro.

A utilização de robôs marítimos subaquáticos tem aumentado nos vários setores de atividade da economia azul, com particular destaque para a investigação científica; a exploração oceânica; a defesa e vigilância; e em situações ambientais desafiadoras.

O avanço tecnológico na área de sensores e na tecnologia robótica de última geração, contribuirá para o crescimento do mercado de veículos subaquáticos autónomos (autonomous underwater vehicles AUV).

Infraestruturas submarinas

As redes de cabos submarinos são infraestruturas essenciais que garantem a possibilidade de ligações de dados, telecomunicações e transmissão de energia. As redes de cabos submarinos podem transportar significativamente mais dados a um custo menor do que os satélites, sendo atualmente responsáveis por 99% da transferência e comunicação internacional dos mesmos.

Segundo estimativas recentes, em 2021 encontravam-se em operação mais de 400 cabos submarinos em todo o mundo, cobrindo cerca de 1,3 milhões de quilómetros. Adicionalmente, está atualmente programada a instalação de 45 cabos adicionais até 2025.

A procura de tráfego de dados, está a levar fornecedores de conteúdos como a Amazon, Google, Facebook e Microsoft, a investir em cabos submarinos. À medida que a procura por dados de Internet cresce, mais cabos submarinos serão instalados.

Energia renovável marinha

A energia renovável marinha (marine renewable energy MRE) é uma importante fonte de energia verde, que pode ser gerada a partir de parques eólicos offshore e de outras tecnologias de energia oceânica.

A energia renovável no oceano contribui também e significativamente, para a Estratégia Energética da UE para 2050¹¹ – a UE pretende ser neutra para o clima

¹¹ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en

até 2050 – uma economia com emissões líquidas nulas de gases com efeito de estufa (GEE).

Publicada em 2020, a Estratégia de Energia Renovável Offshore da UE (EU Strategy on Offshore Renewable Energy)¹² prevê construir até 2030, pelo menos, 60 GW de energia eólica offshore e 1 GW de outras formas de energia oceânica. O objetivo consiste em garantir que a energia eólica offshore desempenhe um papel crucial na consecução dos objetivos de neutralidade carbónica da Europa.

Em janeiro de 2023, com base na estratégia e no Regulamento Redes Transeuropeias de Energia (Regulamento RTE-E)¹³, os Estados-Membros chegaram a acordo sobre **metas não vinculativas** para a produção de energia a partir de fontes renováveis ao largo até 2050, com metas intermédias para 2030 e 2040. No que respeita à capacidade instalada, as novas metas estabeleceram um nível de ambição mais elevado do que a Estratégia de Energia Renovável Offshore da UE (2020). De facto, as metas para 2030 são quase o dobro da ambição de 61 GW de energia no oceano, estabelecida em 2020. **Tal resultou numa ambição global de instalar cerca de 111 GW de capacidade de produção de energia, a partir de fontes renováveis ao largo até ao final da presente década, e aumentou para cerca de 317 GW até 2050.**

Existe assim, um **grande potencial para o sector da energia renovável marinha gerar – de forma sustentável – crescimento económico e empregos; melhorar a segurança energética e aumentar a competitividade da indústria através da inovação tecnológica.**

Além da energia eólica offshore, várias tecnologias inovadoras de energia oceânica estão atualmente a ser desenvolvidas e testadas, para explorar a vasta fonte de energia limpa e renovável, que os mares e o oceano oferecem. Embora ainda não amplamente disponíveis comercialmente, encontram-se em fase de investigação e desenvolvimento tecnologias oceânicas promissoras, incluindo a energia das ondas, a energia das marés, a energia do gradiente de salinidade, e a conversão da energia térmica oceânica (ocean thermal energy conversion OTEC). A energia das ondas e das marés apresentam atualmente maior maturidade em termos de tecnologias inovadoras.

¹² https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/offshore-renewable-energy_en

¹³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32022R0869&qid=1706105614351>

2.1.6 Nações Unidas e alterações climáticas

COP28 – 28ª Conferência das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas

28

A COP28 – 28ª Conferência das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas¹⁴ (Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas – United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC), realizou-se entre 30 novembro e 12 de dezembro, no Dubai - UAE.

As negociações na COP28 foram concluídas com um acordo final sobre a “**transição global dos combustíveis fósseis**”, um facto notável e assinalável, dado que esta foi **a primeira vez que o abandono dos combustíveis fósseis foi explicitamente incluído num acordo final numa COP**.

Evidentemente, palavras são palavras, sendo agora necessário trabalho para traduzir este compromisso em ações e tomar as medidas necessárias para acelerar o progresso, rumo aos objetivos estabelecidos no Acordo de Paris. Porém, uma tendência é clara: o impulso rumo à neutralidade carbónica continua a aumentar – mais de 100 países comprometeram-se a triplicar as energias renováveis até 2030; e os principais intervenientes no sector do petróleo e do gás comprometeram-se a descarbonizar as suas emissões directas e a tomar medidas significativas para reduzir as emissões de metano.

No texto da declaração final¹⁵, no âmbito do tópico “**Mitigação**”, pode ler-se:

“1. Welcomes that the Paris Agreement has driven near-universal climate action by setting goals and sending signals to the world regarding the urgency of responding to the climate crisis;”

“26. Recognizes the finding in the Synthesis Report of the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, based on global modelled pathways and assumptions, that global greenhouse gas emissions are projected to peak between 2020 and at the latest before 2025 in global modelled pathways that limit warming to 1.5 °C with no or limited overshoot and in those that limit warming to 2 °C and assume immediate action, and notes that this does not imply peaking in all countries within this time frame, and that time frames for peaking may be shaped by sustainable development, poverty eradication needs and equity and be in line with different national circumstances, and recognizes that technology development and transfer on voluntary and mutually agreed

¹⁴ <https://unfccc.int/news/cop28-agreement-signals-beginning-of-the-end-of-the-fossil-fuel-era>

¹⁵ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2023_L17_adv.pdf

terms, as well as capacity-building and financing, can support countries in this regard;”

“27. Also recognizes that limiting global warming to 1.5 °C with no or limited overshoot requires deep, rapid and sustained reductions in global greenhouse gas emissions of 43 per cent by 2030 and 60 per cent by 2035 relative to the 2019 level and reaching net zero carbon dioxide emissions by 2050;”

“28. Further recognizes the need for deep, rapid and sustained reductions in greenhouse gas emissions in line with 1.5 °C pathways and calls on Parties to contribute to the following global efforts, in a nationally determined manner, taking into account the Paris Agreement and their different national circumstances, pathways and approaches:

(a) **Tripling renewable energy capacity globally** and doubling the global average annual rate of energy efficiency improvements by 2030;

(b) Accelerating efforts towards the phase-down of unabated coal power;

(c) Accelerating efforts globally towards net zero emission energy systems, utilizing zero- and low-carbon fuels well before or by around mid-century;

(d) **Transitioning away from fossil fuels in energy systems**, in a just, orderly and equitable manner, accelerating action in this critical decade, so as to achieve net zero by 2050 in keeping with the science;

(e) **Accelerating zero- and low-emission technologies**, including, inter alia, renewables, nuclear, abatement and removal technologies such as carbon capture and utilization and storage, particularly in hard-to-abate sectors, and low-carbon hydrogen production;”

Em conclusão, a COP28 aprovou um acordo histórico para a transição global dos combustíveis fósseis, apelando às nações para que contribuam com esforços reais para a transição dos combustíveis fósseis em sistemas de energia, de forma "justa, ordenada e equitativa, acelerando a ação nesta década crítica".

Apesar do texto não incluir um compromisso explícito para a eliminação progressiva dos combustíveis fósseis – foi utilizada a expressão “transição” e não foram utilizados os termos “redução” (phase down) ou “eliminação” (phase out) – **o consenso alcançado não deixa de ser claro, reduzindo incertezas e mostrando a inevitabilidade de construir um futuro aliçado em energias renováveis, entre muitos outros desenvolvimentos notáveis.**

Importa também não esquecer os desafios e oportunidades para as pessoas, para o ensino e para as empresas. De facto, **o acordo para a transição dos combustíveis fósseis foi anunciado como o "início do fim" para a produção e uso de petróleo,**

carvão e gás, e um passo fundamental para limitar o aquecimento global. Porém, qual o significado desta transição para os trabalhadores cujos empregos e rendimentos dependem da extração de combustíveis do solo ou da sua queima em centrais eléctricas?

Estima-se que, entre mineiros de carvão e engenheiros de plataformas petrolíferas offshore, cerca de 32 milhões de pessoas trabalham na indústria dos combustíveis fósseis¹⁶. Para promover a sua transição para um mundo de energias renováveis, **será fundamental apoiar os trabalhadores e as comunidades e garantir que possam aceder a novas oportunidades de emprego verde e a adquirir novas competências**. Adicionalmente, a descarbonização criará milhões de novos empregos, sendo fundamental investir em novas competências e programas de ensino e formação.

2.1.7 International Energy Agency IEA

IEA – Renewables 2023 - Analysis and forecasts to 2028

O relatório “Renewables 2023 - Analysis and forecasts to 2028”¹⁷, publicado em janeiro de 2024 pela International Energy Agency (IEA), apresenta a primeira avaliação aprofundada das tendências na implantação de energias renováveis, sendo revelador de **importantes sinais de mudança**.

De facto, o documento relata que a expansão massiva da energia renovável registada em 2023, aponta para a **oportunidade de alcançar o objectivo de triplicar a capacidade global até 2030**, que os governos estabeleceram na conferência sobre as alterações climáticas (COP28).

Sustentando esta visão, o relatório sublinha que a capacidade mundial de gerar eletricidade renovável, está a expandir-se mais rapidamente do que em qualquer altura deste século.

A capacidade de energia renovável adicionada aos sistemas energéticos em todo o mundo cresceu 50% em 2023, para quase 510 GW, com a energia solar fotovoltaica a representar três quartos das adições.

O maior crescimento ocorreu na China, que comissionou tanta energia solar fotovoltaica em 2023 quanto o mundo inteiro em 2022. Também as adições de

¹⁶ <https://www.reuters.com/business/environment/cop28-deal-fossil-fuels-gives-impetus-just-transition-2023-12-18/>

¹⁷ <https://www.iea.org/news/massive-expansion-of-renewable-power-opens-door-to-achieving-global-tripling-goal-set-at-cop28>

energia eólica da China aumentaram 66% em relação ao ano anterior. Os aumentos na capacidade de energia renovável na Europa, nos Estados Unidos e no Brasil também atingiram máximos históricos.

O relatório mostra que, de acordo com as políticas e condições de mercado existentes, espera-se agora que a capacidade global de energia renovável aumente para 7300 GW entre 2023 e 2028, o período abrangido pela previsão. **A energia solar fotovoltaica e a energia eólica representam 95% da expansão, com as energias renováveis ultrapassando o carvão para se tornarem a maior fonte de geração de eletricidade global no início de 2025.**

31

Até 2028, espera-se que a implantação de energia solar fotovoltaica e eólica onshore mais que duplique, nos Estados Unidos, na União Europeia, na Índia e no Brasil, em comparação com os últimos cinco anos.

Porém, o relatório alerta que a previsão para acréscimos de capacidade eólica é menos optimista fora da China, especialmente para offshore. A indústria eólica, especialmente na Europa e na América do Norte, está a enfrentar desafios devido a uma combinação de perturbações contínuas na cadeia de abastecimento, custos mais elevados e longos prazos de licenciamento.

Como resultado destes desafios, a previsão para a energia eólica onshore fora da China foi revista em baixa, uma vez que o desenvolvimento global de projetos tem sido mais lento do que o esperado.

Sublinha, ainda, que a energia eólica offshore foi a mais atingida pelo novo ambiente macroeconómico, com a sua expansão até 2028 revista em baixa de 15% fora da China. Os desafios que a indústria enfrenta afectam particularmente a energia eólica offshore, com custos de investimento hoje mais de 20% superiores aos de há apenas alguns anos.

Em 2023, os promotores cancelaram ou adiaram 15 GW de projetos eólicos offshore nos Estados Unidos e no Reino Unido. Para alguns promotores, o preço da capacidade anteriormente atribuída não reflecte o aumento dos custos enfrentados actualmente pelo desenvolvimento de projetos, o que reduz a viabilidade financeira do projeto.

Por fim, o relatório alerta que, apesar do crescimento sem precedentes nos últimos 12 meses e das fortes perspectivas a médio prazo, o mundo precisa de ir mais longe para triplicar a capacidade até 2030. **Actualmente, a capacidade de energia renovável está no bom caminho para aumentar duas vezes e meia até ao final de 2030.**

2.2. DIREITO E REGULAÇÃO

O desenvolvimento da economia azul sustentável depende da qualidade e agilidade do Direito associado. Adicionalmente, as entidades reguladoras devem mostrar iniciativa, antecipação, talento e proatividade – não apenas na fiscalização e implementação de medidas previstas na lei – mas também no apoio às empresas, organizações e sociedade em geral, promovendo a inovação e o investimento, e combatendo a burocracia e modelos obsoletos de gestão.

Por todas estas razões, antecipar o futuro implica conhecer o passado, entender a legislação publicada pela União Europeia e em Portugal; conhecer as estratégias e os acordos estabelecidos, a nível nacional e global.

Considera-se assim relevante apresentar, por ordem cronológica, um resumo das principais iniciativas que permitem prever o futuro e antecipar caminhos seguros, reduzindo a incerteza nas decisões.

Novembro 2017 – Estratégia Industrial e o Plano de Ação para as Energias Renováveis Oceânicas (EI-ERO)

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 174/2017¹⁸, de 24 de novembro aprovou a *Estratégia Industrial e o Plano de Ação para as Energias Renováveis Oceânicas (EI-ERO)*. Aprovou ainda, no contexto da EI-ERO, o *Plano de Ação para as Energias Renováveis Oceânicas*. No seu texto refere-se que:

“No âmbito da estratégia definida para o aproveitamento dos recursos do mar, a energia elétrica renovável offshore (ou oceânica) apresenta especial relevância. À semelhança do que tem acontecido com outras energias renováveis, a energia renovável oceânica tem o potencial de assegurar o desenvolvimento, em Portugal, de indústrias competitivas que exportem produtos e serviços de alto valor acrescentado para um mercado cada vez mais global, potenciando dessa forma o desenvolvimento numa cadeia de valor assente em mão-de-obra qualificada.”

A *Estratégia Industrial para as Energias Renováveis Oceânicas* apresentada inclui 6 capítulos:

- (1) Recursos Energéticos Renováveis Oceânicos em Portugal;
- (2) Breve Perfil sobre a Energia Eólica Offshore Flutuante;

¹⁸ <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/174-2017-114248654>

- (3) Breve Perfil sobre a Energia das Ondas;
- (4) Um Setor com Elevado Potencial Exportador e de Atração de Investimento;
- (5) Energias Renováveis Oceânicas: Forças e Fraquezas das Empresas Nacionais; e
- (6) A Estratégia Industrial para as Energias Renováveis Oceânicas.

33

O **Plano de Ação para as Energias Renováveis Oceânicas** contém três grandes linhas de ação, as quais se encontram subdivididas em medidas concretas:

Linha de Ação 1 - Atrair I&D - captar novos projetos de testes e de desenvolvimento de energias renováveis oceânicas para instalação em Portugal;

Linha de Ação 2 - Criar apoios para acelerar as exportações de tecnologias energéticas renováveis oceânicas através do reforço da capacidade empresarial nacional, via atração de investimento privado, simplificação administrativa e do apoio ao fomento de produtos e serviços inovadores;

Linha de Ação 3 - Realização de iniciativas de Investor Intelligence para as Energias Renováveis Oceânicas.

Dezembro 2018 – Diretiva Energias Renováveis (EU Renewable Energy Directive)

A Diretiva (UE) 2018/2001¹⁹ do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2018, estabelece um regime comum para a promoção de energia de fontes renováveis, fixando uma meta vinculativa da União para a quota global de energia de fontes renováveis, no consumo final bruto de energia da União em 2030. A diretiva especifica no seu texto que:

"«Energia de fontes renováveis» ou «energia renovável»: a energia de fontes renováveis não fósseis, a saber, energia eólica, solar (térmica e fotovoltaica) e geotérmica, energia ambiente, das marés, das ondas e outras formas de energia oceânica, hidráulica, de biomassa, de gases dos aterros, de gases das instalações de tratamento de águas residuais, e biogás;"

"Artigo 3.º Meta global vinculativa da União para 2030 - Os Estados-Membros asseguram, coletivamente, que a quota de energia de fontes renováveis no consumo final bruto de energia da União seja de, pelo menos, 32 % em 2030."

¹⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32018L2001> e

Dada a necessidade de acelerar a transição para energias limpas da UE, a Diretiva (UE) 2018/2001 (Energias Renováveis) foi revista em 2023, sendo alterada pela Diretiva (UE) 2023/2413²⁰, de 18 de outubro de 2023.

Esta Diretiva de alteração estabeleceu uma meta global de energias renováveis vinculativa a nível da EU (a quota de energia de fontes renováveis no consumo final bruto de energia), de **pelo menos 42,5% até 2030 – mas visando 45%**.

34

Dezembro 2019 – Pacto Ecológico Europeu (European Green Deal EGD)

A comunicação da Comissão Europeia COM(2019) 640 final²¹, de 11 de dezembro de 2019, estabelece um **Pacto Ecológico Europeu** para a União Europeia – um roteiro para tornar a economia da UE sustentável, transformando os desafios climáticos e ambientais em oportunidades em todos os domínios de intervenção política e proporcionando uma transição justa e inclusiva para todos. O seu texto clarifica que:

“A presente comunicação estabelece um Pacto Ecológico Europeu para a União Europeia (UE) e os seus cidadãos. Este pacto redefine o compromisso da Comissão de **enfrentar os desafios climáticos e ambientais**, tarefa determinante desta geração. A cada ano que passa, a atmosfera fica mais quente e o clima muda um pouco mais. Dos oito milhões de espécies que habitam o planeta, um milhão corre o risco de extinção. As florestas e os oceanos estão a ser poluídos e destruídos.”

“O Pacto Ecológico Europeu é uma resposta a estes desafios. **Trata-se de uma nova estratégia de crescimento** que visa transformar a UE numa sociedade equitativa e próspera, dotada de uma economia moderna, eficiente na utilização dos recursos e competitiva, que, **em 2050, tenha zero emissões líquidas de gases com efeito de estufa** e em que o crescimento económico esteja dissociado da utilização dos recursos.”

Julho 2020 – Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030)

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020²², de 10 de julho aprovou o **Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030)**. No seu texto refere-se que:

“O PNEC 2030 constitui o primeiro de um novo ciclo de políticas integradas de energia e clima. Constitui, por isso, um instrumento pioneiro e inovador que

²⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?qid=1699364355105&uri=CELEX%3A32023L2413>

²¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>

²² <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/53-2020-137618093>

traduz uma abordagem convergente e articulada para concretizar a visão que aqui se estabelece para Portugal: promover a descarbonização da economia e a transição energética, visando a neutralidade carbónica em 2050, enquanto oportunidade para o País, assente num modelo democrático e justo de coesão territorial que potencie a geração de riqueza e o uso eficiente de recursos.”

“A concretização da visão estabelecida para o PNEC 2030 assenta assim nos seguintes objetivos: i) descarbonizar a economia nacional; ii) dar prioridade à eficiência energética; iii) **reforçar a aposta nas energias renováveis e reduzir a dependência energética do País**; iv) garantir a segurança de abastecimento; v) promover a mobilidade sustentável; vi) promover uma agricultura e floresta sustentáveis e potenciar o sequestro de carbono; vii) desenvolver uma indústria inovadora e competitiva; e viii) garantir uma transição justa, democrática e coesa.”

Julho 2020 – Estratégia Marítima para a Região Atlântica - Novo Plano de Ação para o Atlântico 2.0

Em 2011, a Comissão Europeia definiu a **Estratégia Marítima para a Região Atlântica** e, em 2013, adotou o **Plano de Ação** para a sua implementação. Em 2020, a União Europeia adotou um novo plano de ação para uma economia azul sustentável, resiliente e competitiva na região atlântica, intitulado “**Uma Nova Abordagem da Estratégia Marítima para a Região Atlântica – Plano de ação para o Atlântico 2.0**”.

Esta nova abordagem foi apresentada através da comunicação da Comissão Europeia COM(2020) 329 final²³, de 23 de julho de 2020. **O plano de ação visa os Estados-Membros da UE banhados pelo Oceano Atlântico: Portugal, Espanha, França e Irlanda.**

O novo plano de ação tem como objetivo libertar o potencial da economia azul na região atlântica, preservando, simultaneamente, os ecossistemas marinhos e contribuindo para a atenuação das alterações climáticas e a adaptação aos seus efeitos. O plano de ação reflete os compromissos globais em matéria de desenvolvimento sustentável e as prioridades políticas da Comissão Europeia para 2019-2024, nomeadamente o Pacto Ecológico Europeu, uma economia ao serviço das pessoas e uma Europa mais forte no mundo.

O novo plano de ação procura cumprir **sete objetivos específicos**, distribuídos por **quatro pilares interdependentes e transregionais**, centrados nas questões em

²³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52020DC0329>

que a cooperação potencia os resultados ou que por si só um Estado ou uma região costeira terá mais dificuldade em agir. Para cada um dos objetivos são definidas ações concretas.

PILAR I: Os portos do atlântico enquanto pontos de entrada e placas giratórias da economia azul

Objetivo 1: Os portos enquanto pontos de entrada para o comércio no Atlântico

Objetivo 2: Os portos enquanto catalisadores da atividade económica

PILAR II: Competências Azuis do Futuro e Literacia Oceânica

Objetivo 3: Qualidade da educação, formação e aprendizagem ao longo da vida

Objetivo 4: Literacia oceânica

PILAR III: Energias Renováveis Marinhas

Objetivo 5: Promoção da neutralidade carbónica graças às energias renováveis marinhas

PILAR IV: Um Oceano saudável e zonas costeiras resilientes

Objetivo 6: Zonas costeiras mais resilientes

Objetivo 7: Luta contra a poluição marinha

O plano de ação constitui um convite às regiões costeiras, ao setor privado, aos investigadores, aos organismos públicos nacionais e a outros intervenientes no sentido de conceberem projetos que permitam alcançar os objetivos pretendidos.

Agosto 2020 – Plano Nacional do Hidrogénio (EN-H2)

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 63/2020²⁴, de 14 de agosto, aprovou o **Plano Nacional do Hidrogénio**. No seu texto refere-se que:

“A presente Estratégia Nacional para o Hidrogénio (EN-H2) tem como objetivo principal introduzir um elemento de incentivo e de estabilidade para o setor energético, promovendo a introdução gradual do hidrogénio verde enquanto pilar sustentável e integrado numa estratégia mais abrangente de transição para uma economia descarbonizada, enquanto oportunidade estratégica para o país. Para o efeito, as medidas propostas têm como objetivo promover e dinamizar

²⁴ <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/63-2020-140346286>

tanto a produção como o consumo nos vários setores da economia, criando as necessárias condições para uma **verdadeira economia de hidrogénio em Portugal.**”

“O reconhecimento da importância do hidrogénio verde reside no facto de, entre outros, ser um portador de energia com elevada densidade energética, o que lhe permite ser uma solução para processos industriais intensivos, para o armazenamento de energia produzida através de fontes renováveis e para o surgimento de outros combustíveis de base renovável, como é o caso dos combustíveis sintéticos para o setor dos transportes marítimos e aviação.”

“O hidrogénio tem como principais vantagens, entre outros, o facto de: (i) em complementaridade com a estratégia de eletrificação, permitir reduzir os custos da descarbonização, (ii) reforçar substancialmente a segurança de abastecimento num contexto de descarbonização, dado que o hidrogénio permite armazenar eletricidade renovável durante longos períodos de tempo; (iii) reduzir a dependência energética ao usar na sua produção fontes endógenas; (iv) reduzir as emissões de GEE em vários setores da economia uma vez que promove mais facilmente a substituição de combustíveis fósseis e onde a eletrificação poderá não ser a solução mais custo-eficaz (ex.: indústria da refinação, química, metalúrgica, cimento, extrativa, cerâmica e vidro); (v) promover a eficiência na produção e no consumo de energia ao permitir soluções em escala variável à medida das necessidades, próximas do local de consumo e distribuídas pelo território nacional; (vi) promover o crescimento económico e o emprego por via do desenvolvimento de novas indústrias e serviços associados; (viii) promover a investigação e o desenvolvimento, acelerando o progresso tecnológico e o surgimento de novas soluções tecnológicas, com elevadas sinergias com o tecido empresarial.”

Novembro 2020 – Estratégia da UE para as energias de fontes renováveis marítimas (EU Strategy on Offshore Renewable Energy)

A comunicação da Comissão Europeia COM(2020) 741 final²⁵, de 19 de novembro de 2020, estabeleceu a **estratégia da UE para aproveitar o potencial de energia de fontes renováveis ao largo (offshore)**, com vista a um futuro climaticamente neutro.

²⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?qid=1605792629666&uri=COM%3A2020%3A741%3AFIN>

A estratégia propôs aumentar a capacidade eólica offshore da Europa a partir do seu nível de 12 GW (em 2020), para pelo menos 60 GW até 2030 e para 300 GW até 2050. Propôs ainda alcançar uma capacidade de energia oceânica (ondas, marés, outras) de 1 GW até 2030 e de 40 GW até 2050.

Estes objetivos implicam multiplicar quase 30 vezes a potência energética de fontes renováveis ao largo até 2050. Estimou-se na altura, que o investimento necessário para o efeito alcançaria os 800 mil milhões de euros.

Como referido previamente, em janeiro de 2023, com base na estratégia e no Regulamento Redes Transeuropeias de Energia (Regulamento RTE-E)²⁶, os Estados-Membros chegaram a acordo sobre **metas não vinculativas** para a produção de energia a partir de fontes renováveis ao largo até 2050. As novas metas para 2030 são quase o dobro da ambição de 61 GW estabelecida em 2020. **Tal resultou numa ambição global de instalar cerca de 111 GW de capacidade de produção de energia, a partir de fontes renováveis ao largo até ao final da presente década, e aumentou para cerca de 317 GW até 2050.**

Junho 2021 – Estratégia Nacional para o Mar

A **Estratégia Nacional para o Mar 2021-2030 (ENM 2021-2030)**²⁷ foi aprovada em Conselho de Ministros, no dia 6 de maio de 2021. O seu texto foi publicado no dia 4 de junho, através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 68/2021²⁸.

A Estratégia Nacional para o Mar 2021-2030 assenta no reconhecimento de que, na década 2020-2030, o oceano será recentrado nas dimensões ambiental, social, económica e geopolítica. É constituída por duas Partes: a Parte I, que inclui a apresentação da visão, objetivos estratégicos e áreas de intervenção prioritárias; e a Parte II, que apresenta um plano de ação com várias medidas.

A **visão** expressa na Estratégia Nacional para o Mar 2021-2030 assenta na promoção de um oceano saudável, para potenciar o desenvolvimento azul sustentável, apoiado no conhecimento científico.

A Estratégia Nacional para o Mar 2021-2030 apresenta **10 objetivos estratégicos**, que se copiam de seguida:

OE1. Combater as alterações climáticas e a poluição e restaurar os ecossistemas

²⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32022R0869&qid=1706105614351>

²⁷ <https://www.dgpm.mm.gov.pt/enm-21-30>

²⁸ <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/68-2021-164590045>

- OE2. Fomentar o emprego e a economia azul circular e sustentável
- OE3. Descarbonizar a economia e promover as energias renováveis e autonomia energética
- OE4. Apostar na garantia da sustentabilidade e segurança alimentar
- OE5. Facilitar o acesso a água potável
- OE6. Promover a saúde e o bem-estar
- OE7. Estimular o conhecimento científico, desenvolvimento tecnológico e inovação azul
- OE8. Incrementar a educação, formação, a cultura e literacia do oceano
- OE9. Incentivar a reindustrialização e capacidade produtiva e digitalizar o oceano
- OE10. Garantir a segurança, soberania, cooperação e governação

A Estratégia Nacional para o Mar 2021-2030 apresenta **13 áreas de intervenção prioritárias**, que se copiam igualmente de seguida:

- AI1. Ciência e inovação
- AI2. Educação, formação, cultura e literacia do oceano
- AI3. Biodiversidade e áreas marinhas protegidas
- AI4. Bioeconomia e biotecnologia azul
- AI5. Pescas, aquicultura, transformação e comercialização
- AI6. Robótica e tecnologias digitais
- AI7. Energias renováveis oceânicas
- AI8. Turismo, náutica de recreio e desporto
- AI9. Portos, transportes marítimos, logística e comunicações
- AI10. Estaleiros, construção e reparação naval
- AI11. Gestão do litoral, obras e infraestruturas
- AI12. Recursos não-vivos
- AI13. Segurança, defesa e vigilância marítima

O **Plano de Ação da Estratégia Nacional para o Mar 2021-2030 (ENM 2021-2030)** foi aprovado em Conselho de Ministros, no dia 12 de agosto de 2021. O seu texto foi publicado no dia 1 de setembro, através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 120/2021²⁹.

O **Plano de Ação da ENM 2021-2030** pretende ser, simultaneamente, um roteiro para a implementação da Estratégia e dos seus objetivos estratégicos e metas, assim como uma base para a sua monitorização e avaliação.

O plano de ação completo contém um conjunto de cerca de 185 medidas e ações distribuídas de forma matricial, pelos 10 objetivos estratégicos e pelas 13 áreas de intervenção prioritárias. Estas medidas são ainda agrupadas de acordo com os dez objetivos estratégicos preconizados, sendo apresentadas na forma de tabela simples. Adicionalmente, são isoladas 30 medidas consideradas emblemáticas com base na sua abrangência e elevado potencial multiplicador de efeitos, sendo as mesmas agrupadas em função dos objetivos estratégicos e igualmente apresentadas na forma de tabela simples.

O **modelo de governação** da ENM 2021-2030 inclui uma coordenação política e uma coordenação técnica. A coordenação política é assegurada pela Comissão Interministerial para os Assuntos do Mar (CIAM), que é a estrutura de reflexão, coordenação e decisão estratégica sobre o mar. A coordenação técnica é responsabilidade da Direção-Geral de Política do Mar (DGPM), que assegura o apoio logístico, administrativo e técnico necessário ao bom funcionamento da CIAM.

Junho 2021 – Lei Europeia em Matéria de Clima (European Climate Law)

O Regulamento (UE) 2021/1119³⁰ do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de junho de 2021, criou o regime para alcançar a neutralidade climática (**Lei Europeia em Matéria de Clima**).

O regulamento estabeleceu um quadro para alcançar a neutralidade climática na União Europeia até 2050 (equilíbrio entre as emissões de gases com efeito de estufa em toda a UE e a sua remoção regulamentada pela legislação da UE). Inclui, para além do objetivo vinculativo de neutralidade climática na UE até 2050, o objetivo de alcançar posteriormente emissões negativas na UE. Prevê ainda uma meta vinculativa da UE – de redução interna líquida das emissões de gases com

²⁹ <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/120-2021-170591677>

³⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32021R1119&qid=1704209217689>

efeito de estufa – em pelo menos 55% até 2030 (em comparação com os níveis de 1990).

Março 2023 – Proposta UE de Regulamento Indústria de Impacto Zero (EU Net Zero Industry Act)

41

A comunicação da Comissão Europeia COM/2023/161 final³¹, de 16 de março de 2023, apresentou uma [proposta de Regulamento Indústria de Impacto Zero](#), para reforçar o ecossistema europeu de fabrico de produtos com tecnologia de impacto zero. O seu texto refere que:

“A transição para uma economia limpa e com impacto neutro no clima e a correspondente revisão do nosso sistema energético oferecem grandes oportunidades para o desenvolvimento dos setores de tecnologias de impacto zero e para a criação de empregos de qualidade e crescimento. [O mercado mundial das principais tecnologias de impacto zero produzidas em série, deverá triplicar até 2030, com um valor anual de cerca de 600 mil milhões de EUR. \(...\) A resiliência dos futuros sistemas energéticos será determinada, em particular, por um acesso seguro às tecnologias que alimentarão esses sistemas – turbinas eólicas, eletrolisadores, baterias, energia solar fotovoltaica, bombas de calor e outros.](#)”

“A produção mundial de veículos elétricos aumentará 15 vezes até 2050, enquanto a implantação das energias renováveis quase quadruplicará. Até 2050, a implantação de bombas de calor aumentará mais de seis vezes relativamente à situação atual e a produção de hidrogénio por eletrólise ou de hidrogénio a partir do gás natural com captura e armazenamento de carbono atingirá 450 Mt em 2050.”

O Regulamento Indústria de Impacto Zero é uma iniciativa decorrente do Plano Industrial do Pacto Ecológico³² (no âmbito da Política industrial da UE³³), que visa intensificar o fabrico de tecnologias limpas na UE. [O objetivo é que a capacidade de produção geral de tecnologias estratégicas de impacto zero na União se aproxime ou atinja, pelo menos, 40 % das necessidades anuais de implantação até 2030.](#)

O regulamento visa tecnologias que darão um contributo significativo para a descarbonização. Apoiar, em especial, tecnologias estratégicas de impacto zero

³¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=COM%3A2023%3A0161%3AFIN#>

³² https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan_pt

³³ <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/eu-industrial-policy/>

que estão disponíveis comercialmente e têm um bom potencial para uma rápida expansão. Entre as principais tecnologias-chave consideradas³⁴, incluem-se a tecnologia solar fotovoltaica e solar térmica; eletrolisadores e pilhas de combustível; energia eólica terrestre e **energias renováveis no mar**; biogás/biometano sustentáveis; baterias e armazenamento; captura e armazenamento de carbono; bombas de calor e energia geotérmica; tecnologias das redes elétricas; tecnologias de combustíveis alternativos sustentáveis; tecnologias avançadas para produzir energia a partir de processos nucleares com resíduos do ciclo do combustível mínimos; pequenos reatores modulares; e os combustíveis conexos mais avançados.

Outubro 2023 – Diretiva (UE) 2023/2413 relativa à promoção da utilização de energia de fontes renováveis (Renewable Energy Directive RED III)

Conforme referido previamente, dada a necessidade de acelerar a transição para energias limpas da UE, a Diretiva (UE) 2018/2001 (Energias Renováveis) foi revista em 2023, sendo alterada pela Diretiva (UE) 2023/2413³⁵, de 18 de outubro de 2023, a qual entrou em vigor em 20 de novembro de 2023.

A Diretiva de alteração (UE) 2023/2413 estabelece uma meta global de energias renováveis vinculativa a nível da EU (a quota de energia de fontes renováveis no consumo final bruto de energia), de pelo menos 42,5% até 2030 – mas visando 45%. A Diretiva prevê um período de 18 meses para transpor a maior parte das suas disposições para o direito nacional, com um prazo mais curto, julho de 2024, para algumas disposições relacionadas com o licenciamento de energias renováveis.

A Diretiva de alteração (UE) 2023/2413 inclui ainda a **alteração da definição** de “Energia de fontes renováveis” ou “energia renovável”, que passa a ter o seguinte texto:

“Energia de fontes renováveis” ou “energia renovável”, a energia de fontes renováveis não fósseis, a saber, energia eólica, solar (térmica e fotovoltaica) e geotérmica, energia osmótica, energia ambiente, das marés, das ondas e outras formas de energia oceânica, hidráulica, de biomassa, de gases dos aterros, de gases das instalações de tratamento de águas residuais, e biogás;”

³⁴ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/net-zero-industry-act_pt

³⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?qid=1699364355105&uri=CELEX%3A32023L2413>

É também a apresentada a definição de “Energia osmótica”, como a energia criada naturalmente a partir da diferença de concentração de sal entre dois fluidos, como água doce e água salgada.

Outubro 2023 – Pacote de Energia Eólica da UE (EU Wind Power Package)

Através do **Pacote de Energia Eólica** (EU Wind Power Package), a Comissão Europeia estabeleceu medidas imediatas para apoiar a indústria eólica europeia, reconhecendo que a meta de alcançar, pelo menos, 42,5 % de energias renováveis até 2030, com a ambição de atingir 45 % de energias renováveis, exigirá um aumento maciço da capacidade eólica instalada.

Embora o setor da energia eólica seja uma história significativa de sucesso da UE, a sua futura trajetória de crescimento confronta-se com um conjunto único de desafios que carece de uma ação imediata. Entre as dificuldades registadas, destacam-se a procura insuficiente e incerta de turbinas eólicas; os obstáculos ao licenciamento; o acesso difícil às matérias-primas, a inflação elevada e os preços das commodities; a deficiente configuração dos leilões; a pressão dos concorrentes internacionais; e a falta de trabalhadores qualificados.

Por esse motivo, a Comissão Europeia apresentou um **Plano de Ação para a Energia Eólica (European Wind Power Action Plan)**, a fim de assegurar que a transição para as energias limpas seja indissociável da competitividade industrial. O Plano de Ação é acompanhado de uma comunicação sobre a concretização das ambições da UE em matéria de energia marítima, incluindo a energia eólica.

O Plano de Ação apresentado no Pacote de Energia Eólica estabelece medidas que devem ser adoptadas com urgência, para resolver os problemas mencionados anteriormente. Está estruturado em seis pilares principais e em quinze acções concertadas da Comissão Europeia, dos Estados-Membros e da indústria: (i) aceleração da implantação com uma maior previsibilidade e um licenciamento mais rápido; (ii) melhoria da conceção dos leilões; (iii) acesso ao financiamento; (iv) criação de um ambiente internacional justo e competitivo; (v) competências; e (vi) empenhamento da indústria e compromissos dos Estados-Membros.

A comunicação da Comissão Europeia, COM/2023/669 final³⁶, de 24 de outubro de 2023, apresenta o **Plano de Ação para a Energia Eólica**. O seu texto refere que: “A energia eólica é uma energia renovável e segura, que se encontra disponível em abundância na UE. É fundamental para cumprir os objetivos de

³⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?qid=1702455143415&uri=CELEX%3A52023DC0669>

descarbonização da UE e para fornecer eletricidade limpa, a preços acessíveis e em condições de segurança às famílias, à indústria e, cada vez mais, ao setor dos transportes. A expansão da energia e indústria eólica por toda a UE criará empregos de qualidade e reforçará a nossa segurança energética.”

“As projeções para a implantação da energia eólica na UE e a nível mundial são promissoras. **A meta da UE de, pelo menos, 42,5 % de energias renováveis até 2030 exigirá que a capacidade instalada aumente de 204 GW em 2022 para mais de 500 GW em 2030. A nível mundial,** a fim de alcançar o objetivo de emissões líquidas nulas (net-zero emissions) até 2050, o aumento anual da capacidade eólica deve atingir, pelo menos, 329 GW por ano até 2030, mais do que quadruplicando os atuais níveis de implantação (75 GW).”

Especificamente sobre o tema “competências”, são apresentados os seguintes textos:

“Estima-se que **serão necessários cerca de 100 000 postos de trabalho adicionais no setor da energia eólica até 2030**, enquanto o investimento em competências associado poderá ascender a cerca de 850 milhões de EUR. Em março de 2021 e março de 2023, associações comerciais de energias renováveis, representantes de instaladores de tecnologias limpas, prestadores de ensino e formação, centros de investigação e redes regionais, incluindo as partes interessadas da indústria eólica, com o apoio da Comissão, criaram parcerias de competências em grande escala para o ecossistema industrial de energias renováveis no âmbito do Pacto para as Competências.”

“Ação n.º 14: **Parcerias de competências em grande escala no domínio das energias renováveis**, a fim de conceber projetos que contribuam para o desenvolvimento de qualificações no setor das energias renováveis, incluindo a energia eólica.” (nota: esta ação está em curso até meados de 2024).

“As parcerias de competências em grande escala no domínio das energias renováveis e das energias renováveis ao largo são incentivadas a identificar, o mais rapidamente possível, os programas e as iniciativas em matéria de competências da UE que oferecem o melhor enquadramento para a execução de projetos que permitam identificar as necessidades de competências no setor, rever os perfis profissionais, elaborar e explorar novos módulos de formação e materiais conexos adequados ao mercado de trabalho e/ou apoiar o desenvolvimento das competências urgentemente necessárias no setor das energias renováveis, visando em especial as mulheres, os jovens (que não estejam a estudar, a trabalhar ou em formação) e os mais velhos. Com especial destaque para as práticas de sustentabilidade e de economia circular.”

“Além disso, o Regulamento Indústria de Impacto Zero facilitará o lançamento de **academias europeias de competências para a indústria de impacto zero**, concebidas para apoiar as ações dos Estados-Membros no sentido de melhorar as competências e requalificar os trabalhadores. As academias desenvolverão conteúdos e materiais didáticos, que disponibilizarão aos prestadores de ensino e formação nos Estados-Membros para satisfazer a procura de trabalhadores qualificados em indústrias de impacto zero. As academias, cada uma centrada numa tecnologia industrial de impacto zero, incluindo uma academia a lançar dedicada ao setor da energia eólica, terão por objetivo formar 100 000 alunos no prazo de três anos a contar da sua criação.”

Procurando promover o empenhamento da indústria e estabelecer compromissos dos Estados-Membros, o **Plano de Ação para a Energia Eólica prevê que** “Para além das medidas tomadas pela UE e pelos Estados-Membros, as ações da própria indústria eólica europeia contribuirão também para um ambiente empresarial mais estável e rentável. Tal refere-se, nomeadamente, a uma precaução mais ativa contra a inflação e a volatilidade dos preços dos seus principais fatores de produção, como as matérias-primas, e ao desenvolvimento de novas parcerias de longo prazo entre os fabricantes de equipamento eólico e os produtores de energia eólica, que possam ser mutuamente benéficas.”

Neste sentido, o plano de ação estabeleceu, na Ação n.º 15, a criação de uma **Carta Eólica da UE**. O texto do plano de ação refere que:

“**A fim de aumentar a implantação da energia eólica e a capacidade de fabrico de equipamento eólico na UE**, a Comissão convida os Estados-Membros e os representantes da indústria eólica a subscreverem, antes do final de 2023, compromissos voluntários no âmbito de uma carta eólica. Na sequência do Diálogo com os Investidores, a Comissão procurará incluir os investidores financeiros na carta eólica ou alargar a carta a esses intervenientes logo que tal se torne viável.”

“O objetivo da carta, que se baseia no presente plano de ação e respetivas políticas, é alinhar e executar rapidamente as ações da Comissão, dos Estados-Membros e das partes interessadas do setor, demonstrando simultaneamente um esforço comum e coordenado para melhorar as condições propícias à indústria eólica europeia. A Comissão trabalhará em estreita colaboração com os Estados-Membros e as partes interessadas do setor para desenvolver os compromissos precisos da carta, em concertação com os parceiros sociais. As garantias que o presente plano de ação e a carta proporcionarão deverão permitir à indústria intensificar os investimentos e assegurar a expansão da sua

capacidade de produção, a fim de satisfazer o esperado aumento da procura de projetos eólicos nos próximos anos.”

A referida [Carta Eólica da UE](#)³⁷ tornou-se realidade, tendo sido assinada em 19 de dezembro de 2023, por parte da Comissão Europeia, pelos Estados-Membros e mais de 300 companhias do setor da energia eólica³⁸.

46

Como referido previamente, o Plano de Ação para a Energia Eólica foi acompanhado de uma comunicação sobre a concretização das ambições da UE em matéria de [energia marítima](#), incluindo a energia eólica.

A comunicação da Comissão Europeia, COM/2023/668 final³⁹, de 24 de outubro de 2023, clarifica como concretizar as ambições da UE em matéria de [energia de fontes renováveis ao largo \(offshore\)](#). O seu texto refere que:

“Em janeiro de 2023, com base na estratégia e no Regulamento Redes Transeuropeias de Energia (Regulamento RTE-E)⁴⁰, os Estados-Membros chegaram a acordo sobre metas não vinculativas para a produção de energia a partir de fontes renováveis ao largo até 2050, com metas intermédias para 2030 e 2040, em cada uma das cinco bacias marítimas da UE. No que toca à capacidade instalada, as novas metas estabelecem um nível de ambição mais elevado do que a estratégia. As metas para 2030 são quase o dobro da ambição de 61 GW estabelecida na estratégia. [Tal resulta numa ambição global de instalar cerca de 111 GW de capacidade de produção de energia a partir de fontes renováveis ao largo até ao final da presente década e aumenta para cerca de 317 GW até meados do século.](#)”

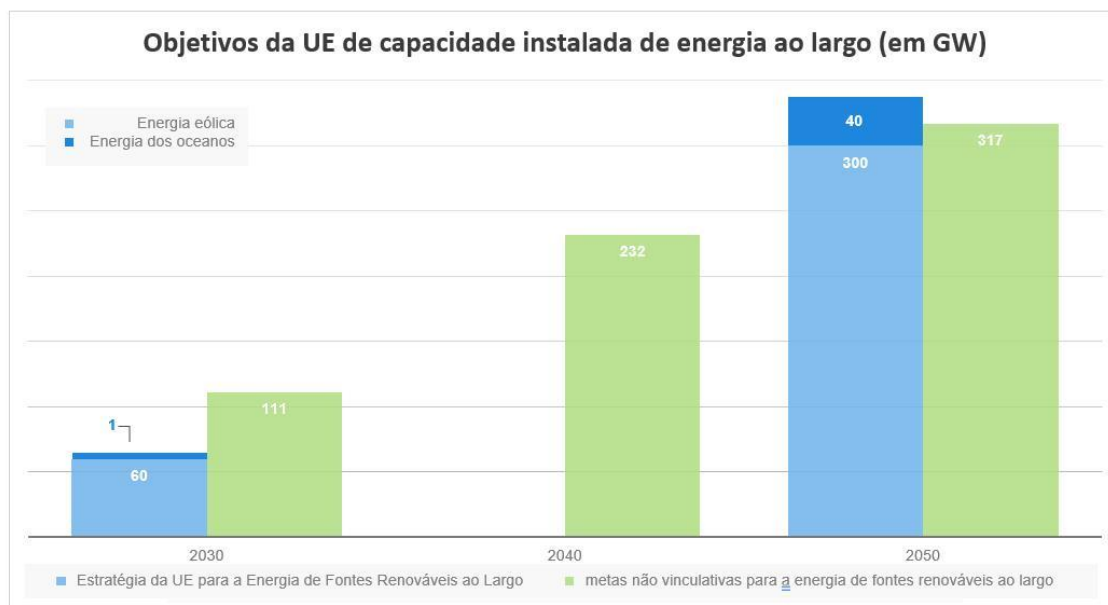
“A energia de fontes renováveis produzida ao largo dará um contributo fundamental para alcançar as metas ambiciosas da UE para 2030 e 2050 em matéria de energia e clima e para reduzir a dependência de combustíveis fósseis importados. Além disso, passará a ser uma parte indispensável da matriz energética que será necessária para descarbonizar e alcançar a neutralidade climática. Tal reflete-se na ambição dos Estados-Membros de conseguir produzir 111 GW de energia a partir de fontes renováveis ao largo até 2030, ou seja, quase o dobro da ambição estabelecida pela Comissão Europeia na Estratégia para a Energia de Fontes Renováveis ao Largo, publicada em novembro de 2020.”

³⁷ https://energy.ec.europa.eu/news/new-wind-charter-and-national-wind-pledges-underline-ambition-wind-power-europe-2023-12-19_en

³⁸ https://energy.ec.europa.eu/system/files/2023-12/Charter_logos_final_02.pdf

³⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?qid=1702455230867&uri=CELEX%3A52023DC0668>

⁴⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32022R0869&qid=1706105614351>



“Em 2022, na UE-27, a capacidade total instalada ao largo ascendia a 16,3 GW. A fim de superar a lacuna entre os 111 GW decididos pelos Estados-Membros e a capacidade instalada em 2022, **é necessário instalar, em média, quase 12 GW/ano. Este valor é dez vezes superior aos 1,2 GW instalados em 2022.**”

“Para complementar o plano de ação, a presente comunicação sublinha o empenho constante da Comissão na energia de fontes renováveis ao largo e na consecução das novas ambições nesse domínio. A indústria eólica desempenha um papel significativo na concretização destas ambições, mas as tecnologias de energia oceânica terão também de dar um contributo importante. Além disso, o setor da energia de fontes renováveis ao largo necessita de componentes específicos na sua cadeia de abastecimento.”

Em termos de investigação e inovação de apoio à energia offshore, o texto da comunicação refere que:

“A investigação e a inovação têm sido essenciais para tornar a UE líder em determinadas tecnologias ao largo, como a energia eólica marítima. É fundamental um esforço sustentado de I&D para manter esta liderança. Estão em curso atividades de investigação e inovação da UE sobre várias outras tecnologias emergentes relevantes para o setor ao largo, como a energia fotovoltaica flutuante, as algas enquanto fonte de biocombustíveis sustentáveis, e os sistemas de hidrogénio ao largo. Uma vez que algumas tecnologias, como as turbinas eólicas fixas, atingiram um elevado nível de maturidade tecnológica, é necessário

inovar os processos de produção com vista à sua expansão, continuando simultaneamente a explorar conceitos inovadores que levarão mais tempo a industrializar e normalizar.”

“As turbinas eólicas flutuantes ao largo são uma prioridade, uma vez que esta tecnologia é necessária para explorar o potencial em águas mais profundas, como o oceano Atlântico e o mar Mediterrâneo. Com o intuito de testar e melhorar o desempenho, bem como para reduzir os custos, desenvolvem-se protótipos e demonstradores. Embora estejam a avançar muitas tecnologias eólicas flutuantes diferentes, até à data nenhum conceito prevaleceu sobre os outros. No entanto, cada tipo de solução apresenta um nível diferente de maturidade tecnológica, estando algumas delas mais próximas da fase de implantação no mercado. A Irlanda, Portugal, Espanha, Itália, Malta e Grécia identificaram locais potenciais para projetos eólicos flutuantes e a França está a organizar o seu primeiro concurso para um parque eólico flutuante comercial.”

48

Relativamente ao desenvolvimento de competências, o texto refere:

“Conforme salientado na Agenda de Competências para a Europa de 2020 e refletido no Ano Europeu das Competências, dar resposta aos desafios em matéria de competências é uma prioridade para a Comissão. Para além de iniciativas mais vastas destinadas a apoiar o desenvolvimento de competências, por exemplo, através das recomendações do Conselho sobre o ensino e a formação profissionais, as contas individuais de aprendizagem e as microcredenciais, a Comissão desenvolveu iniciativas específicas para dar resposta às necessidades setoriais. Por exemplo, a bem-sucedida aliança Erasmus+ Blueprint para a cooperação setorial em matéria de competências em tecnologias marítimas (MATES⁴¹) contribuiu para a criação de uma parceria em grande escala para a energia de fontes renováveis ao largo no âmbito do Pacto para as Competências⁴².“

“A parceria visa atrair novos trabalhadores para o setor, em especial os jovens e as mulheres, e apoiar a formação e a requalificação dos profissionais das tecnologias marítimas. Nos próximos dois anos (2023-2024), contará com o apoio do projeto FLORES⁴³ (Forward Looking at the Offshore Renewable Energies) financiado pelo Erasmus+. Nele participarão os principais intervenientes no ecossistema industrial da energia de fontes renováveis ao largo, bem como as autoridades públicas a todos os níveis de governação, a fim de promover ofertas

⁴¹ <https://www.projectmates.eu/>

⁴² https://pact-for-skills.ec.europa.eu/about/industrial-ecosystems-and-partnerships/renewables_en

⁴³ <https://oreskills.eu/>

de formação específicas e carreiras no setor. Desenvolverá igualmente um observatório das necessidades e ofertas de formação para o setor da energia de fontes renováveis ao largo. Além disso, o centro de excelência profissional «Competências técnicas para uma energia de fontes renováveis ao largo harmonizada» (**T-shore**⁴⁴), financiado pelo Erasmus+, visa desenvolver programas e recursos de formação para dotar os trabalhadores das aptidões e competências de que necessitam para terem êxito na indústria eólica marítima.”

49

“A fim de reforçar as competências para a transição para as tecnologias limpas, a proposta de Regulamento Indústria de Impacto Zero encarrega a Comissão de **apoiar a criação de academias de indústrias de impacto zero**. As academias terão por objetivo a formação e o ensino de 100 000 alunos por academia, no prazo de três anos a contar da sua criação, a fim de contribuir para a disponibilidade das competências necessárias às tecnologias de impacto zero, incluindo nas pequenas e médias empresas. A fim de assegurar a transparência e a portabilidade das competências e a mobilidade dos trabalhadores, as academias desenvolverão e utilizarão credenciais, incluindo microcredenciais, que cubram os resultados da aprendizagem.”

⁴⁴ <https://t-shore.eu/>

3. ENERGIAS RENOVÁVEIS

Como referido previamente, encontramos-nos em plena transição global dos combustíveis fósseis para fontes de energia renovável. Importa desde já caracterizar estas fontes, incluindo as que ocorrem em terra e as que ocorrem nos mares e no oceano.

De facto, muitas tecnologias, competências e empregos – desta indústria de energias renováveis – são transversais e o seu potencial de inovação e produção pode revelar-se em ambos os meios – terrestre e marítimo.

3.1. CARACTERIZAÇÃO

3.1.1 Definição de energia renovável

De acordo com a definição apresentada na plataforma das Nações Unidas para a Ação Climática⁴⁵, **energia renovável é energia derivada de fontes naturais que são reabastecidas a uma taxa maior do que são consumidas**. A luz solar e o vento, por exemplo, são fontes que estão em constante reposição.

As fontes de energia renováveis são abundantes e estão ao nosso redor. Os combustíveis fósseis – carvão, petróleo e gás – por outro lado, são recursos não renováveis que levam centenas de milhões de anos a formar-se. Os combustíveis fósseis, quando queimados para produzir energia, causam emissões prejudiciais de gases com efeito de estufa, como o dióxido de carbono.

A geração de energia renovável cria emissões muito mais baixas do que a queima de combustíveis fósseis. **A transição dos combustíveis fósseis, que atualmente representam a maior parte das emissões – para as energias renováveis – é fundamental para enfrentar a crise climática**. As energias renováveis são agora mais baratas na maioria dos países e geram três vezes mais empregos do que os combustíveis fósseis.

A Diretiva (UE) 2023/2413⁴⁶, de 18 de outubro de 2023, relativa à promoção da utilização de energia de fontes renováveis (EU Renewable Energy Directive),

⁴⁵ <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-renewable-energy>

⁴⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?qid=1699364355105&uri=CELEX%3A32023L2413>

atualizou a definição de “Energia de fontes renováveis” ou “energia renovável”, que passou a ter o seguinte texto:

“Energia de fontes renováveis” ou “energia renovável”, a energia de fontes renováveis não fósseis, a saber, energia eólica, solar (térmica e fotovoltaica) e geotérmica, energia osmótica [energia criada naturalmente a partir da diferença de concentração de sal entre dois fluidos, como água doce e água salgada], energia ambiente, das marés, das ondas e outras formas de energia oceânica, hidráulica, de biomassa, de gases dos aterros, de gases das instalações de tratamento de águas residuais, e biogás;”

51

3.1.2 Energia de fontes renováveis marítimas

A energia de fontes renováveis marinhas ou marítimas é uma das rotas mais promissoras para aumentar a futura produção de eletricidade, apoiando o alcance dos objetivos de descarbonização da União Europeia. De facto, a energia renovável marítima é crucial para que se atinjam as metas de redução das emissões de carbono, em pelo menos 55% até 2030, em comparação com os níveis de 1990, e se alcance a neutralidade carbónica até 2050.

A energia renovável marítima inclui várias fontes de energia renovável no oceano, com destaque para a energia eólica marítima fixa – já estabelecida e em fase comercial; e o grupo das tecnologias emergentes, que incluem a energia eólica marítima flutuante, a energia térmica, a energia de gradientes de salinidade, a energia das ondas, a energia das marés e a energia solar flutuante, algumas das quais em fases de investigação e desenvolvimento, e que poderão chegar à fase comercial nos próximos dez anos (em particular a energia das ondas e a energia das marés).

A energia renovável marítima representa uma importante fonte de energia verde e pode dar um contributo significativo para a estratégia energética da UE para 2050. Configura também um grande potencial para gerar crescimento económico e empregos qualificados; aumentar a segurança do abastecimento de energia; e aumentar a competitividade por meio da inovação tecnológica.

Em termos de interação com outros setores, a energia renovável marítima pode competir pelo acesso ao espaço marítimo com os setores da pesca e aquicultura, turismo costeiro e transportes marítimos. **Do ponto de vista de sinergias, destacam-se as relações positivas que se podem estabelecer com o setor do petróleo e gás offshore, os portos, os estaleiros de construção e reparação naval, e com muitas empresas estabelecidas – mesmo no interior dos países. Destacam-**

se, neste caso, a indústria metalomecânica (produção de componentes incluindo rolamentos, caixas de engrenagens, geradores); prestadores de serviços técnicos; seguradoras ou financeiras; certificadoras; e empresas de consultoria. A construção de parques eólicos offshore pode assim ter um forte impacto no desenvolvimento de vários setores de atividade, muitos com localização distante das zonas costeiras.

A energia renovável marítima é já responsável pela criação de milhares de postos de trabalho e tem potencial para criar muitos mais, devendo ser seriamente ponderado o investimento em toda ou em parte da sua cadeia de valor.

Cadeia de valor

A cadeia de valor da energia renovável marítima inclui, pelo menos, sete setores que se apresentam de seguida.

Entidades de conhecimento: escolas, centros de formação, universidades e centros de investigação e desenvolvimento tecnológico, em particular os especializados em energia e engenharia mecânica e marítima;

Promotores: entidades responsáveis pela promoção, titularidade e construção de instalações energéticas, incluindo as atividades de elaboração de projetos, análises socioeconómicas, estudos de impacto ambiental, engenharia, obras civis e logística;

Projeto e fabrico de equipamentos: empresas e entidades especializadas na conceção e fabrico de equipamentos e sistemas, incluindo aerogeradores (ou componentes), torres, fundações, ligação à rede elétrica, subestações offshore, telecomando e comando;

Equipamentos marítimos e serviços: atividades de projeto e construção de navios especializados para instalação de equipamentos (*installation vessels*) e outras embarcações auxiliares para serviços de inspeção e manutenção (*service vessels*), serviços de transporte marítimo e de apoio (rebocadores, segurança marítima, etc.);

Instalação de equipamentos: atividades de instalação dos parques de energia ou dispositivos, englobando serviços de transporte e instalação de cabos submarinos, aerogeradores e fundações, subestações offshore, obras civis ao largo e serviços relacionados;

Operação e manutenção: atividades de operação e controlo de parques energéticos, serviços meteorológicos, manutenção e reparação eletromecânica,

serviços auxiliares das atividades de operação e manutenção, transporte de materiais e de pessoas, reciclagem e desmontagem de estruturas;

Instalações portuárias: alguns portos terão necessidade de ser modernizados (atualização ou expansão), tendo em conta o seu papel transversal de apoio a todas as atividades relacionadas com a energia renovável marítima, adequando-se à montagem, fabrico e manutenção de equipamentos de energia offshore e aos serviços relacionados.

53

3.1.3 Estatística e fontes de informação

De acordo com o documento “Estatísticas rápidas das renováveis”⁴⁷, publicado no final de janeiro de 2024 pela Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEg), com o objetivo de acompanhar a utilização da energia proveniente de fontes renováveis – em 2023, a produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis foi de 37 102 GWh, correspondendo a 65.4% do total da produção bruta mais saldo importador de eletricidade (saldo importador - diferença entre a energia elétrica importada e a exportada).

Neste mesmo período, 75.7% da produção de eletricidade de origem renovável foi obtida através das tecnologias eólica e hídrica.

Acrescenta ainda que, durante 2023, a potência instalada em unidades de produção de energia elétrica, a partir de fontes renováveis, foi de 18 735 MW, dos quais 1910 MW são referentes a instalações de produção descentralizada. As tecnologias hídrica e eólica representam 74.5% da capacidade instalada.

Valores idênticos podem ser consultados na plataforma online da Associação Portuguesa da Energias Renováveis (APREN)⁴⁸ e na plataforma Data Hub⁴⁹ da empresa Redes Energéticas Nacionais (REN).

Segundo informação publicada por esta última entidade, a produção de energia renovável bateu recordes em 2023⁵⁰, tendo abastecido 61% do consumo de energia elétrica em Portugal nesse ano, num total de 31,2 TWh, o valor mais elevado de sempre no sistema nacional. A energia eólica abasteceu 25% do consumo em Portugal, a hidroelétrica 23%, a fotovoltaica 7% e a biomassa 6%. Houve um crescimento homólogo de 70% na produção hidroelétrica, face ao ano

⁴⁷ <https://www.dgeg.gov.pt/pt/destaques/estatisticas-rapidas-dos-combustiveis-dezembro-2023/> e <https://www.dgeg.gov.pt/media/amioxiec/dgeg-arr-2023-12.pdf>

⁴⁸ <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/producao>

⁴⁹ <https://datahub.ren.pt/pt/eletricidade/balanco-diario/>

⁵⁰ <https://www.ren.pt/pt-pt/media/noticias/producao-de-energia-renovavel-bate-recorde-em-2023>

particularmente seco que se tinha registado em 2022, bem como também um crescimento de 43% na produção fotovoltaica, devido ao aumento progressivo da capacidade instalada. A produção não renovável abasteceu apenas 19% do consumo, totalizando 10 TWh, o valor mais baixo desde 1988. Isto deve-se não só à maior disponibilidade de energia renovável, mas também ao elevado saldo importador, que abasteceu 20% do consumo, tratando-se do valor mais elevado de sempre e da sua maior quota no abastecimento do consumo desde 1981.

O novo ano começou ainda melhor – em janeiro de 2024, a produção de energia renovável em Portugal sustentou 81% do consumo de eletricidade⁵¹. A rede hidroelétrica foi responsável por 47% do abastecimento, a eólica por 25%, a biomassa por 5% e a fotovoltaica por 4%. A produção não-renovável, através das centrais a gás natural, abasteceu 14% do consumo; os restantes 5% foram assegurados por energia importada. A informação detalhada pode ser consultada na plataforma da REN⁵².

Apresenta-se, de seguida, uma seleção de fontes de informação – estatística, económica e técnica – relacionadas com fontes de energia renováveis, atualizada e mantida por entidades reconhecidas.

EEA European Environment Agency

<https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/renewable-energy>

EU Renewable energy

https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy_en

EUROSTAT – Energy

<https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/overview>

IEA International Energy Agency

<https://www.iea.org/energy-system/renewables>

IRENA International Renewable Energy Agency

<https://www.irena.org/Data/Energy-Profiles>

<https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>

IRENA Renewable energy statistics 2023

<https://www.irena.org/Publications/2023/Jul/Renewable-energy-statistics-2023>

⁵¹ <https://www.revistasustentavel.pt/transicao-energetica/energia-renovavel-janeiro/>

⁵² <https://datahub.ren.pt/pt/eletricidade/balanco-mensal/?date=2024-01-31>

IRENA Renewable capacity statistics 2023

<https://www.irena.org/Publications/2023/Mar/Renewable-capacity-statistics-2023>

REN Redes Energéticas Nacionais

<https://www.ren.pt/>

RenewableUK

<https://www.renewableuk.com/>

WE Council World Energy Council

<https://www.worldenergy.org/>

55

3.2. TIPOS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

3.2.1 Energia hídrica

A produção hidroelétrica realiza-se em centrais hídricas que podem ter armazenamento em albufeira ou operarem a fio de água. Pode assim ser gerada a partir de reservatórios ou de rios.

As centrais hidroelétricas de reservatório dependem da água armazenada, utilizando a diferença de energia entre o nível da água a montante (albufeira) e do rio a jusante, na restituição. Essa energia faz rodar as pás de uma turbina, criando um movimento de rotação do eixo do gerador que, por sua vez, produz eletricidade. As centrais a fio de água não possuem albufeira, aproveitando o fluxo natural do rio, quando este ocorre.

Os reservatórios hidroelétricos ou albufeiras têm frequentemente múltiplas utilizações – fornecimento de água potável, água para irrigação, controlo de cheias e secas, serviços de navegação, bem como fornecimento de energia.

A energia hidroelétrica é atualmente a maior fonte de energia renovável no setor elétrico. Baseia-se em padrões de precipitação geralmente estáveis, mas que podem ser afetados negativamente por secas induzidas pelo clima ou por alterações nos ecossistemas, que tenham impacto nos padrões de precipitação.

A infraestrutura necessária para criar energia hidroelétrica também pode ter um impacto negativo nos ecossistemas. Por esta razão, muitos consideram a produção hidroelétrica de pequena escala uma opção mais amiga do ambiente e especialmente adequada para comunidades em locais remotos.

As centrais hídricas são o modo mais eficiente de gerar eletricidade e contribuem para a estabilidade do sistema elétrico. Atualmente, em ano médio, cerca de 30% da eletricidade consumida em Portugal tem origem hídrica. Na Noruega, por exemplo, 99% da electricidade provém de energia hidroelétrica. A maior central hidroelétrica do mundo é a Three Gorges Dam, de 22,5 GW, na China. Produz de 80 a 100 terawatts-hora por ano, o suficiente para abastecer entre 70 milhões e 80 milhões de residências.

3.2.2 Energia solar

A energia solar é o mais abundante de todos os recursos energéticos e pode ser aproveitada mesmo com tempo nublado, podendo ser convertida em energia térmica ou elétrica. A taxa à qual a energia solar é interceptada pela Terra é cerca de 10 000 vezes maior do que a taxa à qual a humanidade consome energia. Se aproveitada adequadamente, a energia solar tem o potencial de satisfazer todas as necessidades futuras de energia.

As tecnologias energéticas solares podem aproveitar essa energia para uma variedade de usos, incluindo a geração de eletricidade ou o aquecimento de água para uso doméstico, comercial ou industrial.

A produção de eletricidade usando o Sol é possível através de painéis solares fotovoltaicos ou de painéis solares térmicos. No primeiro caso, as células fotovoltaicas ao receberem os raios solares transformam-nos em eletricidade. No segundo caso, usam-se espelhos que concentram a luz solar para aquecer um fluido, gerando vapor que faz rodar as pás de uma turbina, criando um movimento de rotação do eixo do gerador que produz eletricidade. O Sol também pode ser usado para aquecer as águas domésticas, ou de processos industriais evitando o uso de eletricidade ou de gás.

O custo de fabricação de painéis solares caiu drasticamente na última década, tornando-os não apenas acessíveis, mas muitas vezes a forma mais barata de eletricidade. Espera-se assim que a energia solar se torne cada vez mais atrativa como fonte de energia renovável, devido ao seu suprimento inesgotável e ao seu caráter não poluente, em contraste com os combustíveis fósseis como o carvão, petróleo e gás natural.

Solar fotovoltaico

Os painéis solares fotovoltaicos são constituídos por células fotovoltaicas, painéis esses que podem ser usados em naves espaciais, edifícios, centrais de produção de eletricidade, entre muitas outras aplicações.

As células fotovoltaicas são estruturas de materiais semicondutores que absorvem a luz, criando-se uma diferença de potencial nos seus extremos através do efeito fotovoltaico. Deste modo, faz-se a conversão direta da radiação solar em eletricidade.

As instalações fotovoltaicas podem ser montadas no chão, no telhado, nas paredes, em estruturas específicas fixas ou mesmo flutuando em superfícies aquáticas. A montagem pode ainda usar um rastreador solar para acompanhar o movimento do Sol.

Os sistemas fotovoltaicos variam de pequenos sistemas montados no telhado ou integrados em edifícios, a grandes centrais de produção de energia, em escala de utilidade pública e produção centralizada de energia para a rede. Existem também sistemas concentradores fotovoltaicos que usam lentes e espelhos para focalizar a luz do Sol, alcançando-se desta forma uma potência fotovoltaica mais elevada.

Solar térmico

Os sistemas solares térmicos são correntemente amplamente utilizados para fornecer água quente sanitária e aquecimento ambiente. Vários países já desenvolveram redes de aquecimento urbano recorrendo à energia solar. A energia solar pode assim ser usada para o aquecimento de edifícios, piscinas, e outras infraestruturas sociais, fornecer água quente no setor doméstico, serviços, indústria e agricultura.

Os sistemas solares térmicos podem também ser utilizados para a produção de eletricidade, empregando tecnologias baseadas em concentradores ópticos, para concentrar a energia do sol. O calor gerado é então usado para ferver água e produzir vapor para acionar uma turbina que gera eletricidade, da mesma forma que as centrais termoelétricas com combustíveis fósseis e nucleares.

Existem também coletores solares fotovoltaico térmicos híbridos, que convertem a radiação solar simultaneamente em energia térmica e elétrica.

3.2.3 Energia eólica

A energia eólica designa a energia cinética do ar em movimento (o vento), a qual constitui uma forma de energia renovável. Esta energia pode ser convertida em energia mecânica (moinhos de vento) ou em energia elétrica.

58

A conversão em eletricidade faz-se mediante tecnologias das quais a mais amplamente difundida é a turbina eólica de eixo horizontal associada a um gerador. Quanto maiores a dimensão do aerogerador e a intensidade do vento, mais eletricidade é produzida. Duplicar o diâmetro de rotação das pás de uma turbina de eixo horizontal aumenta quatro vezes a quantidade de energia elétrica gerada.

Embora as velocidades médias do vento variem consideravelmente consoante a localização, o potencial técnico mundial para a energia eólica excede a produção global de electricidade e existe um amplo potencial na maioria das regiões do mundo para permitir uma implantação significativa da energia eólica.

As centrais eólicas instalam-se em locais onde a velocidade média anual do vento excede 6 m/s. A energia eólica pode ser explorada em terra (eólica onshore) ou no mar, ao largo (eólica offshore), aproveitando o recurso presente em zonas marítimas e a grande área disponível, mesmo considerando as restrições (zonas de pescas, áreas protegidas, navegação, etc.).

Em ambos os casos, a energia eólica pode ser explorada mediante centrais constituídas por grupos de turbinas de grandes dimensões, associadas em parques eólicos (wind farms), que produzem eletricidade para injeção na rede pública de distribuição. Pode também ser explorada de forma descentralizada, através de turbinas relativamente pequenas desligadas da rede, com o objetivo de produzir eletricidade para uma casa, uma pequena aplicação industrial com difícil acesso à rede pública, ou na rede elétrica específica de uma comunidade.

Em Portugal, a energia eólica explorada através de parques eólicos em terra constitui uma das principais fontes de eletricidade renovável no sistema elétrico, apenas ultrapassada pela energia hídrica em anos de abundante pluviosidade.

Dado que os locais mais adequados para o aproveitamento de recursos eólicos já se encontram ocupados com centrais, a potência instalada encontra-se relativamente estabilizada desde 2017, totalizando cerca de 5600 MW em 2022. Esta estabilização constitui um dos desafios ao necessário aumento de eletricidade renovável, podendo este ser ultrapassado através da substituição

total ou parcial do equipamento instalado por outro mais recente, com maior capacidade de produção de eletricidade.

Outra possibilidade consiste no aproveitamento da energia eólica explorada no mar, ao largo (offshore).

59

Em Portugal, merece destaque o papel desempenhado pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG)⁵³, a qual é responsável pelo licenciamento de centrais eletroprodutoras. Mas o seu trabalho estende-se também ao apoio à elaboração de políticas públicas, acompanhando a evolução do setor da energia eólica onshore e offshore.

3.2.4 Energia eólica offshore

A energia eólica offshore constitui uma das principais formas de aumentar a capacidade de produção de energia renovável. O recurso eólico no oceano é tipicamente mais elevado do que em terra, onde o vento se caracteriza por maior intensidade, consistência e menor turbulência. Adicionalmente, existe neste meio disponibilidade de espaço em vastas áreas contínuas, com menor impacto visual.

O primeiro parque eólico offshore do mundo, com estruturas fixas ao fundo do mar, foi construído em 1991 ao largo da Dinamarca (Vindeby), tendo-se revelado um sucesso – a produção de energia offshore revelou-se mais eficiente do que em terra. Os avanços tecnológicos sucederam-se e a implantação de turbinas também, primeiro na Europa e Ásia, expandindo-se depois aos Estados Unidos e ao resto do mundo. Atualmente, a energia eólica offshore é explorada principalmente no mar do Norte, nas costas do Reino Unido, Alemanha, Países Baixos, Dinamarca e Bélgica. Mas a atividade aumentou consideravelmente nos mares da China, que se posiciona, atualmente, no 1º lugar mundial em termos de capacidade de produção de energia eólica offshore⁵⁴.

Tal como na energia eólica em terra, a exploração de energia eólica no mar é dominada pela tecnologia de turbinas com eixo horizontal. No entanto as turbinas no mar são tipicamente maiores do que as utilizadas em terra, existindo já, em 2022, um protótipo com 280 metros de diâmetro de rotação e 15 MW de potência.

⁵³ <https://www.dgeg.gov.pt/pt/>

⁵⁴ <https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>

Energia eólica offshore flutuante

Os parques eólicos offshore com estruturas fixas ao fundo do mar são economicamente viáveis até profundidades entre 65 e 70 metros. A partir desta profundidade é muito caro fixar estruturas no fundo do mar. No entanto existem instalações fixas em profundidades até 100 metros.

Embora a instalação de turbinas eólicas offshore com plataforma fixa seja considerada uma tecnologia madura, esta continua em desenvolvimento, nomeadamente no sentido de ser aplicada em maiores profundidades. A tecnologia de plataformas flutuantes (com amarração ao fundo do mar) encontra-se numa fase de menor maturidade. No entanto, prevê-se que futuramente seja esta a tecnologia com maior utilização a nível global, por permitir aproveitar vastas regiões marítimas – 80% do potencial eólico no mar está em zonas que requerem plataformas flutuantes⁵⁵.

A energia eólica offshore flutuante é assim um setor em crescimento, permitindo aproveitar o potencial energético disponível em águas mais profundas, entre 50 e 1000 metros. O primeiro parque eólico flutuante foi instalado em 2017, a 25 km do litoral da Escócia (Hywind Scotland)⁵⁶ e tem uma capacidade de 30 MW, potência equivalente à necessária para alimentar 36 000 habitações. Seguiu-se o projeto Floatgen⁵⁷ em França e o projeto WindFloat Atlantic⁵⁸ em Portugal (instalado a 20 km de Viana do Castelo).

Tendo em conta a batimetria da costa portuguesa, para explorar o maior potencial eólico offshore, será necessário recorrer a turbinas com base flutuante.

Implantação da eólica offshore em Portugal

Portugal é pioneiro na demonstração da tecnologia de plataforma flutuante WindFloat, constituída por uma plataforma semi-submersível de três colunas, ancorada ao fundo do mar através de amarração convencional. Estas plataformas destinam-se à exploração de eólica offshore em águas profundas (> 40 m) e adaptam-se a qualquer tipo de turbina eólica. São construídas e montadas em terra, sendo posteriormente rebocadas até ao destino, um processo com

⁵⁵ <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/energia-eolica-off-shore/>

⁵⁶ <https://www.equinor.com/energy/hywind-scotland> e <https://www.equinor.com/en/what-we-do/floating-wind.html>

⁵⁷ <https://www.bw-ideol.com/en/floatgen-demonstrator>

⁵⁸ <https://www.edp.com/pt-pt/inovacao/windfloat>

menores custos de instalação, comparativamente às instalações fixas com montagem dos vários componentes no mar.

Num projeto denominado WindFloat Demo – o primeiro protótipo do mundo de tecnologia plataforma flutuante – foi instalada uma turbina eólica de 2 MW de potência, em área de domínio público marítimo localizada 6 km ao largo da Aguçadoura, Póvoa de Varzim. Este protótipo foi ligado à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP) em 2011 e esteve em operação ininterrupta, com elevada disponibilidade, até 2016.

61

No projeto WindFloat Atlantic foi instalado um parque eólico em área de domínio público marítimo, localizado a 20 km ao largo de Viana do Castelo e em zona com 100 m de profundidade. Este parque é constituído por três turbinas de 8,4 MW, assentes em plataformas flutuantes WindFloat.

Zonas de teste em Portugal

Portugal dispõe de duas zonas de teste para dispositivos de produção de eletricidade no mar. O impacto ambiental da instalação de dispositivos nestas zonas está parcialmente estudado, facilitando o licenciamento.

Uma delas, designada Aguçadoura Ocean Lab for Future Technologies, situa-se ao largo da praia da Aguçadoura (Póvoa de Varzim), numa região marítima com 45 metros de profundidade e 3,3 km² de área. A eletricidade gerada pelos dispositivos pode ser injetada na rede de distribuição elétrica através de um cabo submarino, com 4 MW de capacidade e 5 km de comprimento, e de uma sub-estação em terra. A outra, designada Zona Piloto de Viana do Castelo, situa-se ao largo desta cidade, numa região com cerca de 11 km² de área e profundidade entre 85 e 100 metros. Dispõe de um cabo submarino de 40 MW, com 17 km de comprimento e sub-estação em terra, e destina-se à demonstração de tecnologias que procuram entrar ou já estão na fase de comercialização. Neste local estão instaladas as turbinas eólicas do projeto WindFloat Atlantic.

3.2.5 Energia do oceano

A energia oceânica deriva de tecnologias que utilizam a energia cinética e térmica da água do mar – ondas ou correntes, por exemplo – para produzir eletricidade ou calor. Os sistemas de energia oceânica ainda estão numa fase inicial de desenvolvimento, estando a ser explorados vários protótipos de dispositivos de

ondas e correntes de marés. O potencial teórico da energia oceânica excede facilmente as actuais necessidades energéticas humanas.

A energia do oceano pode ser explorada a partir, principalmente, de cinco tecnologias distintas: (1) energia das ondas; (2) energia da corrente de marés; (3) energia da amplitude de marés; (4) conversão de energia térmica do oceano (OTEC); e (5) geração de energia a partir de gradientes de salinidade.

62

A energia das ondas e das marés constituem duas fontes de energia renovável com vasto potencial de crescimento na UE, podendo desempenhar um papel fundamental na descarbonização e no fomento do crescimento económico nas regiões costeiras. O desenvolvimento de tecnologias de energia do oceano encontra-se, principalmente, na fase de pesquisa e desenvolvimento; no entanto, algumas tecnologias já progrediram em direção a projetos de demonstração e pré-comerciais. As tecnologias de energia das marés e de energia das ondas apresentam o avanço mais significativo.

De acordo com informação publicada pela DGEG, Portugal dispõe sobretudo de recurso em termos de energia das ondas. Considera-se que é fraco o recurso em termos de amplitude e correntes de maré (explorado em regiões com uma costa afunilada), assim como em termos de gradiente de salinidade (potencial em estuários de grande dimensão) e é nulo em termos de gradiente térmico (só em zonas tropicais).

Energia das ondas

A energia das ondas corresponde à energia cinética dos movimentos verticais e horizontais que ocorrem nas ondas, ou à energia potencial gravítica de colunas de água formadas por galgamento ou mera subida de nível em reservatórios. Longe da costa as ondas têm mais energia, mas as condições extremas aumentam a probabilidade de danos.

Até hoje, a eletricidade produzida pelos dispositivos de conversão de energia das ondas ou das correntes marítimas que é injetada na rede de distribuição não chega para compensar os elevados custos de desenvolvimento da tecnologia, do equipamento e das respetivas instalação, operação e manutenção no mar. No entanto, dadas as vantagens que a energia das ondas e das correntes marítimas podem oferecer, continua a ser um setor bastante ativo.

Portugal regista atividade na área da energia das ondas desde 1977 através do envolvimento em projetos de I&D e implantação de tecnologia. A construção da primeira central em Portugal foi terminada em 1999 em Porto Cachorro, ilha do

Pico, Açores. Tratou-se de uma central experimental de conceção inteiramente portuguesa, primeira no mundo à escala real ligada à rede de distribuição de eletricidade. A central, colocada sobre a costa, com potência de aproximadamente 400 kW, esteve em funcionamento com operação autónoma sobretudo em 2010, tendo tido o seu fim em 2018 por razões de segurança da estrutura. Em 2004, foi colocado a 43 metros de profundidade, 6 km ao largo de Aguçadoura, Póvoa de Varzim, um dispositivo de oscilação vertical, com 9 metros de diâmetro e 2 MW de potência, denominado Archimedes Waveswing (AWS)⁵⁹.

Em 2008 foram instalados, 5 km ao largo de Aguçadoura, dispositivos de superfície desenvolvidos na Escócia, denominados Pelamis⁶⁰, consistindo em quatro cilindros oscilantes em aço cada um com comprimento 142 metros e diâmetro 3,5 metros e com uma potência de 750 kW. Dois meses depois da inauguração a produção foi interrompida por razões técnicas e a crise económica de então justificou o fim do projeto.

Em 2012 foi instalado, ao largo da Praia de Almagreira, perto de Peniche, um dispositivo de tecnologia desenvolvida na Finlândia, denominada WaveRoller⁶¹ constituído por três painéis submersos, atuados pelo movimento de avanço-recuo dentro das ondas. Esta central tinha 100 kW de potência e ligação direta à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP). Em 2019 foi instalado na mesma localização, a 820 metros da costa e 16,7 m de profundidade, um novo dispositivo WaveRoller com um só painel e 350 kW de potência. Ambos os dispositivos estiveram em operação para testes, durante dois anos, após os quais foram retirados do mar.

De momento, existem poucas tecnologias de conversão de energia das ondas em fases de desenvolvimento avançado. Algumas empresas têm projetos em Portugal, tais como a CorPower⁶² em Viana do Castelo ou a Eco Wave Power⁶³ no Porto (ambas as empresas são suecas), mas o setor da energia das ondas ainda se apresenta bastante imaturo.

⁵⁹ <https://awsoccean.com/archimedes-waveswing/>

⁶⁰ <https://www.emec.org.uk/about-us/wave-clients/pelamis-wave-power/>

⁶¹ <https://aw-energy.com/waveroller/>

⁶² <https://corpowerocean.com/projects/>

⁶³ <https://www.ecowavepower.com/eco-wave-power-secures-1mw-installation-and-grid-connection-permit-small-production-unit-registration-approval-for-its-planned-pilot-project-in-portugal/>

3.2.6 Energia geotérmica

A energia geotérmica utiliza a energia térmica acessível do interior da Terra. O calor é extraído de reservatórios geotérmicos por meio de poços ou outros meios.

Em termos médios, a temperatura aumenta, com a profundidade, cerca de 33°C por Km. Porém, devido à heterogeneidade da crosta terrestre, o gradiente de temperatura pode ser inferior ou superior àquele valor. São as zonas de elevado gradiente, que mais interessam para aproveitamento energético.

O aproveitamento da energia geotérmica implica a existência de um fluido, normalmente a água, que transporte o calor do interior da terra para a superfície. Este tipo de energia pode ser utilizado em centrais térmicas, através de uma turbina cujas pás são movidas pelo vapor de água produzido pelo calor da Terra. Este movimento de rotação é transmitido ao eixo de geradores produzindo eletricidade.

Para além de ser usada para produção de eletricidade, a energia geotérmica é também usada como fonte de calor para estufas ou bombas de calor, para termas ou indústria, e para aquecimento ou arrefecimento de edifícios.

Este tipo de energia oferece, entre outras, a vantagem de ser renovável e pouco poluente. A tecnologia para geração de eletricidade a partir de reservatórios hidrotérmicos é madura e confiável e está em operação há mais de 100 anos.

Em Portugal Continental existem apenas situações de baixa entalpia que estão relacionadas com a balneoterapia, praticada desde há longos anos. Mais recentemente, o recurso tem sido utilizado para o aquecimento ambiente e de estufas. Na Região Autónoma dos Açores existem unidades de produção de eletricidade com recurso à geotermia.

3.2.7 Biomassa

A biomassa é a matéria orgânica de origem vegetal ou animal, que pode ser utilizada no estado sólido, líquido ou gasoso. São exemplos de biomassa os subprodutos da floresta, agricultura, pecuária, da indústria da madeira e do papel e a parte biodegradável dos resíduos sólidos urbanos.

A biomassa pode ser diretamente queimada para gerar calor e/ou eletricidade ou convertida em óleo ou gás para produção de biocombustíveis sólidos, líquidos e gasosos que poderão ser usados como combustíveis em vários setores, incluindo os transportes.

A biomassa, quando queimada, é uma fonte de energia (bioenergia) que pode ser usada em centrais térmicas para produzir eletricidade, tendo igualmente um importante papel na produção de calor.

Os sistemas modernos de biomassa incluem culturas ou árvores dedicadas, resíduos agrícolas e florestais e vários fluxos de resíduos orgânicos. Usar os resíduos da floresta com este fim diminui o risco de incêndio, se a limpeza das florestas for conjugada com o ordenamento florestal.

A energia criada pela queima de biomassa cria emissões de gases com efeito de estufa, mas em níveis inferiores aos da queima de combustíveis fósseis como o carvão, petróleo ou gás. No entanto, a bioenergia só deve ser utilizada em aplicações limitadas, dados os potenciais impactos ambientais negativos relacionados com o aumento em grande escala das plantações florestais e de bioenergia e com a consequente desflorestação e alterações no uso dos solos.

A biomassa, depois do Sol, é uma das mais antigas fontes de energia, utilizada pelo Homem.

Biocombustíveis

De acordo com informação publicada pela DGEG⁶⁴, são considerados biocombustíveis, os combustíveis líquidos ou gasosos produzidos a partir de biomassa e utilizados nos transportes. São exemplos de alguns biocombustíveis os seguintes produtos:

Biodiesel – éster metílico produzido a partir de óleos vegetais ou animais, com qualidade de combustível para motores diesel, para utilização como biocombustível, cuja composição e propriedades obedecem à EN 14214, também designado por FAME;

Bioetanol – etanol produzido a partir de biomassa e ou da fracção biodegradável de resíduos para utilização como biocombustível;

Biometanol – metanol produzido a partir de biomassa para utilização como biocombustível;

Bio-DME – éter dimetílico produzido a partir de biomassa para utilização como biocombustível;

⁶⁴ <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/biocombustiveis/>

Bio-ETBE – éter etil-ter-butílico produzido a partir do bioetanol, sendo a percentagem em volume de bio-ETBE considerada como biocombustível igual a 37%;

Bio-MTBE – éter metil-ter-butílico produzido com base no biometanol, sendo a percentagem em volume de bio-MTBE considerada fonte renovável igual a 22%;

Biogás – gás combustível produzido a partir de biomassa e ou da fracção biodegradável de resíduos, que pode ser purificado até à qualidade do gás natural, para utilização como biocombustível, ou gás de madeira;

Gasóleo Fischer-Tropsch – hidrocarbonetos sintéticos ou misturas de hidrocarbonetos sintéticos produzidos a partir de biomassa;

Biohidrogénio – hidrogénio produzido a partir de biomassa e ou da fracção biodegradável de resíduos para utilização como biocombustível;

Óleo vegetal puro – óleo produzido por pressão, extracção ou processos comparáveis, a partir de plantas oleaginosas, em bruto ou refinado, mas quimicamente inalterado, quando a sua utilização for compatível com o tipo de motores e os respectivos requisitos relativos a emissões;

Óleo vegetal tratado com hidrogénio – óleo vegetal tratado termo-quimicamente com hidrogénio.

3.3. ECONOMIA DO HIDROGÉNIO

No âmbito da transição energética, a economia do hidrogénio consiste numa proposta a nível sistémico, para o abastecimento de energia à economia.

3.3.1 Hidrogénio

Tal como a eletricidade, o hidrogénio é uma fonte secundária de energia – armazena e transporta energia produzida a partir de outros recursos (combustíveis fósseis, água e biomassa). Por esta razão, **o hidrogénio é conhecido como transportador de energia ou vetor energético**, podendo ser usado para armazenar, movimentar e fornecer energia produzida a partir de outras fontes.

O hidrogénio é também um combustível de queima limpa e – quando combinado com o oxigénio numa pilha de combustível (fuel cell) – produz calor e eletricidade tendo apenas vapor de água como subproduto.

67

Conceitos básicos

O hidrogénio é o elemento mais simples e mais leve – cada átomo de hidrogénio possui apenas um protão – sendo também o elemento mais abundante no universo. O hidrogénio ocorre naturalmente na Terra na forma composta com outros elementos – em líquidos, gases ou sólidos.

Considera-se que o hidrogénio na forma elementar é extremamente raro, porém, dados recentes apontam para a existência de hidrogénio natural passível de exploração, tal como o gás natural⁶⁵. Conhecido como hidrogénio natural, hidrogénio dourado ou hidrogénio branco, este valioso elemento resulta da interação da água subterrânea com minerais ricos em ferro, fazendo com que a água se divida em oxigénio (que se liga ao ferro) e em hidrogénio.

O hidrogénio, quando combinado com oxigénio, forma água (H₂O). Quando combinado com carbono formam-se diferentes compostos – ou hidrocarbonetos – encontrados no gás natural, no carvão e no petróleo. O hidrogénio é um gás em temperatura e pressão normais, porém condensa-se em estado líquido à temperatura de 253 graus Celsius negativos.

É interessante notar que o hidrogénio não é um tema novo. Em 1875, o visionário autor de ficção científica Júlio Verne escreveu no seu romance A Ilha Misteriosa:

“Sim, meus amigos, creio que um dia a água será empregue como combustível, que o hidrogénio e o oxigénio que a constituem, usados isoladamente ou em conjunto, fornecerão uma fonte inesgotável de calor e luz de uma intensidade que o carvão não é capaz.”

O hidrogénio foi identificado pela primeira vez em 1766, pelo cientista Henry Cavendish. Viria a ser utilizado de forma comercial cerca de 25 anos depois, na iluminação de ruas e em aquecimento, na forma de gás de carvão (coal gas ou town gas), uma mistura de gases (principalmente hidrogénio, metano e monóxido de carbono) produzida a partir de carvão. A primeira célula de combustível (fuel cell) de hidrogénio – que produziu eletricidade a partir de oxigénio e de hidrogénio – foi desenvolvida em 1838 por Sir William Grove.

⁶⁵ <https://www.bbc.com/portuguese/articles/c102l2l693lo>

Porém, a primeira pilha de combustível de aplicação comercial foi desenvolvida apenas em 1932.

O hidrogénio é um transportador de energia

Os transportadores de energia permitem a sua movimentação de uma forma utilizável, de um lugar para outro. O hidrogénio, tal como a electricidade, é um transportador de energia produzido a partir de outro recurso. O hidrogénio pode ser produzido (separado) a partir de uma variedade de fontes – incluindo a água, combustíveis fósseis ou biomassa – e utilizado como fonte de energia ou combustível.

O hidrogénio apresenta uma elevada densidade energética por unidade de massa (33kWh/kg)⁶⁶ – três vezes mais energia por unidade de massa que a gasolina, e 2,5 vezes mais que o gás natural. Porém, tem a desvantagem de oferecer uma baixa densidade energética por unidade de volume, sendo 15 vezes menos denso que o petróleo e 3 vezes menos denso que o gás natural, para condições de pressão e temperatura comparáveis. Esta característica torna o seu transporte pouco eficaz, dado ter uma energia muito baixa para o seu volume.

É necessária mais energia para produzir hidrogénio (separando-o de outros elementos nas moléculas) do que o hidrogénio fornece quando é convertido em energia útil. No entanto, o hidrogénio é útil como fonte de energia/combustível porque tem um elevado conteúdo energético por unidade de peso, razão pela qual é utilizado como combustível de foguetes e em pilhas de combustível para produzir electricidade. O hidrogénio não é amplamente utilizado como combustível atualmente, mas tem potencial para uma maior utilização no futuro, podendo vir a desempenhar um papel chave de forma sustentável na descarbonização da economia.

Produção de hidrogénio

O processo de produção de hidrogénio implica a sua separação dos demais elementos, nas moléculas onde ocorre. O hidrogénio pode ser produzido directamente a partir de combustíveis fósseis ou biomassa, ou pode ser produzido pela passagem de electricidade através da água, separando-a nos seus componentes constituintes de hidrogénio e oxigénio.

⁶⁶ <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/hidrogenio/economia-do-hidrogenio/>

Existem muitas fontes diferentes de hidrogénio e formas de produção para utilização como combustível. Atualmente, os dois métodos mais comuns para produzir hidrogénio são a reforma a vapor (steam reforming), um processo de alta temperatura no qual o vapor reage com um hidrocarboneto para produzir hidrogénio; e a eletrólise (electrolysis) que consiste na separação dos elementos constituintes da água utilizando eletricidade.

Reforma a vapor

A reforma a vapor é um método amplamente utilizado na produção de hidrogénio⁶⁷. Atualmente, a maior parte da produção de hidrogénio é realizada por reforma a vapor do gás natural (componente metano CH₄), separando os átomos de hidrogénio dos átomos de carbono.

De acordo com dados publicados pela IRENA⁶⁸, no final de 2021, quase 47% da produção mundial de hidrogénio teve origem no gás natural, 27% no carvão, 22% no petróleo (como subproduto) e apenas cerca de 4% proveio do processo de eletrólise. A electricidade teve uma quota média global de energia renovável de cerca de 33% em 2021, o que significa que apenas cerca de 1% da produção global de hidrogénio foi realizada com recurso a energia renovável.

Importa salientar que o gás natural é também um combustível fóssil, pelo que o dióxido de carbono libertado no processo de reforma contribui para o efeito de estufa, se não for capturado no processo de produção.

As instalações industriais e as refinarias de petróleo utilizam principalmente o gás natural como fonte de metano para a produção de hidrogénio. Outros combustíveis petrolíferos, assim como o gás de aterros (biogás) e os biocombustíveis, podem também ser utilizados como fonte de hidrogénio.

Eletrólise

A eletrólise é um processo que separa o hidrogénio da água usando corrente elétrica⁶⁹. Em escala comercial o processo pode ser referido como power-to-gas, onde a energia é eletricidade e o hidrogénio é gás. A eletrólise em si não produz quaisquer subprodutos ou emissões, além de hidrogénio e oxigénio. A eletricidade para eletrólise é atualmente fornecida pela rede elétrica, que pode ser abastecida com uma combinação de fontes renováveis, energia nuclear e combustíveis fósseis.

⁶⁷ <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-natural-gas-reforming>

⁶⁸ <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Hydrogen>

⁶⁹ <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-electrolysis>

Outros métodos de produção de hidrogénio

Encontram-se em investigação outros processos de produzir hidrogénio, incluindo a utilização de micróbios que usam luz para produzir hidrogénio⁷⁰; a conversão de biomassa em gás ou líquidos e posterior separação do hidrogénio⁷¹; e a utilização de energia solar para separar o hidrogénio das moléculas de água⁷².

70

Hidrogénio verde

Relativamente às alterações climáticas, a descarbonização é a palavra-chave. E um dos principais veículos para a descarbonização é o hidrogénio. Como referido, a tecnologia necessária para promover a separação da água em hidrogénio e oxigénio está disponível desde há muito. Porém, até à data, o processo é caro e exige o consumo de eletricidade para alimentar o processo de eletrólise, normalmente gerada a partir de combustíveis fósseis.

Só recentemente, com o desenvolvimento de soluções de energias de fontes renováveis – como a energia solar e a energia eólica – se tornou possível pensar na produção de hidrogénio limpo, conhecido por hidrogénio verde ou renovável. Este hidrogénio é assim designado porque a sua produção recorre, exclusivamente, a eletricidade gerada por energias renováveis, sem a libertação de CO₂ para a atmosfera, ou seja, descarbonizando a economia.

A produção de hidrogénio verde, a partir da eletricidade gerada em fontes instaladas no mar (offshore) é muito mais que uma possibilidade – é claramente o caminho estratégico a seguir. De facto, a produção de eletricidade offshore confronta-se com uma série de desafios, relacionados com a estabilidade da rede e a variabilidade, devido à incompatibilidade temporal entre o fornecimento (por exemplo, quando as turbinas eólicas estão a gerar eletricidade) e a procura de consumo (quando a eletricidade é necessária).

A produção de hidrogénio renovável (verde) por eletrólise, a partir de eletricidade gerada em offshore, pode ajudar a ultrapassar vários desses desafios e fornecer alternativas para armazenar o excesso de eletricidade gerado no mar. Uma vez produzido, o hidrogénio pode ser empregue para gerar de novo eletricidade em pilhas de combustível, ou como combustível para qualquer meio de transporte, incluindo navios, carros, comboios e até aviões.

⁷⁰ <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-microbial-biomass-conversion>

⁷¹ <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-biomass-gasification>

⁷² <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-thermochemical-water-splitting>

A produção de hidrogénio offshore apresenta uma série de vantagens, pois tanto o transporte quanto o armazenamento podem ser realizados em larga escala e a um custo relativamente baixo. Além disso, as plataformas offshore de petróleo e gás podem ser reaproveitadas para a produção de hidrogénio renovável.

Não está excluída a produção de hidrogénio com outras cores amigas do ambiente, nomeadamente o hidrogénio azul ou hipocarbónico (baixo carbono - low carbon economy), produzido a partir de gás natural (um combustível fóssil), mas com captura e armazenamento do CO₂ libertado.

De salientar que um veículo com pilha de combustível, alimentada por hidrogénio produzido a partir do gás natural sem captura do carbono, gera 70-80g CO₂ por km percorrido⁷³ – semelhante a um veículo híbrido moderno a gasolina, ou a um veículo elétrico com bateria carregado com a atual eletricidade da rede. As emissões resultantes podem ser reduzidas a próximo de zero, se o hidrogénio for produzido por eletrólise da água recorrendo a fontes de eletricidade renovável, ou a outros processos com captura e armazenamento de carbono.

Utilização do hidrogénio

O hidrogénio é actualmente utilizado em processos industriais; como combustível para foguetes espaciais (utilizado pela NASA desde 1950); e em pilhas de combustível para geração de electricidade e propulsão de veículos e pequenas embarcações. Os operadores de diversas centrais eléctricas alimentadas a gás natural, estão a explorar a utilização do hidrogénio para complementar ou substituir o gás natural. O hidrogénio tem potencial para armazenar energia de forma eficaz para a geração de electricidade.

Utilização do hidrogénio em processos industriais

A maior parte do hidrogénio produzido é consumido por diferentes indústrias, incluindo a refinação de petróleo (para reduzir o teor de enxofre dos combustíveis); o tratamento de metais; a produção de fertilizantes e outros produtos químicos; e o processamento de alimentos. Os produtores de biocombustíveis também utilizam hidrogénio para produzir óleo vegetal hidrotratado (HVO), para utilização como diesel renovável.

⁷³ <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/hidrogenio/economia-do-hidrogenio/>

Produção de eletricidade com pilhas de combustível de hidrogénio

As pilhas de combustível (fuel cells) de hidrogénio produzem eletricidade, combinando átomos de hidrogénio e oxigénio. O hidrogénio reage com o oxigénio através de uma pilha eletroquímica – semelhante a uma bateria – produzindo eletricidade, água e pequenas quantidades de calor.

As pilhas de combustível de hidrogénio são actualmente utilizadas para alimentar os sistemas eléctricos de naves espaciais e para fornecer electricidade em múltiplas aplicações terrestres, nomeadamente em veículos e automóveis e em embarcações. Podem potencialmente fornecer eletricidade para energia de emergência em edifícios e para locais remotos que não estão ligados a linhas de energia eléctrica.

Hidrogénio em pilhas de combustível para veículos

O interesse no hidrogénio como combustível alternativo para transportes, decorre principalmente do seu potencial para alimentar pilhas de combustível em veículos com zero emissões (veículos sem emissões de poluentes atmosféricos). Uma pilha de combustível pode ser duas a três vezes mais eficiente do que um motor de combustão interna movido a gasolina.

O elevado custo das pilhas de combustível e o reduzido número de estações de abastecimento de hidrogénio, limitam o número de veículos movidos a hidrogénio em uso actualmente. De facto, a maior barreira para o sucesso e rápida difusão e abastecimento de hidrogénio no mercado, consiste exactamente no seu transporte e distribuição. Mas as soluções estão a ser desenvolvidas e não faltam protótipos com resultados positivos. O hidrogénio poderá ser distribuído na sua forma pura ou na forma de amoníaco (NH_3 - com temperatura de liquefação de 32,6 graus Celsius negativos). Em ambos os casos sem carbono envolvido.

De sublinhar que, em veículos, o hidrogénio pode ser utilizado para produzir eletricidade através de uma pilha de combustível (fuel cell) – a opção mais ecológica; ou num motor de combustão interna, onde as emissões são, ainda assim, significativamente mais reduzidas do que com outros combustíveis.

Hidrogénio como combustível

Em muitos aspetos, o hidrogénio é o combustível perfeito. É o que apresenta a combustão mais limpa e o mais eficiente. O hidrogénio pode produzir eletricidade e a eletricidade pode produzir hidrogénio, criando um ciclo energético renovável e inócuo para o ambiente – o hidrogénio não é tóxico e a sua combustão na presença de oxigénio produz apenas água limpa.

A combustão de hidrogénio para produção de electricidade e para aquecimento de edifícios são utilizações potenciais de hidrogénio puro ou de misturas ricas em hidrogénio com gás natural. No entanto, o hidrogénio e as misturas de hidrogénio nos gasodutos de gás natural existentes, nos geradores de electricidade e nos equipamentos de aquecimento ambiente colocam ainda uma série de desafios, sendo necessária mais investigação e desenvolvimento.

Hidrogénio para armazenamento de energia

O armazenamento de hidrogénio é uma tecnologia importante para permitir a sua ampla utilização na economia global. O hidrogénio pode ser armazenado na forma gasosa, sob pressão e à temperatura ambiente; ou na forma líquida, a uma temperatura inferior a 253 graus Celsius negativos.

O hidrogénio pode ser armazenado como gás, em grandes volumes existentes em formações geológicas naturais – cavernas de sal, cavernas revestidas de rocha dura, campos de petróleo e gás natural esgotados, e em aquíferos. O hidrogénio gasoso também pode ser armazenado em volumes relativamente menores, em tanques pressurizados, estacionários ou portáteis, e em infraestruturas dedicadas de gasodutos de hidrogénio. O armazenamento gasoso é atualmente a opção mais comum e mais provável para expandir o armazenamento de hidrogénio, para a maioria das utilizações do hidrogénio como fonte de energia.

O hidrogénio pode também ser armazenado no estado líquido, arrefecendo o gás a uma temperatura inferior a 253 graus Celsius negativos. O hidrogénio liquefeito pode ser armazenado em tanques criogénicos, para aplicações de transporte em veículos com pilhas de combustível ou diretamente como combustível em camiões, comboios, navios e foguetes.

O hidrogénio pode, assim, ajudar a reduzir as emissões de dióxido de carbono provenientes da produção de electricidade, armazenando a energia produzida com energia renovável, para utilização durante dias ou semanas. O hidrogénio poderá ser produzido com recursos renováveis quando a produção de energia renovável for elevada e poderá ser armazenado para gerar eletricidade quando os recursos renováveis forem limitados e a procura de eletricidade for elevada.

Em conclusão, o hidrogénio, no estado gasoso ou líquido, será uma fonte de energia importante para a indústria, os automóveis, os navios e até mesmo as habitações e os consumos privados, coexistindo, no entanto, com outras formas de energia já conhecidas ou a desenvolver no futuro.

O hidrogénio é uma fonte de energia versátil. Como gás, pode utilizar a infraestrutura existente de distribuição de gás natural e alimentar turbinas de

geração de eletricidade. Na forma líquida ou gasosa, pode ser usado como combustível em meios de transporte, apresentando-se como a solução de energia limpa mais disruptiva do setor da energia.

De facto, a tendência atual de eletrificar a frota de veículos automóveis cria problemas ambientais, desde a mineração de terras raras, a reciclagem de baterias e até a potencial mineração marinha em busca dos nódulos polimetálicos. O hidrogénio tem potencial para desacelerar os processos referidos. Disrupção, sem dúvida.

74

3.3.2 Estratégias do hidrogénio

Tanto a União Europeia, como Portugal e muitos outros países, desenham ambiciosas estratégias para o hidrogénio com planos de implementação que apresentam oportunidades para uma vasta cadeia de valor.

Estratégia do hidrogénio na União Europeia

A **Estratégia do Hidrogénio da União Europeia** (EU Hydrogen Strategy)⁷⁴ foi apresentada em 8 julho de 2020, através da comunicação COM/2020/301⁷⁵. A estratégia revela forte ambição na liderança da transição energética da Europa, com forte aposta na descarbonização e rumo ao objetivo de zero emissões líquidas em 2050. De facto, a Comissão Europeia, através do Pacto Ecológico Europeu, afirma que a descarbonização constitui uma nova estratégia de crescimento sustentável para a União Europeia, que visa uma sociedade equitativa e próspera, eficiente na utilização dos recursos e competitiva, que, em 2050, tenha zero emissões líquidas de gases com efeito de estufa (GEE).

O hidrogénio verde e o hidrogénio azul podem contribuir para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa já antes de 2030, sendo uma peça essencial para uma economia com impacto neutro no clima e sem poluição em 2050. O hidrogénio verde oferece ainda uma oportunidade única para a investigação e a inovação, potenciando a criação de crescimento económico e de emprego. Para alcançar os objetivos pretendidos na Estratégia do Hidrogénio, são estabelecidas várias ações agrupadas em cinco iniciativas: (1) estabelecer uma agenda de investimento para a União Europeia; (2) estimular a procura e aumentar a produção; (3) conceber um quadro favorável, incluindo regimes de apoio, regras

⁷⁴ https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/hydrogen_en

⁷⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0301>

de mercado e infraestruturas; (4) promover a investigação e a inovação em tecnologias de hidrogénio; e (5) atuar em dimensão internacional.

Um roteiro para a UE – promover o hidrogénio verde ou renovável

A prioridade da UE é promover o hidrogénio verde ou renovável, utilizando principalmente energia eólica e solar para a sua produção. A longo prazo, o hidrogénio verde é a opção mais compatível com a meta de neutralidade climática e poluição zero da UE e a mais coerente com um sistema energético integrado. Contudo, a curto e a médio prazo, são necessárias outras formas de hidrogénio – azul ou hipocarbónico, para reduzir rapidamente as emissões da atual produção de hidrogénio e apoiar a adoção paralela e futura do hidrogénio verde. Naturalmente, o desenvolvimento do ecossistema do hidrogénio na Europa irá ocorrer de forma gradual, a diferentes velocidades entre setores e, possivelmente, entre regiões⁷⁶.

Na primeira fase, de 2020 a 2024, o objetivo estratégico consiste em instalar uma potência eletrolítica (eletrolisadores para promover a separação da água em hidrogénio e oxigénio) de, pelo menos 6 GW, para produção de até 1 milhão de toneladas de hidrogénio verde. Numa segunda fase, de 2025 a 2030, o objetivo estratégico é instalar uma potência eletrolítica de, pelo menos 40 GW até 2030, para produção de até 10 milhões de toneladas de hidrogénio verde. Numa terceira fase, a partir de 2030 e até 2050, espera-se que as tecnologias de hidrogénio verde atinjam a maturidade e sejam implantadas em grande escala.

Estratégia do hidrogénio em Portugal

Em fevereiro de 2019, a Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG)⁷⁷ publicou o relatório “*Integração do Hidrogénio nas cadeias de valor – Sistemas energéticos integrados, mais limpos e inteligentes*”⁷⁸. Este documento foi elaborado com o objetivo de aprofundar a análise de cada cadeia de valor, incluindo a respetiva contribuição energética, económica e ambiental, face aos segmentos de mercado e nichos que melhor correspondem às necessidades nacionais.

⁷⁶ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pt/QANDA_20_1257

⁷⁷ <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/hidrogenio/publicacoes-dgeg-na-area-do-hidrogenio/>

⁷⁸ <https://www.dgeg.gov.pt/media/1snnvdag/p2-integra%C3%A7%C3%A3o-do-hidrog%C3%A9nio-nas-cadeias-de-valor-sistemas-energ%C3%A9ticos-integrados-mais-limpos-e-inteligentes.pdf>

Em dezembro de 2019, a a mesma instituição publicou o [Roteiro e Plano de Ação para o Hidrogénio em Portugal](#)⁷⁹, com o objetivo geral de introduzir gradualmente o hidrogénio como o motor principal do processo de transição para um sistema energético descarbonizado, potenciando o descomissionamento de centrais com consumos fósseis e estimulando o desenvolvimento de produção renovável. Para além disso, o documento apresentou uma análise da oportunidade e competitividade do hidrogénio renovável e uma análise previsional dos impactos do hidrogénio em diferentes dimensões.

Em 2020 foi publicado o [Plano Nacional do Hidrogénio](#)⁸⁰, que incluiu como anexo a [Estratégia Nacional para o Hidrogénio \(EN-H2\)](#), tendo sido aprovado através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 63/2020, de 14 de agosto⁸¹. A Estratégia Nacional para o Hidrogénio (EN-H2) tem como principal objetivo, a introdução de um elemento de incentivo e de estabilidade para o setor energético, promovendo a introdução gradual do hidrogénio verde enquanto pilar sustentável e integrado, numa estratégia mais abrangente de transição para uma economia descarbonizada.

Esta estratégia visa contribuir para o objetivo de descarbonização nacional e da UE, promovendo a introdução gradual de hidrogénio como pilar sustentável e integrado, na transição para uma economia descarbonizada. Procura garantir, até 2050, a descarbonização de toda a rede de gás natural e das centrais elétricas e contribuir significativamente para a descarbonização dos setores do transporte e indústria.

A estratégia estabelece as seguintes metas de incorporação de hidrogénio, a cumprir até 2030: 10% a 15% de injeção de hidrogénio verde nas redes de gás natural; 2% a 5% de hidrogénio verde no consumo de energia do setor da indústria; 1% a 5% de hidrogénio verde no consumo de energia do transporte rodoviário; 3% a 5% de hidrogénio verde no consumo de energia do transporte marítimo doméstico; e 1,5% a 2% de hidrogénio verde no consumo final de energia. Estabelece ainda como metas, a cumprir até 2030, a instalação de eletrolisadores com potência de 2 GW a 2,5 GW e a criação de 50 a 100 postos

⁷⁹ <https://www.dgeg.gov.pt/media/d14dduhz/p3-roteiro-e-plano-de-a%C3%A7%C3%A3o-para-o-hidrog%C3%A9nio-em-portugal.pdf>

⁸⁰ <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc22/comunicacao/documento?i=plano-nacional-do-hidrogenio>

⁸¹ <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/63-2020-140346286>

de abastecimento de hidrogénio. Determina ainda que o acompanhamento da estratégia compete à Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG)⁸².

Face ao exposto, importa desde já sublinhar que esta estratégia irá exigir avultados investimentos em investigação, inovação, formação de pessoas e criação de infraestruturas, criando um mercado de investimento, tecnologia, conhecimento e de desenvolvimento de carreiras único, que terá um impacto transversal em toda a sociedade, incluindo os setores de atividade da economia azul sustentável.

77

Visão internacional

De acordo com a visão publicada pela International Renewable Energy Agency (IRENA)⁸³, o hidrogénio enfrenta atualmente múltiplos desafios que podem dificultar a concretização do seu potencial:

Custo – A produção de hidrogénio renovável é duas a três vezes mais cara que a equivalente produção a partir de referências fósseis. Os gasodutos de hidrogénio podem ser 10-50% mais caros. As pilhas de combustível e os tanques de armazenamento para transporte rodoviário são muito mais caros do que os motores de combustão interna. Os combustíveis sintéticos para a aviação podem actualmente ser três a seis vezes mais caros, do que o combustível de aviação proveniente de petróleo fóssil. O custo adicional para vias renováveis em comparação com as opções baseadas em combustíveis fósseis pode ser de 50-75% para o amoníaco, 150% para o metanol e 30-40% para o aço.

Falta de diferenciação – Não existe uma forma estabelecida de diferenciar o hidrogénio de baixo carbono do hidrogénio fóssil. Isto significa que falta a ligação entre os incentivos (de mercado e políticos) e a produção; e que não há forma de os consumidores saberem a origem e o impacto ambiental do hidrogénio produzido. Existem vários esforços em curso na certificação do hidrogénio que podem colmatar esta lacuna.

Infraestrutura limitada – Globalmente, existem apenas cerca de 4500 km de gasodutos de hidrogénio. A utilização de recursos renováveis provenientes de locais remotos exigirá investimento adicional na infraestrutura de transportes,

⁸² <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-transversais/relacoes-internacionais/politica-energetica/estrategia-nacional-para-o-hidrogenio-en-h2/>

⁸³ <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Hydrogen>

desde condutas até unidades de conversão e liquefacção, bem como armazenamento, o que aumenta o investimento inicial necessário.

Política – A maior parte dos esforços políticos centraram-se até agora no transporte rodoviário, especialmente para veículos eléctricos com pilhas de combustível e estações de abastecimento. Com o foco num conjunto mais amplo de aplicações de hidrogénio, a atenção política está a mudar para estratégias nacionais abrangentes, fornecimento de hidrogénio, infraestruturas e aceitação na indústria.

78

O relatório Hydrogen Insights 2023⁸⁴, publicado pela Hydrogen Council e pela McKinsey & Company (atualizado em dezembro 2023), partilha uma perspectiva objetiva, holística e quantitativa sobre o estado do ecossistema global do hidrogénio, resumindo a implantação real e a evolução dos custos do hidrogénio renovável. A terminologia utilizada apresenta 4 fases de projetos de investimento: (1) Anunciado (announced); (2) Planeamento inicial – estudos de viabilidade (feasibility studies); (3) Planeamento avançado – estudos de engenharia e projetos (front-end engineering and design FEED); (4) Compromisso (committed) – decisão final de investimento, em construção, operacional (final investment decision FID).

No seu sumário executivo são apresentadas as seguintes conclusões:

“O hidrogénio desempenhará um papel crucial na descarbonização de sectores em que é difícil reduzir emissões, e permitirá o transporte em escala de energia para regiões com recursos limitados, contribuindo para um sistema energético limpo e resiliente. A implementação de projetos encontra-se num ponto de inflexão. Por um lado, há sinais favoráveis, com um conjunto crescente e gradualmente amadurecido de projetos e uma regulamentação favorável à descarbonização. Por outro lado, existem obstáculos: aumentos de custos, atrasos em projetos, incerteza regulamentar e custos de financiamento mais elevados.

A carteira global de projetos está a crescer, com mais de 1400 projetos anunciados até 2030, o que equivale a investimentos de 570 mil milhões de dólares (crescimento de 30% em 9 meses) e à produção de 45 milhões de toneladas por ano de hidrogénio limpo (clean hydrogen), do qual 70% é renovável (hidrogénio verde) e 30% de baixo carbono (hidrogénio azul). A Europa apresenta o maior número de projetos (540), seguida pela América do Norte (248). A

⁸⁴ <https://hydrogencouncil.com/en/hydrogen-insights-2023-december-update/>

implantação dos sistemas de eletrólise apresenta também crescimento, estando anunciado o desenvolvimento da capacidade global de 305 GW até 2030.

A indústria do hidrogénio limpo (clean hydrogen) enfrenta sinais contrários. Os custos e as expectativas de custos aumentaram substancialmente, especialmente no caso do hidrogénio de fontes renováveis (verde). Vários factores causaram este aumento – custos de mão-de-obra e preços de materiais mais elevados, custo mais elevado para a construção de fábricas de eletrolisadores, custo de capital mais elevado e um aumento do custo da energia renovável em mais de 30%. No entanto, espera-se que o custo de produção de hidrogénio renovável diminua para 2,5 a 4,0 USD/kg em 2030, impulsionado pelos avanços na tecnologia de eletrolisadores, economias de escala na produção, melhorias na conceção e redução no custo da energia renovável.”

A análise económica publicada pela Deloitte em 2023, e intitulada “Green hydrogen: Energizing the path to net zero”⁸⁵, mostra que o hidrogénio verde pode desempenhar um papel fundamental para atingir as metas de zero emissões líquidas até 2050. O documento afirma mesmo que “o hidrogénio oferece uma segunda oportunidade para descarbonizar o planeta, superando as limitações e desafios existentes colocados pelos combustíveis fósseis e pelas tecnologias que contribuem para a emissão de gases com efeito de estufa. Aqueles que agirem agora poderão colher os benefícios económicos e ambientais.”

Acrescenta que o hidrogénio verde poderá tornar-se a principal opção de fornecimento de hidrogénio limpo a longo prazo, sendo simultaneamente economicamente viável e verdadeiramente sustentável. Seja na sua forma gasosa pura ou na forma de moléculas derivadas (amoníaco, metanol, ou combustíveis sintéticos), pode levar a poupanças significativas de emissões em sectores difíceis de reduzir: indústria pesada (como a siderúrgica e química) e transporte pesado (como a aviação e o transporte marítimo). Além disso, se a energia eólica e solar continuar a expandir-se, o hidrogénio poderá proporcionar flexibilidade e estabilidade de rede aos sistemas energéticos.

3.3.3 Estatística e fontes de informação

Apresenta-se, de seguida, uma seleção de fontes de informação – estatística, económica e técnica – relacionadas com o hidrogénio, atualizada e mantida por entidades reconhecidas.

⁸⁵ <https://www.deloitte.com/global/en/issues/climate/green-hydrogen.html>

Deloitte – Green hydrogen: Energizing the path to net zero (2023)

<https://www.deloitte.com/>

<https://www.deloitte.com/global/en/issues/climate/green-hydrogen.html>

Hydrogen Council – the global voice of clean hydrogen action

<https://hydrogencouncil.com/en/>

<https://hydrogencouncil.com/en/hydrogen-insights-2023-december-update/>

IRENA International Renewable Energy Agency

<https://www.irena.org/>

<https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Hydrogen>

IEA International Energy Agency

<https://www.iea.org/>

<https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023>

80

3.4. AGENTES DE CONHECIMENTO

Apresenta-se de seguida o mapeamento de Agentes de Conhecimento – portais, organizações, instituições de investigação e desenvolvimento, laboratórios, instituições de ensino – em Portugal e no mundo – relacionadas com energias renováveis em geral e com a economia do hidrogénio em particular. A lista é apenas indicativa e não exaustiva.

3.4.1 Energias renováveis

PORTUGAL

FCT NOVA – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova

Mestrado em Engenharia de Energias Renováveis

<https://www.fct.unl.pt/ensino/curso/mestrado-em-engenharia-de-energias-renovaveis>

INEGI – Energia, Ambiente & Sustentabilidade

<https://www.inegi.pt/pt/investigacao/energia-ambiente-sustentabilidade/>

INESC TEC – Energia

<https://www.inesctec.pt/pt/clusters/energia-17>

LAETA – Laboratório Associado de Energia, Transportes e Aeronáutica

<https://laeta.pt/en/>

LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia

<https://www.lneg.pt/>

Portal Portugal Energia

Mapa de Entidades de Investigação e Desenvolvimento em Energia

<https://www.portugalenergia.pt/id/>

81

UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Mestrado em Engenharia de Energias

<https://www.utad.pt/estudar/cursos/engenharia-de-energias/>

UC – Universidade de Coimbra

Mestrado em Energia para a Sustentabilidade

<https://apps.uc.pt/courses/PT/course/467>

Universidade de Évora – Cátedra Energias Renováveis

<https://www.catedraer.uevora.pt/>

EUROPA

EUREC - The Association of European Renewable Energy Research Centers

<https://eurec.be/>

European Master in Renewable Energy

The European Master is a course given by a consortium of Universities

<https://master.eurec.be/>

ESCÓCIA

University of Aberdeen

<https://www.abdn.ac.uk/>

MSc Renewable Energy Engineering

<https://www.abdn.ac.uk/study/postgraduate-taught/degree-programmes/278/renewable-energy-engineering/>

University of Edinburgh School of Engineering

<https://www.eng.ed.ac.uk/>

MSc Sustainable Energy Systems

<https://www.eng.ed.ac.uk/studying/postgraduate/msc-taught/msc-sustainable-energy-systems>

DINAMARCA

DTU – Technical University of Denmark

<https://www.dtu.dk/english/>

Master of Science (MSc) in Sustainable Energy Systems

<https://www.dtu.dk/english/education/graduate/msc-programmes/sustainable-energy-systems>

Master of Science (MSc) in Sustainable Energy Technologies

<https://www.dtu.dk/english/education/graduate/msc-programmes/sustainable-energy-technologies>

Innovative Sustainable Energy Engineering (Nordic Five Tech) - joint international programme

<https://www.dtu.dk/english/education/graduate/joint-international-programmes/all-programmes/innovative-sustainable-energy-engineering>

3.4.2 Hidrogénio

PORTUGAL

AP2H2 – Associação Portuguesa para a Promoção do Hidrogénio

<https://www.ap2h2.pt/>

Formação em Engenharia e Economia do Hidrogénio Renovável - online 40h

<https://www.cognitoforms.com/AP2H2/FORMA%C3%87%C3%83OEMENGENHARIAEECONOMIAADOHIDROG%C3%89NIORENOV%C3%81VEL>

<https://www.ap2h2.pt/download.php?id=270>

Instituto Politécnico de Portalegre

<https://www.ipportalegre.pt/pt/>

Pós-Graduação em Hidrogénio

<https://www.ipportalegre.pt/pt/oferta-formativa/pos-graduacao-hidrogenio>

Pós-graduação em Hidrogénio com bolsa de estudo garantida

<https://www.ambientemagazine.com/politecnico-de-portalegre-tem-pos-graduacao-em-hidrogenio-com-bolsa-de-estudo-garantida/>

ISQ Instituto de Soldadura e Qualidade – Centro de Interface Tecnológico

<https://www.isq.pt/>

Soluções para energia

<https://www.isq.pt/solucao/energia/>

Ambiente e sustentabilidade – Descarbonização

<https://www.isq.pt/solucao/ambiente-e-sustentabilidade/>

ISQ é parceiro tecnológico da Iberblue para projetos eólicos offshore em Portugal

<https://www.ambientemagazine.com/isq-e-parceiro-tecnologico-da-iberblue-para-projetos-eolicos-offshore-em-portugal/>

ISQ Academy

<https://academy.isq.pt/>

Especialização em Hidrogénio Verde

<https://academy.isq.pt/informacaocurso.aspx?id=56>

Produção, Armazenamento e Segurança nas Operações com Hidrogénio

<https://academy.isq.pt/informacaocurso.aspx?id=13>

83

PAÍSES BAIXOS

New Energy Academy

Energy Academy Certificate

<https://newenergyacademy.org/programme/energy-academy-certificate/>

Costs: **Free**; Location: Online + option for offline (Groningen)

Global Hydrogen Course

<https://newenergyacademy.org/programme/global-hydrogen-course/>

Costs: **Free**; Location: Online

Geopolitics of Hydrogen Course

<https://newenergyacademy.org/programme/geopolitics-of-hydrogen/>

Costs: **Free**; Location: Offline & Online

INTERNACIONAL

DNV Energy Academy

<https://www.dnv.com/power-renewables/energy-academy/index.html>

Hydrogen & Ammonia training courses

<https://www.dnv.com/services/hydrogen-ammonia-training-courses-228214>

4. ENERGIA DO OCEANO

84

A energia do oceano – também referida como energia marinha, energia oceânica e energia hidrocínética marinha (marine hydrokinetic energy MHK) – abrange vários meios através dos quais a energia do oceano pode ser aproveitada.

Como referido previamente, a energia renovável do oceano deriva de tecnologias que utilizam a energia cinética e térmica da água do mar – ondas ou correntes, por exemplo – para produzir eletricidade ou calor.

A energia do oceano pode ser explorada a partir, principalmente, de cinco tecnologias distintas: (1) energia das ondas (wave energy); (2) energia da corrente de marés (tidal stream); (3) energia da amplitude de marés (tidal range); (4) conversão de energia térmica do oceano (ocean thermal energy conversion OTEC / sea water air conditioning SWAC); e (5) geração de energia a partir de gradientes de salinidade (salinity gradient).

A energia das ondas e das marés constituem duas fontes de energia renovável com vasto potencial de crescimento na UE, podendo desempenhar um papel fundamental na descarbonização e no fomento do crescimento económico nas regiões costeiras. Adicionalmente, as tecnologias de energia das marés e de energia das ondas apresentam o avanço mais significativo.

De acordo com informação publicada pela DGEG⁸⁶, Portugal dispõe sobretudo de recurso em termos de energia das ondas, considerando-se que é fraco o recurso em termos de amplitude e correntes de marés, assim como em termos de gradiente de salinidade (potencial em estuários de grande dimensão). O potencial em termos de gradiente térmico é nulo em Portugal.

De momento, existem poucas tecnologias de conversão de energia das ondas em fases de desenvolvimento avançado. Algumas empresas têm projetos em Portugal, tais como a CorPower em Viana do Castelo (HiWave-5 Project⁸⁷) ou a Eco Wave Power no Porto⁸⁸.

⁸⁶ <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/energia-dos-oceanos/>

⁸⁷ <https://corpowerocean.com/projects/>

⁸⁸ <https://www.ecowavepower.com/eco-wave-power-secures-1mw-installation-and-grid-connection-permit-small-production-unit-registration-approval-for-its-planned-pilot-project-in-portugal/>

4.1. CARACTERIZAÇÃO

4.1.1 Energia do oceano

85

O oceano é a maior fonte inexplorada de energia do mundo. Existem várias tecnologias de energia do oceano em desenvolvimento, das quais se destacam as seguintes:

Energia das ondas (wave energy) – Os conversores de energia das ondas (wave energy converters WEC) capturam o movimento físico das ondas e transformam a sua energia, geralmente em eletricidade. A energia criada é proporcional à velocidade, altura e frequência das ondas.

Energia da corrente de marés (tidal stream/current) – As mudanças das marés produzem correntes que podem ser aproveitadas por turbinas, para gerar energia renovável limpa e previsível. Estes dispositivos funcionam de forma semelhante a uma turbina eólica, mas como a água é 800 vezes mais densa que o ar, os equipamentos podem ser relativamente compactos e, ao mesmo tempo, produzir a mesma quantidade de energia.

Energia da amplitude de marés (tidal range) – A tecnologia de amplitude de marés usa os mesmos princípios da energia hidroelétrica, requerendo uma barragem ou barreira para reter uma grande massa de água. A diferença entre a altura da maré em cada lado da barreira permite a passagem da água através de turbinas, gerando energia.

Conversão de energia térmica do oceano (ocean thermal energy conversion OTEC) / sea water air conditioning SWAC) – Os sistemas OTEC exploram a diferença de temperatura entre águas superficiais quentes e águas profundas frias, para produzir energia. Uma diferença de temperatura de pelo menos 20°C produz uma fonte de alimentação estável. Os sistemas SWAC usam tecnologia semelhante para fornecer aquecimento e arrefecimento, podendo usar diferenças de temperatura menores.

Energia de gradientes de salinidade (salinity gradient) – Atualmente, a tecnologia de gradiente de salinidade mais avançada é a eletrodíálise reversa (reverse electrodialysis RED). Esta tecnologia utiliza sistemas de membranas que recolhem energia a partir da diferença na concentração de sal entre a água do mar e a água doce.

4.1.2 Potencial da energia do oceano

De acordo com a Ocean Energy Europe⁸⁹, a energia oceânica tem potencial para se tornar uma nova indústria europeia. A indústria estima que 100 GW de capacidade de energia das ondas e das marés possam ser implantados na Europa até 2050, o que cobriria cerca de 10% do seu atual consumo de eletricidade e criaria 500 000 empregos.

A energia oceânica é um excelente complemento para a energia eólica e solar. A Bloomberg New Energy Finance⁹⁰ estima que a energia eólica e solar serão a espinha dorsal de uma futura rede eléctrica, alimentada por 90% de energia renovável. Num tal sistema, a geração será inerentemente variável e outras energias renováveis serão necessárias, quando o vento diminuir ou o Sol não brilhar.

A energia oceânica é um parceiro perfeito para estas energias renováveis maduras, constantando-se que cada uma das tecnologias oferece benefícios que se complementam. De facto, todas as tecnologias de energia oceânica podem produzir em momentos diferentes comparativamente à energia eólica e solar, reduzindo a variabilidade geral:

- . A natureza altamente previsível da energia das marés facilita a gestão de um sistema energético;
- . A energia das ondas é um excelente complemento à energia eólica offshore, uma vez que as ondas continuam a fornecer energia muito depois de o vento ter diminuído;
- . As tecnologias de conversão de energia térmica oceânica e de gradientes de salinidade, podem fornecer energia ininterrupta e controlável em intensidade, de acordo com a procura e/ou produção de outras fontes.

Relativamente à previsibilidade da energia do oceano, importa referir que as marés e, portanto, a energia das marés, são geradas pela atração da lua, sendo totalmente previsíveis – mesmo centenas de anos no futuro. Antes mesmo do início da construção de um empreendimento, é possível prever o volume de água e o nível de energia que o equipamento provavelmente irá gerar. Juntamente com uma bateria de lítio clássica ou soluções alternativas de armazenamento, esta tecnologia pode fornecer eletricidade 24 horas por dia, 7 dias por semana.

⁸⁹ <https://www.oceanenergy-europe.eu/>

⁹⁰ <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>

As condições das ondas podem ser previstas com precisão com dias de antecedência, tanto para ondas localizadas geradas pelo vento como para ondas oceânicas que viajam por centenas ou milhares de quilómetros. Nas áreas de mares quentes, os sistemas OTEC e SWAC podem gerar energia a qualquer momento.

A energia do oceano é uma fonte de energia resiliente. Normalmente posicionadas perto de onde a energia é necessária, as tecnologias de energia marinha requerem linhas de transmissão curtas, apoiando a fiabilidade e resiliência da rede eléctrica.

As tecnologias de energia do oceano abrem a porta a outras inovações no sector marítimo, como a transformação da água do mar em água potável e o fornecimento de energia à exploração marítima e oceânica.

4.1.3 Benefícios da energia do oceano

A energia do oceano pode fornecer energia a comunidades remotas, costeiras e insulares. Ao utilizar a água que rodeia estas comunidades, a energia marinha pode alimentar micro-redes que apoiam as habitações e empresas destas comunidades. A energia oceânica é particularmente adequada para as ilhas, dado que estão literalmente rodeadas pela fonte de energia. Sendo indígena e mais barata que o diesel, a energia oceânica permite que as ilhas sejam autossuficientes e livres de emissões em termos de geração de energia. A natureza altamente previsível da energia oceânica também torna significativamente mais fácil a gestão de redes eléctricas insulares potencialmente isoladas.

A energia oceânica apresenta inúmeros benefícios para além da produção de electricidade, que vão desde o emprego local e a revitalização das economias costeiras, até à segurança energética ou à redução das flutuações dos preços da electricidade. A grande maioria deste emprego beneficiará diretamente a economia, seja através de empregos locais nas zonas costeiras ou mais longe, na extensa cadeia de abastecimento.

Tal como acontece com as turbinas eólicas, os dispositivos de energia oceânica precisam de ser montados perto do local onde são instalados e implantados utilizando infraestruturas, tripulações e embarcações locais. Isto significa uma nova vida para as comunidades costeiras, reforçando a sua mão-de-obra

altamente qualificada e as infra-estruturas compatíveis, provenientes das indústrias tradicionais da construção naval, da pesca e do petróleo e do gás.

A energia do oceano tem a capacidade de criar empregos e fornecer energia renovável a comunidades remotas ou rurais. À medida que as tecnologias de energia marinha são implementadas, provavelmente em comunidades costeiras ou insulares remotas, os empregos permanecerão no local, dado que – independentemente de onde os sistemas são construídos – serão necessárias pessoas locais para os operar e manter. Adicionalmente, a comunidade de energia do oceano precisa de profissionais que contribuam para um conjunto diversificado de empregos, que abrangem a investigação, política, ciência ambiental, ecologia, engenharia, comunicação e divulgação, e muito mais.

4.1.4 Estatística e fontes de informação

Apresenta-se, de seguida, uma seleção de fontes de informação – estatística, económica e técnica – relacionadas com a energia no oceano, atualizada e mantida por entidades reconhecidas.

DGEG Direção-Geral de Energia e Geologia

<https://www.dgeg.gov.pt/>

Energia do oceano

<https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/energia-dos-oceanos/>

EU Blue Economy Observatory

https://blue-economy-observatory.ec.europa.eu/index_en

Marine Renewable Energy

https://blue-economy-observatory.ec.europa.eu/eu-blue-economy-sectors/marine-renewable-energy_en

Ocean energy

https://blue-economy-observatory.ec.europa.eu/eu-blue-economy-sectors/ocean-energy_en

EurObserv'ER

<https://www.eurobserv-er.org/>

Ocean Energy Barometer 2022

<https://www.eurobserv-er.org/category/all-ocean-energy-barometers/>

IRENA International Renewable Energy Agency

<https://www.irena.org/>

<https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Ocean-energy>
<https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Capacity-and-Generation/Statistics-Time-Series>
<https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Capacity-and-Generation/Technologies>

89

ETIP Ocean European Technology & Innovation Platform for Ocean Energy

<https://www.etipocean.eu/>

2030 Ocean Energy Vision

https://www.etipocean.eu/knowledge_hub/2030-ocean-energy-vision/

OEE Ocean Energy Europe

<https://www.oceanenergy-europe.eu/>

Publications

<https://www.oceanenergy-europe.eu/category/publication-library/>

OES Ocean Energy Systems (IEA)

<https://www.ocean-energy-systems.org/>

Ocean Energy and Net Zero: An International Roadmap to Develop 300GW of Ocean Energy by 2050 (Novembro 2023)

<https://www.ocean-energy-systems.org/publications/oes-documents/market-policy-document/ocean-energy-and-net-zero-an-international-roadmap-to-develop-300gw-of-ocean-energy-by-2050/>

<https://www.ocean-energy-systems.org/documents/71206-oes-international-vision-2023.pdf/>

Ocean Energy in the World

Supporting Policies for Ocean Energy - Consenting processes - inclui Portugal

<https://www.ocean-energy-systems.org/ocean-energy/ocean-energy-in-the-world/>

4.2. ENERGIA DAS ONDAS

A energia das ondas (wave energy) corresponde à energia cinética dos movimentos verticais e horizontais que ocorrem nas ondas, ou à energia potencial gravítica de colunas de água formadas por galgamento ou mera subida de nível em reservatórios.

As ondas são formadas pelos ventos que sopram na superfície do mar. O tamanho das ondas geradas dependerá da velocidade do vento; da sua duração e da distância da água sobre a qual sopra (o fetch); da batimetria do fundo do mar (que pode concentrar ou dispersar a energia das ondas); e das correntes. O movimento resultante da água transporta energia cinética que pode ser aproveitada por dispositivos de energia das ondas.

Os melhores recursos de ondas ocorrem em áreas onde os ventos fortes percorreram longas distâncias. Por esta razão, os melhores recursos de ondas na Europa ocorrem ao longo das costas ocidentais, que ficam no final de uma longa costa (o Oceano Atlântico). Mais perto da costa, a energia das ondas diminui devido à fricção com o fundo do mar, pelo que as ondas em águas mais profundas e bem expostas ao largo da costa terão a maior energia. Porém, nestes locais as condições extremas aumentam a probabilidade de danos.

Existem muitos projetos de desenvolvimento para aproveitar o poder das ondas, explorando diferentes conceitos⁹¹, dos quais se destacam oito sistemas: atenuador (attenuator); ponto absorvedor (point absorber); conversor de onda oscilante (oscillating wave surge converter); coluna de água oscilante (oscillating water column); dispositivo de galgamento e dispositivo terminador (overtopping/terminator device); diferencial de pressão submersa (submerged pressure differential); onda protuberante (bulge wave); e massa de rotação (rotation mass).

De acordo com a Ocean Energy Europe (OEE), na sua publicação Ocean Energy Key Trend and Statistics 2022⁹², publicada em março de 2023 e com dados relativos a 2022, uma capacidade total de 12,7 MW de projetos de conversores de energia das ondas foi testada na Europa desde 2010. Em 2022 foram lançados mais três projetos na UE, totalizando a capacidade de 67 kW.

O ano de 2021 foi particularmente ativo com novos projetos de 681 kW – três na União Europeia (para um total de 641,4 kW), um na Escócia no local de testes EMEC e outro na Noruega. Nesta contagem inclui-se o projeto mais poderoso da Europa, que foi submerso em agosto de 2021. É a segunda geração do conversor de energia das ondas Penguin WEC 2 de 600 kW, de tamanho comercial, desenvolvido pela empresa finlandesa Wello Oy⁹³, uma década depois de ter lançado o seu primeiro protótipo. O Penguin foi projetado para capturar a energia de rotação, gerada pelo movimento do seu casco assimétrico, que sobe e balança à medida que cada onda passa, podendo operar em tempestades com ondas de mais de 18 metros de altura.

Em agosto de 2021 foi instalado um conversor de energia das ondas (WEC) do tipo “Point absorber” no porto holandês de Helden, no Mar do Norte, utilizando

⁹¹ <https://www.emec.org.uk/marine-energy/wave-devices/>

⁹² <https://www.oceanenergy-europe.eu/category/publication-library/>

⁹³ <https://wello.eu/>

o conceito Slow Mill⁹⁴ desenvolvido pela empresa Slow Mill Sustainable Project (Países Baixos). O protótipo tem 40 kW de potência instalada e compreende um flutuador com pás ligadas de forma variável a uma âncora no fundo do mar. As ondas empurram o flutuador para cima e as pás para longe da âncora. Desta forma utiliza, não só o movimento de cima para baixo das ondas, mas também o seu movimento de vaivém. As lâminas mergulham até 3-4 m sob a água para aproveitar também a energia das ondas subterrâneas. Quando a onda recua, o sistema retorna à sua posição original.

Em novembro de 2021, a empresa escocesa Mocean Energy⁹⁵, implantou o seu protótipo Blue X com capacidade de 10 kW, no centro EMEC. Este projeto de demonstração é do tipo “atenuador”, uma espécie de balsa articulada que converte as ondas em eletricidade, flexionando-se em resposta à ondulação.

Em julho de 2022 foi instalado em Sainte Anne-du-Portzic, perto de Brest (França) o protótipo DIKWE⁹⁶, o primeiro quebra-mar de energia positiva. O sistema é similar a um contentor equipado com uma aba oscilante. Mede quase 4,5 m de altura por 4,5 m de largura e 6 m de profundidade. É instalado sobre um suporte fixo e fica totalmente submerso na maré alta. Este projeto visa produzir energia e, ao mesmo tempo, proteger portos e costas no futuro, à medida que o nível do mar sobe. A ideia é projetar e construir quebra-mares portuários para conter os surtos de energia. Em vez de perderem esta energia, os quebra-mares portuários poderão ser utilizados para produzir electricidade, para além de oferecerem proteção. O cronograma inclui uma terceira fase em 2024 com um protótipo em escala real de 1 MW incorporado na estrutura de betão do quebra-mar.

Em setembro de 2023, a CorPower Ocean instalou com sucesso o seu primeiro conversor de energia das ondas à escala comercial, no norte de Portugal. O dispositivo CorPower C4 com 300 kW de capacidade foi lançado no porto de Viana do Castelo, antes de ser rebocado para o local da Aguçadoura, localizado a 4 km da costa⁹⁷. Após ligação a uma âncora pré-instalada no fundo do mar, o dispositivo foi ligado à rede nacional portuguesa através de um cabo submarino de exportação. O sistema passará agora por um programa de comissionamento, com verificação gradual de funções e modos de operação. Serão também testados métodos de operações e manutenção (O&M) para acesso a serviços

⁹⁴ <https://www.slowmill.nl/>

⁹⁵ <https://www.mocean.energy/>

⁹⁶ <https://www.dikwe.fr/>

⁹⁷ <https://corpowerocean.com/corpower-oceans-wave-energy-converter-deployed/>

offshore, recuperação de dispositivos e reboque para a base de serviços terrestres em Viana do Castelo.

Entretanto, o protótipo de conversor de ondas Bombora mWave⁹⁸, a ser instalado em Pembrokeshire, no País de Gales, é um dos aguardados com maior expectativa. Com 1,5 MW de capacidade, o mWave será o conversor de energia das ondas mais poderoso do mundo. Pesa 900 toneladas e apresenta as dimensões de 75 metros de comprimento, 15 metros de largura e 6 metros de altura.

92

4.3. ENERGIA DA CORRENTE DE MARÉS

A energia das correntes de marés aproveita a energia cinética das correntes de marés e do oceano. Geralmente é capturada por turbinas marítimas, colocadas ou ancoradas no fundo do mar ou, no caso de turbinas marítimas flutuantes, atracadas sob uma barça ou plataforma, geralmente aos pares.

As correntes de marés (tidal streams/currents) são criadas pela atração gravitacional em constante mudança da Lua e do Sol sobre o oceano. As marés nunca param, pelo que o movimento da água é permanente, primeiro para um lado, depois para o outro, em todo o mundo. As tecnologias de correntes de marés capturam a energia cinética das correntes que entram e saem das áreas de maré. Como as posições relativas do Sol e da Lua podem ser previstas com total precisão, a maré resultante também pode. É esta previsibilidade que torna a energia das marés um recurso tão valioso.

As amplitudes de maré mais altas (primavera) são geradas quando o sol, a lua e a terra estão alinhados. A água flui em volumes maiores quando influenciada por esta atração gravitacional combinada. As amplitudes de maré mais baixas (marés mortas) são geradas quando o sol, a lua e a terra descrevem um ângulo reto. A atração gravitacional dividida faz com que a água flua em volumes menores.

Os recursos das correntes de marés são geralmente maiores em áreas onde existe uma boa amplitude de maré e onde a velocidade das correntes é amplificada pelo efeito de afunilamento da costa local e do fundo do mar, por exemplo, em estreitos e enseadas, em torno de promontórios e em canais. entre ilhas.

⁹⁸ <https://bomborawave.com/>

Existem várias tecnologias capazes de desenvolver o potencial das correntes de marés⁹⁹, incluindo as turbinas de eixo horizontal (horizontal axis); as turbinas de eixo vertical (vertical axis); e os dispositivos hidrofólios oscilantes (reciprocating devices - oscillating hydrofoils), de efeito venturi (venturi effect), parafuso de Arquimedes (Archimedes screw) e kite da maré (tidal kite).

As turbinas marítimas são muito menores do que as turbinas eólicas com capacidade equivalente, porque a densidade da água é 833 vezes maior que a do ar. Outra vantagem é o seu baixo e limitado impacto visual, no caso dos modelos completamente submersos ou de baixa altura. Adicionalmente, as turbinas colocadas ou ancoradas no fundo do mar, não estão expostas acima do nível da superfície e apresentam menos restrições de navegação.

De acordo com a Ocean Energy Europe (OEE), na sua publicação Ocean Energy Key Trend and Statistics 2022¹⁰⁰, publicada em março de 2023, a Europa acumulou 30,2 MW de capacidade de turbinas marinhas desde 2010, utilizando correntes de marés, 13 MW das quais estão atualmente submersas em águas europeias (União Europeia, Reino Unido e Noruega).

Uma delas, a turbina marítima de eixo horizontal de 2 MW chamada O2, desenvolvida pela empresa de engenharia escocesa Orbital Marine Power¹⁰¹, foi ancorada ao largo de Orkney, no Centro Europeu de Energia Marinha (European Marine Energy Centre EMEC), um centro de testes e pesquisa especializado em desenvolvimento da energia das ondas e das marés, com base nas Ilhas Orkney, ao norte da Escócia.

Este modelo é atualmente a turbina de marés mais poderosa do mundo. É composto por dois rotores de 20 metros de diâmetro, cada um desenvolvendo 1 MW, conectados a uma plataforma flutuante de 72 metros, com dois braços articulados de 18 metros de comprimento, capazes de varrer 600 m² de água. As turbinas podem inverter os ciclos das marés para maximizar a produção de energia, independentemente da direção da corrente, e a eletricidade gerada é enviada para terra através de cabos submarinos. O desenvolvimento comercial desta turbina marítima de O2 está no bom caminho, uma vez que garantiu o seu financiamento operacional em julho de 2022, apoiado por fundos públicos e privados.

⁹⁹ <https://www.seai.ie/technologies/ocean-energy/ocean-energy-technologies/>

¹⁰⁰ <https://www.oceanenergy-europe.eu/category/publication-library/>

¹⁰¹ <https://www.orbitalmarine.com/>

Em janeiro de 2023, a Nova Innovation¹⁰², empresa de energia das marés com sede em Edimburgo, responsável pelo projeto EnFAIT¹⁰³, alcançou outra inovação mundial ao duplicar o tamanho do seu Shetland Tidal Array. Em 2016, o conjunto de três turbinas de maré submarinas foi o primeiro do género e tem alimentado casas e empresas nas Shetland desde então. Uma quarta turbina (Eunice) foi adicionada em 2020. Agora, com a instalação da 5ª e 6ª turbinas, passa a ser o conjunto com maior número de turbinas do mundo. As turbinas 5 e 6 foram ligadas através de um hub submarino pioneiro, enviando energia para terra através de um único cabo de exportação. Esta inovação proporciona economias significativas em cabos submarinos, reduzindo ainda mais o custo da energia das marés, essencial à medida que a indústria cresce.

Além da energia produzida, Shetland beneficiou diretamente da matriz de turbinas através da criação de empregos, utilização de empresas locais e, mais recentemente, do lançamento do primeiro ponto de carregamento de veículos elétricos do mundo alimentado exclusivamente pela maré.

4.4. ENERGIA DA AMPLITUDE DE MARÉS

Historicamente, a energia da amplitude de marés foi a primeira energia oceânica a ser implantada na Europa. Como referido previamente, resulta do potencial energético criado pelo movimento das marés e, em particular, a diferença (alcance das marés) entre os níveis de maré alta e os níveis de maré baixa. A energia é aproveitada através da construção de uma barragem numa baía ou num estuário, equipada com turbinas (as mesmas utilizadas nas barragens hidroelétricas). A vazante e o fluxo da maré, por sua vez, enchem e drenam o reservatório, acionando as turbinas para gerar eletricidade. Tal como as barragens hidroelétricas, as centrais de variação das marés também podem apresentar unidades de armazenamento bombeadas, para aumentar a altura manométrica da água armazenada e aumentar a produção quando a maré vaza.

Este sistema funciona atualmente na única central eléctrica de amplitude de marés em serviço da União Europeia, do outro lado do estuário de La Rance, na Bretanha (França), a poucos passos do movimentado porto de Saint-Malo. A instalação com capacidade de 240 MW inaugurada em 1966 ainda está em

¹⁰² <https://novainnovation.com/>

¹⁰³ <https://www.enfait.eu/>

serviço e fornece eletricidade suficiente para satisfazer a procura da cidade de Rennes (capital da Bretanha).

De acordo com o relatório Ocean Energy Barometer 2022, publicado pela EurObserv'ER em setembro de 2022¹⁰⁴, existiam apenas quatro centrais de energia de amplitude de marés em operação em todo o mundo. A construção mais recente e a maior do mundo, comissionada em 2009, é a central eléctrica de marés do Lago Sihwa, na Coreia do Sul, com 254 MW de capacidade instalada. As outras centrais são de menor dimensão e localizam-se em Jiangxia, China (3,2 MW, comissionada em 1980); Kislaya Guba na Rússia (1,7 MW, comissionada em 1968); e em Uldolmok na Coreia do Sul (1,5 MW, comissionada em 2009). A Coreia do Sul pretende desenvolver projetos mais ambiciosos, como o de Garolim (com cerca de 520 MW de capacidade), enquanto a Rússia e as Filipinas têm projetos ainda maiores em análise.

95

4.5. AGENTES DE CONHECIMENTO

Apresenta-se de seguida o mapeamento de Agentes de Conhecimento – portais, organizações, instituições de investigação e desenvolvimento, laboratórios, instituições de ensino – em Portugal e no mundo – relacionados com energia do oceano. A lista é apenas indicativa e não exaustiva.

PORTUGAL

IST Instituto Superior Técnico

Ocean Energy, IST Lisbon

<https://master.eurec.be/universities/specialisation/ist-lisbon/>

Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia - Energia das Ondas

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/mege/disciplina-curricular/1529008521746>

Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia - Energia das Correntes Marítimas

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/mege/disciplina-curricular/1529008521744>

Universidade de Évora

Licenciatura Engenharia de Energias Renováveis

<https://www.uevora.pt/estudar/cursos/unidades-curriculares-isoladas/disciplinas-isoladas-por-curso?curso=2566>

Energia do Oceano

¹⁰⁴ <https://www.eurobserv-er.org/ocean-energy-barometer-2022/>

<https://www.uevora.pt/estudar/cursos/unidades-curriculares-isoladas/disciplinas-isoladas-por-curso?curso=2566&uc=EME1809L>

PAÍSES BAIXOS

96

TU Delft Delft University of Technology

Ocean Energy Platform (Research)

<https://www.tudelft.nl/oceanenergy>

<https://www.tudelft.nl/oceanenergy/research/wave-energy>

<https://www.tudelft.nl/oceanenergy/research/tidalcurrent-energy>

<https://www.tudelft.nl/oceanenergy/research/thermal-gradient-otec>

DINAMARCA

Energy and Climate Academy

Wave and Ocean Energy

<https://energyandclimateacademy.com/wave-and-ocean-energy/>

Offshore Wind and Wave Energy Synergies (Full Course)

<https://shop.aprendio.io/products/synergies-in-combined-offshore-wind-and-wave-energy>

ESCÓCIA

EMEC – European Marine Energy Centre

<https://www.emec.org.uk/>

IRLANDA

University College Cork

<https://www.ucc.ie/en/>

Postgraduate Certificate in Offshore Renewable Energy

<https://www.ucc.ie/en/study/postgrad/taughtcourses/hci/offshorerenewableenergy/>

Master in Renewable Energy in the Marine Environment (REM PLUS)

<https://www.master-remplus.eu/about-remplus/>

SUÉCIA

WMU – World Maritime University

<https://www.wmu.se/>

Maritime Energy Postgraduate Diploma (Online)

<https://www.wmu.se/programmes/maritime-energy>

INTERNACIONAL

DNV

Wave & Tidal training courses

<https://www.dnv.com/services/wave-tidal-training-courses-8638>

Wave energy conversion

<https://www.dnv.com/training/wave-energy-conversion-9242>

5. ENERGIA EÓLICA OFFSHORE

O setor económico da energia eólica offshore – energia renovável produzida por aerogeradores instalados no mar – é um pilar da indústria marítima e da economia azul.

O crescimento deste setor e das atividades relacionadas é uma constante global, em aceleração generalizada. O primeiro parque eólico offshore do mundo, com estruturas fixas ao fundo do mar, foi construído em 1991 ao largo da Dinamarca, tendo-se revelado um sucesso – a produção de energia eólica offshore revelou-se mais eficiente do que em terra.

O facto de ter sido pioneiro no desenvolvimento de projetos offshore, permitiu à Dinamarca assumir um papel de liderança tecnológica no arranque de uma nova indústria, com benefícios económicos significativos. A energia eólica offshore tornou-se um dos seus setores industriais mais importantes. Atualmente, a companhia dinamarquesa Ørsted¹⁰⁵ é líder global em energia eólica offshore e tem a ambição de ter instalados 28 GW de capacidade eólica offshore até 2030. A empresa sustenta que, desde 1991, construíram mais parques eólicos no mar do que qualquer outra empresa no mundo. De sublinhar que a Ørsted resulta da mudança de nome e de estratégia (“profound strategic transformation from black to green energy and the recent divestment of the upstream oil and gas production”)¹⁰⁶, concretizada em 2017 pela companhia Danish Oil and Natural Gas (DONG). A mesma situação ocorreu na Noruega em 2018, com a mudança de nome da Statoil para a atual Equinor, pelas mesmas razões (“the name hints at a desire to help shape the future and to be competitive in a society with lower emissions”)¹⁰⁷.

Entretanto a energia eólica offshore cresceu em muitos outros países que perceberam os muitos benefícios que esta oferece. Portugal está a dar passos largos a caminho da produção de energia eólica ao largo (offshore), tendo estabelecido o objetivo de instalar a capacidade de 10 GW até 2030. O Reino Unido instalou a primeira exploração comercial de energia eólica offshore em

¹⁰⁵ <https://orsted.com/en/what-we-do/renewable-energy-solutions/offshore-wind>

¹⁰⁶ <https://orsted.com/en/company-announcement-list/2017/10/1623554>

¹⁰⁷ <https://www.equinor.com/magazine/a-new-name>

2003; ultrapassou a capacidade instalada de 14 GW em 2023¹⁰⁸; e tem como objetivo alcançar 50 GW em 2030¹⁰⁹.

Como referido previamente, a EU Strategy on Offshore Renewable Energy, publicada em novembro de 2020, propôs um aumento da capacidade europeia de produção de energia eólica offshore, para pelo menos 60 GW até 2030, e 300 GW até 2050. Em janeiro de 2023, com base na estratégia e no Regulamento Redes Transeuropeias de Energia (Regulamento RTE-E)¹¹⁰, os Estados-Membros chegaram a acordo sobre metas não vinculativas para a produção de energia a partir de fontes renováveis ao largo até 2050, com metas intermédias para 2030 e 2040. Relativamente à capacidade instalada, as novas metas estabelecem um nível de ambição mais elevado do que a estratégia publicada em 2020, procurando instalar cerca de 111 GW de capacidade de produção de energia a partir de fontes renováveis ao largo até ao final de 2030, e aumentar a mesma para cerca de 317 GW até 2050.

99

5.1. CARACTERIZAÇÃO

A indústria da energia eólica offshore combina décadas de desenvolvimento de turbinas eólicas, com a experiência de outros setores da indústria marítima. O seu desenvolvimento é impulsionado por grandes empresas de energia e intervenientes locais dinâmicos, apoiados por uma cadeia de abastecimento diversificada.

A energia eólica offshore tem sido um enorme desafio técnico. Um parque eólico offshore não é simplesmente um parque eólico onshore transferido para o mar. O seu desenvolvimento estimulou a inovação em tecnologias de turbinas, bases inovadoras e culminou em novas soluções para os desafios de distribuição da energia elétrica produzida. Para tal foram necessários avultados investimentos, em novas tecnologias; em navios especializados; e em instalações de fabrico. O sucesso foi impulsionado por desenvolvedores e fornecedores que viram uma oportunidade de negócios num setor emergente, os quais colhem agora os frutos do seu pioneirismo.

¹⁰⁸ <https://www.renewableuk.com/page/UKWEDhome>

¹⁰⁹ <https://www.great.gov.uk/international/content/investment/sectors/offshore-wind/>

¹¹⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32022R0869&qid=1706105614351>

Não existe atualmente qualquer dúvida, que o oceano será palco e ator principal na necessária e imperativa transição energética, a caminho de emissões líquidas nulas de gases de efeito de estufa (GEE). A implantação de tecnologias de produção de energia a partir de estruturas eólicas offshore, apresentou um crescimento de 30% ao ano, na década de 2010 a 2020. E, independentemente das dificuldades sentidas recentemente, vai continuar a crescer de forma acelerada, através da adoção de cada vez mais regiões e países.

Em 2005, a capacidade de energia eólica offshore instalada globalmente, não chegava a 1 GW, localizando-se na maior parte nas costas de países europeus, com projetos geralmente de tamanho inferior a 100 MW. Porém, apenas em 2019, foram adicionados 8 GW de nova capacidade, elevando o total global para mais de 30 GW. No final de 2022, a capacidade instalada ultrapassou os 62 GW¹¹¹, ou seja, em apenas 3 anos a capacidade foi duplicada.

O desenvolvimento de outras tecnologias de produção de energia offshore, como a energia das marés e a energia das correntes – e a sua evolução em termos de maturidade e comercialização em escala – criarão importantes sinergias, aglomerando ainda mais recursos humanos, financeiros e tecnológicos, com a consequente redução dos custos de desenvolvimento e de produção.

Um pilar central para o sucesso do crescimento da energia eólica offshore, será a relação da indústria com outros utilizadores do espaço marítimo e a proteção de ecossistemas sensíveis.

A maior parte dos parques eólicos offshore localiza-se perto da costa, entre 10 e 60 km, procurando minimizar os custos de investimento e de exploração. Mas estão também a ser implantados mais longe da costa, entre 60 e 200 km, para aceder a áreas com velocidades de vento mais elevadas. A maioria dos projetos eólicos offshore construídos até à data, registam velocidades médias de vento superiores a 9 m/s, a 100 m de altura acima do nível do mar. Porém, à medida que a indústria desenvolve turbinas offshore para locais com vento fraco, o limiar de viabilidade económica pode ser reduzido para 7 m/s, tal como tem acontecido na energia eólica onshore.

Parques eólicos flutuantes

A grande maioria dos parques eólicos offshore instalados até à data, encontram-se em águas com menos de 60 metros de profundidade e têm fundações fixas ao fundo do mar. A maioria dos países irá procurar desenvolver parques eólicos

¹¹¹ <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Wind-energy>

offshore com fundações fixas, dado que estas são tecnicamente comprovadas e avançadas em termos comerciais. Porém alguns países, como Portugal, apresentam um litoral com profundidades superiores, o que implica o investimento em tecnologia eólica flutuante, a qual irá apresentar custos cada vez mais competitivos. Estes parques eólicos serão inicialmente instalados em águas de até 250m de profundidade, mas os projetos poderão ser instalados em águas de até 1000m de profundidade.

Atualmente, os projetos com fundações flutuantes apresentam maiores custos de desenvolvimento, comparativamente aos que assentam em fundações fixas. Porém, apresentam também muitas vantagens e, através de uma maior implantação, oferecerão um custo de energia comparável aos parques eólicos fixos. Por exemplo, os sistemas flutuantes podem ser montados em terra, em áreas abrigadas, sendo posteriormente rebocados para o seu local de operação permanente. Adicionalmente, algumas das melhores velocidades de vento são encontradas em águas mais profundas que exigem estruturas flutuantes. E em algumas áreas, onde existe a preocupação de que os parques eólicos possam ter impactos na vida selvagem, os sistemas flutuantes podem estar localizados em áreas mais afastadas da costa, mitigando este risco.

5.1.1 Componentes de um parque eólico

Turbinas

As turbinas eólicas offshore utilizam um rotor de três pás conectado a uma nacele, que abriga o equipamento que traduz a energia rotacional do rotor em energia elétrica. Os fornecedores continuam a desenvolver novas turbinas maiores, mais confiáveis e mais fáceis de manter. Isso reduz custos e maximiza a produção de energia.

Existem benefícios significativos em turbinas maiores com rotores maiores. Estas reduzem o número de unidades que precisam de ser instaladas e mantidas e têm rendimentos mais elevados, ao capturar energia dos ventos em altitudes maiores em relação ao nível do mar. Na década de 2020, a capacidade das turbinas aumentará para pelo menos 17 MW e terão diâmetros de rotor superiores a 260 metros. Os desenvolvimentos técnicos provavelmente levarão a turbinas ainda maiores.

Fundações

A maioria dos parques eólicos offshore foram construídos em profundidades de água inferiores a 40 metros. A fundação de menor custo tem sido a monoestaca tubular de aço, cravada no fundo do mar. As maiores monoestacas podem ter massa de 1500 toneladas. Em águas mais profundas, as opções consistem em usar estruturas treliçadas, conhecidas como jaquetas, ou bases gravitacionais feitas principalmente de betão. As jaquetas podem usar menos aço que as monoestacas, mas são mais complexas de fabricar e instalar. As bases gravitacionais não têm sido amplamente utilizadas, mas podem tornar-se atraentes em alguns mercados. Em profundidades superiores a 60 metros, torna-se mais económico o uso de fundações flutuantes.

Sistema elétrico

Os parques eólicos offshore de grande escala necessitam de uma subestação para transformar tensões e reduzir perdas de transmissão. A maioria dos parques eólicos offshore utiliza transmissão de corrente alternada (alternating current AC). Porém, os parques eólicos a mais de 120 km da sua ligação à rede terrestre utilizam geralmente a transmissão de corrente contínua (direct current DC), a qual requer módulos conversores nas subestações offshore e onshore. A solução DC custa mais do que AC, mas é uma solução económica se o parque eólico tiver ventos de alta velocidade.

Cabos

Os cabos submarinos são fabricados com cobre ou alumínio e são protegidos por isolamento e blindagem. A maioria deles está enterrada no fundo do mar para reduzir o risco de danos.

5.1.2 Benefícios da energia eólica offshore

O desenvolvimento da energia renovável offshore impulsiona o crescimento económico, criando procura por uma vasta gama de componentes e de serviços, conduzindo a novos empregos e ao desenvolvimento económico local.

Os projetos eólicos offshore oferecem amplas oportunidades para a criação de valor na economia de um país, desenvolvendo novas cadeias de abastecimento nacionais e internacionais. Porém, o valor gerado a nível local reflete ainda maior importância, dado que o rendimento e o emprego podem ser maximizados através do aproveitamento das actividades económicas existentes, revitalizando

as comunidades portuárias e estimulando o investimento em áreas de produção, portos, navios, desenvolvimento de força de trabalho e em investigação. A educação e a formação devem estar em sintonia com as necessidades emergentes desta indústria, o que constitui uma oportunidade de desenvolvimento relevante.

Estima-se que um projeto eólico offshore de 500 MW cria diretamente 2,1 milhões de pessoas-dia de trabalho ou cerca de 10 000 pessoas-ano ao longo da sua vida¹¹². A distribuição dos recursos humanos necessários ao longo da cadeia de valor para o desenvolvimento de um projeto com esta capacidade, revela que 59% estão associados a atividades de fabrico e aprovisionamento (manufacturing and procurement); 24% com operação e manutenção (operation and maintenance); 11% com instalação e ligação à rede (installation and grid connection); 1% com planeamento e gestão de projeto (project planning); 0,1% com transporte marítimo; e 5% com o descomissionamento (decommissioning).

De acordo com o relatório Floating Offshore Wind, Risks to Project Development - People, Skills and Vocations¹¹³, publicado em 2022 pela Floating Offshore Wind Centre of Excellence (FOW CoE), um projeto eólico offshore flutuante de 510 MW, com vida útil de 30 anos, emprega 3653 pessoas em todas as fases de trabalho. Por este modelo, um objetivo de 10 GW, como o caso de Portugal, tem potencial para criar 36 530 postos de trabalho.

A energia eólica offshore pode ser construída em escala industrial. Tem emissões de carbono muito baixas, produz poucos poluentes atmosféricos e tem um consumo de água muito baixo. A energia eólica offshore apresenta ainda uma oportunidade para revitalizar cidades e comunidades costeiras, nas quais os novos investimentos podem regenerar áreas que anteriormente enfrentaram declínio económico. Pode ainda promover a transição justa dos trabalhadores de outros setores potencialmente em declínio, como a pesca e a exploração de petróleo e gás offshore.

Redução do preço da energia

O custo da energia eólica offshore tem vindo a cair ano após ano e, independentemente de variações pontuais, apresenta uma tendência a médio e

¹¹² <https://www.irena.org/publications/2018/May/Leveraging-Local-Capacity-for-Offshore-Wind>

¹¹³ <https://fowcoe.co.uk/industry-insights/reports/fow-coe-risks-to-project-development-people-skills-and-vocations/>

a longo prazo para se tornar mais barata do que a capacidade equivalente a partir de combustíveis fósseis.

Energia limpa com redução de emissões

104

Nos últimos 14 anos, a capacidade média das turbinas eólicas offshore cresceu de 2 MW para mais de 16 MW¹¹⁴ – as turbinas de 18 MW serão realidade em 2024¹¹⁵. O diâmetro das turbinas e respectivas pás cresceu de 60 para mais de 250 metros. O tamanho dos parques eólicos mudou de dezenas de MW para vários gigawatts – por exemplo, o projeto Hornsea One, de 1,2 GW, no Mar do Norte, foi concluído em 2020 e abastece mais de um milhão de residências. A energia produzida é limpa e praticamente livre de emissões de gases de efeito de estufa, contribuindo para a descarbonização do planeta e da economia.

Segurança energética

A energia eólica offshore preenche a capacidade necessária para compensar o abandono do consumo de recursos fósseis, apoiando a evolução para a neutralidade carbónica. A energia eólica offshore contribui ainda para reduzir a dependência de energia importada, sujeita a flutuações de preços significativas. Está também associada ao desenvolvimento da economia do hidrogénio verde e à produção de combustíveis alternativos a partir de energia limpa (power to X), apoiando a descarbonização de toda a produção de energia, e não apenas da eletricidade.

A energia eólica offshore contribui também para a estabilidade da rede, através da conexão a soluções de armazenamento de energia baseados em baterias. Esta solução é já utilizada em várias situações, sendo de destacar o projeto pioneiro da Equinor – a bateria Batwind¹¹⁶ de 1,34 MWh – que armazena o excesso de eletricidade gerada pelo primeiro parque eólico comercial flutuante do mundo, o Hywind Scotland¹¹⁷ de 30 MW, que iniciou operação em 2017.

Redução de poluição

Em comparação com a geração a partir de combustíveis fósseis, a energia eólica offshore ajuda a reduzir quantidades significativas de poluentes atmosféricos. O dióxido de enxofre (SO₂) e os óxidos de azoto (NO_x) são poluentes atmosféricos

¹¹⁴ <https://www.euronews.com/green/2023/09/07/world-record-wind-turbine-generates-enough-energy-in-a-day-to-power-170000-homes>

¹¹⁵ <https://news.cgtn.com/news/2023-11-12/World-s-largest-18-MW-offshore-wind-turbine-rolls-off-assembly-line-1oFWaJ9ZQnm/index.html>

¹¹⁶ <https://www.equinor.com/news/archive/26june2018-equinor-has-installed-batwind>

¹¹⁷ <https://www.equinor.com/energy/hywind-scotland>

agressivos para o ambiente e para a saúde das populações, desencadeando ataques de asma e outros problemas respiratórios. Os combustíveis fósseis libertam em média 1,1 toneladas de SO₂ e 0,7 toneladas de NO_x por cada GWh de eletricidade gerada. A sua substituição por energia limpa produzida a partir de energia eólica offshore, contribui para a poupança de milhões de euros em saúde pública.

Poupança de água

As tradicionais centrais térmicas necessitam de água para produzir electricidade e arrefecer os equipamentos de produção de energia. A produção de eletricidade a partir de combustíveis fósseis (carvão e gás) consome potencialmente, em média, 15 milhões de litros de água por GWh. A energia eólica offshore pode reduzir drasticamente o referido consumo de água, dada a natureza da sua tecnologia, contribuindo assim para a segurança hídrica.

5.1.3 Requisitos para o sucesso

A indústria da energia eólica offshore florescerá em ambientes onde as políticas e a regulamentação estejam alinhadas para atingir objetivos claros, reduzindo o risco e incentivando o investimento. O envolvimento das partes interessadas (stakeholders) é crucial ao longo de todo o processo.

Políticas estáveis e atrativas

O desenvolvimento de um parque eólico offshore pode prolongar-se – desde o início até à respetiva operação – por 8 ou mais anos, exigindo o estabelecimento de políticas de médio e longo prazo estáveis, proporcionando confiança aos investidores.

Deverão também ser estabelecidos quadros facilitadores que permitam (1) visibilidade sobre o futuro, oferecendo áreas de arrendamento (lease areas) suficientes e atraentes para o desenvolvimento; (2) processos de licenciamento claros, eficiente e abertos; e (3) um regime de compra de energia que reduza os riscos da exposição dos promotores à flutuação dos preços da energia a longo prazo, permitindo criar projetos mais competitivos e alcançar preços de energia mais baixos.

(1) Áreas de arrendamento suficientes e atraentes para desenvolvimento

As áreas de arrendamento devem oferecer espaço suficiente para construir parques eólicos onde o custo da energia seja baixo. Devem ainda ser estabelecidas diretrizes claras, sobre o que é esperado em termos de limitação do impacto no ambiente e interação com outros utilizadores do mar, permitindo que os desenvolvedores possam avaliar e prever o processo de licenciamento (permitting). Por fim, as áreas devem ser disponibilizadas em tempo útil.

Entre as possíveis abordagens para os processos de leasing e compra de energia, destacam-se o (1) **processo centralizado e de estágio único**, no qual o governo identifica locais específicos para parques eólicos e realiza trabalhos de desenvolvimento antecipados, a fim de reduzir o risco dos locais para os promotores, fornecendo informações suficientes para que estes possam estimar o valor de cada local. Normalmente, os promotores oferecem então um preço que estariam dispostos a aceitar pela energia produzida em cada local, sendo que o licitante com o preço mais baixo ganha o direito de desenvolver o local. A Dinamarca, a Alemanha e os Países Baixos utilizaram esta abordagem. A competição ocorre entre vários desenvolvedores que fazem lances para proteger um site a um determinado preço de energia.

Merece igual destaque o (2) **processo descentralizado em duas etapas**, no qual os desenvolvedores garantem um arrendamento por meio de um processo competitivo e, posteriormente, fazem lances num leilão de suporte de preço (price support auction). O Reino Unido, os EUA e a região de Taiwan são exemplos desta abordagem. A competição ocorre, portanto, entre desenvolvedores para assegurar cada área de arrendamento (sites) e, mais tarde, entre as várias áreas para garantir o suporte de preços. Uma boa oferta de áreas de arrendamento, garante que haja boa concorrência no leilão de suporte de preços.

(2) Processos de licenciamento simplificados

Todos ganham, quando se sabe o que se pretende alcançar e quando. Um processo de licenciamento claro permite antecipar eventuais obstáculos e impactos, antecipando a sua análise e discussão, contribuindo para que os projetos sejam construídos da maneira que melhor atenda às necessidades de todas as partes interessadas. Os promotores podem gastar mais de 100 milhões de euros antes que um projeto tenha todas as licenças necessárias para construir o parque eólico. Mesmo numa abordagem de locação centralizada, em que os governos podem realizar algumas das atividades de licenciamento antes do leilão,

os promotores necessitam frequentemente de licenças adicionais para a conceção específica do parque eólico.

(3) Redução do risco de exposição à flutuação dos preços da energia a longo prazo

107

A energia eólica offshore tem altos custos de capital (CAPEX) e baixos custos operacionais (OPEX). Por conseguinte, necessita de um investimento inicial significativo e de alguma forma de garantia de receitas, para que os custos de capital sejam recuperados. O custo de financiamento dos projetos depende dos riscos percebidos pelo credor. Se os governos reduzirem os riscos de investimento, estes custos serão mais baixos, assim como a fatura de energia paga pelo consumidor final.

Os governos podem desempenhar um papel importante na redução do risco de mercado dos promotores, através do estabelecimento de mecanismos de apoio. A produção de energia durante um longo período pode ser prevista com alguma precisão. Variações de curto prazo significam flutuações nas receitas, o que significa maior risco para os investidores. Os mecanismos de apoio que estabilizam as receitas por MWh podem levar a preços mais baixos em geral, devido à redução do risco. Os promotores poderão encarar a estabilidade de preços como uma compensação válida para receberem preços mais baixos pela electricidade que produzem.

Num mercado aberto de electricidade, normalmente o governo não compra energia directamente, adotando um mecanismo através do qual os produtores são reembolsados, quando o preço de mercado cai abaixo de um valor acordado. Os contratos por diferença (contract for difference CFD) estão a tornar-se populares, nos quais o oposto também acontece – o produtor paga ao governo se o preço de mercado ultrapassar um preço (strike price) acordado. Em mercados menos abertos ou onde a indústria eléctrica é estatal, é mais comum que os promotores recebam um preço fixo através de um contrato de compra de energia (power purchase agreement PPA). Os preços de mercado também podem ser aumentados através de créditos fiscais. As garantias de origem (guarantees of origin GO) para energias renováveis, também podem ser um mecanismo para permitir que a energia eólica offshore alcance um preço diferenciado.

Investimentos estratégicos em infraestruturas

Portos

O desenvolvimento de instalações portuárias é uma parte importante e fundamental, para o planeamento estratégico a longo prazo de projetos eólicos

offshore, assegurando as infraestruturas que apoiam as necessidades de produção (manufacturing), montagem de grandes componentes (construction), transporte (transport) e operação (operation). Uma boa infraestrutura portuária reduz os custos e riscos dos projetos.

Existem três tipos principais de portos eólicos offshore – fabrico, construção e operação. Um **porto de fabrico** inclui instalações de produção de componentes que não podem ser facilmente transportados por estrada ou por outros meios. Estes componentes incluem as nacelles de turbinas montadas (cabins que abrigam todos os equipamentos mecânicos, eletrónicos e eléctricos necessários ao funcionamento da turbina); pás de turbinas; torres de turbinas; fundações; subestações offshore; e cabos submarinos. As instalações de produção não necessitam de estar localizadas no cais, mas necessitam de acesso irrestrito ao mesmo e de áreas de armazenamento significativas. Uma instalação de produção é um investimento de longo prazo e os fornecedores procuram contratos de arrendamento por 10 ou mais anos.

Um **porto de construção** inclui instalações onde os componentes são pré-montados e armazenados, antes de expedidos para as embarcações de instalação offshore. São importantes para garantir um cronograma de construção eficiente, sendo frequentemente utilizados durante dois anos para a implantação de um projeto à escala comercial.

Um **porto de operação** é a base a partir da qual o parque eólico offshore é operado, mantido e atendido. As especificações são menos exigentes, dependendo dos tipos de embarcações utilizadas para a manutenção e serviço do parque eólico. Para minimizar os custos logísticos, o porto de operação é muitas vezes o porto mais próximo do parque eólico.

Rede de distribuição eléctrica

Os parques eólicos offshore podem ser construídos perto dos centros populacionais, mas poderá ainda ser necessário investimento e tempo de planeamento, para ligar o parque eólico à rede eléctrica em terra. Os grandes centros de procura costeiros podem ser abastecidos por energia eólica offshore, sem a adição de longas ligações à rede eléctrica em terra. Porém, para que a energia eólica offshore desempenhe um papel importante no mix energético de um país, a eletricidade deve ser transmitida aos locais de procura, sendo essenciais novas infraestruturas de rede.

Tradicionalmente, as redes de distribuição elétrica foram desenvolvidas para transferir energia para os centros de procura, sendo esta produzida em centrais eléctricas de combustíveis fósseis. No caso da energia eólica offshore, as redes precisam de ser adaptadas a um sistema de geração de energia diferente, cuja produção varia de acordo com o clima e que se encontra em locais remotos. Este processo de adaptação exige planeamento estratégico e pode estender-se por vários anos. Podem ainda ser incorporadas soluções de armazenamento de energia (sistemas de baterias elétricas; baterias de água; outras) e sistemas alternativos de armazenamento e transporte da mesma, por exemplo, através do hidrogénio.

Os investidores valorizam regulamentações robustas, que estabeleçam as responsabilidades dos proprietários da distribuição de energia elétrica, sendo necessária uma análise aprofundada, para garantir que o sistema de rede seja desenvolvido e concebido, para manter o equilíbrio contínuo entre a oferta e a procura. Os investidores precisam de garantias de que existe procura suficiente para absorver a energia que irá ser produzida.

Localização adequada

A localização de parques eólicos offshore exige a ponderação de, pelo menos, três fatores estratégicos – vento, distância da costa, e profundidade do fundo do mar. O **recurso eólico** (vento), desempenha um papel significativo em qualquer situação de investimento em parques eólicos offshore – velocidades mais elevadas do vento geram maior produção de energia. A maior parte do desenvolvimento de parques eólicos offshore tem-se verificado em locais com velocidades médias de vento de 9 m/s ou superiores, a uma altura de 100 metros acima do nível médio da água do mar. Nos próximos anos, locais com velocidades médias de vento de 7 m/s tornar-se-ão comercialmente atrativos, através do desenvolvimento de novas turbinas e da redução de custos em toda a cadeia de abastecimento.

O fator **distância da costa** implica que os desenvolvimentos mais distantes do litoral são mais caros, devido aos custos mais elevados de logística e transmissão. Porém, podem ser viáveis economicamente, dado terem acesso a velocidades de vento mais elevadas. A rápida redução de custos da tecnologia eólica flutuante e de corrente contínua de alta tensão (high voltage direct current HVDC) permitirão o aumento da distância. A maioria dos parques eólicos foram construídos num raio de 100 km, mas está já prevista a construção de parques eólicos a mais de 150 km da costa.

A **profundidade do fundo do mar** tem também sido um fator limitativo, dado que os parques eólicos fixos ao fundo mar são geralmente limitados a profundidades inferiores a 60 metros. Porém, a indústria eólica offshore está a dar largos passos para desenvolver parques eólicos flutuantes, que podem aceder a bons recursos eólicos em águas mais profundas, até 1000 metros.

Instituições com recursos

Os governos podem facilitar o alcance dos seus objetivos para a energia eólica offshore, se tomarem decisões robustas e oportunas sobre o arrendamento de áreas; o licenciamento de projetos; e o estabelecimento de acordos ou contratos de compra e venda de energia de longo prazo, realizados entre desenvolvedores de energia renovável e consumidores (power purchase agreement PPA).

São necessários recursos suficientes para as instituições envolvidas no planeamento de espaço marítimo; na gestão ambiental; no arrendamento de locais; na concessão de licenças; e no fornecimento de mecanismos de apoio ao mercado. Estas instituições devem criar um ambiente de confiança, no qual as empresas podem decidir investimentos e os governos podem ter confiança de que os objectivos políticos irão ser alcançados. Adicionalmente, os processos de autorização ou consentimento claros, transparentes e oportunos, apoiarão as decisões de investimento dos promotores e investidores.

Porém, não são apenas as organizações diretamente envolvidas no apoio à indústria eólica offshore que necessitam de recursos. Os parques eólicos offshore também têm implicações para a proteção militar, aeronáutica e ambiental. Todas as organizações que necessitam de ser consultadas devem beneficiar de recursos suficientes para desenvolver uma boa compreensão das questões, a fim de processar pedidos de energia eólica offshore.

Comunidades locais informadas e participativas

As vozes dos indivíduos e das organizações afetadas pelos parques eólicos offshore devem ser ouvidas, sendo vital que a indústria se envolva com as comunidades e as empresas. Os governos devem fornecer um canal para estas vozes e a indústria participará de forma proativa. O processo de envolvimento das partes interessadas deve começar antes do desenvolvimento dos projetos, tendo início na fase de ordenamento do espaço marítimo.

Sem qualquer dúvida, os parques eólicos offshore representam grandes desenvolvimentos industriais e afetam a vida das pessoas e o ambiente. É correcto que a indústria informe o público sobre os seus planos e os potenciais

impactos – bons ou maus. Uma parte fundamental do envolvimento consiste em partilhar os benefícios da energia eólica offshore – através da redução de emissões de carbono; da criação de emprego; e do potencial de desenvolvimento económico; entre outras medidas específicas.

5.1.4 Criação de emprego

A indústria de energia eólica offshore apresenta um elevado potencial para a criação de novos empregos e para a transição de carreiras, contribuindo para o desenvolvimento de novas competências e recursos associados.

Para que os empregos proporcionem trabalho a longo prazo, é fundamental que exista continuidade de projetos e que as cadeias de abastecimento sejam sustentáveis. As operações de produção e instalação de um determinado projeto duram um curto período, normalmente com um pico num período de três anos. Cerca de três quartos dos empregos estão relacionados com o aprovisionamento, produção e instalação dos parques eólicos (manufacturing, procurement, installation); e cerca de um quarto com a operação dos mesmos. Os empregos durante a operação do parque eólico duram toda a sua vida útil, que pode ser de 25 anos ou mais, proporcionando grande estabilidade à medida que mais e mais projetos entram em operação. Por esta razão, a fase de operação de parques eólicos é a maior fonte de novos empregos locais.

Porém, o crescimento da indústria global cria emprego em diferentes locais, proporcionando soluções de mobilidade e aumentando as oportunidades profissionais. Por esta razão, em termos de emprego, é fundamental olhar para além dos parques eólicos que estão a ser construídos a nível local.

As cadeias de abastecimento devem ser competitivas. A criação de clusters locais desempenha um papel vital no seu desenvolvimento. Componentes como as pás, torres e fundações serão provavelmente produzidas localmente por que o seu transporte é caro e por que não possuem cadeias de abastecimento complexas. Em contraste, as nacelles das turbinas têm centenas de componentes, pelo que uma nova fábrica de montagem é uma decisão estratégica importante para um fornecedor. Porém, as cadeias de abastecimento podem desenvolver-se e apresentar um aumento gradual na dimensão dos projetos e do emprego gerado, sustentado pela aprendizagem desenvolvida e sustentada pela força de trabalho local.

Os parques eólicos offshore criam empregos de elevado valor, muitas vezes em zonas desfavorecidas, requalificando trabalhadores de outros setores. O petróleo e o gás offshore, assim como a construção naval, possuem competências transferíveis significativas, mas outros setores também têm muito a oferecer. Por exemplo, ex-militares têm frequentemente valiosas competências técnicas e de gestão de projeto. A indústria da energia eólica offshore cria empregos de alta tecnologia em áreas como a digitalização e a ciência dos materiais, valorizando o estabelecimento de parcerias com universidades e empresas para o desenvolvimento de novas tecnologias. Adicionalmente, estimula o investimento na educação e formação locais, o que pode trazer benefícios para outras indústrias, que necessitam de uma mão-de-obra técnica qualificada.

5.2. DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS

5.2.1 Ciclo de vida da energia eólica offshore

A vida útil de um parque eólico offshore pode ser superior a 25 anos, desde o trabalho inicial de projeto até ao descomissionamento. De forma resumida, este ciclo inclui quatro etapas:

- Planeamento e desenvolvimento (development);
- Construção e instalação (construction and installation);
- Operação e manutenção (operation and maintenance); e
- Descomissionamento (decommissioning).

Fase de planeamento e desenvolvimento

Antes de um parque eólico offshore ser construído, o promotor (developer) deve obter os direitos sobre o local; assegurar as licenças relevantes; acordar uma ligação à rede de distribuição elétrica; projetar o parque eólico; realizar aprovisionamentos; e garantir um acordo de compra (offtake agreement) entre o produtor de energia e um comprador. A experiência até à data mostra que a fase de desenvolvimento pode demorar seis ou mais anos.

É difícil encurtar este período por vários motivos. Muitas vezes são necessários dois anos de recolha de dados no local, para avaliar os impactos ambientais do projeto e, com o número de partes interessadas envolvidas, os organismos de autorização podem levar dois anos para tomar uma decisão informada. Adicionalmente, os parques eólicos offshore são complexos e o projeto final das

fundações e do sistema de transmissão só é possível após a seleção de um modelo de turbina. Somente quando o projeto de transmissão for finalizado e uma decisão final de investimento for tomada, a construção da subestação offshore poderá começar. Muitas vezes, é necessário um reforço da rede local e a ligação à rede pode tornar-se um processo demorado. Para novos mercados o processo pode demorar ainda mais tempo, enquanto as organizações capacitam as pessoas e se tornam mais eficientes.

Fase de construção e instalação

A construção de um parque eólico offshore envolve muitas tarefas complexas, realizadas por vezes em grandes áreas. Isto representa riscos porque o impacto de um único problema é ampliado muitas vezes, mas também significa que a indústria pode aprender rapidamente.

A construção de parques eólicos começa muitas vezes com o sistema de transmissão, sendo vital que, uma vez gerada, a energia possa ser exportada para a rede de distribuição elétrica. Para um parque eólico com estruturas fixas ao fundo do mar, são primeiro instaladas as fundações das torres, seguidas dos cabos do conjunto (que ligam as turbinas entre si e a subestação offshore) e, finalmente, as turbinas. A montagem final das turbinas é realizada geralmente em offshore, com a torre, a nacelle e cada uma das três pás adicionadas em sequência. Para os trabalhos de instalação são normalmente utilizados navios especializados (construction/commissioning service operation vessels CSOV). Os CSOV são embarcações de operação de serviços de comissionamento¹¹⁸, normalmente atendendo ao segmento de construção e instalação.

No caso dos parques eólicos flutuantes, as turbinas são normalmente montadas diretamente nas fundações flutuantes ainda em terra, e rebocadas depois para o local de operação permanente.

As condições offshore são desafiadoras e o clima desempenha um papel crítico na forma como o parque eólico é instalado. No entanto, tem-se verificado um investimento significativo em embarcações e equipamentos, para minimizar atrasos devido às condições meteorológicas e aumentar a segurança das operações.

¹¹⁸ Comissionamento é o processo de assegurar que os sistemas e componentes de uma unidade industrial estejam projetados, instalados, testados, operados e mantidos de acordo com as necessidades e requisitos operacionais do proprietário.

Fase de operação e manutenção

As atividades de operação e manutenção (O&M) de um parque eólico podem ser realizadas em terra ou no mar. Se um parque eólico estiver a cerca de 40 milhas náuticas do porto (cerca de 75 km), normalmente os serviços envolvem técnicos que se deslocam diariamente para o parque eólico, utilizando navios de transferência de tripulação (crew transfer vessels CTV). A base de O&M geralmente fica no porto adequado mais próximo e possui escritórios, oficinas, armazenamento e cais para navios.

Para distâncias superiores a 40 milhas náuticas, geralmente faz sentido utilizar uma embarcação de operação de serviço (service operation vessel SOV)¹¹⁹, com acomodação para até 60 técnicos, além de oficinas, peças de reposição e consumíveis. Os SOV são navios que normalmente atendem à fase de operação e manutenção dos parques eólicos, podendo permanecer no mar durante duas semanas de cada vez. Um parque eólico servido por embarcações SOV possui também uma base em terra, que funciona como sede do projeto, com instalações para atender o SOV quando este chega ao porto.

A O&M é dividida em atividades planeadas e não planeadas, sendo alcançado um equilíbrio entre a redução de despesas e a maximização do rendimento energético do parque eólico. As atividades planeadas consistem em inspeções diárias das turbinas, bem como trocas periódicas de peças desgastadas e campanhas de inspeção de fundações e cabos. As atividades não planeadas dão resposta a pequenas falhas, tratada pela força de trabalho dedicada do parque eólico. As grandes reparações normalmente requerem trabalhadores e embarcações especializadas. A utilização de sistemas de monitorização de condições permite que os proprietários de parques eólicos antecipem falhas e possam tomar medidas corretivas.

Fase de descomissionamento

Os parques eólicos offshore são concebidos para uma vida útil de 25 anos e, em muitos casos, os proprietários planeiam que o parque eólico continue a funcionar para além deste período. Se o parque eólico deixar de ser económico, o proprietário irá desactivar o mesmo. Tanto quanto possível é reutilizado ou reciclado, cumprindo as obrigações ambientais definidas antes da sua

¹¹⁹ O SOV funciona como navio-mãe para técnicos de turbinas eólicas que realizam trabalhos de manutenção e serviços em parques eólicos offshore, enquanto o CSOV é projetado para apoiar trabalhos de comissionamento durante a construção de parques eólicos offshore, bem como as suas operações de manutenção.

construção. O proprietário pode optar por “repotenciar” o parque eólico com turbinas modernas. Porém, neste caso, pouca da infraestrutura original é adequada para reutilização.

De acordo com o relatório The Power of Our Ocean Report¹²⁰, publicado em 2020 pela The Ocean Renewable Energy Action Coalition (OREAC), iniciativa liderada pela The Global Wind Energy Council (GWEC), o cronograma de um projeto eólico offshore apresenta as seguintes fases e temporizações:

115

Leasing (planeamento) – 2 anos

- Determinar a localização dos parques eólicos
- Planeamento ambiental e espacial
- Layout inicial do site

Permitting (permissões / licenciamento) – 3 anos

- Pesquisas iniciais no local
- Licenças de rede e construção
- Layout do site
- Projeto de engenharia inicial

Detailed design (projeto detalhado) – 2 anos

- Projeto detalhado
- Seleção de fornecedores
- Decisão final sobre construção através de leilões ou PPAs

Installation (instalação) – 2 anos

- Fabrico e pré-montagem de componentes
- Construção onshore e offshore
- Comissionamento de parque eólico

Operation (operação e manutenção) – 25+ anos

- Manutenção e serviços planeados

¹²⁰ <https://gwec.net/wp-content/uploads/2020/12/OREAC-The-Power-of-Our-Ocean-Dec-2020-2.pdf>

- Manutenção não planeada
- Logística
- Gestão de ativos

116

Decommissioning (descomissionamento) – 2 anos

- Remoção de ativos

5.2.2 Desenvolvimento de parques eólicos offshore

O desenvolvimento de parques eólicos offshore é um processo complexo, com várias fases, cada uma delas incluindo diferentes atividades e envolvendo serviços e profissionais especializados. Em 2019, a [ORE Catapult](#) publicou um valioso [guia online focado no desenvolvimento de parques eólicos offshore](#)¹²¹, no qual desenvolveu uma [estrutura clarificadora](#)¹²², que se reproduz aqui parcialmente. Quando relevante, para cada elemento do parque eólico, este guia interativo abrange:

Função – O que o componente ou serviço faz;

Quanto custa – São apresentados valores típicos para cada atividade, reconhecendo que pode existir uma grande variação nos preços de qualquer elemento, devido a prazos específicos ou questões locais, taxas de câmbio, concorrência e condições de contratação;

Quem os fornece – É apresentada uma lista de fornecedores indicativa e não exaustiva, de fornecedores com capacidade comprovada;

O que inclui – São listados os subcomponentes/serviços descritos em outras partes do guia ou componentes/materiais/processos padrão usados em diversos setores.

Os textos são apresentados no formato original para evitar traduções ou interpretação incorreta.

P - DEVELOPMENT AND PROJECT MANAGEMENT

P.1 Development and consenting services

P.1.1 Environmental impact assessments

¹²¹ <https://guidetoanoffshorewindfarm.com/lifecycle>

¹²² <https://guidetoanoffshorewindfarm.com/guide>

P.2 Environmental surveys

P.2.1 Benthic environmental surveys

P.2.2 Fish and shellfish surveys

P.2.3 Ornithological environmental surveys

P.2.4 Marine mammal environmental surveys

P.2.4.1 Offshore ornithological and mammal surveying vessels and craft

P.2.5 Onshore environmental surveys

P.2.6 Human impact studies

P.3 Resource and metocean assessment

P.3.1 Structure

P.3.2 Sensors

P.3.3 Maintenance

P.4 Geological and hydrographical surveys

P.4.1 Geophysical surveys

P.4.1.1 Geophysical survey vessels

P.4.2 Geotechnical surveys

P.4.2.1 Geotechnical survey vessels

P.4.3 Hydrographic surveys

P.5 Engineering and consultancy

T - WIND TURBINE

T Wind turbine

T.1 Nacelle

T.1.1 Bedplate

T.1.2 Main bearing

T.1.3 Main shaft

T.1.4 Gearbox

T.1.5 Generator

T.1.6 Power take-off

T.1.7 Control system

T.1.8 Yaw system

T.1.9 Yaw bearing

T.1.10 Nacelle auxiliary systems

T.1.11 Nacelle cover

T.1.12 Small engineering components

T.1.13 Structural fasteners

T.1.14 Condition monitoring system

- T.2 Rotor
 - T.2.1 Blades
 - T.2.1.1 Structural composite materials
 - T.2.1.2 Blade root
 - T.2.1.3 Environmental protection
 - T.2.2 Hub casting
 - T.2.3 Blade bearings
 - T.2.4 Pitch system
 - T.2.4.1 Hydraulic pitch system
 - T.2.4.2 Electric pitch system
 - T.2.5 Spinner
 - T.2.6 Rotor auxiliary systems
 - T.2.7 Fabricated steel components
- T.3 Tower
 - T.3.1 Steel
 - T.3.2 Tower internals
 - T.3.2.1 Personnel access and survival equipment
 - T.3.2.2 Tuned damper
 - T.3.2.3 Electrical system
 - T.3.2.4 Tower internal lighting
 - T.3.2.5 Coatings

B - BALANCE OF PLANT

- B Balance of plant
 - B.1 Cables
 - B.1.1 Export cable
 - B.1.1.1 Cable core
 - B.1.1.2 Cable outer
 - B.1.1.3 Cable accessories
 - B.1.1.4 Cable jointing and testing
 - B.1.2 Array cable
 - B.1.3 Cable protection
 - B.2 Turbine foundation
 - B.2.1 Monopile
 - B.2.2 Jacket
 - B.2.3 Transition piece

B.2.3.1 Crew access system and work platform

B.2.3.2 Internal platforms

B.2.3.3 Davit crane

B.2.3.4 J-tubes, I-tube or monopile entry point

B.2.4 Corrosion protection

B.2.5 Scour protection

B.3 Offshore substation

B.3.1 Electrical system

B.3.1.1 HVAC system

B.3.1.2 HVDC system

B.3.2 Facilities

B.3.3 Structure

B.4 Onshore substation

B.4.1 Buildings, access and security

B.5 Operations base

I - INSTALLATION AND COMMISSIONING

I Installation and commissioning

I.1 Foundation installation

I.1.1 Foundation installation vessel

I.1.1.1 Foundation handling equipment

I.1.1.2 Foundation installation equipment

I.1.1.3 Sea fastenings

I.2 Offshore substation installation

I.2.1 Substation installation vessel

I.3 Onshore substation construction

I.4 Onshore export cable installation

I.5 Offshore cable installation

I.5.1 Cable-laying vessel

I.5.1.1 ROV

I.5.1.2 Cable-handling equipment

I.5.2 Cable burial

I.5.2.1 Cable burial vessel

I.5.2.2 Cable plough

- I.5.2.3 Trenching ROV
- I.5.2.4 Vertical injector and jetting sled
- I.5.3 Cable pull-in
- I.5.4 Electrical testing and termination
- I.6 Turbine installation
 - I.6.1 Turbine installation vessel
 - I.6.1.1 Turbine handling equipment and sea fastenings
 - I.6.2 Commissioning
- I.7 Construction port
- I.8 Offshore logistics
 - I.8.1 Sea-based support
 - I.8.2 Marine coordination
 - I.8.3 Weather forecasting and metocean data

O - OPERATION, MAINTENANCE AND SERVICE

- O Operation, maintenance and service
 - O.1 Operations
 - O.1.1 Training
 - O.1.2 Onshore logistics
 - O.1.3 Offshore logistics
 - O.1.3.1 Crew transfer vessels
 - O.1.3.2 Service operation vessels
 - O.1.3.3 Turbine access systems
 - O.1.3.4 Helicopters
 - O.1.4 Health and safety inspections
 - O.1.4.1 Health and safety equipment
 - O.2 Maintenance and service
 - O.2.1 Turbine maintenance and service
 - O.2.1.1 Blade inspection and repair
 - O.2.1.1.1 Unmanned aerial vehicle
 - O.2.1.2 Main component refurbishment, replacement and repair
 - O.2.1.2.1 Large component repair vessel
 - O.2.2 Balance of plant maintenance and service
 - O.2.2.1 Foundation inspection and repair
 - O.2.2.1.1 Remotely operated vehicle
 - O.2.2.1.2 Autonomous underwater vehicle

- O.2.2.2 Cable inspection and repair
- O.2.2.3 Scour monitoring and management
- O.2.2.4 Substation maintenance and service

D - DECOMMISSIONING

121

D Decommissioning

- D.1 Turbine decommissioning
- D.2 Foundation decommissioning
- D.3 Cable decommissioning
- D.4 Substation decommissioning
- D.5 Decommissioning port
- D.6 Reuse, recycling or disposal

Para ilustrar a extraordinária riqueza de conteúdos partilhados nesta plataforma, reproduz-se de seguida o texto de uma atividade e de uma sub-atividade. Os textos são apresentados no idioma original.

P.1 Development and consenting services

Function

Development and consenting covers the work needed to secure consent and manage the development process through to financial close.

What it costs

About £50 million for a 1GW wind farm. This includes environmental impact assessments plus staff costs and other subcontractor work (neither of these itemised in sections below).

Who supplies them

Development services are led by the developer's special purpose vehicle (SPV), which manages the development process and subcontracts work to a range of specialist consultancies. The SPV is a legal entity, which invests in and owns the wind farm project.

Key facts

Developers typically set up a SPV for a wind farm. Should the project advance to construction, the SPV will continue to operate for the duration of the wind farm's

life. If the SPV is a joint venture between two or more developers, it is likely that the development team will be based in stand-alone offices to manage confidentiality.

The SPV provides a structure to enable external investment, although this investment is most likely to take place at final investment decision (FID) or post construction. In the UK, the SPV manages the design of the wind farm and secures consent for the wind farm and transmission assets.

122

An early formal step in the consenting process is the production of a scoping report, the purpose of which is to scope the level of impact on various receptors in order to properly define the required assessment process and methodologies, and to ensure the environmental impact assessment (EIA) focuses on those impacts that may lead to substantial effects. It also provides an early opinion from the planning authorities to help shape and focus the development activity.

Developers will aim to secure planning consent while retaining as much design flexibility as they can. A particular risk for developers is specifying a specific foundation solution or a maximum turbine size, which may prove to be restrictive at the point of procurement and require the developer to request variations to the consent order.

With too much design flexibility, the environmental impacts become less certain and more complex to analyse, which may be deemed undesirable by the consenting authorities. The range of options included in the proposed design is known as the design envelope, which includes a clear upper and lower bound on the scale of the project for example in terms of tip height.

Developers need to undertake an environmental impact assessment (EIA), which describes the potential impacts with regards to a wide range of environmental factors. The environmental statement is based on a number of detailed analyses. Most offshore wind developers have a predominantly in-house development management capability, with specialist work being outsourced. Specialist suppliers will often second employees into the developer's team for the duration of the development phase.

Throughout the development process, developers are obliged to seek the views of a number of statutory consultees. These include a wide range of government appointed consultees and authorities, affected local authorities and those that have an interest in the land affected. Non-statutory consultees with specific

interests in the development are also likely to be consulted (such as Royal Society for the Protection of Birds RSPB).

Developers will also seek the views of local communities as part of this process and hold a series of public information and consultation events.

123

Supporting the work will be a range of specialist consultants, covering engineering design, legal issues, land use, environmental and stakeholder relations.

What's in it

P.1.1 Environmental impact assessments

Function

An EIA assesses the potential impact of the proposed development on the physical, biological, and human environment during the construction, operation and decommissioning of the wind farm.

What it costs

About £8 million for a 1GW wind farm.

Who supplies them

EIA suppliers include AECOM, ERM (KKR), GoBe, Intertek, Natural Power (Fred. Olsen), Royal Haskoning, RPS, SLR and Xodus.

Key facts

Based on European Legislation, certain projects, such as large offshore wind farms, are required to carry out an EIA. The most recent EIA regulations specify that the assessment must consider impacts on human health, climate change and biodiversity. To determine the impacts, a full suite of environmental surveys is undertaken.

After assessing the potential impacts, mitigation measures are defined and applied, to determine the residual effects associated with the development. A core part of the EIA is the Cumulative Impact Assessment (CIA) where the development's impacts combined with those impacts from other foreseeable projects are assessed. The EIA is used to inform the Environmental Statement (ES) (or EIA Report), which forms the core documentary evidence that is submitted to support a consent application.

Consultation with statutory consultees, special interest groups and the local community is performed throughout the EIA process and allows the consenting authority as well as other stakeholders and the public to voice their opinion and concerns. The EIA process can take up to three years to complete, with the main driver being the length of time it takes to complete the required environmental survey work.

Under the Habitats Directive and the Conservation of Habitats and Species Regulations 2010 (as amended), developers should consider the potential effects on protected habitats. If the development is likely to affect a designated European site, the developer must provide a report with the application showing the designated European site that may be affected together with sufficient information to enable the decision maker to make an appropriate assessment, if required. A Habitat Regulations Appraisal (HRA) is performed as an integral part of an EIA to ensure that a project conforms to The Conservation of Habitats and Species Regulations (2010).

What's in it

- . Scoping
- . Assessment
- . Site-specific impacts
- . Mitigation
- . Residual impacts
- . Environmental Statement
- . Habitat regulations assessment

Em 2023, a [ORE Catapult](#) publicou um valioso [guia online focado no desenvolvimento de parques eólicos offshore flutuantes](#)¹²³, no qual apresenta – de forma extraordinariamente detalhada – as particularidades deste tipo de instalação.

5.2.3 Cadeia de valor da energia eólica offshore

Como referido previamente, a cadeia de valor da energia renovável marítima inclui, pelo menos, sete setores que se apresentam de seguida.

¹²³ <https://guidetofloatingoffshorewind.com/>

Entidades de conhecimento: escolas, centros de formação, universidades e centros de investigação e desenvolvimento tecnológico, em particular os especializados em energia e engenharia mecânica e marítima;

Promotores: entidades responsáveis pela promoção, titularidade e construção de instalações energéticas, incluindo as atividades de elaboração de projetos, análises socioeconómicas, estudos de impacto ambiental, engenharia, obras civis e logística;

Projeto e fabrico de equipamentos: empresas e entidades especializadas na conceção e fabrico de equipamentos e sistemas, incluindo aerogeradores (ou componentes), torres, fundações, ligação à rede elétrica, subestações offshore, telecomando e comando;

Equipamentos marítimos e serviços: atividades de projeto e construção de navios especializados para instalação de equipamentos (installation vessels) e outras embarcações auxiliares para serviços de inspeção e manutenção (service vessels), serviços de transporte marítimo e de apoio (rebocadores, segurança marítima, etc.);

Instalação de equipamentos: atividades de instalação dos parques de energia ou dispositivos, englobando serviços de transporte e instalação de cabos submarinos, aerogeradores e fundações, subestações offshore, obras civis ao largo e serviços relacionados;

Operação e manutenção: atividades de operação e controlo de parques energéticos, serviços meteorológicos, manutenção e reparação eletromecânica, serviços auxiliares das atividades de operação e manutenção, transporte de materiais e de pessoas, reciclagem e desmontagem de estruturas;

Instalações portuárias: alguns portos terão necessidade de ser modernizados (atualização ou expansão), tendo em conta o seu papel transversal de apoio a todas as atividades relacionadas com a energia renovável marítima, adequando-se à montagem, fabrico e manutenção de equipamentos de energia offshore e aos serviços relacionados.

5.2.4 Fornecedores de equipamentos e serviços

O desenvolvimento de um parque eólico offshore exige a contratação de vários serviços e a aquisição de equipamentos especializados. A cadeia de fornecedores

da indústria da energia eólica offshore inclui empresas especializadas em várias áreas:

- Desenvolvimento e gestão de projetos;
- Aerogeradores;
- Componentes de suporte e sistemas auxiliares;
- Instalação e comissionamento;
- Operação, manutenção e serviço;
- Descomissionamento; e
- Equipamentos e serviços transversais.

126

Desenvolvimento e gestão de projetos

O desenvolvimento e gestão de projetos de parques eólicos inclui atividades de pesquisa, com a execução de vários levantamentos e estudos; o envolvimento de partes interessadas; a solicitação de permissões e licenças; e a aquisição e gestão de projetos; até ao respetivo comissionamento.

Aerogeradores (turbinas eólicas)

O aerogerador inclui o fornecimento do rotor (incluindo pás); da nacelle (estrutura que contém o gerador, engrenagens e controlo); e da torre.

Componentes de suporte e sistemas auxiliares (balance of plant)

Esta área inclui o fornecimento de fundações, cabos e subestações offshore e onshore. A fundação é a estrutura entre o fundo do mar e a torre do aerogerador; os cabos da matriz conectam os aerogeradores entre si e à subestação offshore; os cabos de exportação conectam as subestações onshore e offshore. A subestação offshore transforma e transfere a energia coletada pelos aerogeradores. A subestação terrestre faz a interface entre o parque eólico e a rede de energia terrestre.

Instalação e comissionamento

As atividades de instalação são baseadas nas áreas portuárias de suporte à construção; e no local de implantação do parque eólico, sendo utilizadas vários tipos de embarcações nas operações realizadas. Incluem-se, nesta fase, a instalação de aerogeradores e respetivas fundações; a instalação de cabos; e os serviços de suporte à instalação.

Operação, manutenção e serviço

A operação, manutenção e serviço (OMS) inclui as operações diárias do parque eólico; a manutenção programada dos aerogeradores; as intervenções não programadas em resposta a eventos ou falhas; as reparações no local; a substituição de componentes; e a logística de manutenção e serviços.

Descomissionamento

À medida que os aerogeradores chegam ao fim da sua vida natural, o promotor decidirá se desativa ou renova a potenciação com novos aerogeradores. Se forem realimentados, o ciclo recomeça.

Equipamentos e serviços transversais

O desenvolvimento de um parque eólico offshore exige ainda a contratação de vários serviços adicionais, incluindo a formação e certificação de profissionais. Exige também a aquisição de vestuário específico e equipamentos de segurança; entre outros.

5.2.5 Estatística e fontes de informação

Apresenta-se, de seguida, uma seleção de fontes de informação – estatística, económica e técnica – relacionadas com a energia eólica offshore, atualizada e mantida por entidades reconhecidas.

ACP American Clean Power Association

<https://cleanpower.org/>

7 Myths About Offshore Wind and Commercial Fishing

<https://cleanpower.org/resources/myth-fact-osw-fishing/>

Offshore Wind and Commercial Fishing: Co-Existence FAQs

<https://cleanpower.org/resources/offshore-wind-and-commercial-fishing-co-existence-faqs/>

CATAPULT Offshore Renewable Energy

<https://ore.catapult.org.uk/>

Guide to an Offshore Wind Farm

<https://guidetoanoffshorewindfarm.com/>

Guide to a Floating Offshore Wind Farm

<https://guidetofloatingoffshorewind.com/>

DGEG Direção-Geral de Energia e Geologia

<https://www.dgeg.gov.pt/>

Energia Eólica offshore

<https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/energia-eolica-off-shore/>

Implantação em Portugal

<https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/energia-eolica-off-shore/implantacao-em-portugal/>

Apoios nacionais

<https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/energia-eolica-off-shore/apoios-nacionais/>

DNV

Floating Wind: Turning Ambition into Action

<https://www.dnv.com/focus-areas/floating-offshore-wind/floating-wind-turning-ambition-into-action.html>

EDP Offshore Wind

<https://www.edp.com/en/edp-stories/offshore-wind>

Eurobserv-er

Wind energy barometer 2023

<https://www.eurobserv-er.org/category/all-wind-energy-barometers/>

LNEG Laboratório Nacional de Energia e Geologia

<https://www.lneg.pt/>

Energia Eólica e dos Oceanos

<https://www.lneg.pt/area/energia/energias-renovaveis/energia-eolica-e-dos-oceanos/>

GWEC Global Wind Energy Council

<https://gwec.net/>

Global Offshore Wind Report 2023

<https://gwec.net/gwecs-global-offshore-wind-report-2023/>

Global Wind Workforce Outlook 2023-2027

<https://gwec.net/global-wind-workforce-outlook-2023-2027-pr/>

GWEC - OREAC The Ocean Renewable Energy Action Coalition

<https://gwec.net/oreac/>

The Power of Our Ocean Report

<https://gwec.net/wp-content/uploads/2020/12/OREAC-The-Power-of-Our-Ocean-Dec-2020-2.pdf>

IRENA International Renewable Energy Agency

<https://www.irena.org/>

Statistics Data

<https://www.irena.org/Data>

Renewable Generation Technology

<https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/>

Renewable energy and jobs: Annual review 2023

<https://www.irena.org/Publications/2023/Sep/Renewable-energy-and-jobs-Annual-review-2023>

OWS Offshore Wind Scotland

<https://www.offshorewindscotland.org.uk/>

SOWEC Scottish Offshore Wind Energy Council

<https://www.offshorewindscotland.org.uk/the-scottish-offshore-wind-industry/sowec/>

U.S. Department of Energy

EERE Office of Energy Efficiency and Renewable Energy

Top 10 Things You Didn't Know About Wind Power

<https://www.energy.gov/eere/wind/articles/top-10-things-you-didnt-know-about-wind-power>

Top 10 Things You Didn't Know About Offshore Wind Energy

<https://www.energy.gov/eere/wind/articles/top-10-things-you-didnt-know-about-offshore-wind-energy>

WindEurope

<https://windeurope.org/>

WFO World Forum Offshore Wind

<https://wfo-global.org/>

Global Offshore Wind Report HY1 2023

<https://wfo-global.org/knowledge/reports/>

Offshore wind worldwide – Regulatory framework in selected countries

<https://www.hoganlovells.com/en/publications/handbuch-zur-regulierung-von-globalen-offshore-windmaerkten>

5.3. INOVAÇÃO NA ENERGIA EÓLICA OFFSHORE

A energia eólica offshore tem registado uma notável evolução em tecnologia, nomeadamente na redução de impactos ambientais e no incremento da capacidade de produção dos aerogeradores. Em particular, a energia eólica offshore flutuante regista um elevado grau de inovação, suportado por várias organizações que merecem destaque e acompanhamento.

Apresentam-se de seguida algumas das mais relevantes, agrupadas por países.

5.3.1 Inovação no Reino Unido

Offshore Wind Innovation Hub (OWIH)

130

O Offshore Wind Innovation Hub¹²⁴ localiza-se em Glasgow, na Escócia, sendo o principal coordenador de inovação da energia eólica offshore do Reino Unido. A organização foca-se na redução dos custos e na maximização do impacto económico, sendo financiada pelo Department for Business, Energy and Industrial Strategy (BEIS) e operacionalizado em conjunto pela Offshore Renewable Energy (ORE) Catapult e a Knowledge Transfer Network (KTN).

Roteiros de inovação

Os roteiros de inovação são desenvolvidos em colaboração com a indústria e a academia, e identificam os principais desafios e prioridades de inovação para a energia eólica offshore. Focam-se em cinco áreas:

Turbinas – Desenvolver a próxima geração de turbinas eólicas offshore, incorporando toda a tecnologia que forma os elementos estruturais e operacionais do gerador eólico;

Subestruturas – Inovação em fundações e subestruturas de turbinas eólicas de fundo fixo, incluindo sistemas de transição;

Eólica flutuante – Inovação e processos necessários para permitir projetos eólicos offshore flutuantes em escala comercial e com custos competitivos, muitos dos quais situados em locais distantes da costa;

Infraestrutura elétrica – Mudança para infraestrutura elétrica de próxima geração, incluindo matrizes de cabos, transmissão de energia, integração de rede (armazenamento e sistemas de energia inteligentes) e subestações, tanto onshore quanto offshore.

Ciclo de vida de parques eólicos – Otimizar e preparar para o futuro todos os serviços associados à energia eólica offshore, incluindo o desenvolvimento do local, instalação, O&M de parques eólicos, monitorização de condições e descomissionamento.

Industry Insights Series

¹²⁴ <https://offshorewindinnovationhub.com/>

O Offshore Wind Innovation Hub publica uma série de relatórios Industry Insight, nos quais apresenta análises aprofundadas de tópicos complexos e críticos para o sucesso da indústria eólica offshore. Os relatórios cobrem tópicos como Whole Energy Systems, O&M Cost Drivers, Floating Wind Major Repair Strategies, e Disruptive Powertrain Designs, oferecendo uma visão sobre a provável necessidade da indústria e o impacto que os seus produtos podem ter, potencialmente gerando ideias e concentrando os esforços de desenvolvimento nas áreas certas. Entre os relatórios publicados recentemente, destacam-se os seguintes títulos:

- Offshore Substations: Fixed or Floating? – Technoeconomic Analysis¹²⁵
- Digital Solutions to Optimise Offshore Windfarm Consenting Timelines¹²⁶
- Quantifying the impact of Robotics in Offshore Wind¹²⁷

CATAPULT Offshore Renewable Energy (ORE Catapult)

Fundado em 2013, pelo Governo do Reino Unido, o ORE Catapult¹²⁸ é o centro de referência em inovação e pesquisa para a indústria da energia offshore (eólica, marés e ondas), fazendo parte de uma rede (Catapult) de indústrias de alto crescimento, criada pela Innovate UK.

O ORE Catapult tem como missão acelerar a criação e o crescimento de empresas do Reino Unido, no domínio da energia renovável offshore. Para tal, dispõe de instalações exclusivas, capacidades de pesquisa e de engenharia, unindo a indústria e a academia. A sua atividade distribui-se atualmente por nove localizações no Reino Unido e uma na China, contando com a colaboração de mais de 300 pessoas.

Foco em quatro áreas

O trabalho da ORE Catapult foca-se em quatro áreas principais:

Pesquisa – Tecnologias disruptivas para o setor de energia renovável offshore.

¹²⁵ https://offshorewindinnovationhub.com/industry_insight/offshore-substations-fixed-or-floating-technoeconomic-analysis/

¹²⁶ https://offshorewindinnovationhub.com/industry_insight/digital-solutions-to-optimise-offshore-windfarm-consenting-timelines/

¹²⁷ https://offshorewindinnovationhub.com/industry_insight/quantifying-the-impact-of-robotics-in-offshore-wind/

¹²⁸ <https://ore.catapult.org.uk/>

Inovação – Acelerar a criação e o crescimento de empresas do Reino Unido, impulsionando a comercialização de tecnologia.

Teste e validação – Operar as instalações de teste mais abrangentes, independentes e de acesso aberto do mundo, para permitir a expansão de tecnologias de energia renovável offshore.

132

Crescimento da cadeia de fornecedores – Construir uma cadeia de abastecimento forte e competitiva – para criar uma indústria de sucesso global – apoiando empresas que desenvolvam e forneçam produtos e serviços inovadores.

Impacto na indústria

A ORE Catapult partilha regularmente análises de mercado¹²⁹, relatórios e recursos¹³⁰, oferecendo análises e insights relevantes sobre as principais questões do setor, cobrindo uma ampla gama de tópicos, que incluem análises económicas, melhores práticas de O&M, estratégias de manutenção, modelação financeira, e investigação e desenvolvimento tecnológico.

Publica ainda a revista ReEnergise¹³¹ – três vezes por ano – um valioso guia para os projetos colaborativos de pesquisa e indústria realizados, apoiando a comercialização de novas tecnologias e impulsionando a cadeia de fornecedores a reduzir o custo da energia offshore – eólica, ondas e marés.

Programas STEM e envolvimento da comunidade

Como uma organização líder mundial em engenharia, inovação e tecnologia, a ORE Catapult promove vários programas STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), procurando envolver as comunidades e as organizações ligadas à educação. Até à data, a ORE Catapult já proporcionou ações de envolvimento STEM junto de milhares de jovens estudantes.

Guia online para parques eólicos offshore

Com o apoio da BVGAssociates¹³², a ORE Catapult publica um guia online para parques eólicos offshore¹³³. Esta extraordinária plataforma revela valiosa informação e explicita todo o processo de desenvolvimento de um parque eólico offshore. Inclui as seguintes áreas temáticas:

¹²⁹ <https://ore.catapult.org.uk/our-impact/market-analysis-insights/>

¹³⁰ <https://ore.catapult.org.uk/our-impact/reports-and-resources/>

¹³¹ <https://ore.catapult.org.uk/media-centre/re-energise-magazine/>

¹³² <https://bvgassociates.com/>

¹³³ <https://guidetoanoffshorewindfarm.com/>

- . Ciclo de vida de um parque eólico offshore;
- . Guia interativo;
- . Mapa da cadeia de fornecedores;
- . Estruturas de aprovisionamento (procurement);
- . Custos de um parque eólico;
- . História eólica offshore do Reino Unido;
- . Conteúdos do Reino Unido; e
- . Glossário.

Também com o apoio da BVGAssociates e outras entidades, a ORE Catapult publica um guia online para parques eólicos offshore flutuantes¹³⁴. Esta extraordinária plataforma revela valiosa informação e explicita todo o processo de desenvolvimento de um parque eólico offshore flutuante. Inclui as seguintes áreas temáticas:

- . Ciclo de vida de um parque eólico offshore;
- . Tecnologia flutuante;
- . Fixo versus flutuante;
- . Detalhes técnicos;
- . Custos de parques eólicos flutuantes;
- . Estruturas de aprovisionamento (procurement);
- . Mapa da cadeia de fornecedores;
- . Mercado nacional;
- . Conteúdos do Reino Unido; e
- . Glossário.

Floating Offshore Wind Centre of Excellence (FOW CoE)

O Floating Offshore Wind Centre of Excellence (FOW CoE)¹³⁵ foi estabelecido pelo ORE Catapult, para impulsionar a inovação na indústria eólica offshore flutuante, reduzir o custo da energia produzida nestas plataformas e apoiar o crescimento da cadeia de fornecedores. Este centro de excelência pretende acelerar a construção de parques eólicos offshore flutuantes, criando oportunidades para a cadeia de fornecedores e impulsionando a inovação na fabricação, instalação e O&M. O FOW CoE é um programa colaborativo, com parceiros da indústria, academia e outras partes interessadas.

¹³⁴ <https://guidetofloatingoffshorewind.com/>

¹³⁵ <https://fowcoe.co.uk/>

Programas estratégicos

O trabalho da FOW EoC foca-se em quatro programas estratégicos:

Interações ambientais – Para garantir que a indústria FOW seja capaz de crescer da forma rápida e sustentável necessária, será essencial ter um processo de desenvolvimento e consentimento eficiente, oportuno e transparente, que mantenha os níveis necessários de rigor e diligência para apoiar o desenvolvimento adequado. É também desejável considerar oportunidades para que a energia eólica offshore flutuante tenha um impacto positivo mais amplo na biodiversidade e na saúde do ambiente marinho.

134

Amarração e ancoragem – Os sistemas de amarração e ancoragem são componentes críticos num parque eólico offshore flutuante, garantindo a manutenção da estação e a estabilidade das plataformas. A capacidade dos promotores de projetos conceberem, adquirirem, possuírem, operarem e manterem estes sistemas, de forma económica e fiável, será vital para reduzir o custo da energia eólica offshore flutuante, tanto directamente (redução de CAPEX) como indirectamente (redução de OPEX, seguros, etc.).

Cabos dinâmicos – Os sistemas de cabos dinâmicos entre plataformas (dynamic inter-array cable DIAC), são um componente crítico em qualquer projeto eólico offshore flutuante, garantindo a transmissão eficiente de energia das turbinas. Constituem um ponto único de falha (single point of failure)¹³⁶ no sistema turbina-subestação, pelo que as falhas no sistema de cabos podem resultar em obras corretivas dispendiosas, bem como em tempo de inatividade de múltiplas turbinas.

Construção, operação e manutenção – A construção e subsequente operação de grandes parques eólicos offshore flutuantes – em escala comercial – apresenta uma série de novos desafios e considerações em comparação com projetos eólicos offshore de fundações fixas. A triagem, montagem e integração de um grande número de turbinas flutuantes irá gerar novos requisitos portuários; e a instalação exigirá novas embarcações e procedimentos não utilizados em projetos de fundações fixas existentes. Uma vez instaladas, as turbinas flutuantes serão obrigadas a operar em diferentes ambientes, em comparação com projetos de fundação fixa; e novos componentes irão conduzir a diferentes operações e requisitos de manutenção.

¹³⁶ Um ponto único de falha ou ponto crítico de falha (Single Point of Failure) designa uma parte de um sistema que, caso falhe, provoca a falha de todo o sistema.

Relatórios

O FOW EoC publica regularmente relatórios sobre a indústria eólica offshore flutuante, abordando vários tópicos dos quais se destacam os seguintes:

- Dynamic Cable Technology Qualification Framework and Case Studies¹³⁷
- Mooring and Anchoring Systems Technology Framework¹³⁸
- Risks to Project Development – People, Skills and Vocations¹³⁹
- Floating Offshore Wind – Environmental Interactions Roadmap¹⁴⁰
- International Market Opportunities – Summary Report¹⁴¹
- Strategic Infrastructure and Supply Chain Development¹⁴²
- Floating Offshore Wind and Fishing Interaction Roadmap¹⁴³

135

5.3.2 Inovação nos Países Baixos

Offshore Wind Innovation Centre (OWIC)

O Offshore Wind Innovation Centre (OWIC)¹⁴⁴ é um centro de informação, formação e inovação, para empresas e instituições envolvidas na geração de energia eólica offshore. Um total de 19 partes interessadas, incluindo indústria, instituições de conhecimento e governo, uniram-se na OWIC para garantir que as empresas possam inovar e desenvolver-se na indústria da energia eólica offshore, de forma mais fácil e rápida.

¹³⁷ <https://fowcoe.co.uk/industry-insights/reports/fow-coe-dynamic-cable-technology-qualification-framework-and-case-studies/>

¹³⁸ <https://fowcoe.co.uk/industry-insights/reports/fow-coe-mooring-and-anchoring-systems-technology-framework/>

¹³⁹ <https://fowcoe.co.uk/industry-insights/reports/fow-coe-risks-to-project-development-people-skills-and-vocations/>

¹⁴⁰ <https://fowcoe.co.uk/industry-insights/reports/fow-coe-floating-offshore-wind-environmental-interactions-roadmap/>

¹⁴¹ <https://fowcoe.co.uk/industry-insights/reports/fow-coe-international-market-opportunities-summary-report/>

¹⁴² <https://fowcoe.co.uk/industry-insights/reports/fow-coe-strategic-infrastructure-and-supply-chain-development/>

¹⁴³ <https://fowcoe.co.uk/industry-insights/reports/floating-offshore-wind-and-fishing-interaction-roadmap/>

¹⁴⁴ <https://owic-eemshaven.nl/>

Instalações de teste

A OWIC considera fundamental a disponibilidade de instalações para testes de operação e manutenção (O&M). Por esta razão, garante a disponibilização de instalações onde possa ser realizada investigação por parte da comunidade empresarial e academia. A organização justifica o valor agregado das instalações de teste:

- As empresas da cadeia de fornecedores podem testar e validar aplicações específicas dos seus produtos;
- As instalações de teste estão disponíveis para empresas e instituições de conhecimento fora da região, o que aumenta a interação e cooperação com empresas locais;
- As empresas responsáveis pela manutenção e reparação de aerogeradores podem realizar testes nestas instalações; e
- A disponibilidade de instalações de teste tem um efeito atrativo nas empresas inovadoras do setor.

Encontram-se atualmente em desenvolvimento as seguintes instalações de teste:

- Subsea Cable Lab & Offshore Bolting Workshop including mock-up;
- Rotor blade inspection by drone/robot;
- Working at heights academy – instruction room and tower;
- Data and Simulation Lab; e
- Open Innovation Centre.

Formação

Em última análise, um centro de inovação eólica offshore não está completo sem a presença de empresas de formação, com localização permanente. Além de testar inovações, é importante desenvolver cursos de formação que estejam alinhados com os novos métodos de trabalho ou com a utilização da tecnologia inovadora. A comunidade empresarial expressou uma forte necessidade de formação corporativa, para os cinco temas de inovação identificados:

Manutenção de cabos (cable maintenance) – Formação em manutenção e reparação de cabos – ligação de cabos às turbinas eólicas e trabalhos de manutenção após danos.

Liagações aparafusadas (bolting) – Formação em manutenção e instalação de ligações aparafusadas. Existem milhares de parafusos numa turbina eólica. As vibrações podem afrouxar os parafusos e resultar em danos enormes.

Operações remotas e manutenção preditiva (remote operations & predictive maintenance) – Formação para utilização do robôs aéreos e subaquáticos não tripulados em inspeções de turbinas eólicas; utilização de drones de inspeção; tecnologia de sensores e sistemas de diagnóstico; simulações de reparação e procedimentos de emergência.

Pás de turbinas (rotor blades) – Formação para reparação e reciclagem segura de pás de turbinas – desenvolvimento de processos de trabalho e treino para reciclar com segurança o material compósito das pás das turbinas e torná-lo utilizável na economia circular. A necessidade é grande, porque nos próximos cinco anos serão desactivadas 14 000 pás de turbinas na Europa.

Geração, armazenamento e balanceamento de energia (energy generation, storage and balancing) – Formação para instalação e manutenção de armazenamento complementar de energia em parques eólicos.

Projetos de desenvolvimento de negócios

Com o objetivo de apoiar a inovação, melhorando a posição competitiva das empresas e criando mais emprego, o OWIC identificou nove projetos de desenvolvimento empresarial, em consulta com a comunidade empresarial. Cada processo de desenvolvimento de negócios foi “adotado” por uma empresa-chave com um “nome” (grandes empresas) na indústria eólica offshore, que oferece um grande impulso para tornar o processo bem-sucedido. Além disso, várias PME participam activamente no desenvolvimento efectivo do novo produto ou serviço. Apresentam-se de seguida os nove projetos de desenvolvimento:

- Development of a Start-Scale-up platform offshore wind;
- Development of an Open Innovation Center;
- Development of sustainable recycling of rotor blades;
- Development of virtual basic training refreshers;
- Development of rotor blade inspection, visualization and repair;
- Development of a scalable bolting concept;
- Development of a high voltage lab;
- Development of subsea cable maintenance & monitoring;
- Development of training facilities and tower.

5.3.3 Inovação nos EUA

Offshore Wind Innovation Hub (OWIH)

138

O Offshore Wind Innovation Hub (OWIH)¹⁴⁵ é uma iniciativa liderada pela Equinor¹⁴⁶ em parceria com a BP¹⁴⁷, em colaboração com o Urban Future Lab¹⁴⁸ da NYU Tandon School of Engineering¹⁴⁹, e o National Offshore Wind R&D Consortium¹⁵⁰.

O OWIH é um **acelerador de startups no setor da energia eólica offshore, um ecossistema de inovação que liga empreendedores parceiros locais, investidores e indústria, promovendo oportunidades de demonstração, sensibilização para a segurança, transferência de conhecimento, inovação e criação de emprego. Através de parcerias colaborativas, procura acelerar o desenvolvimento local de novas tecnologias para a indústria eólica offshore nacional e internacional, para atingir ganhos de eficiência de custos.**

Acelerador

O objetivo do acelerador OWIH consiste em apoiar o crescimento da indústria eólica offshore no Estado de Nova Iorque, trazendo escala às inovações mais promissoras e impactantes. **A sua prioridade de desenvolvimento foca-se em cinco áreas:**

- Wind power and site characterization technologies;
- Project and port development technologies;
- Installation and construction technologies;
- Transmission technologies;
- Operations and maintenance technologies.

As startups selecionadas para fazerem parte do acelerador terão acesso a:

- Programação de aceleração intensiva projetada para promover o desenvolvimento de soluções e a compreensão do setor, através de workshops, visitas a locais, palestras com especialistas e aprendizagem entre pares;

¹⁴⁵ <https://www.offshorewindnyc.com/>

¹⁴⁶ <https://www.equinor.com/>

¹⁴⁷ <https://www.bp.com/>

¹⁴⁸ <https://www.ufl.nyu/>

¹⁴⁹ <https://engineering.nyu.edu/>

¹⁵⁰ <https://nationaloffshorewind.org/>

- Apoio e orientação da Equinor para alcançar um plano de desenvolvimento colaborativo, focado nos objetivos de comercialização;
- Acesso exclusivo à rede e apresentações para permitir captação de recursos e contratação, visibilidade da indústria e do público, descoberta de parceiros e clientes, e planeamento estratégico de desenvolvimento;
- Assistência abrangente no desenvolvimento de negócios para promover oportunidades de demonstração e apoio à inovação;
- Locação no escritório da OWIH em Brooklyn e acesso gratuito por um ano a todas as instalações de coworking e reuniões.

The Massachusetts Clean Energy Center (MassCEC)

O Massachusetts Clean Energy Center (MassCEC)¹⁵¹ é uma agência estatal de desenvolvimento económico, dedicada a acelerar o crescimento do sector de energia limpa, financiando a inovação em soluções climáticas para estimular a criação de empregos, proporcionar benefícios ambientais em todo o estado, e garantir o crescimento económico a longo prazo.

A energia eólica offshore¹⁵² é uma das áreas de trabalho do MassCEC, na qual procura acelerar o desenvolvimento de projetos eólicos offshore, maximizando as oportunidades de desenvolvimento económico através da formação de uma força de trabalho qualificada, da criação de emprego, e da garantia de oportunidades para as empresas e organizações que integram a cadeia de fornecedores da indústria eólica offshore.

Iniciativas para a indústria eólica offshore

O MassCEC lidera uma série de iniciativas e análises técnicas, em estreita colaboração com formuladores de políticas, reguladores, desenvolvedores, indústria e partes interessadas. Estas iniciativas destinam-se a estabelecer dados ambientais de base para apoiar o processo de licenciamento, reduzir os riscos de desenvolvimento e implantação, promover a inovação e aumentar o emprego e a atividade económica no setor eólico offshore. Listam-se de seguida as iniciativas desenvolvidas na atualidade:

- Força de trabalho, cadeia de suprimentos e portos¹⁵³
 - Formação e desenvolvimento de força de trabalho

¹⁵¹ <https://www.masscec.com/>

¹⁵² <https://www.masscec.com/masscec-focus/offshore-wind>

¹⁵³ <https://www.masscec.com/our-focus/offshore-wind/sector-development>

- Criação e manutenção de diretório da cadeia de fornecedores
- Portos e infraestruturas
- Planeamento, análise e envolvimento¹⁵⁴
 - Desenvolvimento da energia eólica offshore de forma responsável
 - Pesquisa e monitorização da vida selvagem
 - Pesca comercial
 - Dados de recursos eólicos e oceânicos
 - Transmissão
- Pesquisa e Inovação¹⁵⁵
 - National Offshore Wind Research and Development Consortium
 - MassCEC Funding
 - Partnership for Offshore Wind Energy Research
 - Wind-Energy Science Technology and Research Industry/University Cooperative Research Center

5.4. AGENTES DE CONHECIMENTO

Apresenta-se de seguida o mapeamento de Agentes de Conhecimento – portais, organizações, instituições de investigação e desenvolvimento, laboratórios, instituições de ensino – em Portugal e no mundo – relacionados com **energia eólica offshore**. A lista é apenas indicativa e não exaustiva.

DINAMARCA

DTU Technical University of Denmark

Master of Science (MSc) in Wind Energy

<https://www.dtu.dk/english/education/graduate/msc-programmes/wind-energy>

European Wind Energy Master (EWEM) - joint international programme

DTU Technical University of Denmark + Delft University of Technology (Países Baixos) +

Norwegian University of Science and Technology (Noruega) + Carl von Ossietzky University of Oldenburg (Alemanha)

<https://www.dtu.dk/english/education/graduate/joint-international-programmes/all-programmes/european-wind-energy-master>

¹⁵⁴ <https://www.masscec.com/our-focus/offshore-wind/offshore-wind-planning-engagement-and-analysis>

¹⁵⁵ <https://www.masscec.com/our-focus/offshore-wind/offshore-wind-research-and-innovation>

Offshore Wind Energy (KAIST) - joint international programme

<https://www.dtu.dk/english/education/graduate/joint-international-programmes/all-programmes/offshore-wind-energy>

DTU Technical University of Denmark - Lifelong Learning

Master of Science (MSc) in Wind Energy

<https://www.dtu.dk/english/education/graduate/msc-programmes/wind-energy>

141

Offshore Wind Farm Planning

This course will introduce you to the planning aspects of offshore wind energy. Through the course, you will work with both bottom mounted and floating wind turbines.

You will get an overview of the steps a project developer will go through from assessment of the wind resource, site conditions, selection of wind turbines, grid connection, environmental impact, and integration in the society. Furthermore, you will be introduced to the political framework and strategic planning of offshore wind at country level.

<https://lifelonglearning.dtu.dk/en/wind-energy/master-en/offshore-wind-farm-planning/>

Wind Energy Master – Online Programme

<https://lifelonglearning.dtu.dk/en/wind-energy/master-en/wind-energy-master-online-programme/>

DWPA Danish Wind Power Academy

Wind Turbine Training - Becoming a Wind Turbine Technician

A wind turbine technician is responsible for the assembly, installation, inspection, maintenance, safety, and repair of wind turbines, both onshore and offshore. In this role, you possess the ability to diagnose and fix nearly any issue. Most technicians specialise in either installation, maintenance, or blade management, either offshore or onshore. Some technicians have expertise in multiple areas.

<https://danishwpa.com/wind-turbine-training/>

ESCÓCIA

University of Strathclyde – Glasgow

MSc Offshore Wind Energy

<https://www.strath.ac.uk/courses/postgraduatetaught/offshorewindenergy/>

EUA

OWTI NY Offshore Wind Training Institute

New York State Workforce Development Grants

<https://owti.org/>

FSC Farmingdale State College - Renewable Energy & Sustainability Center

<https://www.farmingdale.edu/resc/wind/>

Wind Turbine Technology

<https://www.farmingdale.edu/curriculum/cert-wind.shtml>

Sustainable Energy

<https://www.farmingdale.edu/curriculum/cert-sustainable.shtml>

NYSERDA New York State Energy Research and Development Authority

NYSERDA Clean Energy Workforce Development and Training

<https://www.nyserda.ny.gov/All-Programs/Clean-Energy-Workforce-Development-and-Training>

Clean Energy Career Maps

<https://www.nyserda.ny.gov/All-Programs/Clean-Energy-Workforce-Development-and-Training/Resources/Clean-Energy-Career-Maps>

Explore Career Pathways in Offshore Wind

<https://www.offshorewindtraining.ny.gov/careers/pathways?phase=planning-and-development>

Offshore Wind 101

<https://www.nyserda.ny.gov/All-Programs/Offshore-Wind/About-Offshore-Wind/Offshore-Wind-101>

Stony Brook University

Offshore Wind Education Programs

<https://www.stonybrook.edu/commcms/offshorewind/index.php>

Fundamentals of Offshore Wind Education

<https://www.stonybrook.edu/commcms/offshorewind/fundamentals/index.php>

Project Management for Offshore Wind

<https://www.stonybrook.edu/commcms/offshorewind/project-management/index.php>

NORUEGA

UIB University of Bergen

Bergen Offshore Wind Centre (BOW)

<https://www.uib.no/en/bow>

Introduction to offshore wind energy

ONLINE COURSE – 6 weeks - 119 euros

<https://www.uib.no/en/utdanning/evu/158648/introduction-offshore-wind-energy>

NTNU Norwegian University of Science and Technology

HAV6000 - Introduction to offshore wind (1 semester)

<https://www.ntnu.edu/studies/courses/HAV6000>

US University of Stavanger

Offshore Wind Turbine Engineering (OFF610) (1 semester)

https://www.uis.no/en/student/course/OFF610_1

PAÍSES BAIXOS

TU Delft Delft University of Technology

European Wind Energy Master (EWEM) - Double Degree Joint Education Master Programme

<https://www.tudelft.nl/ewem>

<https://www.tudelft.nl/ewem/about/what-is-ewem>

Offshore Wind Farm Technology: Design, Installation and Operation

ONLINE COURSE - 8 weeks - 995 euros

Prerequisites: Bachelor of Science or Engineering (BSc or BEng)

<https://online-learning.tudelft.nl/courses/offshore-wind-farm-technology-design-installation-and-operation/>

REINO UNIDO

Tufts University

Offshore Wind Energy Engineering

<https://asegrad.tufts.edu/program/offshore-wind-energy-engineering-masters>

OWL Offshore Wind Learning

ONLINE COURSE - 25 lessons arranged in 8 modules - 100 £

<https://www.offshorewindlearning.com/course/offshore-wind-learning>

OMPA Offshore Marine People & Academy

Online Introduction to Offshore Wind Renewables

Offshore Client Representative

Online Introduction to Offshore Survey

Online Understanding Subsea Power Cables

Introduction to Marine Operations and Environment

Understanding UXO Risk Management for Offshore Wind Renewables

Subsea Cable Laying

Subsea Cables Fault Finding & Repairs

<https://offshoreempa.com/academy/training-courses/ompa-courses/>

Technical Training Packages - GWO + OPITO

<https://offshoreempa.com/academy/training-courses/technical-training-packages/>

INTERNACIONAL

DNV Energy Academy

<https://www.dnv.com/power-renewables/energy-academy/index.html>

Offshore Wind Upskilling training course

ONLINE - 3 manhãs - 1700 euros

<https://www.dnv.com/training/offshore-wind-upskilling-training-course-online--227542>

Wind Energy training courses

<https://www.dnv.com/services/wind-energy-training-courses-8633>

Energy Transition training courses (vários)

<https://www.dnv.com/services/energy-transition-training-courses-69087>

Renewables Certification training courses

<https://www.dnv.com/services/renewables-certification-training-courses-8635>

Wave & Tidal training courses

<https://www.dnv.com/services/wave-tidal-training-courses-8638>

Solar training courses

<https://www.dnv.com/services/solar-training-courses-10641>

Hydrogen & Ammonia training courses (vários)

<https://www.dnv.com/services/hydrogen-ammonia-training-courses-228214>

WFO World Forum Offshore Wind

<https://wfo-global.org/>

MASTERCLASS (gratuitas)

ONLINE - gratuitas

Our masterclasses are designed to provide you with in-depth knowledge of various topics related to offshore wind technology. Each masterclass is divided into several episodes.

Crash Course: Floating Offshore Wind (3 aulas)

Financing Offshore Wind (10 aulas)

<https://wfo-global.org/knowledge/masterclass/>

OpenEI - Open energy information, data and resources

<https://openei.org/>

Wind for Schools Dashboard

https://openei.org/wiki/Wind_for_Schools_Portal

Wind for Schools Curricula: Wind Energy Lesson Plans for K-16 Educators

Financing Offshore Wind (10 aulas)

https://openei.org/wiki/Wind_for_Schools_Portal/Curricula

6. ENERGIA EÓLICA OFFSHORE - CARREIRAS

146

Todos sabemos que a eletricidade é essencial para as nossas vidas. Sabemos também que a rede elétrica está a passar por uma grande mudança, à medida que reduzimos as nossas emissões de gases com efeito de estufa.

Importa agora refletir sobre os empregos que farão com que esta transição aconteça. *Sem qualquer dúvida, a mudança para as energias renováveis está já a criar um grande número de empregos e a tendência é clara: as oportunidades irão continuar a crescer em carreiras já estabelecidas e em profissões que ainda não foram sequer inventadas.*

O desenvolvimento de projetos de energia eólica offshore em particular, irá criar milhares de postos de trabalho. As pessoas que os ocuparão podem ser agrupadas em três grandes grupos:

- Jovens estudantes que se encontram ainda na escola;
- Pessoas que se encontram em início de carreira; e
- Profissionais que ponderam uma transição de carreira.

A caracterização dos empregos pode ser facilitada, se os mesmos forem classificados por grandes grupos, como os que se apresentam de seguida.

Local de trabalho

Alguns empregos envolverão viagens e atividades em locais de desenvolvimento de projetos (sites); outros empregos estarão localizados em escritórios centrais ou regionais; alguns empregos são considerados offshore e outros são onshore; as situações mistas são também possíveis.

Fases de projeto

Como já referido, os projetos de desenvolvimento de energias renováveis podem, de forma simplificada, ser divididos em quatro fases:

Desenvolvimento (development): Projetar, financiar, consultar a comunidade e obter aprovações;

Construção (construction): Fabricar, construir e instalar a infraestrutura;

Operação & Manutenção (operations & maintenance): Manter as instalações a funcionar perfeitamente;

Reaproveitamento e reciclagem (repurpose & recycle): Reaproveitamento de instalações e reciclagem em fim de vida.

147

Mobilidade profissional

Algumas profissionais manterão a colaboração com um único empregador; outros trabalharão com diferentes empregadores, em projetos que correspondam às suas competências e interesses.

Tipologias de emprego

O futuro setor energético necessita de trabalhadores tecnicamente qualificados, especialmente engenheiros e eletricitas, para projetar, instalar e operar sistemas de energias renováveis. Precisa ainda de profissionais e técnicos para operar e manter ativos eólicos, bem como instaladores de infraestruturas.

O sector precisa também de profissionais empresariais altamente qualificados, para funções de ligação com a comunidade, negociação comercial e gestão de projetos, apenas para citar alguns. A vasta gama de tecnologias emergentes utilizadas no setor das energias renováveis, garante ainda que serão criados empregos especializados.

6.1. CICLO DE VIDA E PROFISSÕES

Para sustentar a identificação e caracterização das profissões atuais e do futuro, no setor das energias renováveis em geral e da energia eólica offshore em particular, foi realizada uma análise profunda ao trabalho desenvolvido por algumas organizações, em vários países.

6.1.1 Austrália

O Estado australiano de Queensland localiza-se no nordeste do continente e possui uma costa marítima de aproximadamente 7000 km de extensão. É neste Estado que se situa a Grande Barreira de Coral, o maior sistema de recifes de corais do mundo, abrigando milhares de espécies marinhas. O Governo de Queensland, através do Departamento de Energia e Clima, elaborou e publicou o Plano de Energia e Emprego de Queensland (Queensland Energy and Jobs

Plan)¹⁵⁶, lançado em setembro de 2022. O plano descreve como o sistema energético de Queensland se irá transformar para fornecer energia limpa, confiável e acessível, para as atuais e futuras gerações, a partir de energia solar, energia eólica (wind farms), sistemas de armazenamento em baterias (battery storage), e centrais hidroelétricas de bombeamento (pumped hydro).

Além da vasta informação disponibilizada na plataforma Queensland Energy and Jobs Plan, a iniciativa é ainda apoiada pelo [Future Energy Jobs Guide](#)¹⁵⁷, um extraordinário guia interativo publicado em setembro de 2023, concebido para ajudar os jovens que abandonam a escola e os trabalhadores qualificados existentes, a explorar oportunidades de carreira no setor das energias limpas e a identificar os percursos educativos e formativos para lá chegar.

A informação (muito resumida) que se apresenta de seguida é extraída do referido Guia, esclarecendo algumas das principais profissões necessárias para suportar e apoiar a transição energética, agrupando-as em sete grandes áreas. Em cada uma delas são identificadas e caracterizadas cada uma das profissões, respondendo às seguintes questões:

- . What are the activities in this profession?
- . Where will you work?
- . Is this career right for you?
- . How can you get into this career?
- . What should you study?

1. Área da eletricidade

- . Eletricista geral (General electrician) – 3 profissões
- . Trabalhador em produção (Generation trades worker) – 2 profissões
- . Trabalhador em distribuição (Distribution trades worker) – 3 profissões
- . Trabalhador em transmissão (Transmission trades worker) – 3 profissões

2. Área da construção, fabrico e instalação

- . Construção de infraestruturas (Construction occupations) – 5 profissões
- . Operadores de máquinas (Machinery operators) – 4 profissões
- . Canalizações e carpintaria (Construction trades) – 2 profissões
- . Mecânica e fabricação (Mechanical and fabrication trades) – 6 profissões

¹⁵⁶ <https://www.epw.qld.gov.au/energy/energy-jobs-plan>

¹⁵⁷ <https://www.publications.qld.gov.au/dataset/clean-energy-workforce-roadmap/resource/57272966-0265-4a95-87b4-fcbc92a30ed6>

3. Técnicos

- . Técnico de campo (Field technician) – 10 profissões
- . Operador de sala de controlo (Control room operator) – 3 profissões
- . Técnico civil (Civil technician) – 4 profissões
- . Técnico em ciências (Science technician) – 2 profissões

4. Engenheiros

- . Engenheiro eletrotécnico (Electrical engineer) – 8 profissões
- . Engenheiro civil (Civil engineer) – 5 profissões
- . Engenheiro mecânico (Mechanical engineer) – 3 profissões
- . Engenheiro químico (Chemical engineer) – 3 profissões
- . Engenheiro de software (Software engineer) – 3 profissões

5. Ciências e tecnologia

- . Técnico de software (Software professional) – 4 profissões
- . Topógrafo (Surveyor) – 3 profissões
- . Cientista ambiental (Environmental scientist) – 4 profissões
- . Cientista físico e natureza (Natural and physical scientist) – 6 profissões

6. Funções corporativas

- . Comercial (Commercial) – 4 profissões
- . Estratégia e planeamento (Strategy and planning) – 4 profissões
- . Envolvimento da comunidade (Community engagement) – 4 profissões
- . Marketing e digital (Marketing and digital) – 4 profissões
- . Saúde e segurança no trabalho (Workplace health and safety) – 4 profissões
- . Recursos humanos (Human resources) – 4 profissões
- . Finanças e aprovisionamento (Finance and procurement) – 4 profissões
- . Governança, jurídico, regulatório e compliance (Governance, legal, regulatory and compliance)

7. Ensino, formação e desenvolvimento

As pessoas que projetam, constroem e mantêm futuras infraestruturas energéticas necessitarão de formação numa vasta gama de competências especializadas. **As pessoas que já têm experiência de trabalho na área são as que melhor estão preparadas para formar e desenvolver quem chega ao setor.**

Treinar a força de trabalho do futuro é uma mudança de carreira gratificante para pessoas que possuem e desejam transmitir conhecimentos e experiência prática. Existem muitas oportunidades para ensinar em universidades, organizações de

formação certificadas ou na indústria. Dependendo da área de especialização, os formadores podem ensinar em sala de aula ou em campo.

Analisando o Future Energy Jobs Guide, com foco apenas nas [profissões relacionadas com a energia eólica](#) (página 54 do guia), obtemos o seguinte mapa:

150

1. Área da eletricidade: Residential electrician; Commercial electrician; Industrial electrician; Commissioning electrician; Power plant electrician.
2. Área da construção, fabrico e instalação: Scaffolder (andaimes); Rigger (movimentação de cargas); Form worker (montagem de estruturas pré-fabricadas); Steel fixer (betão armado); Concreter; Earthmoving plant operator; Paving plant operator (pavimentos); Crane operator; Elevated work platform operator; Welder; Engineering machinist; Metal fabricator; Mechanical fitter; Sheet metal trades worker.
3. Técnicos: Instrumentation technician; Telecommunications technician; Metering technician; Protection technician; Electrical designer; Wind turbine technician; Wind blade technician; Power generation plant operator; Civil engineering draftsman; Surveying technician; Geotechnical technician; Civil engineering technician; Laboratory technical officer; Earth science technical officer.
4. Engenheiros: Commissioning engineer; Grid connection engineer; Control systems engineer; Renewable energy engineer; Structural engineer; Geotechnical engineer; Environmental engineer; Construction project manager; Mechanical design engineer; Manufacturing engineer; Composite engineer; Materials engineer; Software engineer; SCADA engineer; Automation engineer.
5. Ciências e tecnologia: Data analyst; Systems architect; Network administrator; Cyber security analyst; Site analysis surveyor; Construction site surveyor; Ecologist; Environmental research scientist; Conservation officer; Environmental consultant; Meteorologist; Geologist; Geophysicist.
6. Funções corporativas: Deal originator; Contracts manager; Energy trader; Sales planning analyst; Strategy and business development analyst; Energy economist; Production planning analyst; Performance analyst; Community engagement officer; Land access officer; Public relations advisor; Campaign director; Media advisor; Brand strategist; Web publisher; OHS (Occupational, Health and Safety) practitioner; Safety coordinator; Health and first aid officer; WHS (Work, Health and Safety) educational officer; Talent acquisition consultant; Training and development officer; Industrial relations advisor; Rostering manager (gestão de

turnos e horas de trabalho); Financial accountant; Quantity surveyor; Procurement officer; Payroll administrator; Commercial lawyer; Compliance officer; Risk officer; Governance officer.

Por exemplo, se pretender obter mais detalhes sobre a profissão [Técnico de Aerogeradores \(Wind turbine technician\)](#), incluída no grupo Técnicos (Technician) e no sub-grupo Técnicos de campo (Field technician), ao consultar o guia obtém-se a seguinte informação:

151

Technicians

What do technicians do? (pag 23)

Os técnicos melhoram a segurança, a eficiência e a confiabilidade dos sistemas. Quando ocorrem problemas ou mau funcionamento, os técnicos diagnosticam e solucionam o problema.

Is this career right for you?

Os técnicos têm a tarefa de manter sistemas complexos e resolver problemas em tempo real. Se está interessado na aplicação da engenharia e da ciência e gosta de viajar para locais de trabalho, deve considerar uma carreira como técnico de campo (field technician).

How can you get into this career?

Os técnicos de campo e operadores de sala de controlo precisam normalmente, de pelo menos um Certificado III relevante, sendo muitas vezes necessária uma qualificação adicional. Os oficiais técnicos (technical officers) normalmente exigem uma formação de nível superior, que poderá constituir um excelente trampolim para a conclusão de uma licenciatura, enquanto ganha uma valiosa experiência no setor, além de um bom salário.

Field technician (pag 24)

Os técnicos de campo trabalham principalmente em operações e manutenção. Identificam a causa de um problema e, em seguida, desmontam e reparam componentes, substituem peças defeituosas ou ajustam as configurações de controlo para restaurar a funcionalidade adequada da infraestrutura de energia renovável.

Where will you work?

O trabalho poderá ser desenvolvido tanto no local das instalações (offshore), como em instalações onshore.

Is this career right for you?

O técnico de campo é prático e gosta de solucionar problemas. Gosta de trabalhar ao ar livre. Em algumas funções, precisa sentir-se confortável com trabalhos em altura.

152

What should you study?

Deve obter um certificado nível III e qualificações posteriores relevantes, conforme necessário. Os empregadores também podem oferecer formação no local de trabalho à medida que conclui a qualificação.

Wind Turbine Technician (pag 26)

Os técnicos de aerogeradores realizam manutenção, diagnosticam falhas e substituem componentes dentro das nacelas das turbinas eólicas. A nacela fica no topo da torre e contém a caixa de engrenagens, eixos de velocidade, gerador e freio.

What should you study?

Para a profissão de Técnico de Aerogeradores precisa de um Certificado III em Geração ESI (Electrical Supply Industry)¹⁵⁸, com opção de especialização no Certificado IV em Energia Eólica. Formação adicional em organizações eólicas globais será uma vantagem.

Em muitas das profissões apresentadas, o Future Energy Jobs Guide estabelece a ligação para a plataforma Australian Government – Your Career¹⁵⁹, na qual é apresentada informação detalhada sobre a carreira. Ver por exemplo a profissão de Engenheiro Eletrotécnico (Electrical Engineer)¹⁶⁰.

6.1.2 Reino Unido

O Reino Unido é um país líder na instalação e exploração comercial de energia eólica offshore, tendo iniciado o desenvolvimento desta indústria no ano 2000. A ambição permanece viva – a nação ultrapassou a capacidade instalada de 14 GW em 2023¹⁶¹ e tem como objetivo alcançar 50 GW em 2030¹⁶².

¹⁵⁸ https://training.gov.au/TrainingComponentFiles/UEP/UEP30322_R1.pdf

¹⁵⁹ <https://www.yourcareer.gov.au/>

¹⁶⁰ <https://www.yourcareer.gov.au/occupations/2333/electrical-engineer>

¹⁶¹ <https://www.renewableuk.com/page/UKWEDhome>

¹⁶² <https://www.great.gov.uk/international/content/investment/sectors/offshore-wind/>

Conforme referido previamente, o Reino Unido mantém um vasto e dinâmico sistema de inovação e apoio à indústria, com destaque para o **Offshore Wind Innovation Hub**¹⁶³ localizado em Glasgow, na Escócia; o **CATAPULT Offshore Renewable Energy (ORE Catapult)**¹⁶⁴ fundado em 2013, um centro de referência em inovação e pesquisa para a indústria da energia offshore (eólica, marés e ondas); o **Floating Offshore Wind Centre of Excellence (FOW CoE)**¹⁶⁵, estabelecido pelo ORE Catapult, para impulsionar a inovação na indústria eólica offshore flutuante, reduzir o custo da energia produzida nestas plataformas e apoiar o crescimento da cadeia de fornecedores; o **Offshore Wind Industry Council (OWIC)**¹⁶⁶, um fórum governamental e industrial criado em maio de 2013 para impulsionar o desenvolvimento do setor eólico offshore no Reino Unido; a **RenewableUK**¹⁶⁷, uma importante associação comercial anteriormente conhecida como British Wind Energy Association; entre outras organizações.

O trabalho desenvolvido pelas entidades referidas é extraordinário, em particular no domínio do emprego, carreiras, competências e visão de futuro, pelo que se torna fundamental uma análise detalhada a algumas delas.

Floating Offshore Wind Centre of Excellence (FOW CoE)

O FOW CoE publica regularmente relatórios sobre a indústria eólica offshore flutuante, abordando vários tópicos dos quais se destaca – no contexto de pessoas e profissões – o documento intitulado **Floating Offshore Wind, Risks to Project Development - People, Skills and Vocations**¹⁶⁸, publicado em 2022.

A organização reconhece que o crescimento da energia eólica offshore flutuante oferece uma excelente oportunidade para criar emprego e competências, em particular para apoiar a transição da indústria do petróleo e do gás para uma indústria de baixo carbono. Neste contexto, desenvolveu o projeto **Floating Offshore Wind People, Skills and Vocations**, um estudo vocacional no qual identificou as principais competências e empregos necessários, para desenvolver,

¹⁶³ <https://offshorewindinnovationhub.com/>

¹⁶⁴ <https://ore.catapult.org.uk/>

¹⁶⁵ <https://fowcoe.co.uk/>

¹⁶⁶ <https://www.owic.org.uk/>

¹⁶⁷ <https://www.renewableuk.com/>

¹⁶⁸ <https://fowcoe.co.uk/industry-insights/reports/fow-coe-risks-to-project-development-people-skills-and-vocations/>

entregar, operar e manter um parque eólico offshore flutuante ([Floating Offshore Wind FOW](#)).

Importa também referir que o projeto avaliou a situação atual da indústria no Reino Unido, identificando deficiências em competências e empregos nas áreas de desenvolvimento e consentimento (development and consenting); sistemas elétricos e sistemas elétricos de alta tensão; competências digitais; e, em menor grau, na maioria das engenharias. O projeto também destacou a importância de minimizar as barreiras à transição de competências, do setor de petróleo e gás para o setor eólico offshore flutuante, particularmente na área de operações marítimas e atividades de operações e manutenção.

154

O relatório prevê ainda que, usando um cenário de crescimento previsto de 18,4 GW de energia eólica offshore flutuante no Reino Unido até 2040 e tendo em conta um modelo de 510 MW como ponto de partida (representando 3653 postos de trabalho), poderão ser criados 31 793 empregos em energia eólica flutuante offshore.

Ciclo de vida de um projeto

O relatório começa por caracterizar um modelo de ciclo de vida do projeto de eólica flutuante offshore em 6 fases, incluindo o desenvolvimento, construção e operação, excluindo o desmantelamento por estar distante no futuro. Cada uma das seis fases primárias foi dividida em sub-fases, contendo cada uma destas várias atividades. Os textos são apresentados em inglês, para facilitar a interpretação e comparação com terminologia internacional normalizada.

Fase 1. Pre-Consent

1.1 Concept Design / 1.2 Pre-Consent Procurement / 1.3 Initial Survey / 1.4 Early Consenting Works

- . Aviation & marine access studies;
- . Coastal process studies;
- . Engineering studies;
- . Fishing & marine mammal studies;
- . Human impact studies;
- . Onshore archaeological studies;
- . Pre-consent procurement;
- . Early seabed geophysical and geotechnical studies;
- . Ornithological studies;

- . Offshore wind farm life cycle modelling;
- . Pre-consent application works;
- . Project economic analysis;
- . Wind energy planning & modelling.

Fase 2. Consenting

2.1 Environmental Assessment / 2.2 Scoping Report

- . Hydrographic survey;
- . Marine mammal survey;
- . Offshore benthic / pelagic survey;
- . Shallow water geophysical survey;
- . Environmental impact assessment studies;
- . Front end engineering;
- . Marine & economic risk management studies;
- . Offshore communications studies;
- . Onshore civil engineering design;
- . UneXploded Ordnance (UXO) deskbased investigation;
- . Consent application works;
- . Project detailed commercial modelling.

Fase 3. Pre-Construction

3.1 Survey / 3.2 Detailed Design / 3.3 Procurement / 3.4 Site Preparation

- . Offshore geophysical & geotechnical survey;
- . Cable stability analysis;
- . Detailed design - cable solution;
- . Detailed design - floating foundation;
- . Detailed design - mooring solution;
- . Detailed design - transition piece and tower;
- . Detailed design of offshore substations (OSS) topsides & structures;
- . Export cable lay engineering;
- . Foundation monitoring systems;
- . High Voltage engineering;
- . Pre-construction procurement;
- . Construction / operation & maintenance (O&M) Port;
- . Offshore demarcation buoys;
- . Seabed cable route clearance.

Fase 4. Manufacturing

4.1 Cables / 4.2 WTG's / 4.3 Tower Structures / 4.4 Floating Foundations / 4.5 Substation / 4.6 Secondary Equipment

- . Cable protection systems;
- . Export cables;
- . Inter-array cables (IAC);
- . Wind Turbine Generator (WTG);
- . WTG blades;
- . Tower structures;
- . Transition steelwork;
- . Offshore substations (OSS) floating foundation;
- . OSS topsides;
- . Floating foundations - cans;
- . Floating foundations - tubulars;
- . Davit cranes;
- . Shore base pontoons;
- . Cable floatation;
- . Seabed anchors;
- . Mooring chain.

156

Fase 5. Construction

5.1 Fabrication & Assembly / 5.2 Cable Installation / 5.3 WT Structure Transport & Installation / 5.4 Substation Transport & Installation / 5.5 Handover & Commissioning

- . Marine & shore base site set up;
- . Onshore substation construction;
- . Onshore civil - shore end pull-in;
- . Floating offshore wind (FOW) asset assembly;
- . Export cable lay;
- . Inter-array cable laying (IAC);
- . Onshore cable installation;
- . Floating offshore wind (FOW) asset mooring pre-lay;
- . Floating asset towage;
- . Floating asset installation;
- . FOW OSS towage;
- . FOW OSS installation;
- . Commissioning;
- . WTG temporary offshore power including refuelling.

Fase 6. Operations & Maintenance

6.1 OEM Warranty / 6.2 Topsides BOP / 6.3 Subsea BOP / 6.4 Onshore

- . Aviation services & helicopters operations;
- . Original Equipment Manufacturer (OEM) warranty services;
- . Wind turbine blade inspection & repair;
- . BOP topsides equipment, inspection, lifting, climbing & safety devices;
- . Operation of crew transfer vessels (CTV);
- . Operation of service operation vessels (SOV);
- . BOP subsea [cables, seabed, floatation, cable burial, U/W structures];
- . FOW mooring monitoring;
- . OSS subsea [foundation, cable entry & cable burial inspection];
- . Onshore assets O&M.

157

Trabalho e número de empregos criados

O relatório publicado inclui uma análise do trabalho envolvido, em cada uma das fases de um projeto eólico offshore flutuante de 510 MW, com vida útil de 30 anos. Os dados partilhados são extremamente valiosos dado que – além de identificarem claramente as actividades em cada uma das fases de um projeto – diferenciam e hierarquizam o número de empregos criados em cada uma delas.

Os resultados são apresentados em termos de número de empregos criados e em termos de “equivalente a tempo inteiro” (Full Time Equivalent FTE), uma unidade que indica a carga de trabalho de uma pessoa empregada, de uma forma que torna as cargas de trabalho comparáveis em vários contextos.

O FTE é frequentemente utilizado para medir o envolvimento de um trabalhador num projeto ou para monitorizar os custos numa organização, por exemplo, 2x soldadores a trabalhar cada um deles durante 6 meses num projeto, equivalem a 2 empregos, mas 1 “pessoa-ano” de esforço, ou seja, a 1 FTE. Outro exemplo, 2 pessoas que trabalham 20 horas por semana equivalem a uma em tempo inteiro, ou a 1 FTE.

Fase de trabalho: Pre-Consent (24-months)

Sub-fases de trabalho:

- Conceptual Design
- Pre-Consent Procurement
- Initial Survey
- Early Consenting Works

Exemplo de atividades desenvolvidas:

- Early seabed geophysical and geotechnical studies (13 empregos)
- Engineering studies (11 empregos)
- Pre-consent application works (8 empregos)
- Pre-consent procurement (7 empregos)
- Offshore wind farm life cycle modelling (7 empregos)
- Project economic analysis (5 empregos)
- Aviation & marine access studies (5 empregos)
- Onshore archaeological studies (4 empregos)
- Wind energy planning & modelling (4 empregos)
- Human impact studies (4 empregos)
- Ornithological studies (3 empregos)
- Fishing & Marine Mammal studies (3 empregos)
- Coastal process studies (3 empregos)

Nº de empregos individuais (Individual Jobs): 75

Total de pessoas-ano (Total Person Years FTE): 69

Total de pessoas-dia (Total Person Days FTE): 15 501

Total de pessoas-horas (Total Person Hours FTE): 139 511

Fase de trabalho: Consenting (24-months)

Sub-fases de trabalho:

- Environmental Assessment
- Scoping Report

Exemplo de atividades desenvolvidas:

- Front end engineering (19 empregos)
- Onshore civil engineering design (13 empregos)
- Hydrographic survey (13 empregos)
- Offshore Benthic / Pelagic Survey (12 empregos)
- Shallow water geophysical survey (12 empregos)
- Marine Mammal Survey (11 empregos)
- Consent application works (11 empregos)
- Project detailed commercial modelling (7 empregos)
- Environmental Impact Assessment studies (6 empregos)
- UXO Desk Based Investigation (6 empregos)
- Marine & economic risk management studies (5 empregos)
- Offshore Communications Studies (4 empregos)

Nº de empregos individuais (Individual Jobs): 119

Total de pessoas-ano (Total Person Years FTE): 153

Total de pessoas-dia (Total Person Days FTE): 34 376

Total de pessoas-horas (Total Person Hours FTE): 309 382

Fase de trabalho: Pre-Construction (24-months)

Sub-fases de trabalho:

- Survey
- Detailed Design
- Procurement
- Site Preparation

Exemplo de atividades desenvolvidas:

- Detailed design of OSS topsides & structures (44 empregos)
- Pre-Construction Procurement (29 empregos)
- Detailed design - floating foundation (28 empregos)
- Offshore Geophysical & Geotechnical Survey (28 empregos)
- Seabed cable route clearance (26 empregos)
- Construction / O&M port (24 empregos)
- Detailed design - transition piece and tower (18 empregos)
- High Voltage (HV) Engineering (18 empregos)
- Detailed design - cable solution (17 empregos)
- Detailed design - mooring solution (17 empregos)
- Export Cable Lay Engineering (17 empregos)
- Offshore demarcation buoys (17 empregos)
- Cable stability analysis (13 empregos)
- Foundation Monitoring Systems (13 empregos)

Nº de empregos individuais (Individual Jobs): 307

Total de pessoas-ano (Total Person Years FTE): 284

Total de pessoas-dia (Total Person Days FTE): 63 982

Total de pessoas-horas (Total Person Hours FTE): 575 838

Fase de trabalho: Manufacturing (12-months)

Sub-fases de trabalho:

- Cables
- WTG's
- Tower Structures
- Sub-Station

Exemplo de atividades desenvolvidas:

- Floating Foundations - Float Cans (664 empregos)
- Floating Foundations - Tubulars (350 empregos)
- WTG's (137 empregos)

- Tower Structures (136 empregos)
- Transition steelwork (136 empregos)
- WTG Blades (86 empregos)
- OSS Topsides (77 empregos)
- Seabed Anchors (66 empregos)
- OSS Floating Foundation (56 empregos)
- Inter-Array Cables (44 empregos)
- Export Cables (32 empregos)
- Davit Cranes (27 empregos)
- Cable Protection Systems (27 empregos)
- Mooring Chain (26 empregos)
- Shore base pontoons (16 empregos)
- Cable Floatation (14 empregos)

Nº de empregos individuais (Individual Jobs): 1891

Total de pessoas-ano (Total Person Years FTE): 3256

Total de pessoas-dia (Total Person Days FTE): 732 530

Total de pessoas-horas (Total Person Hours FTE): 6 592 767

Fase de trabalho: Construction (24-months)

Sub-fases de trabalho:

- Fabrication & Assembly
- Cable Installation
- Substation Transport & Installation
- Handover & Commissioning

Exemplo de atividades desenvolvidas:

- Onshore civil - shore end pull-in (114 empregos)
- Commissioning (113 empregos)
- Onshore Cable Installation (110 empregos)
- Inter-Array Cable Laying (IAC) (101 empregos)
- Export Cable Lay (96 empregos)
- Onshore Sub-Station Construction (93 empregos)
- FOW Asset Assembly (89 empregos)
- FOW Asset Mooring Pre-Lay (75 empregos)
- Floating Asset Instalation (66 empregos)
- FOW OSS Towage (59 empregos)
- Floating Asset Towage (46 empregos)
- Marine & shore base site set up (30 empregos)
- FOW OSS Instalation (28 empregos)
- WTG temporary offshore power including refuelling (15 empregos)

Nº de empregos individuais (Individual Jobs): 1035

Total de pessoas-ano (Total Person Years FTE): 964

Total de pessoas-dia (Total Person Days FTE): 216 974

Total de pessoas-horas (Total Person Hours FTE): 1 952 763

161

Fase de trabalho: Operations & Maintenance (O&M) (360-months - 30-years)

Sub-fases de trabalho:

- OEM Warranty
- Topsides Balance of Plant (BOP)
- Subsea Balance of Plant (BOP)
- Onshore

Exemplo de atividades desenvolvidas:

- OEM Warranty services (55 empregos)
- BOP Topsides (Equipment, Inspection, Lifting, Climbing & Safety Devices) (34 empregos)
- Operation of Service Operation Vessels (SOV's) (27 empregos)
- BOP Subsea (cables, seabed, floatation, cable burial, U/W structures) (27 empregos)
- Onshore Assets O&M (22 empregos)
- Wind turbine blade inspection & repair (18 empregos)
- Aviation Services & Helicopters Operations (14 empregos)
- Operation of CTV's (13 empregos)
- Floating offshore wind mooring monitoring (7 empregos)
- OSS Subsea (Foundation, Cable Entry & Cable Burial Inspection) (6 empregos)

Nº de empregos individuais (Individual Jobs): 225

Total de pessoas-ano (Total Person Years FTE): 6758

Total de pessoas-dia (Total Person Days FTE): 1 520 438

Total de pessoas-horas (Total Person Hours FTE): 13 683 938

TOTAL: Todas as fases de trabalho

Nº de empregos individuais (Individual Jobs): 3653

Total de pessoas-ano (Total Person Years FTE): 11 484

Total de pessoas-dia (Total Person Days FTE): 2 583 800

Total de pessoas-horas (Total Person Hours FTE): 23 254 198

Pessoas e competências em energia eólica offshore flutuante

De acordo com o texto do relatório, a procura significativa de pessoas qualificadas para a indústria da energia eólica offshore flutuante nos próximos anos, pode muito bem ser o maior desafio que o setor enfrenta.

162

A indústria da energia eólica offshore flutuante oferece uma enorme oportunidade para desenvolver e fazer crescer as pessoas, competências e vocações no setor da energia limpa, bem como proporcionar oportunidades significativas para desenvolver jovens, através de programas de formação, estágios e pós-graduações.

Oferece igualmente à indústria da energia uma excelente oportunidade para definir, desde o primeiro dia, metas significativas de diversidade e inclusão em torno do género e da etnia, numa indústria que pode não só apoiar a sua inclusão, mas também oferecer empregos altamente qualificados e bem remunerados que permitem construir carreiras gratificantes.

A indústria da energia eólica offshore flutuante oferece também vastas oportunidades, na transição da força de trabalho da indústria do petróleo e gás (Oil & Gas) para as energias renováveis, assim como na transição de quadros das forças armadas para a vida civil, no final dos respetivos contratos.

Para suportar o desenvolvimento da indústria da energia eólica offshore, é fundamental melhorar o fluxo de informação que chega às pessoas, nomeadamente sobre o número de empregos que serão criados; as competências necessárias; os requisitos de qualificação; as localizações geográficas (incluindo no estrangeiro); os potenciais empregadores, etc., para que as pessoas possam tomar decisões informadas sobre as suas carreiras, numa fase muito mais precoce. No processo de disseminação de informação, é fundamental que mais seja feito nas escolas para alunos, professores e pais, incentivando a adesão a um futuro baseado em STEM.

Focando o setor da energia eólica offshore flutuante, torna-se evidente que existem diversas áreas com lacunas e carências de competências, que serão amplificadas pelo crescimento desta indústria. Algumas delas merecem uma análise cuidada. *As conclusões apresentadas no relatório referem-se ao Reino Unido, mas facilmente se conclui que serão igualmente sentidas em Portugal.*

Importa desde já clarificar algumas definições relacionadas com pessoas, competências e emprego. De facto, os termos “lacunas de competências (skills

gaps)", "escassez de competências (skills shortages)" e "escassez de mão-de-obra (labour shortages)" são utilizados indistintamente, criando alguma confusão.

Uma lacuna de competências pode ser colmatada através da formação da força de trabalho existente. A escassez de competências exige o recrutamento de mais pessoas para a indústria. Assim, se houvesse um número disponível de pessoas no mercado com as competências necessárias, não haveria escassez. De facto, a escassez de competências está associada a candidatos insuficientes com as competências, experiência e qualificações necessárias para preencher as vagas. A escassez de mão-de-obra está relacionada com o número de pessoas necessárias e não com as suas competências.

163

De acordo com o texto do relatório, constata-se atualmente que a concorrência pelas competências digitais e de engenharia irá aumentar e o número de pessoas disponíveis para trabalhar está a diminuir. Os desafios em termos de pessoas, competências e profissionais no setor da energia eólica offshore flutuante será particularmente sentido nas seguintes áreas:

Competências de consentimento (Consenting skills) – à medida que são apresentados mais projetos para consentimento, aumenta também a necessidade de contratação de pessoas com conhecimentos ambientais e marinhos, verificando-se assim escassez de competências. Os órgãos estatutários de conservação da natureza e os reguladores enfrentam já desafios no recrutamento, devido à concorrência dentro da indústria.

Gestores de projetos – existe uma escassez crescente de gestores de projetos com capacidade para colaborar em grandes projetos. A solução a curto prazo consiste em atrair pessoas provenientes de outros setores, mas será necessário fazer mais para proporcionar vias para os funcionários se desenvolverem e melhorarem as suas competências. Um caminho potencial será a oferta de estágios de gestão de projetos.

Competências elétricas – a escassez de competências no domínio da eletricidade, tanto de técnicos como em engenharia, são já motivo de preocupação, uma vez que a crescente eletrificação da sociedade aumenta a concorrência de muitos outros setores. Sucede o mesmo no domínio da alta tensão.

Competências digitais – a procura de competências digitais básicas é universal e a procura de competências digitais avançadas continua a crescer. A energia eólica offshore flutuante está a desenvolver-se, numa

altura em que os empregadores estão a descobrir que os estudantes não têm o nível de competências básicas exigido; que os funcionários existentes precisam de competências superiores; e que não há especialistas suficientes disponíveis em análise de dados, ciência de dados e engenharia de dados. Estão assim a criar-se lacunas de competências onde os engenheiros precisam de ter um nível de competências muito mais elevado, por exemplo, em análise de dados. As competências digitais centradas na análise, na ciência e na engenharia também já são motivo de preocupação, uma vez que o aumento da procura de sistemas de dados e de comunicação de dados em toda a indústria e na sociedade também significa um aumento da concorrência.

Dadas as suas características, o desenvolvimento da indústria da energia eólica offshore flutuante irá criar uma [elevada procura por algumas profissões, com destaque para as seguintes:](#)

Profissionais especializados (blue-collar):

- . Onshore Construction Managers;
- . Onshore Construction;
- . Supervisors;
- . Onshore Construction Shift Managers;
- . Onshore Site Foreman;
- . Onshore Site Chargehands;
- . Skilled Welders;
- . Skilled Platters;
- . Skilled Electricians;
- . Forklift Drivers;
- . Crane Drivers;
- . Scaffolders;
- . Riggers;
- . Painters;
- . Site Labourers;
- . Quayside Operatives.

Tripulações de embarcações:

- . Captains;
- . Skippers;
- . Towing Masters;
- . Mooring Masters;

- . DPOs;
- . Section Stability Leaders (SSLs);
- . 1st Officers;
- . Marine Engineers;
- . Crane Operators;
- . Mates;
- . Deckhands;
- . Able Seafarers.

Especialidades submarinas:

- . ROV Pilots;
- . ROV Technicians;
- . Party Chiefs;
- . Surveyors.

A indústria da energia eólica offshore flutuante irá exigir a contratação de mais profissionais especializados (blue-collar) – cerca de 70% do total da força de trabalho, comparativamente à indústria de energia eólica offshore fixa ao fundo do mar – cerca de 45% do total da força de trabalho do setor.

Esta mudança fundamental na necessidade de mão de obra resulta do aumento significativo na fabricação em terra, de fundações flutuantes de tamanho considerável e conjuntos de amarração. Por outro lado, o facto das estruturas serem montadas em terra, nos portos de fabricação e de montagem, irá contribuir para reduzir a contratação de pessoas, serviços e recursos associados às atividades de montagem de estruturas ao largo (montagem de torres, naceles e pás).

Recomendações

Na sua finalização, o relatório apresenta várias recomendações para ultrapassar os desafios relacionados com pessoas, competências e vocações na indústria da energia eólica offshore flutuante:

- . Considerar a criação de centros de formação perto das instalações portuárias que servem as instalações de energia eólica offshore flutuante;
- . Dada a escala de fabricação de aço que será necessária, sugere-se a criação de centros de soldadura de excelência, escolas de soldadura e

padrões técnicos comuns (TWI Welding and Joining Process Classification - TWI Global)¹⁶⁹;

. De um modo mais geral, o setor deverá considerar a criação de novos centros de formação e educação de excelência (ou acordos de colaboração implementados com os existentes), centrados nas áreas identificadas com potenciais lacunas ou deficiências;

. Os padrões de aprendizagem devem ser alinhados para facilitar a entrada ou a transição dos jovens para o setor;

. O sector deve ter em conta que as instituições de ensino superior estão bem posicionadas para apoiar a indústria no futuro e permitir-lhe reagir muito mais rapidamente, oferecendo maior consistência na prestação de formação e podendo preparar-se de forma mais eficaz a longo prazo; e

. O sector precisa de concentrar os seus esforços na atração de pessoas mais jovens para a indústria, por exemplo nas escolas, num esforço para aumentar o número de raparigas para disciplinas STEM.

166

Offshore Wind Industry Council (OWIC)

O Offshore Wind Industry Council (OWIC)¹⁷⁰ é um fórum governamental e industrial, criado em 2013, para impulsionar o desenvolvimento do setor eólico offshore. É composto por membros oriundos das principais empresas do Reino Unido e do mundo na indústria eólica offshore, incluindo desenvolvedores e fabricantes de equipamentos originais.

Esta organização partilha importantes recursos e publica vários relatórios, dos quais merece destaque o [UK Offshore Wind Skills Intelligence Report](#)¹⁷¹, publicado em 2023, no qual é partilhada uma estrutura de [taxonomia comum de pessoas, competências e vocações](#) para a energia offshore (common taxonomy of offshore energy roles).

O documento identifica várias famílias de profissões (Job Family) e sub-famílias (Job Family Sub Groups), identificando os níveis de competências associados

¹⁶⁹ <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/job-knowledge/welding-and-joining-process-classification-001>

¹⁷⁰ <https://www.owic.org.uk/>

¹⁷¹ https://www.owic.org.uk/files/ugd/1c0521_94c1d5e74ec14b59afc44cebe2960f62.pdf

(modelo do Reino Unido¹⁷², comparável com outros países¹⁷³), e algumas profissões típicas em cada família de profissões. O documento partilha ainda a UK Skills Level Framework, na qual se identifica que os níveis de competências (skill level) 4 e acima são considerados ensino superior (pós-secundário).

A taxonomia comum de pessoas, competências e vocações para a indústria da energia offshore, continua a ser desenvolvida, estando a versão mais recente (fevereiro de 2024) publicada na plataforma [Energy Skills Intelligence Hub](#)¹⁷⁴, a qual se resume de seguida.

Família de profissões: Management

Sub-grupos da família de profissões:

> Corporate Leadership - Skill Level 7 (mestrado)

Typical Roles: Company Board roles / Company Directors / C Suite roles

> Management Corporate - Skill Level 6 (licenciatura/mestrado)

Typical Roles: Head of... / Senior Vice President / Director in Title

> Management Operational - Skill Level 6

Typical Roles: Head of... / Senior Vice President / Director in Title

> Project Management - Skill Level 6

Typical Roles: Project Director / Project Manager / Construction Director / Construction Manager

> Project Engineering - Skill Level 5

Typical Roles: Project Engineer / Project Controller / Project Supervisor

Família de profissões: Technical / Professional

Sub-grupos da família de profissões:

> Technical - Mechanical Engineer - Skill Level 6

Typical Roles: Mechanical Engineer

> Technical - Electrical Engineer - Skill Level 6

Typical Roles: Electrical Engineer / E&I Engineer

> Technical - Structural Engineer/Surveyor - Skill Level 6

Typical Roles: Structural Engineer / Surveyor / Certification Engineer

¹⁷² <https://www.gov.uk/what-different-qualification-levels-mean/list-of-qualification-levels>

¹⁷³ <https://qualifications.pearson.com/en/support/support-topics/understanding-our-qualifications/framework-rqf.html>

¹⁷⁴ <https://www.energyskillshub.co.uk/taxonomies/>

> Technical - Civil Engineer - Skill Level 6

Typical Roles: Civil Engineer

> Technical - Geological Scientist/Surveyor/Engineer - Skill Level 6

Typical Roles: Geotechnical Eng / Hydrographic Surveyor / Geo Scientist / Oceanographer / Geologist

> Technical - Chemical Engineer - Skill Level 6

Typical Roles: Nuclear engineer / Hydrogen engineer / Battery engineer

> Technical - Process Engineer - Skill Level 6

Typical Roles: Process Engineer / Data Engineer / Improvement Engineer

> Technical - Instrument Engineer - Skill Level 6

Typical Roles: Instrument Eng / E&I Eng / Controls Eng / Test Eng / Fire and Gas Eng / Commissioning Eng

> Technical - Naval Architects - Skill Level 6

Typical Roles: Naval Architect

> Professional - Medical - Skill Level 6

Typical Roles: Doctors / Paramedics

> Professional - Consultant - Skill Level 6

Typical Roles: Senior Consultants / Associate Consultants / Consultants

> Professional - Audit - Skill Level 6

Typical Roles: Auditor

Família de profissões: Consenting - Planning - Permissions

Sub-grupos da família de profissões:

> Planning / Development Management - Skill Level 6

Typical Roles: Manager of consenting operations / Consenting Project Manager

> Senior Specialist / Lead Advisor- Skill Level 6

Typical Roles: Responsible for consenting policy/strategy, lead for Environmental Impact Assessments (IEA), including related topics e.g. ornithology, marine mammals, fisheries, aviation.

> Specialist / Advisor- Skill Level 6

Typical Roles: Supporting consenting policy/strategy, specialist advice on Environmental Impact Assessments (IEA), including related topics e.g. ornithology, marine mammals, fisheries, aviation.

> Stakeholder Management- Skill Level 6

Typical Roles: Management of engagement with public, political, and statutory stakeholders.

> Land Management - Skill Level 5

Typical Roles: Negotiating/setting up agreements for and purchase of land.

169

Família de profissões: Corporate Services

Sub-grupos da família de profissões:

> Corporate Services Human Resources (HR) - Skill Level 6

Typical Roles: Advisor / Partner / Manager

> Corporate Services Information Technology (IT) - Skill Level 5

Typical Roles: Helpdesk Technician / Software / Hardware

> Corporate Services Finance - Skill Level 5

Typical Roles: Accountant / Bookkeeper / General Ledger Clerk

> Corporate Services Legal - Skill Level 6

Typical Roles: General Counsel / Legal Advisor / Paralegal

> Corporate Services General - Skill Level 4

Typical Roles: Office Manager / Facilities Manager / Real Estate Manager

> Corporate Services - Project Support Office - Skill Level 4

Typical Roles: Project Coordinator / Project Management Officer (PMO) / Project Planner / Project Scheduler / Document Cost / Controllers

> Corporate Services Administration - Skill Level 2

Typical Roles: PA / Secretary / Executive Assistant

Família de profissões: HSEQ (Health, Safety, Environment, Quality)

Sub-grupos da família de profissões:

> Health & Safety - Skill Level 5

Typical Roles: Advisor / Partner / Manager / Safety Engineer

> Quality - Skill Level 5

Typical Roles: Advisor / Partner / Manager

> Environmental - Skill Level 5

Typical Roles: ESG Manager / Advisor / Partner / Manager

Família de profissões: People Development

Sub-grupos da família de profissões:

> People Development & Skills - Skill Level 5

Typical Roles: Trainer / Teacher / instructor

> Graduate - Skill Level 5

Typical Roles: Career stage - Various trades

> Trainee - Skill Level 3

Typical Roles: Career stage - Various trades

> Apprentice - Skill Level 3

Typical Roles: Career stage - Various trades

Família de profissões: Commercial

Sub-grupos da família de profissões:

> Sales - Skill Level 5

Typical Roles: Sales Manager / BD Manager / Sales Executive

> Marketing - Skill Level 5

Typical Roles: Marketing Executive / Marketing Mgr / Communications Mgr /
Publicity Mgr

> Commercial - Skill Level 5

Typical Roles: Commercial Executive / Commercial Manager

> Procurement - Skill Level 5

Typical Roles: Buyer / Procurement Officer / Supply Chain Mgr

Família de profissões: Facilities

Sub-grupos da família de profissões:

> Catering, Cleaning & Security - Skill Level 2

Typical Roles: Chef / Cook / Cleaner / Security Guard

> Facility Maintenance - Skill Level 3

Typical Roles: Builder / Plumber / Painter / Handyman

> Air & Marine Coordination - Skill Level 3

Typical Roles: Helicopter landing officer (HLO) / Marine Coordinator

> Logistics - Skill Level 3

Typical Roles: Crane Driver / Forklift Driver

Família de profissões: Civil Construction

Sub-grupos da família de profissões:

> Civil Construction Senior/Management - Skill Level 6

Typical Roles: Site Manager / Construction Project Mgr / Construction Contracts Mgr / Production Mgrs

> Skilled Civil Construction Operatives - Skill Level 4

Typical Roles: Supervisor / Ganger / Appointed Person

171

> Semi-Skilled Civil Construction Operatives - Skill Level 2

Typical Roles: Concrete Ops / Steelfixer / Plant Op / Driver / Crane Op / Slinger / Signaller / Scaffolder / Painter / Access Rigger

> Manual Civil Construction Operatives - Skill Level 1

Typical Roles: Labourer / Groundworker

Família de profissões: Operation and Maintenance (O&M) / Asset Operations

Sub-grupos da família de profissões:

> Asset Senior/Management - Skill Level 5

Typical Roles: Supervisor/ Commissioning Supervisor/ Control room Supervisor

> Skilled Asset Operators - Skill Level 4

Typical Roles: Control Room Operator / Plant Operators

> Semi-Skilled Asset Operators - Skill Level 3

Typical Roles: Scaffolder / Rigger / Rope access tech / Painter

> Manual Asset Operators - Skill Level 1

Typical Roles: Labourer / Helper

Família de profissões: Electrical

Sub-grupos da família de profissões:

> Electrical Senior/Management - Skill Level 5

Typical Roles: Electrical Supervisor / Electrical Senior Authorised Person (SAP) / HV authorised person / Senior Electrical Tech / Senior Electronic Tech

> Skilled Electrical - Skill Level 4

Typical Roles: Electrical Technician / Electrician / Electronic Tech / Electrical Fitter

> Semi-Skilled Electrical - Skill Level 3

Typical Roles: Cable Jointer

> Manual Electrical - Skill Level 2

Typical Roles: Cable puller / Labourer

Família de profissões: Mechanical

Sub-grupos da família de profissões:

> Mechanical Senior/Management - Skill Level 5

Typical Roles: Senior Mechanical Technician / Supervisor / Team Lead

> Skilled Mechanical - Skill Level 4

Typical Roles: Service/Maintenance Technician / Mechanical Technician / Wind Turbine Technician / Statutory Inspector

> Semi-Skilled Mechanical - Skill Level 3

Typical Roles: Fitter / Mechanic

> Manual Mechanical - Skill Level 2

Typical Roles: Manual mechanical operative / Stores / Helper

Família de profissões: Marine & Ports

Sub-grupos da família de profissões:

> Marine & Ports Senior/Management - Skill Level 5

Typical Roles: Captain / Skipper / Mooring Master / Offshore Installation Manager (OIM) / Dynamic Positioning Operator (DPO) / Section Stability Leader (SSL) / Harbour Master

> Skilled Marine & Ports - Skill Level 4

Typical Roles: 1st Officer / DPO / Marine Engineer / SSL / Pilots

> Semi-Skilled Marine & Ports - Skill Level 3

Typical Roles: Crane Operator / Drivers / Warehouse Operatives / Stores Operative / Deck Operator / Deck Crew

> Manual Marine & Ports - Skill Level 2

Typical Roles: Mate / Deckhand / Able Seafarer / Quayside Operative / Stevedores / Facilities crew

Família de profissões: Aviation

Sub-grupos da família de profissões:

> Aviation Senior/Management - Skill Level 6

Typical Roles: Pilot

> Skilled Aviation - Skill Level 5

Typical Roles: Navigator / Senior Crew

> Semi-Skilled Aviation - Skill Level 3

Typical Roles: Helicopter Landing Officer (HLO)

> Manual Aviation - Skill Level 3

Typical Roles: Groundcrew, Loading Crew

Família de profissões: Subsea

Sub-grupos da família de profissões:

> Subsea Senior/Management - Skill Level 5

Typical Roles: Diving Supervisor / Survey Party Chief

> Skilled Subsea - Skill Level 4

Typical Roles: Diver / Remotely Operated Vehicle (ROV) Pilot / Surveyor

> Semi-Skilled Subsea - Skill Level 3

Typical Roles: Diver/Tech / Subsea Engineer

> Manual Subsea - Skill Level 3

Typical Roles: Deck Crew

Divisão da força de trabalho por cargos (Reino Unido - 2022)

A análise da divisão da força de trabalho da energia eólica offshore por cargos – apesar dos números se referirem ao Reino Unido – constitui uma valiosa fonte de informação para qualquer economia, incluindo Portugal. O relatório partilha esta distribuição, de acordo com a taxonomia comum de pessoas, competências e vocações, organizada hierarquicamente:

- . Operation and Maintenance (O&M) / Asset Operations: 26%
- . Management: 16%
- . Technical / Professional: 11%
- . Civil Construction: 10%
- . Corporate Services: 9%
- . Commercial: 7%
- . Consenting / Planning / Permissions: 4%
- . HSEQ (Health, Safety, Environment, Quality): 4%
- . People Development and Training: 4%
- . Facilities: 3%
- . Electrical: 2%
- . Mechanical: 2%
- . Marine: 1%
- . Subsea: 1%
- . Aviation: < 1%

Lacunas e carências de competências

O relatório identifica várias lacunas e carências de competências que precisam de ser abordadas em todo o setor:

- . Competências elétricas de alto nível, incluindo Electrical Senior Authorised Person (SAP);
- . Competências digitais, por exemplo, analistas/cientistas de dados, e engenheiros com compreensão de análise e apresentação de dados;
- . Competências de consentimento, especialmente entre órgãos estatutários de conservação da natureza (Statutory Nature Conservation Bodies SNCBs) e reguladores, mas cada vez mais dentro da indústria; e
- . Competências orientadas para atividades marítimas e portos.

174

A longo prazo, a escassez de competências prevista inclui:

- . Conhecimentos técnicos e de engenharia elétrica, particularmente em subestações, alta tensão (AT) e cabos. Estas serão agravadas pela modernização da rede energética e pela introdução de locais de armazenamento de baterias;
- . Gestão de projetos e capacidade de gestão de projetos de porte significativo e com múltiplos empreiteiros;
- . Especialidades digitais de alto nível, incluindo análise de dados, inteligência artificial, robótica, engenharia/ciência digital, machine learning, SCADA, desenvolvimento de software;
- . Logística onshore e offshore; e
- . Recursos de construção para projetos eólicos flutuantes, que deverão exigir um grande número de pessoas no fabrico e em operações de soldadura.

Recrutamento de outros setores

O relatório sublinha que é fundamental facilitar e promover a mobilidade das pessoas e da força de trabalho de outras indústrias e setores. Por exemplo, é fundamental apoiar a entrada de ex-militares na indústria, tendo sido criado um Military Working Group para esse fim, apoiando os militares que abandonaram ou irão abandonar o serviço, os veteranos e os empregadores. Para este efeito

foi lançada a plataforma [Mission Renewables](#)¹⁷⁵ em 2022, apoiando práticas mais inclusivas no trabalho para atrair e reter ex-militares.

Evidentemente, o recrutamento de outros setores ocorre em ambos os sentidos, o que significa que a indústria eólica offshore precisa de ser proativa e trabalhar em colaboração com a indústria eólica onshore, para atrair e desenvolver o talento do futuro.

175

Adicionalmente, o ano de 2022 instigou uma enorme corrida à energia eólica offshore em todo o mundo, o que significa que o setor precisa de garantir que pode manter a sua força de trabalho actual, com o emprego noutros continentes a tornar-se cada vez mais atraente para trabalhadores qualificados.

RenewableUK

A [RenewableUK](#)¹⁷⁶ é uma importante associação comercial cujo trabalho se foca principalmente na [energia eólica onshore](#), [energia eólica offshore](#) e [energia das ondas e marés](#), abordando também o sistema energético do futuro, armazenamento de energia e hidrogénio verde.

Além da vasta informação estatística, publica também a [RenewableUK Career Mapping tool](#)¹⁷⁷, na qual Informações sobre funções no setor da energia limpa offshore, profissões, qualificações, formação, experiência e competências necessárias.

Em 2018 publicou o guia [Your Career In Offshore Wind](#)¹⁷⁸, destinado a estudantes e a finalistas que procuram uma carreira no setor da energia eólica offshore, destacando a grande variedade de empregos oferecidos aos jovens nesta indústria em rápido crescimento. O guia explica ainda, de forma simplificada, o que é a indústria de energia eólica offshore, incluindo o seu ciclo de vida e os elementos que a integram.

A título de exemplo, a profissão [Operations & Maintenance Technician / Wind Turbine Technician](#), é definida com o seguinte conteúdo:

¹⁷⁵ <https://www.missionrenewable.org/>

¹⁷⁶ <https://www.renewableuk.com/>

¹⁷⁷ <https://www.renewableuk.com/page/CareerMapping>

¹⁷⁸ <https://www.renewableuk.com/news/405476/Your-career-in-offshore-wind.htm>

Activity: Performs electrical/mechanical servicing/repair and/or monitors operational activities across the portfolio to ensure the safe and efficient execution of site activity and accurate recording of site performance.

Experience: Ideally a minimum of 12 months experience in an electrical or mechanical discipline and a minimum of 6 months offshore experience. Servicing, fault finding, and maintenance experience.

176

Qualifications:

- . Level 3 qualification in a mechanical and or electrical discipline
- . Marine Transfer Training (if Offshore).
- . CCNSG Safety Passport National Course
- . Environmental Awareness
- . HSE First Aid
- . GWO (Global Wind Organisation) Manual Handling
- . GWO Sea Survival (if Offshore)
- . GWO Fire Awareness
- . GWO Working at Height
- . Electrical Awareness
- . Lift User Training
- . HIAB (Hydraulic Crane User Training)
- . Confined Space
- . Rope Access
- . Compact Crane
- . Banksman and Slinging

Skills:

- . Knowledge of mechanical systems equipment and typical problem areas/risks
- . Good knowledge of operations and planned maintenance systems.
- . Multidisciplinary technical knowledge
- . Numerate with the ability to interpret technical drawings documents & management reports
- . Good communication skills
- . IT literate

Green Port Hull

O Green Port Hull¹⁷⁹ é um centro de classe mundial de energia renovável do Reino Unido, cuja missão consiste em criar riqueza e emprego para a região de Hull, tirando partido da localização privilegiada do Hull Port¹⁸⁰, perto das oportunidades eólicas offshore no Mar do Norte. O setor das energias renováveis é a maior influência na economia local há gerações, criando milhares de novos empregos e oferecendo uma riqueza de oportunidades para a população e as empresas locais.

O Green Port Hull publicou um importante guia, intitulado [Job Roles in Offshore Wind](https://greenporthull.co.uk/)¹⁸¹, no qual identifica 6 principais elementos na cadeia de fornecimento e 12 grupos de atividades, associando depois várias profissões a cada uma destas, como se resume de seguida.

Principais elementos na cadeia de fornecimento

1. Desenvolvimento e gestão de projeto (development and project management): Levantamentos e estudos de desenvolvimento.
2. Aerogeradores (turbine): Fornecimento do rotor (incluindo pás), nacele e torre.
3. Componentes de suporte e sistemas auxiliares (balance of plant): Fornecimento das fundações, cabos e subestação.
4. Instalação e comissionamento (installation and commissioning): Instalação das fundações e aerogeradores; instalação de cabos; serviços de suporte à instalação.
5. Operação, manutenção e serviço (operations, maintenance and service OMS): Operação do parque eólico; manutenção dos aerogeradores; inspeção estrutural e reparação; manutenção e serviços de logística.
6. Atividades transversais (cross-cutting): atividades transversais a todo o ciclo de vida e diferentes fases, normalmente contratadas perto da localização dos parques eólicos, tendo o potencial de reunir um vasto grupo de fornecedores locais.

¹⁷⁹ <https://greenporthull.co.uk/>

¹⁸⁰ <https://www.abports.co.uk/locations/hull/>

¹⁸¹ <https://greenporthull.co.uk/business-support-job-seekers/help-for-job-seekers/job-roles-in-offshore-wind>

Grupos de atividades

Grupo 1 - Levantamentos e estudos de desenvolvimento

- . Estudos portuários
- . Levantamentos geotécnicos e geofísicos
- . Pesquisas de vida selvagem

178

Grupo 2 - Fornecedores da torre do aerogerador

- . Escadas
- . Transversal: revestimentos
- . Transversal: equipamentos de saúde e segurança

Grupo 3 - Fornecedores das fundações

- . Plataformas
- . Construção metálica associada
- . Sistemas de amarração e âncoras (eólica flutuante)
- . Heave plates and stiffeners (floating systems)
- . Transversal: serviços de formação e treino

Grupo 4 - Fornecedores de cabos

- . Emendas de cabos
- . Acessórios de cabos
- . Armazenamento

Grupo 5 - Fornecedores da subestação offshore

- . Construção metálica
- . Luzes de navegação
- . Sistemas de caminhos de cabos

Grupo 6 - Instalação das fundações e aerogeradores

- . Transporte de equipamentos em embarcações
- . Recrutamento e gestão de tripulantes de embarcações
- . Manutenção de embarcações

Grupo 7 - Instalação de cabos

- . Conexão de cabos aos aerogeradores e testes
- . Serviços com veículos operados remotamente (ROV)
- . Sistemas de proteção de cabos

Grupo 8 - Instalação - serviços de suporte

- . Pesquisa e remoção de munições não detonadas
- . Embarcações de segurança e vigilância
- . Limpeza de derrames de hidrocarbonetos

Grupo 9 - Operações de parques eólicos

- . Operações de exploração
- . Supervisão e controlo de parques eólicos, aquisição de dados e comunicações de rede
- . Transversal: comunicações

Grupo 10 - Manutenção dos aerogeradores

- . Inspeção e reparação de pás
- . Manutenção elétrica e mecânica de aerogeradores
- . Inspeções estatutárias regulamentares

Grupo 11 - Inspeção e manutenção estrutural

- . Inspeção, reparação e manutenção de fundações
- . Limpeza de fundações
- . Serviços portuários

Grupo 12 - Logística de manutenção e serviços

- . Coordenação marítima
- . Gestão de armazéns e sobressalentes
- . Operações e manutenção de embarcações

Grupos de atividades / profissões associadas

Grupo 1 - Levantamentos e estudos de desenvolvimento

Atividade - Estudos portuários

Profissões: Diretor de projeto / Gestor de projeto/ Consultor principal / Consultor / Assistente de design gráfico.

Atividade - Levantamentos geotécnicos e geofísicos

Profissões: Oceanógrafo / Hidrógrafo / Geofísico / Processador offshore / Processador onshore.

Atividade - Pesquisa de vida selvagem

Profissões: Observador de mamíferos marinhos / Ecologista marinho.

Grupo 2 - Fornecedores da torre do aerogerador

Atividade - Escadas

Profissões: Inspector de testes não destrutivos / Soldador / Operador de galvanização / Controlador de qualidade.

Atividade transversal - Revestimentos

Profissões: Técnico de revestimentos especializado (aplicador) / Técnico de jateamento (aplicador).

Atividade transversal - Equipamentos de saúde e de segurança

Profissões: Gestor de contas (distribuidor) / Técnico de produção têxtil e vestuário (fabricante) / Especialista em vendas técnicas (distribuidor) / Controlador de dados do produto (distribuidor).

Grupo 3 - Fornecedores das fundações

Atividade - Plataformas

Profissões: Engenheiro de estruturas / Responsável pela elevação e montagem de grandes estruturas (Rigger).

Atividade - Construção metálica associada

Profissões: Desenhador / Gestor de produção / Supervisor de produção / Operador CNC / Operador de prensas.

Atividade transversal - Serviços de formação e treino

Profissões: Gestor de recursos de formação / Formador.

Grupo 4 - Fornecedores de cabos

Atividade - Emendas de cabos

Profissões: Supervisor de emendas / Engenheiro de teste de cabos / Operador de emendas e ligações.

Atividade - Acessórios de cabos

Profissões: Engenheiro de projeto / Engenheiro de testes.

Atividade - Armazenamento

Profissões: Gestor de instalações / Empregado de armazém / Operador de armazenamento de cabos.

Grupo 5 - Fornecedores da subestação offshore

Atividade - Construção metálica

Profissões: Gestor de produção / Engenheiro de projeto / Assistente de projeto / Operador de laser / Montador de andaimes.

Atividade - Luzes de navegação (Navigation lights)

Profissões: Gestor de compras / Gestor de vendas / Engenheiro de desenvolvimento de produto.

Atividade - Sistemas de caminhos de cabos

Profissões: Gestor de vendas técnicas / Engenheiro de vendas de equipamentos elétricos.

Grupo 6 - Instalação das fundações e aerogeradores

Atividade - Transporte de equipamentos em embarcações

Profissões: Gestor de operações / Operador de grua.

Atividade - Recrutamento e gestão de tripulantes de embarcações

Profissões: Recrutamento técnico / Coordenador de logística / Administrador de contratos.

Atividade - Manutenção de embarcações

Profissões: Gestor de estaleiro / Arquitecto naval / Engenheiro de máquinas / Técnico de construção naval / Montador de tubagens.

Grupo 7 - Instalação de cabos

Atividade - Conexão de cabos aos aerogeradores e testes

Profissões: Gestor de projeto e supervisor de projeto / Operador de emendas e ligações/ Técnico de fibra óptica / Eletricista / Responsável de segurança em espaços confinados.

Atividade - Serviços de veículos operados remotamente (ROV)

Profissões: Gestor de projeto / Piloto de veículos operados remotamente (ROV) / Supervisor de embarcações / Engenheiro de manutenção ROV.

Atividade - Sistemas de proteção de cabos

Profissões: Engenheiro senior de projeto / Engenheiro líder de projeto

Grupo 8 - Instalação - serviços de suporte

Atividade - Pesquisa e remoção de munições não detonadas

Profissões: Mergulhador UXO (munições não detonadas) / Gestor de área EOD

(Eliminação de munições não detonadas) / Engenheiro EOD (Eliminação de munições não detonadas) / Consultor UXO.

Atividade - Embarcações de segurança e vigilância

Profissões: Comandante / Imediato / Marinheiro.



Atividade - Limpeza de derrames de hidrocarbonetos

Profissões: Líder de equipa de derrame de hidrocarbonetos / Resposta a derrame de hidrocarbonetos / Consultor de derrame de hidrocarbonetos.

Grupo 9 - Operações de parques eólicos

Atividade - Operações de exploração

Profissões: Gestor de operações e manutenção / Gestor de integridade de ativos / Controlador de operações / Técnico de sala de controlo.

Atividade - Supervisão e controlo de parques eólicos, aquisição de dados e comunicações de rede

Profissões: Programador de software SCADA / Técnico SCADA / Técnico de redes de comunicação.

Atividade transversal: Comunicações

Profissões: Engenheiro de projeto eletrónico ou mecânico.

Grupo 10 - Manutenção dos aerogeradores

Atividade - Inspeção e reparação de pás

Profissões: Gestor de acesso por cordas e reparação de pás / Supervisor de acesso por cordas e reparação de pás / Técnico de acesso por cordas e reparação de pás.

Atividade - Manutenção elétrica e mecânica de aerogeradores

Profissões: Supervisor local / Técnico de aerogeradores.

Atividade - Inspeções estatutárias regulamentares

Profissões: Inspetor de guias e equipamentos de elevação / Técnico de segurança contra incêndio / Técnico de elevadores.

Grupo 11 - Inspeção e manutenção estrutural

Atividade - Inspeção, reparação e manutenção de fundações

Profissões: Mergulhador / Supervisor de mergulho / Suporte a mergulhadores.

Atividade - Limpeza de fundações

Profissões: Supervisor técnico / Líder de equipa / Operador de limpeza.

Atividade transversal: Serviços portuários

Profissões: Responsável do cais / Responsável de segurança do cais / Operador de cabos de amarração.

Grupo 12 - Logística de manutenção e serviços

183

Atividade - Coordenação marítima

Profissões: Coordenador marítimo / Agente de navegação.

Atividade - Gestão de armazéns e sobressalentes

Profissões: Chefe de armazém / Operador em armazém.

Atividade - Operações e manutenção de embarcações

Profissões: Superintendente de embarcações (operações) / Gestor de tripulantes (operações) / Engenheiro de serviço (manutenção).

Atividade - Operações de embarcações Crew Transfer Vessels (CTV) e Service Operation Vessel (SOV)

Profissões: Comandante / Imediato / Marinheiro.

Blue Gem Wind – energia eólica offshore flutuante

A Blue Gem Wind¹⁸² é uma joint venture constituída em 2020, que integra a Simply Blue Group – um promotor da economia azul irlandês, e a TotalEnergies – uma das maiores empresas de energia do mundo, para desenvolver projetos eólicos offshore flutuantes nas águas do Mar Céltico (Reino Unido).

A sua plataforma online agrega um conjunto de recursos e de informação útil, que vale a pena referenciar:

- . Biblioteca de Documentos – Agrega uma série de documentos relacionados com o planeamento, consentimentos de projetos, carreiras e educação.
- . Carreiras – Partilha vários recursos relacionados com a energia eólica offshore.
- . Programa Educacional – Partilha um vídeo animado e um pacote educativo para alunos do nível primário, focando os impactos das alterações climáticas e a importância da energia eólica.

¹⁸² <https://www.bluegemwind.com/>

6.2. QUALIFICAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Analizadas as profissões associadas à indústria da energia eólica offshore, assim como a sua relação com as diferentes fases do ciclo de vida dos projetos, importa também conhecer os perfis de competências associados a cada profissão e os percursos educativos para obter a certificação necessária.

184

6.2.1 Portugal

A **Agência Nacional para a Qualificação e o Ensino Profissional, I.P. (ANQEP, I.P.)**¹⁸³, um instituto público integrado na administração indireta do Estado, tem como missão contribuir para a melhoria dos níveis de qualificação dos jovens e dos adultos em Portugal, promovendo quer uma procura crescente por qualificações, escolares e profissionais (dupla certificação), ao nível não superior, quer uma oferta de formação inicial e ao longo de vida que seja amplamente atrativa, de qualidade e relevante para o mercado de trabalho.

No âmbito do **Sistema Nacional de Qualificações**, a ANQEP tem as seguintes atribuições:

- . Conceber e atualizar em permanência o **Catálogo Nacional de Qualificações (CNQ)**¹⁸⁴, instrumento que regula as qualificações de dupla certificação de nível não superior;
- . Regular e dinamizar a oferta de educação e formação profissional de dupla certificação destinada a jovens e adultos, a oferta de ensino artístico especializado e o sistema de reconhecimento, validação e certificação de competências (RVCC), de âmbito escolar e profissional, destinado a adultos;
- . Promover e garantir os necessários dispositivos de informação e orientação, a complementaridade e a flexibilidade dos sistemas de educação e formação profissional e a qualidade das referidas ofertas, em articulação com as demais entidades com responsabilidade nestas matérias;

¹⁸³ <https://www.anqep.gov.pt/np4/home>

¹⁸⁴ <https://catalogo.anqep.gov.pt/>

- . Coordenar a conceção de percursos, o desenvolvimento curricular e as metodologias específicas à educação e formação profissional de dupla certificação destinada a jovens e adultos e aos processos de RVCC;
- . Participar no desenvolvimento de referenciais de formação inicial e contínua de professores, formadores e outros profissionais envolvidos na qualificação de jovens e adultos;
- . Contribuir para a comparabilidade internacional das qualificações e para a mobilidade entre sistemas de ensino e formação profissional de jovens e adultos, através de mecanismos de representação e de cooperação a nível europeu e internacional.

A ANQEP tem superintendência e tutela conjunta do Ministério da Educação, Ciência e Inovação, e do Ministério do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social, em coordenação com o Ministério da Economia.

Catálogo Nacional de Qualificações

A plataforma online do [Catálogo Nacional de Qualificações](#) apresenta o [Programa Trabalhos & Competências Verdes/Green Skills & Jobs](#)¹⁸⁵, o qual tem como objetivo estratégico a formação profissional e a requalificação de trabalhadores de empresas e outras entidades empregadoras direta ou indiretamente afetadas pelo aumento dos custos de energia, e dos desempregados, tendo em vista a prevenção do risco de desemprego, a promoção da manutenção dos postos de trabalho e o estímulo à criação de novo emprego, no âmbito da aceleração da transição e eficiência energética.

Neste âmbito foram criados [4 Percursos de Formação](#) de curta e média duração, no final de 2022, todos eles englobados na área de educação e formação [Eletricidade e Energia \(código 522\)](#), e cada um deles com certificação autónoma:

- . Hidrogénio verde – fundamentos e tecnologias (300 horas)¹⁸⁶
- . Energias renováveis – solar térmico (325 horas)¹⁸⁷
- . Energias renováveis – solar fotovoltaico (350 horas)¹⁸⁸

¹⁸⁵ <https://catalogo.anqep.gov.pt/percursos/UFCD/agrupador/CV>

¹⁸⁶ <https://catalogo.anqep.gov.pt/percursosDetalhe/65>

¹⁸⁷ <https://catalogo.anqep.gov.pt/percursosDetalhe/66>

¹⁸⁸ <https://catalogo.anqep.gov.pt/percursosDetalhe/67>

- . Energias renováveis – eólica (350 horas)¹⁸⁹

A título de exemplo, apresenta-se a estrutura do **Percurso de Formação Hidrogénio verde – fundamentos e tecnologias**, em termos de Unidades de Formação de Curta Duração (UFCD) e respetivas durações:

186

- . Tecnologias de produção de hidrogénio verde (50 horas)
- . Fundamentos de eletroquímica (25 horas)
- . Eletrolisadores - componentes, dimensionamento e manutenção (50 horas)
- . Armazenamento de hidrogénio verde - condições de instalação e funcionamento (50 horas)
- . Células de combustível (25 horas)
- . Análise / Ensaaios de rendimento do sistema de produção (25 horas)
- . Protocolos e normas de produção e manuseamento de H₂ (25 horas)
- . Atividades de transferência e manuseamento do hidrogénio verde - Infraestruturas e sistemas de controlo (25 horas)
- . Hidrogénio verde - riscos e segurança (25 horas)

Também a título de exemplo, a **UFCD Tecnologias de produção de hidrogénio verde**¹⁹⁰ (50 horas) apresenta as seguintes definições:

Objetivos

- . Identificar as tecnologias de produção de hidrogénio
- . Identificar os principais componentes e o seu papel nos diferentes equipamentos
- . Reconhecer processos de reformação
- . Reconhecer processos de eletrólise
- . Reconhecer outras técnicas de produção de hidrogénio
- . Identificar aplicações da tecnologia

Conteúdos

- . Introdução ao hidrogénio
- . Conceito de produção de hidrogénio – Reformação e eletrólise

¹⁸⁹ <https://catalogo.angep.gov.pt/percursosDetalhe/68>

¹⁹⁰ <https://catalogo.angep.gov.pt/ufcdDetalhe/360720>

- . Desenvolvimento de novos métodos de produção
- . Componentes físicos de um sistema de reformação
- . Componentes físicos de um sistema de water splitting/eletrolise
- . Materiais utilizados
- . Alimentação energética do sistema
- . Tipos de processos
- . Instalações de produção de hidrogénio
- . Produtos e subprodutos e formas de armazenamento do hidrogénio
- . Condições de operação

Além das Unidades de Formação de Curta Duração (UFCD), o Catálogo Nacional de Qualificações (CNQ) apresenta e detalha cada uma das 392 Qualificações de Dupla Certificação definidas.

No âmbito da área de educação e formação **Eletricidade e Energia (código 522)**, são apresentadas 14 qualificações, de vários Níveis QNQ/QEQ¹⁹¹:

- . Eletricista de Instalações - Nível QNQ/QEQ 2
- . Eletromecânico/a de Eletrodomésticos - Nível QNQ/QEQ 2
- . Eletromecânico/a de Refrigeração e Climatização - Sistemas Domésticos e Comerciais - Nível QNQ/QEQ 2
- . Desenhador/a de Sistemas de Refrigeração e Climatização - Nível QNQ/QEQ 4
- . Técnico/a Instalador/a de Sistemas Solares Fotovoltaicos¹⁹² - Nível QNQ/QEQ 4
- . Técnico/a Instalador/a de Sistemas Eólicos¹⁹³ - Nível QNQ/QEQ 4
- . Técnico/a Especialista em Gestão e Controlo de Energia¹⁹⁴ - Nível QNQ/QEQ 5
- . Técnico/a de Eletrotecnia - Nível QNQ/QEQ 4
- . Técnico/a de Instalações Elétricas - Nível QNQ/QEQ 4

¹⁹¹ O Quadro Nacional de Qualificações (QNQ) estrutura-se em 8 níveis de qualificação caracterizados em função de três domínios para a definição dos resultados de aprendizagem: conhecimento, aptidões e atitudes. QEQ – Quadro Europeu de Qualificações.

¹⁹² <https://catalogo.anqep.gov.pt/qualificacoesDetalhe/1760>

¹⁹³ <https://catalogo.anqep.gov.pt/qualificacoesDetalhe/1761>

¹⁹⁴ <https://catalogo.anqep.gov.pt/qualificacoesDetalhe/1532>

- . Eletricista de Redes - Nível QNQ/QEQ 2
- . Técnico/a de Redes Elétricas - Nível QNQ/QEQ 4
- . Técnico/a Instalador/a de Sistemas Térmicos de Energias Renováveis¹⁹⁵ - Nível QNQ/QEQ 4
- . Técnico/a Supervisor/a de Redes e Aparelhos a Gás - Nível QNQ/QEQ 4

A título de exemplo, a **Qualificação Técnico/a Instalador/a de Sistemas Eólicos**, pode ser alcançada através da participação em cursos profissionais (CP), cursos de aprendizagem (CA), ou cursos/formações modulares certificadas de Educação e Formação para Adultos (Cursos EFA). O **Perfil Profissional**¹⁹⁶ desta qualificação apresenta as seguintes definições:

O que faz?

- . Programar e organizar os trabalhos a realizar.
- . Analisar o projeto de instalação, identificando os equipamentos e acessórios a instalar e a sua localização;
- . Definir, em sistemas eólicos de pequena dimensão, os equipamentos e acessórios a instalar, a sua localização, dimensionamento e orientação dos aerogeradores ou aeromotores, avaliando as condições físicas do local de instalação e outros requisitos técnicos;
- . Providenciar pelas condições necessárias à execução da instalação, da manutenção e da reparação de sistemas eólicos, definindo os métodos de trabalho e preparando os materiais e as ferramentas a utilizar.
- . Executar a instalação dos sistemas eólicos, assegurando o cumprimento das normas, regulamentos de segurança e regras de boas práticas aplicáveis.
- . Proceder à instalação de sistemas eólicos, nomeadamente aerogeradores e aeromotores, de acordo com as especificações técnicas dos mesmos, a fim de assegurar o seu correto funcionamento;

¹⁹⁵ <https://catalogo.anqep.gov.pt/qualificacoesDetalhe/7255>

¹⁹⁶ <https://catalogo.anqep.gov.pt/qualificacoesDetalhe/1761>

- . Proceder aos ensaios do sistema eólico, utilizando equipamentos de medida e controlo, verificando o desempenho global do sistema aquando do arranque, a fim de assegurar o seu adequado funcionamento.
- . Executar a reparação dos sistemas eólicos, assegurando o cumprimento das normas, regulamentos de segurança e regras de boas práticas aplicáveis.
- . Efetuar o diagnóstico de anomalias nos sistemas eólicos, procedendo ao controlo do funcionamento de equipamentos e acessórios, de acordo com as especificações técnicas dos mesmos;
- . Efetuar a reparação de anomalias nos sistemas eólicos, verificando as avarias ocorridas e/ou os equipamentos e acessórios danificados e proceder à sua reparação ou substituição;
- . Efetuar os ensaios do sistema eólico reparado, utilizando equipamentos de medida e controlo, verificando o desempenho global do sistema aquando do arranque, a fim de assegurar o seu adequado funcionamento.
- . Assegurar a manutenção dos sistemas eólicos, de acordo com os planos de manutenção definidos e efetuar ensaios após intervenção, a fim de assegurar o seu adequado funcionamento.
- . Prestar assistência técnica a clientes, aconselhando sobre as diferentes opções e esclarecendo dúvidas sobre o funcionamento dos sistemas eólicos.
- . Elaborar relatórios e preencher documentação técnica relativa à atividade desenvolvida.

Que competências tem?

Conhecimentos

Noções de: Energia eólica; Matemática; Desenho técnico; Química; Física; Pneumática e hidráulica; Mecânica aplicada; Electricidade; Automatismos; Aerodinâmica; Saúde e segurança no trabalho; Proteção ambiental; Qualidade (normalização e certificação); Informática na ótica do utilizador.

Conhecimentos de: Organização, planeamento e programação do trabalho; Projeto de instalação de sistemas eólicos; Equipamentos de medida (características e aplicações); Processos de ensaio e monitorização dos sistemas eólicos; Funcionamento e regulação dos componentes de

sistemas eólicos; Tecnologia dos materiais (características mecânicas, ligas metálicas, materiais plásticos e tecnologia de soldadura); Tecnologia dos sistemas eólicos; Comunicação e relações interpessoais.

Conhecimentos aprofundados de: Projeto de instalação de sistemas eólicos de pequena dimensão; Instalação de sistemas eólicos; Reparação e manutenção de sistemas eólicos; Normas e procedimentos aplicáveis na instalação, na manutenção e na reparação de sistemas eólicos.

Aptidões: Utilizar as técnicas de planeamento e organização do trabalho; Utilizar as técnicas de conceção de projetos de sistemas eólicos de pequena dimensão; Interpretar projetos de instalação de sistemas eólicos; Identificar os equipamentos e acessórios a instalar e as condições físicas exigidas à instalação de sistemas eólicos; Identificar os métodos de trabalho e os materiais necessários ao desenvolvimento dos trabalhos de instalação, de manutenção e de reparação de sistemas eólicos; Identificar as diversas fases do trabalho a executar e as atividades inerentes às mesmas; Aplicar as normas e procedimentos de saúde e segurança respeitantes à atividade profissional; Identificar as características e os princípios de funcionamento de sistemas eólicos; Identificar e utilizar as técnicas de instalação de sistemas eólicos; Identificar os diferentes tipos de materiais e seus comportamentos, bem como os equipamentos a utilizar na instalação de sistemas eólicos; Identificar e utilizar os equipamentos de medida e controlo adequados à instalação, ao arranque e ao diagnóstico de anomalias dos sistemas eólicos; Identificar e utilizar as técnicas de ensaio de sistemas eólicos; Identificar as anomalias em sistemas eólicos; Definir e utilizar as técnicas de reparação de sistemas eólicos de acordo com a anomalia detetada; Identificar e utilizar as técnicas de manutenção de sistemas eólicos; Utilizar a documentação técnica respeitante ao registo da atividade desenvolvida.

Atitudes: Interagir, adequadamente, com outros intervenientes no processo de instalação, manutenção e reparação de forma a responder às solicitações do serviço; Integrar as normas e procedimentos de saúde e segurança no exercício da sua atividade profissional; Decidir sobre as soluções mais adequadas na resolução de problemas técnicos; Adaptar-se a novas tecnologias.

6.2.2 Estados Unidos

Os Estados Unidos iniciaram investimentos na indústria de energia renovável offshore mais tarde que os países europeus. Porém, têm aplicado políticas ambiciosas e, de facto, possuem já parques eólicos a operar e a fornecer energia limpa, pretendendo atingir 30 GW de capacidade de energia eólica offshore até 2030.

Apresenta-se o trabalho desenvolvido por algumas importantes organizações governamentais.

Office of Energy Efficiency & Renewable Energy (EERE)

O **Office of Energy Efficiency & Renewable Energy (EERE)**¹⁹⁷ está integrado no U.S. Department of Energy (DOE). Tem como missão acelerar a pesquisa, o desenvolvimento, a demonstração e a implantação de tecnologias e soluções, para fazer a transição equitativa dos EUA para zero emissões líquidas de gases de efeito estufa em toda a economia, o mais tardar até 2050.

O seu trabalho orienta-se por três princípios transversais:

- . Construir uma economia de energia limpa de uma forma que beneficie todos os americanos;
- . Promover uma força de trabalho STEM diversificada, aumentando a sensibilização para as oportunidades de emprego no domínio da energia limpa;
- . Desenvolver oportunidades de formação robustas em energias limpas, para construir um canal para empregos permanentes e bem remunerados.

O EERE disponibiliza uma importante plataforma intitulada **Map a Career in Clean Energy**¹⁹⁸, na qual partilha **informação detalhada sobre job profiles e job skills para cada profissão**, de acordo com os seguintes mapas de carreiras:

- . Map a Career in Advanced Clean Energy Manufacturing
<https://advancedmanufacturing.careerpathplatform.com/map/>
- . Map a Career in Bioenergy
<https://www.energy.gov/eere/bioenergy/bioenergy-career-exploration-wheel>

¹⁹⁷ <https://www.energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy>

¹⁹⁸ <https://www.energy.gov/eere/jobs/map-career-clean-energy>

. Map a Career in Green Buildings

<https://greenbuildingscareemap.org/>

. Map a Career in Hydrogen and Fuel Cells

<https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-and-fuel-cells-career-map>

. Map a Career in Hydropower

<https://www.energy.gov/eere/water/hydropower-career-map>

. Map a Career in Marine Energy

<https://www.energy.gov/eere/water/marine-energy-career-map>

. Map a Career in Solar

<https://irecsolarcareemap.org/>

. Map a Career in Wind

<https://www.energy.gov/eere/wind/wind-career-map>

De sublinhar que o **Wind Career Map**¹⁹⁹ foi desenvolvido pelo National Renewable Energy Laboratory (NREL)²⁰⁰, com a contribuição de especialistas da indústria eólica, a fim de auxiliar no recrutamento, formação e progressão de trabalhadores qualificados em ocupações relacionadas com a energia eólica. O NREL está integrado no U.S. Department of Energy (DOE), gerindo vários centros nacionais, incluindo o National Wind Technology Center (NWTC)²⁰¹.

O Wind Career Map foi desenvolvido para mostrar a ampla gama de carreiras e conjuntos de competências em toda a indústria eólica e destacar rotas de progressão entre empregos, dentro e entre o setor de energia eólica. A ferramenta também mostra aos candidatos a emprego atuais ou potenciais, informações adicionais, como **salários**, expectativas de experiência e competências, e requisitos educacionais para as ocupações mapeadas.

A título de exemplo, para que se possa entender a riqueza da informação disponibilizada, apresenta-se o conteúdo disponível na plataforma **Map a Career in Wind**, para a profissão de **Técnico de Sistemas Eólicos (Wind Technician)**²⁰².

Os Técnico de Sistemas Eólicos instalam, inspecionam, mantêm, operam e reparam turbinas eólicas. Têm a capacidade para diagnosticar e corrigir

¹⁹⁹ <https://www.energy.gov/eere/wind/wind-career-map>

²⁰⁰ <https://www.nrel.gov/>

²⁰¹ <https://www.nrel.gov/wind/nwtc.html>

²⁰² <https://www.energy.gov/eere/wind/career-map-wind-technician>

qualquer problema que possa fazer com que a turbina seja desligada inesperadamente ou deixe de funcionar corretamente.

Job Profile

193

Embora alguns Técnicos de Sistemas Eólicos estejam envolvidos na construção de novas turbinas eólicas, a maior parte do seu trabalho consiste na manutenção, resolução de problemas e reparação das mesmas, especialmente as nacelas, que contêm o equipamento que gera eletricidade.

Normalmente, os Técnicos de Sistemas Eólicos desempenham as seguintes atividades:

- . Inspecionar a integridade exterior e física das torres;
- . Subir torres para inspecionar, solucionar problemas ou reparar equipamentos de turbinas;
- . Coletar dados de turbinas para testes ou pesquisa e análise;
- . Realizar manutenção de rotina em turbinas eólicas;
- . Testar componentes e sistemas elétricos, bem como sistemas mecânicos e hidráulicos;
- . Solucionar problemas de mau funcionamento mecânico, hidráulico ou elétrico;
- . Manutenção de sistemas de transmissão subterrânea, subestações de campos eólicos ou sistemas de detecção e controle de fibra óptica.
- . Substituição de componentes desgastados ou com defeito.

Os cronogramas de manutenção são amplamente determinados pelas horas de operação, mas também podem variar de acordo com o fabricante. A maioria dos fabricantes recomenda manutenção anual, que envolve inspeções visuais de componentes, verificações de binário de fixadores e lubrificação de peças. Para turbinas que operam durante todo o ano, a manutenção típica pode ocorrer de uma a três vezes por ano e as turbinas são monitorizadas eletronicamente 24 horas por dia, a partir de um escritório central. Se um problema for detectado, os Técnicos de Sistemas Eólicos devem viajar até ao local de trabalho e solucionar os problemas, realizando reparações e serviços conforme necessário.

Em média, o dia é ocupado a escalar e inspecionar diversas turbinas, sendo utilizados computadores para diagnosticar defeitos elétricos. Quaisquer problemas detectados durante o exame são relatados e agendados para reparação.

Os Técnicos de Sistemas Eólicos realizam a maior parte do trabalho de manutenção na nacela, onde estão alojados os componentes de geração de energia e os componentes eletrónicos sensíveis. As nacelas são construídas de forma muito compacta e os técnicos devem ser capazes de trabalhar em espaços confinados, dentro das nacelas, cubos e rotores, limpando e lubrificando regularmente eixos, rolamentos, engrenagens e outros equipamentos. Utilizam também ferramentas elétricas portáteis e instrumentos de medição elétrica, para solucionar quaisquer falhas elétricas nos quadros de controlo, gerador e outros sistemas elétricos e eletrónicos integrados.

Os Técnicos de Sistemas Eólicos devem trabalhar ao ar livre, no topo da nacela. Podem, por exemplo, ter de substituir os instrumentos que medem a velocidade e direção do vento, ou trabalhar com grandes gruas para reparação ou substituição de componentes. Quando estão do lado de fora, os técnicos de turbinas podem estar a centenas de metros de altura e precisam ter uma maior sensação de segurança, usando arneses de proteção contra quedas para todo o corpo, presos a pontos de amarração de classificação adequada na nacela, e movendo-se com cautela durante o trabalho.

Os Técnicos de Sistemas Eólicos são também responsáveis pela administração do local. Num grande parque eólico, podem gerir uma turbina ou centenas de turbinas, solicitando peças de reposição de forma a garantir que existe um stock adequado de peças disponíveis para as reparações necessárias, sendo ainda responsáveis pelas operações diárias da turbina.

Job Skills

Os Técnicos de Sistemas Eólicos estão familiarizados com todos os sistemas da turbina eólica, incluindo estruturais, mecânicos, elétricos, controlos, comunicações, componentes eletrónicos, sistemas hidráulicos e sistemas de segurança e saúde ambiental. São necessárias as seguintes competências (skills):

. Competências mecânicas – Os Técnicos de Sistemas Eólicos devem compreender e ser capazes de manter, solucionar problemas e reparar todos os sistemas mecânicos, hidráulicos, de travagem e elétricos de uma turbina.

. Resistência física – Os Técnicos de Sistemas Eólicos devem ser capazes de subir em sistemas de escadas até à altura da nacela da turbina, muitas vezes com ferramentas e equipamentos. Algumas escadas de torre podem ter mais de 80 metros de altura. Portanto, os técnicos eólicos devem ser capazes de trabalhar por longos períodos sem se cansar facilmente.

. Força física – Os Técnicos de Sistemas Eólicos devem levantar e escalar com equipamentos pesados, peças e ferramentas. Alguns pesam mais de 20 Kg.

. Competências de solução de problemas – Os Técnicos de Sistemas Eólicos devem diagnosticar e reparar problemas. Quando uma turbina deixa de gerar eletricidade, os técnicos devem determinar a causa e fazer as reparações necessárias.

. Conforto com alturas e espaços confinados – Os Técnicos de Sistemas Eólicos geralmente precisam reparar turbinas com pelo menos 80 metros de altura. Além disso, devem trabalhar em espaços confinados para ter acesso aos componentes mecânicos da turbina.

. Documentação – Os Técnicos de Sistemas Eólicos devem documentar e enviar relatórios sobre os resultados de testes, inspeções, reparações ou problemas que encontram ao realizar inspeções e reparações. A sua redação deve ser clara e bem organizada para que outras pessoas possam compreender os relatórios.

A vasta informação acima apresentada é ainda complementada com o conteúdo publicado pelo [U.S. Bureau of Labor Statistics: Wind Turbine Technicians](https://www.bls.gov/ooh/installation-maintenance-and-repair/wind-turbine-technicians.htm)²⁰³, o qual responde, entre outras, à questão "How to Become a Wind Turbine Technician", ou seja, quais os requisitos de acesso e de formação.

²⁰³ <https://www.bls.gov/ooh/installation-maintenance-and-repair/wind-turbine-technicians.htm>

Massachusetts Clean Energy Center (MassCEC)

O Massachusetts Clean Energy Center (MassCEC)²⁰⁴ publica valiosa informação na plataforma [MassCEC Clean Energy Careers - Training & Education Directory](#), um recurso gratuito que ajuda estudantes, profissionais da indústria de eficiência energética e energia renovável, assim como candidatos a emprego, a explorar caminhos de carreira e a localizar oportunidades de ensino e formação no Estado do Massachusetts.

Entre os vários percursos de carreira em energias limpas, inclui uma área específica de [Careers Pathways para a energia eólica offshore](#)²⁰⁵. Esta área agrupa as diferentes profissões em três fases:

- . Planning & development;
- . Construction & installation; e
- . Operations and maintenance.

Em cada uma delas oferece um mapa detalhado para cada profissão, indicando as características da profissão; a possível progressão de carreira; e os locais onde podem ser frequentadas ações de formação ou programas de ensino.

6.2.3 Reino Unido

Várias organizações do Reino Unido disponibilizam informação rica e detalhada sobre perfis de competências e profissões associadas à energia eólica offshore. Apresentam-se alguns casos de referência.

IMarEST - Institute of Marine Engineering, Science and Technology

O [Institute of Marine Engineering, Science and Technology \(ImarEST\)](#)²⁰⁶ foi fundado em Londres, em 1889, com a missão de defender o status, os direitos e a competência dos engenheiros. Atualmente é a maior organização marítima deste tipo e o primeiro instituto a reunir engenheiros, cientistas e tecnólogos navais, num corpo profissional multidisciplinar internacional, promovendo o desenvolvimento científico da engenharia, ciência e tecnologia marítima, proporcionando oportunidades para a troca de ideias e práticas e defendendo o

²⁰⁴ <https://cleanenergyeducation.org/>

²⁰⁵ <https://cleanenergyeducation.org/career-pathways/offshore-wind/>

²⁰⁶ <https://www.imarest.org/>

estatuto, os padrões e o conhecimento dos profissionais marítimos em todo o mundo.

A sua plataforma disponibiliza uma área intitulada **Marine Careers**²⁰⁷, na qual caracteriza cada uma das profissões ligadas à engenharia marítima. Disponibiliza ainda uma área intitulada **Offshore Renewables**²⁰⁸.

197

My World of Work (UK)

A plataforma **My World**²⁰⁹ partilha informação e conselhos sobre gestão de carreiras profissionais. As carreiras estão agrupadas por áreas, facilitando a localização e a pesquisa. Merecem destaque as seguintes áreas:

- . **Engineering**²¹⁰ que detalha várias profissões, incluindo o ROV pilot technician²¹¹ e o Marine Engineer (ou Subsea Engineer)²¹².

- . **Green Careers**²¹³ que detalha várias profissões, incluindo o Wind turbine technician²¹⁴; o Ecologist²¹⁵; e o Oceanographer²¹⁶.

- . **Energy**²¹⁷ que detalha várias profissões, incluindo o Electrical Engineer²¹⁸ e o Energy engineer²¹⁹.

6.2.4 Estatística e fontes de informação

Apresentam-se de seguida algumas fontes de informação relacionadas com emprego, perfis de competências e vocações.

GWEC - Global Wind Workforce Outlook 2023-2027

Annual Wind Workforce Outlook highlights huge global demand for new wind technicians by 2027- New figures clarify the workforce challenge facing the

²⁰⁷ <https://www.imarest.org/education-and-training/marine-careers.html>

²⁰⁸ <https://www.imarest.org/education-and-training/marine-careers/offshore-renewables.html>

²⁰⁹ <https://www.myworldofwork.co.uk/>

²¹⁰ <https://www.myworldofwork.co.uk/my-career-options/job-categories>

²¹¹ <https://www.myworldofwork.co.uk/my-career-options/job-profiles/rov-pilot-technician>

²¹² <https://www.myworldofwork.co.uk/my-career-options/job-profiles/marine-engineer>

²¹³ <https://www.myworldofwork.co.uk/green-careers>

²¹⁴ <https://www.myworldofwork.co.uk/my-career-options/job-profiles/wind-turbine-technician>

²¹⁵ <https://www.myworldofwork.co.uk/my-career-options/job-profiles/ecologist>

²¹⁶ <https://www.myworldofwork.co.uk/my-career-options/job-profiles/oceanographer>

²¹⁷ <https://www.myworldofwork.co.uk/my-career-options/industries/energy>

²¹⁸ <https://www.myworldofwork.co.uk/my-career-options/job-profiles/electrical-engineer>

²¹⁹ <https://www.myworldofwork.co.uk/my-career-options/job-profiles/energy-engineer>

global wind industry with nearly 600,000 technicians needed during the next five years – with more than 240,000 of these roles new recruits to the industry.

<https://gwec.net/global-wind-workforce-outlook-2023-2027-pr/>

GWO Global Wind Organization

<https://www.globalwindsafety.org/>

GWO Training Standards

<https://www.globalwindsafety.org/trainingstandards/trainingstandards>

GWO Training Providers

<https://www.globalwindsafety.org/trainingproviders/findtrainingprovider>

OPITO Skills Body for the Energy Industry

Training standards

<https://opito.com/>

OPITO Products for Energy - Offshore Renewable Energy (Wind)

<https://opito.com/standards-and-qualifications/standards-library/opito-offshore-renewables-products-wind>

OPITO Products for Maritime

<https://opito.com/standards-and-qualifications/standards-library/opito-maritime-products>

OPITO Training Centres Network

<https://opito.com/training/centre-network>

My Energy Future

<https://www.myenergyfuture.global/>

My Energy Future - Energy Careers

<https://www.myenergyfuture.global/energy-careers/>

Singapore - Skills Future - Skills Frameworks by Sector

(informação detalhada sobre profissões e competências)

<https://www.skillsfuture.gov.sg/>

Skills Frameworks by Sector

<https://www.skillsfuture.gov.sg/skills-framework#whicharethesectors>

Singapore - My Skills Future – Courses

<https://www.myskillsfuture.gov.sg/content/portal/en/training-exchange/course-directory.html>

Singapore - Skills Framework for Sea Transport

<https://www.mpa.gov.sg/events-careers/maritime-careers/skills-framework-for-sea-transport>

<https://www.mpa.gov.sg/cwp/assets/skillsframework/index.html>

7. DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS EÓLICOS

200

O desenvolvimento e gestão de projetos de energia eólica offshore inclui as actividades necessárias para garantir a obtenção de autorizações (consenting), tais como a (1) avaliação de impacte ambiental AIA (environmental impact assessments EIA); as (2) actividades necessárias para definir os aspectos de concepção e engenharia; e (3) todos os aspectos da gestão do projeto.

Estas atividades encontram-se na origem do ciclo de vida de um projeto de energia eólica offshore, recebendo os primeiros investimentos e promovendo a contratação dos primeiros serviços e dos primeiros colaboradores.

Merecem por isso uma análise detalhada, particularmente em Portugal, onde se está a iniciar o desenvolvimento desta indústria – o investimento e as oportunidades de desenvolvimento de carreiras começam aqui. Além da sua importância para organizações, empresas e comunidades, esta fase constitui uma prioridade na criação de programas e conteúdos de ensino e formação.

Importa desde já sublinhar que a maior parte da informação apresentada de seguida, se baseia no relatório [Guide to a Floating Offshore Wind Farm](https://guidetofloatingoffshorewind.com/wp-content/uploads/2023/10/BVGA-16444-Floating-Guide-r2.pdf)²²⁰, publicado pela BVG Associates em 2023.

7.1. AUTORIZAÇÃO DO PROJETO

O projeto para a implantação e operação de um parque eólico offshore começa com um conjunto de serviços de desenvolvimento e de procedimentos, para autorização (consenting) do mesmo.

Para iniciar todo o processo, normalmente os promotores do projeto configuram um Special Purpose Vehicle (SPV), o qual lidera os respetivos serviços de desenvolvimento e subcontrata o trabalho para uma série de serviços de consultoria especializados.

²²⁰ <https://guidetofloatingoffshorewind.com/wp-content/uploads/2023/10/BVGA-16444-Floating-Guide-r2.pdf>

O SPV é uma pessoa jurídica que investe e é proprietária do projeto de parque eólico offshore. Caso o projeto avance para construção, o SPV continuará a operar durante a vida útil do parque eólico offshore.

O passo formal de início do processo de consentimento tem origem no desenvolvimento do processo de *Avaliação de Impacte Ambiental (AIA)*²²¹, um instrumento de carácter preventivo da política de ambiente, que garante que são estudados e avaliados os potenciais efeitos no ambiente de determinados projetos.

201

Normalmente, em projetos de parques eólicos offshore, o procedimento de avaliação ocorre em fase de estudo prévio ou anteprojecto, sendo precedido de uma fase de *definição do âmbito (scoping report) do Estudo de Impacte Ambiental*, uma fase preliminar do procedimento de Avaliação do Impacte Ambiental (environmental impact assesement), na qual são identificadas, analisadas e seleccionadas, as vertentes ambientais que podem ser afetadas pelo projeto e sobre as quais a Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) deve incidir. Este relatório tem como objectivo avaliar o nível de impacto em várias áreas, a fim de definir adequadamente o processo e as metodologias de avaliação necessárias. Tem ainda o objetivo de garantir que o Estudo de Impacte Ambiental (EIA) se concentra nos impactos que podem conduzir a efeitos substanciais, permitindo obter um parecer prévio das autoridades relevantes, para ajudar a moldar e a focar a actividade de desenvolvimento.

Assim, nos termos do regime jurídico nacional e conforme publicado na plataforma online da *Agência Portuguesa do Ambiente (APA)*²²², a AIA encontra-se organizada em várias fases:

- . Definição do Âmbito: fase preliminar e facultativa do procedimento de AIA (Avaliação de Impacte Ambiental), na qual são identificadas, analisadas e seleccionadas as vertentes ambientais que podem ser afetadas pelo projeto e sobre as quais o EIA (Estudo de Impacte Ambiental) deve incidir;
- . Avaliação de Impacte Ambiental: fase essencial na qual é avaliada a viabilidade ambiental do projeto e que pode comportar procedimentos distintos consoante o projeto seja submetido a avaliação em fase de

²²¹ <https://apambiente.pt/avaliacao-e-gestao-ambiental/avaliacao-de-impacte-ambiental>

²²² <https://apambiente.pt/avaliacao-e-gestao-ambiental/fases-de-aia>

estudo prévio ou anteprojeto ou seja submetido em fase de projeto de execução.

No caso da submissão em fase de estudo prévio ou anteprojeto, o procedimento de AIA comporta dois momentos complementares:

202

- . A avaliação do projeto propriamente dita, que culmina com a emissão da decisão sobre a viabilidade ambiental (Declaração de Impacte Ambiental DIA) (environmental statement ES); e
- . A verificação da conformidade ambiental do projeto de execução, que tem como objetivo analisar o cumprimento das condições da DIA emitida para o respetivo estudo prévio ou anteprojeto, e que termina com a emissão da decisão sobre essa mesma conformidade (Decisão sobre a Conformidade Ambiental do Projeto de Execução DCAPE).

Os promotores pretendem garantir o consentimento do projeto, mantendo ao mesmo tempo o máximo de flexibilidade possível. A gama de opções incluídas no projeto proposto é conhecida como envelope de projeto (design envelope), o qual inclui limites superiores e inferiores claros na escala do projeto, por exemplo, em termos de altura do aerogerador.

A maioria dos promotores eólicos offshore tem capacidade de gestão de desenvolvimento predominantemente interna, sendo o trabalho especializado externalizado. Normalmente, os fornecedores especializados destacam funcionários para a equipa do promotor, durante a fase de desenvolvimento.

Ao longo do processo de desenvolvimento, os promotores são obrigados a consultar e obter a opinião de vários consultores estatutários. Estes incluem uma vasta gama de entidades e autoridades nomeadas pelo governo, autoridades locais afectadas e aqueles que têm interesse nas zonas afectadas. Também é provável que sejam consultadas organizações não estatutárias, com interesses específicos no desenvolvimento (como a The Royal Society for the Protection of Birds RSPB, no caso do Reino Unido). Os promotores também procuram as opiniões das comunidades locais como parte deste processo e realizam uma série de eventos públicos de informação e consulta.

Não existem grandes diferenças nos processos de desenvolvimento e gestão de projetos entre parques eólicos offshore flutuantes e parques eólicos offshore fixos. No entanto, deve-se sublinhar que os parques eólicos offshore flutuantes têm uma pegada maior no fundo do mar, comparativamente aos parques eólicos offshore fixos, exigindo múltiplas âncoras para cada turbina. Possuem também

linhas de amarração e cabos dinâmicos na coluna de água, que os parques eólicos offshore fixos não possuem. Estes factores exigem envolvimento e consulta com as comunidades locais em geral e as associações de pescadores em particular, dado que os cabos de amarração podem ter um impacto maior nas actividades de pesca.

O processo de desenvolvimento é apoiado por uma série de consultores especializados, cobrindo projetos de engenharia, questões jurídicas, gestão do território, ambiente e relações com as partes interessadas.

7.1.1 Avaliação de Impacte Ambiental

Como referido, a [Avaliação de Impacte Ambiental \(AIA\)](#) é um instrumento de carácter preventivo da política de ambiente, que garante que são estudados e avaliados os potenciais efeitos no ambiente de determinados projetos.

A AIA avalia o potencial impacto do projeto de desenvolvimento – no ambiente físico, biológico e humano – durante a construção, operação e desmantelamento do parque eólico offshore. [A regulamentação mais recente especifica que a avaliação deve considerar os impactos na saúde humana, nas alterações climáticas e na biodiversidade.](#) Para determinar os impactos, é realizado um conjunto completo de levantamentos ambientais.

Após a avaliação dos potenciais impactos, são definidas e aplicadas medidas de mitigação, de forma a determinar os efeitos residuais associados ao empreendimento. Uma parte essencial da AIA consiste na avaliação de impacto cumulativo (Cumulative Impact Assessment CIA), onde são analisados os impactos do desenvolvimento específico, combinados com os impactos de outros projetos previsíveis.

A consulta com as entidades estatutárias, grupos de interesses especiais e a comunidade local é realizada durante todo o processo de AIA, permitindo que a autoridade competente, bem como outras partes interessadas e o público, expressem as suas opiniões e preocupações.

[O processo de Avaliação de Impacte Ambiental de um projeto de parque eólico offshore pode prolongar-se no tempo até ser concluído – até três anos – devido ao tempo necessário para concluir os levantamentos ambientais necessários.](#)

Para determinar os impactos ambientais de um determinado parque eólico offshore, são realizados levantamentos ambientais na sua localização e

arredores. Esta informação estabelece a base para a avaliação e permite a realização de modelos de impacto.

7.2. LEVANTAMENTOS AMBIENTAIS

Os levantamentos ambientais (environmental surveys) são uma das primeiras tarefas a serem realizadas num potencial parque eólico offshore, podendo esta atividade estender-se por dois ou mais anos, até que sejam recolhidos dados suficientes para solicitar o consentimento. Os parques eólicos offshore flutuantes têm maior ênfase em certas pesquisas ambientais, em comparação com os parques eólicos offshore fixos, para compreender e mitigar os impactos ambientais, se existirem, devido à maior utilização do fundo do mar.

Os levantamentos incluem pesquisas de aves, peixes, mamíferos marinhos e habitats, bem como estudos de navegação marítima, pesquisas socioeconómicas, pesca comercial, arqueologia, análise de ruído, avaliação paisagística e visual e avaliações de impacto da aviação. As empresas e os promotores reconhecem que um levantamento mais detalhado pode reduzir os dispendiosos atrasos de consentimento e os requisitos de monitorização ambiental pós-construção.

Alguns levantamentos necessitam de estabelecer comportamentos regionais da vida selvagem, por exemplo, padrões de alimentação e reprodução de aves e, nestes casos, poderá ser necessário recolher dados durante vários anos. Para populações de vida selvagem altamente móveis, como aves ou mamíferos marinhos, pode ser difícil estabelecer se os impactos previstos durante a construção serão duradouros.

As pesquisas analisam a distribuição, densidade, diversidade e número de espécies diferentes. Um desafio nas avaliações consiste em tentar compreender os impactos cumulativos de vários parques eólicos, especialmente quando estes são objecto de avaliações de impacto ambiental e processos de consentimento separados.

Para coletar os dados da pesquisa são utilizadas embarcações e aeronaves. Alguns levantamentos ambientais são realizados por empresas que também oferecem pesquisas geológicas ou hidrológicas; neste caso o trabalho pode ser realizado a partir das mesmas embarcações numa única campanha. Os levantamentos ambientais são normalmente realizados por empresas do mercado interno, em parte porque existem recursos locais suficientes e em parte

porque alguns dos impactos sobre a vida selvagem são específicos do local e requerem conhecimentos e competências locais detalhados.

7.2.1 Levantamento de habitats e espécies

Para compreender os potenciais impactos de um parque eólico offshore sobre os habitats e espécies marinhas, são realizados levantamentos bentônicos (espécies que vivem no fundo do mar e nos sedimentos), levantamentos de peixes e mariscos na coluna de água, assim como levantamentos ornitológicos e de mamíferos marinhos. Os dados da pesquisa são usados para definir áreas de condições ambientais semelhantes no fundo do mar e para elaborar estudos de impacto de habitats e espécies.

São necessárias pesquisas bentônicas mais extensas para parques eólicos offshore flutuantes, em comparação com parques eólicos fixos, para compreender os potenciais impactos no fundo do mar dos múltiplos pontos de ancoragem necessários. Os levantamentos de peixes e mariscos identificam as espécies que estão presentes na coluna de água, no local proposto para o parque eólico flutuante offshore e nas áreas adjacentes. Os levantamentos são geralmente realizados para caracterizar as espécies presentes na área do parque eólico offshore flutuante, mas também para abordar questões específicas, tais como se os peixes estão a desovar na área, caso isto seja um problema para a AIA. **Muitas vezes, os levantamentos podem ser realizados utilizando embarcações de pesca locais, desde que cumpram padrões mínimos de segurança.** Esta abordagem favorece o envolvimento com a comunidade piscatória local.

Os levantamentos ornitológicos estabelecem a presença e o comportamento das aves dentro dos limites flutuantes do parque eólico offshore e nas áreas adjacentes. Os dados destas pesquisas de aves são utilizados para estabelecer os riscos para as aves que um parque eólico offshore flutuante pode representar. Os estudos ornitológicos offshore são normalmente uma das primeiras tarefas a serem realizadas num potencial parque eólico offshore flutuante, porque são necessários pelo menos dois anos de dados para estabelecer as condições de base. Tal deve-se ao alto nível de variação espacial e temporal na abundância e distribuição das aves ao longo do ciclo anual. Normalmente são realizados levantamentos aéreos digitais e baseados em embarcações, para estabelecer estimativas populacionais e para coletar dados comportamentais, incluindo alturas de voo das espécies (uma variável chave usada para avaliar possíveis

colisões). Podem também ser usados outros métodos, como o rastreamento por GPS, lidar, radar e levantamentos a partir de pontos de observação costeiros.

Os levantamentos sobre mamíferos marinhos estabelecem a diversidade, abundância, distribuição e comportamento dos cetáceos (incluindo botos, golfinhos e baleias) e focas, dentro dos limites do parque eólico offshore e nas áreas circundantes. As pesquisas são normalmente realizadas mensalmente durante pelo menos dois anos, para estabelecer como estas variáveis mudam ao longo das estações e entre anos. Os mamíferos marinhos são pesquisados para determinar como utilizam a área proposta e, portanto, os diferentes efeitos que um parque eólico offshore flutuante pode ter. Estes podem incluir potenciais perturbações e deslocamentos, lesões físicas e auditivas durante a cravação de estacas e perda direta e indireta de habitat (por exemplo, através de efeitos sobre espécies de presas). É ainda realizada uma modelação detalhada, para compreender a interação entre mamíferos marinhos e componentes flutuantes da eólica offshore, como cabos e cabos de amarração. Os métodos utilizados dependem da espécie e do local.

Os levantamentos visuais tradicionais que utilizam barcos e plataformas aéreas estão a ser complementados ou substituídos por tecnologias novas e mais precisas, como a monitorização acústica estática e rebocada, a marcação de indivíduos com transmissores de satélite e a monitorização de vídeo controlada remotamente.

Embarcações e aeronaves de levantamento ornitológico e de mamíferos offshore

Os métodos visuais tradicionais para levantamento de mamíferos marinhos, são frequentemente realizados simultaneamente com os levantamentos ornitológicos offshore, oferecendo economia de custos. Para o setor eólico offshore flutuante, as condições meteorológicas e marítimas desfavoráveis devem ser consideradas no planeamento dos levantamentos, para garantir que os dados recolhidos sejam robustos.

São utilizadas múltiplas equipas, incluindo topógrafos experientes e qualificados, que se revezam em turnos para evitar a fadiga e manter a acuidade visual. As pesquisas visuais tradicionais baseadas em embarcações, podem ser complementadas com um hidrofone rebocado e cápsulas acústicas (towed hydrophone and acoustic pods) instaladas no fundo do mar, para realizar a monitorização acústica passiva dos mamíferos marinhos.

Embora os levantamentos aéreos visuais tradicionais possam ser utilizados para registrar mamíferos marinhos, estes não são adequados para registrar aves marinhas, uma vez que voam a altitudes relativamente baixas e podem causar perturbações (e, portanto, os dados recolhidos não são representativos das condições de referência). Em alternativa, podem ser utilizadas aeronaves de levantamento aéreo digital que voam em altitudes mais elevadas, registando aves e mamíferos marinhos. Essas aeronaves de pesquisa possuem uma variedade de instrumentos de sensoriamento remoto a bordo, como câmeras digitais de alta resolução, lidar, imagens de vídeo e espectrómetros de imagem. Aviões bimotores, com tanques de combustível de longo alcance e capacidades de piloto automático permitem levantamentos extensivos em alto-mar, sem a necessidade de topógrafos a bordo.

Existe um grande potencial para o incremento da utilização de embarcações autónomas, com instrumentos de teledeteção e inteligência artificial para analisar dados, reduzir custos e realizar pesquisas offshore mais extensas.

7.2.2 Levantamento ambientais em terra

Os levantamentos ambientais em terra consideram o potencial impacto ecológico que a instalação de cabos, as subestações em terra e as novas instalações portuárias, podem ter no ambiente em terra.

Os levantamentos da vida selvagem são frequentemente realizados por empresas ecológicas, que possuem capacidades especializadas para espécies específicas. Os estudos tendem a observar a distribuição, densidade e número de espécies diferentes. São considerados animais selvagens que vão desde texugos a pequenos répteis, dependendo da natureza do local proposto. Os ecossistemas costeiros frágeis são uma área de destaque principal.

7.2.3 Estudos de impacto humano

Os estudos de impacto humano avaliam o impacto que um parque eólico offshore proposto pode ter na comunidade que vive na área costeira próxima da instalação.

As avaliações visuais compreendem fotomontagens de pontos de vista específicos, de como será o parque eólico proposto. As avaliações de ruído avaliam os potenciais impactos do ruído e determinam se o impacto do parque

eólico offshore está de acordo com as orientações das normas de ruído relevantes. Outras áreas estudadas incluem a pesca e a arqueologia.

O estudo socioeconómico avalia os impactos de um parque eólico offshore ou de uma infraestrutura costeira, por exemplo um porto, nas mudanças no emprego, nos transportes, nas atividades de lazer, ou nas alterações no valor estético de uma paisagem. Estima os impactos na sociedade local, não só destas mudanças socioeconómicas, mas também do conjunto de efeitos biológicos, geológicos e físicos, causados pela mudança proposta na área local.

208

Os estudos socioeconómicos incluem uma combinação de dados objectivos e subjectivos. Os dados objectivos podem incluir estatísticas sobre idade, distribuição de rendimentos, etnia, mortalidade, tipo e ocupação de habitação e educação. Dados subjetivos podem ser derivados de pesquisas e observações. Estes são utilizados para fornecer estimativas sistemáticas da forma como vários grupos percebem o seu ambiente socioeconómico e, portanto, o impacto da mudança proposta. Os estudos consideram o traçado do cabo terrestre e a subestação eléctrica.

7.3. AVALIAÇÃO DE RECURSOS E DADOS METEOCEÂNICOS

As avaliações de recursos e dados meteoceânicos (dados meteorológicos e oceanográficos), fornecem conjuntos de dados atmosféricos e oceanográficos para o projeto de engenharia de um parque eólico offshore flutuante, prevendo a potencial produção futura de energia e as prováveis condições de instalação e operação no local proposto.

Os sistemas de medição são instalados no local do projeto, para coletar dados de vento e outros dados meteorológicos relevantes. Os sensores meteorológicos medem a velocidade e direção do vento, a temperatura, a pressão, a humidade, a radiação solar e a visibilidade. A medição da velocidade do vento em diferentes alturas fornece informações críticas sobre o perfil da velocidade do vento no local, auxiliando nas decisões sobre o projeto da turbina e da subestrutura flutuante (quando aplicável). Os dados da velocidade do vento são necessários até pelo menos a altura proposta do centro das turbinas eólicas, que é de 130 metros ou mais acima do nível do mar para uma turbina de 15 MW.

São também instaladas bóias meteoceânicas dentro e em redor do parque eólico offshore. Os sensores meteoceânicos incluem sensores de ondas, nível do mar e

corrente. Os sensores de ondas registam todo o espectro de dados, incluindo velocidade, direção e período das ondas, sendo utilizados vários sensores para fornecer cobertura espacial e redundância. Esta informação é crucial para estabelecer a dinâmica de todo o sistema, incluindo a definição de tipos de projeto de subestruturas, classificações de turbinas, tipos de embarcações e estratégias de operações e manutenção (O&M).

Em comparação com parques eólicos offshore fixos, os parques eólicos offshore flutuantes requerem as mesmas avaliações de dados eólicos, mas requerem mais dados meteoceânicos para modelar a dinâmica de todo o sistema. São necessários conjuntos de dados de referência de longo prazo, para descrever a climatologia do local proposto durante um período mais longo, normalmente superior a 15 anos. Os dados são geralmente recolhidos durante um período de pelo menos um ano, para reflectir a variação sazonal nos recursos eólicos e nas condições meteoceânicas.

Esses conjuntos de dados combinados são usados no processo de projeto do sistema de parque eólico offshore flutuante, no processo de seleção de turbinas e para prever a produção anual de energia (annual energy production AEP) do parque eólico offshore. Os dados meteoceânicos são também usados para apoiar a seleção de embarcações e estratégias operacionais para o local, sendo disponibilizados aos operadores de embarcações e planeadores marítimos durante as fases de construção e operação.

Os sistemas de medição eólica e meteoceânica requerem fonte de alimentação de energia para operar sensores, armazenamento de dados e telemetria. Para sistemas de baixa potência, são muitas vezes utilizados painéis solares fotovoltaicos, pequenas turbinas eólicas e armazenamento de baterias. Os sistemas maiores usam geradores a diesel ou células de combustível de hidrogénio. Os sistemas de recursos e dados meteoceânicos requerem também manutenção, incluindo inspeção, limpeza e reabastecimento (quando são usados geradores a diesel ou células de combustível de hidrogénio ou similares). As visitas de manutenção são normalmente realizadas duas a quatro vezes por ano, sendo os sistemas projetados para operar de forma autónoma, com sistemas integrados de energia, dados e comunicações.

7.4. LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS E HIDROGRÁFICOS

Os levantamentos do fundo do mar analisam o ambiente neste espaço do mar, no local do parque eólico offshore proposto e no percurso do cabo de transmissão de energia, para avaliar a sua condição geológica e características de engenharia. Os dados coletados são utilizados numa ampla gama de estudos de engenharia e ambientais durante a fase de projeto e desenvolvimento.

210

Os levantamentos do fundo do mar consistem em duas partes principais: os levantamentos geofísicos não invasivos das características do fundo do mar e batimetria; e os levantamentos geotécnicos invasivos das características do fundo do mar. As pesquisas do fundo do mar são um componente importante do processo de desenvolvimento e auxiliam em diversos processos, como a otimização dos projetos dos sistemas de amarração e o layout dos parques eólicos offshore flutuantes, bem como na minimização dos riscos durante as atividades de instalação.

Os levantamentos ambientais e dos fundos marinhos e a recolha de dados (geotécnicos e geofísicos) podem começar cinco anos ou mais antes da operação planeada do parque eólico offshore flutuante. O desenvolvimento eólico offshore normalmente requer mais recolha de dados em áreas maiores, mas as abordagens técnicas são semelhantes às de outros setores, como o petróleo e o gás.

A mudança para sistemas baseados em leilões, como o contrato por diferença (Contract for Differences CfD), coloca uma maior ênfase nos levantamentos geológicos e hidrográficos, uma vez que os promotores exigem maior certeza de custos (e, portanto, de projeto) no início do processo de desenvolvimento.

7.4.1 Levantamentos geofísicos

Os levantamentos geofísicos identificam a batimetria, as características do fundo do mar, a profundidade da água e a estratigrafia do solo. Identificam também áreas perigosas no fundo do mar e riscos de origem humana, como engenhos explosivos não detonados (UXO).

Os levantamentos geofísicos não são intrusivos e incluem técnicas de sensoriamento remoto, como métodos sísmicos, eco-sondagem e magnetometria. As técnicas utilizadas consistem em mapeamento batimétrico

(profundidade da água) com ecosondagens convencionais de feixe único ou multifeixe; ou batimetria de faixa, mapeamento do fundo do mar com sonar de varredura lateral, magnetômetro para UXO, métodos de perfil sísmico acústico e levantamentos digitais de alta resolução.

As pesquisas são realizadas ao longo de faixas em zonas dentro do local proposto para o parque eólico offshore flutuante e rotas de cabos. As informações provenientes de levantamentos geofísicos são utilizadas para auxiliar a concepção e implementação de levantamentos bentônicos e geotécnicos, pelo que são frequentemente realizados perto do início do processo de desenvolvimento. Os dados de levantamentos geofísicos também são usados para produzir gráficos, modelos e mapas para sistemas GIS, que são então usados para o projeto de layout do local.

Os levantamentos geofísicos podem ser usados para identificar engenhos explosivos no fundo do mar ou abaixo dele. Os levantamentos geofísicos também podem considerar a arqueologia marinha que pode estar presente no local do parque eólico offshore. Este serviço é normalmente realizado por empresas especializadas em pesquisas arqueológicas, sendo realizado em conjunto com as pesquisas geofísicas.

Os navios de pesquisa geofísica (geophysical survey vessels) têm normalmente cerca de 30 a 70 m de comprimento, configurando uma plataforma estável mesmo em condições marítimas e climáticas desfavoráveis. São utilizadas múltiplas tripulações, incluindo operadores de equipamentos altamente especializados. A embarcação possui alojamentos para permitir que a embarcação tenha uma autonomia operacional de até um mês.

7.4.2 Levantamentos geotécnicos

Os levantamentos geotécnicos do local são conduzidos após o levantamento geofísico, de forma a utilizar as informações obtidas para atingir os limites dos estratos rochosos e do solo, propriedades de engenharia e características específicas do fundo do mar. Os estudos geotécnicos são predominantemente intrusivos e incluem métodos como perfuração de poços, para coletar amostras de solo e rocha e testes de penetração de cone (cone penetration testing CPT).

A investigação geotécnica é geralmente a parte mais cara do trabalho de pesquisa de parques eólicos offshore, tornando-a um investimento de risco substancial

para os promotores. Normalmente, os levantamentos geotécnicos são realizados em fases, para agregar valor ao processo de mitigação de riscos do projeto.

Os levantamentos geotécnicos requerem equipamento especializado e pessoal qualificado. O âmbito da investigação depende do tipo de fundação a ser considerada e da variabilidade nas características do fundo do mar. Os dados resultantes dos levantamentos geotécnicos são combinados com os resultados do levantamento geofísico, para melhorar o modelo geológico antes do projeto e instalação das âncoras. Os dados geotécnicos também são usados posteriormente, em combinação com informações de embarcações elevatórias para carga pesada, para determinar os riscos e a viabilidade da condução de atividades de construção.

Os parques eólicos offshore fixos requerem dados geotécnicos em profundidades de 50 a 70 metros, para sustentar o projeto de fundações monoestacas ou jaquetas (jacket foundations). Os parques eólicos offshore flutuantes utilizam âncoras, que normalmente não têm instalação tão profunda como as monoestacas, embora isto dependa do tipo e desenho da âncora selecionada. Por esta razão, os levantamentos geotécnicos para parques eólicos offshore flutuantes, exigem profundidades menores em comparação com os fixos.

As embarcações de pesquisa geotécnica (geotechnical survey vessels) têm normalmente entre 60 e 100 metros de comprimento, tendo a capacidade de operar de forma independente em locais remotos. As embarcações devem ser capazes de se posicionar em locais específicos para amostragem de furos utilizando posicionamento dinâmico ou âncoras e devem ser capazes de resistir a condições marítimas e meteorológicas desfavoráveis. As embarcações fornecem uma plataforma estável para a aquisição de amostras e testes in-situ. Devido aos custos de contratação destas embarcações, são utilizadas múltiplas tripulações, incluindo operadores de equipamentos altamente especializados. As embarcações dispõem de alojamentos, permitindo que a embarcação tenha uma autonomia operacional superior a um mês.

7.4.3 Levantamentos hidrográficos

Os levantamentos hidrográficos examinam o impacto do desenvolvimento de parques eólicos offshore na sedimentação local e nos processos costeiros, como a erosão, sendo integrados no levantamento geofísico.

Compreender o ambiente de sedimentação do local proposto é de particular importância, pois informa as características de erosão do local e as subsequentes medidas de proteção necessárias. São também realizadas verificações como parte do processo de monitorização pós-construção, durante a fase de operação.

7.5. ENGENHARIA E CONSULTORIA

Os estudos de engenharia (front-end engineering and design FEED) abordam várias áreas de projeto dos sistemas de parques eólicos offshore e desenvolvem o conceito antes da aquisição, contratação e construção.

No início do processo, os estudos de conceito e pré-FEED são usados para desenvolver um conceito geral do projeto, para fins de definição do envelope de consentimento (consent envelope) e para apoiar os levantamentos ambientais. O estudo FEED é continuamente refinado ao longo do processo de desenvolvimento sendo, em última análise, usado para apoiar decisões substanciais de engenharia e aquisições.

Para minimizar o custo nivelado da eletricidade (levelized cost of electricity LCOE) do projeto, são considerados parâmetros-chave como o tamanho da turbina, o tipo de subestrutura, o sistema de amarração, o layout do parque eólico, o projeto da subestação, e o sistema elétrico e conexão à rede.

Alguns projetos consideram a integração de turbinas eólicas offshore flutuantes com baterias co-localizadas, a geração de hidrogénio verde ou o fornecimento de energia a instalações de produção de petróleo e gás. Os estudos FEED também incluem o planeamento de operações onshore e offshore, estratégias portuárias e de embarcações, determinação de metodologias de contratação e desenvolvimento de procedimentos-chave de gestão de riscos, e de saúde e segurança no trabalho.

O estudo FEED procura compreender o sistema total do parque eólico, de uma forma integrada, considerando o impacto das decisões de engenharia no LCOE e garantindo que as decisões têm pleno conhecimento dos riscos e impactos ambientais.

O estudo FEED é um processo multidisciplinar que requer ampla comunicação e coordenação, muitas vezes entre múltiplas equipas e organizações. Os engenheiros normalmente usam padrões específicos do setor para orientar o

processo de projeto de componentes, incluindo, entre outros, a subestrutura flutuante. Os resultados dos estudos FEED são utilizados para adquirir e construir o parque eólico offshore.

A mudança para sistemas baseados em leilões, colocou uma maior ênfase nos estudos FEED, uma vez que os promotores exigem maior certeza de custos no início do processo de desenvolvimento. Os promotores dos primeiros projetos eólicos flutuantes offshore provavelmente realizarão estudos FEED mais detalhados e, portanto, incorrerão em custos FEED mais elevados. O detalhe e o custo dos estudos FEED diminuirão, à medida que os promotores ganharem mais experiência e os projetos e práticas operacionais ganharem maturidade.

214

7.6. GESTÃO DE PROJETO

A gestão de projetos de parques eólicos offshore envolve a gestão ponta a ponta das diversas atividades do processo de desenvolvimento, incluindo a interpretação de dados recolhidos nos levantamentos ambientais; as diversas avaliações; os estudos de projeto; a construção do projeto até à data de operação comercial (date of commercial operation COD); o envolvimento das partes interessadas e da cadeia de fornecedores; e o estabelecimento de contratos de compra de energia (power purchase agreement PPA).

A gestão do projeto na fase de construção inclui a gestão de cada um dos diferentes pacotes de construção. A gestão de projetos financeiros inclui a gestão de orçamentos, contabilidade, financiamento de projetos, seguros e a organização de contratos de compra de energia (PPAs) e CfDs.

8. ENGENHARIA DO OCEANO

Como referido previamente, o oceano e o espaço serão – cada vez mais – territórios de conhecimento e de colonização; ambos têm natureza tridimensional, dimensão e valor infinitos. Infinita é igualmente a atração que provocam no espírito científico e explorador do ser humano.

O oceano é um dos recursos mais ricos do planeta, porém é ainda um dos mais subutilizados. O seu potencial em termos de alimentação, saúde, energia, turismo – entre outros – é ainda difícil ou quase impossível de quantificar.

O oceano é há muito reconhecido como essencial para a sustentabilidade do planeta. Cobrindo mais de 70% da superfície terrestre, afecta toda a vida na Terra, directa e indirectamente. Porém é difícil viver e trabalhar no oceano. O ser humano não consegue respirar debaixo de água sem meios artificiais; as pressões nas profundezas do oceano são imensas; e na maior parte do oceano impera uma escuridão impenetrável. Não é por acaso que os cientistas conhecem a superfície de Marte melhor do que partes do fundo do oceano.

Todos os esforços para melhor conhecer e aproveitar os recursos que o oceano oferece, dependem do desenvolvimento de tecnologias que apoiem e avancem a oceanografia, assim como da criação de ferramentas e estruturas para melhor observar e aproveitar o valor que o oceano encerra.

A [engenharia do oceano / engenharia oceânica \(ocean engineering\)](#) assume assim uma enorme importância para o conhecimento, aproveitamento sustentável e proteção do oceano; e para desenvolvimento da economia azul sustentável, proporcionando carreiras profissionais desafiantes e recompensadoras.

8.1. CARACTERIZAÇÃO

A [engenharia do oceano](#) foca-se em tecnologias, sistemas e estruturas que operam ao largo das costas (em offshore), e/ou em áreas costeiras adjacentes ao oceano. A engenharia do oceano inclui assim a [engenharia costeira \(coastal engineering\)](#) que se foca em áreas e estruturas costeiras, incluindo portos, cais e outras instalações; e a [engenharia offshore \(offshore engineering\)](#), que se foca

em estruturas offshore artificiais e outras tecnologias e sistemas, concebidos para operar no oceano.

A **engenharia costeira (coastal engineering)** tornou-se uma parte cada vez mais importante da engenharia do oceano. Com cada vez mais pessoas a viver ou a trabalhar nas regiões costeiras, os problemas associados ao desenvolvimento costeiro – como a poluição e a eliminação de resíduos – exigem a experiência e a inovação da engenharia costeira. Adicionalmente, as ondas, a subida do nível da água do mar, as tempestades e outros fenómenos meteorológicos extremos, têm um impacto significativo nas costas, causando frequentemente erosão e perda de território costeiro, sendo tarefa da engenharia costeira conceber e criar formas de diminuir o impacto destes processos naturais, protegendo pessoas e comunidades.

217

A **engenharia oceânica (ocean engineering)** tem apresentado desenvolvimentos notáveis, que acompanham o interesse cada vez maior na biodiversidade e recursos do oceano, apoiando atividades económicas, de investigação e de defesa. As estruturas e equipamentos desenvolvidos incluem soluções de transporte, atividades recreativas, pesca, aquicultura, extração de petróleo ou outros minerais, produção de energia renovável, sensores, robótica submarina e sistemas de suporte de vida subaquáticos. Alguns destes sistemas são instalados no fundo do mar, especialmente os que localizam em baixas profundidades; outros são móveis, como no caso de navios, submersíveis, plataformas de perfuração e parques eólicos flutuantes.

A engenharia do oceano é também aplicada na área da defesa e segurança, nomeadamente na construção de bases navais, sistemas de vigilância offshore e outras estruturas; na área das telecomunicações através do projeto e instalação de cabos de comunicação submarinos, cruciais para a conectividade global; e na investigação ambiental, apoiando pesquisas científicas, monitorização ambiental através da implantação de bóias e sensores para coleta de dados e estudos oceanográficos.

A **engenharia do oceano difere da oceanografia, ciência que se foca no estudo dos aspectos naturais do oceano e das costas. A engenharia do oceano é, na verdade, uma combinação de vários tipos de engenharia: uma mistura de conhecimento, técnicas e competências de engenharia mecânica, eletrotécnica, civil, acústica e química, juntamente com uma compreensão de como funciona o oceano.** Os engenheiros oceânicos não apenas projetam e constroem instrumentos que devem resistir ao desgaste do uso frequente, mas também

projetam instrumentos e estruturas que sobreviverão às duras condições do ambiente oceânico. A água salgada é altamente corrosiva para muitos materiais; os ventos fortes, ondas, correntes, tempestades severas e incrustações de vida marinha, devem ser considerados no desenvolvimento de projetos.

A engenharia do oceano constitui um elo importante entre outras disciplinas oceanográficas, como a biologia marinha, a oceanografia química e física, e a geologia e geofísica marinha, contribuindo com a invenção de milhares de instrumentos e dispositivos oceanográficos, que mudaram a forma como os oceanógrafos e outras ciências estudam o oceano e as costas. De facto, a engenharia do oceano permitiu viajar mais longe da costa e mais fundo no mar, e lá permanecer por longos períodos, tornando possível grandes descobertas oceanográficas – incluindo fontes hidrotermais, vulcões oceânicos, milhares de quilómetros de cadeias de montanhas submarinas, novas espécies e processos e fenómenos biológicos, químicos, geográficos e físicos.

Apesar de ser um campo distinto, a engenharia do oceano é frequentemente colocada sob a égide da engenharia marítima/marinha (marine engineering) devido à natureza sobreposta das duas disciplinas, como a mecânica dos fluidos, a hidrodinâmica e a ciência dos materiais. Porém existem diferenças entre estas duas disciplinas – a engenharia marítima concentra-se mais no projeto, operação e manutenção de sistemas e máquinas a bordo, enquanto a engenharia do oceano tem o seu foco em estruturas e sistemas dentro ou adjacentes ao próprio oceano.

8.2. CARREIRAS PROFISSIONAIS

Como referido, os engenheiros do oceano trabalham ao lado de outros profissionais, incluindo biólogos marinhos, engenheiros marinhos (marine engineers) e oceanógrafos, para desenvolver projetos de engenharia e pesquisa baseados no oceano e resolver desafios técnicos relacionados com este espaço.

Os engenheiros oceânicos são responsáveis por supervisionar o projeto, construção e manutenção de equipamentos e sistemas para ambientes marinhos. Trabalhando com sistemas offshore e próximos da costa, as suas funções incluem – entre outras – avaliar o impacto de estruturas offshore nos sistemas oceânicos; projetar estruturas oceânicas flutuantes e estáticas; criar estruturas para proteger ou restaurar áreas costeiras e sistemas oceânicos;

desenvolver veículos subaquáticos e soluções de transporte; projetar sistemas de produção de energia do oceano e no oceano; desenvolver sistemas de defesa em meio aquático; entre outras.

8.2.1 Engenharia costeira e offshore

Os engenheiros do oceano desenvolvem a sua atividade em diversas organizações, incluindo governos, empresas de petróleo e gás, empresas de energia eólica offshore, entre muitas outras. As suas funções e responsabilidades repartem-se pela engenharia costeira e pela engenharia offshore, como se apresenta de seguida.

Engenharia costeira

Projeto, proteção e restauração costeira – Os engenheiros costeiros utilizam muitas das competências da engenharia civil, entre outras disciplinas, desenvolvendo soluções para proteger e restaurar as costas dos efeitos do mar, incluindo a erosão e a subida do nível da água. Os projetos desenvolvidos incluem quebra-mares (breakwaters), bueiros (culverts) e paredões (sea walls), ou soluções mais orgânicas ou verdes, tais como maricultura e mangais (mangroves). Embora as soluções artificiais (apeladas de cinzentas) tendam a apresentar custos mais elevados para a sua construção e manutenção, podem oferecer melhor proteção contra forças oceânicas de alta energia. Os engenheiros oceânicos podem optar por utilizar uma abordagem híbrida, que combine soluções cinzentas e verdes.

Projeto de portos, cais e outras infraestruturas – Os engenheiros costeiros trabalham na conceção, planeamento, construção, expansão e manutenção de portos naturais e artificiais, assegurando a sua operação segura nos serviços prestados aos navios e cargas deslocadas. Desenvolvem ainda sistemas costeiros para aproveitamento da energia das marés e de outras fontes de energia renovável localizadas nas regiões costeiras.

Engenharia offshore

Sistemas de suporte à vida em águas profundas e subaquáticas – Os engenheiros offshore desenvolvem sistemas de suporte à vida subaquática, incluindo câmaras de mergulho hiperbáricas, variando desde pequenas câmaras até grandes habitats submarinos oceânicos para investigação e suporte a trabalhos subaquáticos.

Energia das ondas e das correntes – Os engenheiros do oceano desenvolvem soluções para aproveitar o potencial energético das ondas e das correntes, entre outras fontes de energia renovável.

Plataformas petrolíferas offshore – Os engenheiros do oceano desenvolvem sistemas e estruturas, para a operação segura de plataformas offshore de exploração de petróleo e gás, as quais precisam ser suficientemente resilientes para resistir às correntes oceânicas e à força das ondas, bem como para lidar com a corrosão da água salgada e a contaminação da vida marinha.

Ativos eólicos offshore – Os engenheiros do oceano desenvolvem parques eólicos offshore e estruturas de apoio, as quais enfrentam os mesmos desafios que as instalações de exploração de petróleo e gás. Porém, esta indústria acrescenta ainda mais desafios com a engenharia necessária para a instalação de cabos de transmissão de energia elétrica e a produção de hidrogénio verde em offshore.

Equipamentos aquáticos e submarinos – Os engenheiros oceânicos colaboram no desenvolvimento de sensores e robótica submarina, assim como no projeto e na operação segura de veículos subaquáticos não tripulados (Unmanned Underwater Vehicle UUVs), os quais podem ser operados remotamente, ou ter operação autónoma / semiautónoma. Estes equipamentos são utilizados em locais que podem ser muito remotos, profundos ou frios, dificultando ou tornando impossível a utilização de veículos tripulados.

Serviços de projeto, engenharia e construção – Estes serviços abrangem os estudos conceptuais e de viabilidade; os projetos de infraestruturas e sistemas marítimos; e os sistemas de fabrico e construção. Incluem-se aqui a modelação 3D; a avaliação de impactos ambientais; o desenvolvimento de conceito; o desenvolvimento e documentação de projeto preliminar e de projeto completo; o desenvolvimento de protótipos; o projeto estrutural e desenhos; as análises de tensão e de carga; o projeto de tubagens e cablagens; a fabricação e montagem; a engenharia de instalação; a manutenção e reparação; a gestão de riscos do projeto; e o acompanhamento de pré-comissionamento e comissionamento.

8.2.2 Cursos e programas curriculares

Apesar da apresentação realizada, a engenharia do oceano merece ainda maior clarificação, a qual pode ser alcançada através da consulta aos programas curriculares desenvolvidos em algumas das melhores universidades. Apresentam-se de seguida três programas de ensino, que ilustram muito bem as

competências associadas à engenharia do oceano. Os textos são apresentados em inglês para não desvirtuar a informação original.

221

Maritime Engineering Science: Ocean Energy & Offshore Engineering (MSc)²²³
University of Southampton (Reino Unido)

Study ocean energy and offshore engineering on this MSc course at the University of Southampton. This master's degree will give you expert knowledge about the science behind natural energy resources. You'll be well prepared for a range of offshore engineering specialisms and will graduate with the skills to move into a career in the maritime sector.

On this pathway you'll carry out structural and hydrodynamic analyses for offshore engineering of fixed and floating structures. You'll focus on how to incorporate feasibility analysis of designs and probabilistic theory of the operating climate.

Discover the role of thermo-fluid processes in technologies which use hydrocarbon fuels in a sustainable way. These include clean combustion, carbon capture and storage, and oil and gas recovery.

We'll teach you about turbines for low and high-head hydroelectric schemes and explain the role of marine energy in the offshore environment. This includes installation and system survivability. Through design and lab assignments, you'll explore the physics and methods behind assessing device cost-effectiveness.

Optional modules give you the chance to further your understanding of wind, wave, and tidal energy. You'll study these natural resources and the practical methods for extracting cost-effective electrical and other energy conversions.

You must study the following modules:

- . Finite Element Analysis in Solid Mechanics
- . Fundamentals of Maritime Engineering
- . MSc Research Project
- . Marine Structures in Fluids
- . Maritime Robotics
- . Maritime Safety: Risk, Environment and Law

²²³ <https://www.southampton.ac.uk/courses/maritime-engineering-science-ocean-energy-offshore-engineering-masters-msc>

- . Offshore Engineering & Analysis
- . Renewable Energy from Environmental Flows: Wind, Wave and Tide

You must also choose from the following modules:

- . Applications of Computational Fluid Dynamics (CFD)
- . Marine Hydrodynamics
- . Marine Structures
- . Ship Manoeuvring and Control
- . Sustainable energy systems, resources, and usage

222

Offshore Engineering (MSc)²²⁴

University of Aberdeen (Escócia)

Scotland is leading the way in developing offshore wind technology. The established offshore engineering expertise built up during a 50-year period of leadership in oil and gas has meant Aberdeen has emerged as a major hub for offshore renewables. There are currently 6 offshore wind farms in operation in Scotland, 3 of which are off the coast of Aberdeen, including Hywind, the world's first commercial wind farm using floating wind turbines.

The MSc Offshore Engineering programme draws upon the School of Engineering's strengths in both subsea engineering and renewable energy engineering, to meet the growing demand for expertise in repurposing technology associated with subsea oil and gas production and infrastructure installation for the offshore renewables industry.

The programme is therefore designed to be accessible to applicants from a wide range of engineering disciplines such as civil, petroleum or mechanical engineering, but also electrical and electronic engineers interested in a career in subsea controls.

A unique strength of the MSc Offshore Engineering programme at Aberdeen is the inclusion of courses on marine renewables and marine environment impact assessments, alongside courses on subsea construction, which gives our graduates greater opportunities across the wider field of marine energy. This aspect of the programme appeals to engineers working within the subsea oil and gas industry, who are looking to diversify towards offshore renewable energy.

²²⁴ <https://www.abdn.ac.uk/study/postgraduate-taught/degree-programmes/1143/offshore-engineering/>

This programme holds accreditation from The Energy Institute, The Institute of Marine Engineering, Science & Technology, Institution of Civil Engineers (ICE), and Institution of Mechanical Engineers ensuring that the curriculum is designed and delivered to the highest professional standards.

223

Semester 1 - Compulsory Courses

- . Offshore Structures and Subsea Systems (EG50R1)
- . Subsea Construction, Inspection and Maintenance (EG50T7)
- . Electrical Systems for Renewable Engineering (EG501H)

Optional Courses - Select ONE from the following:

- . Subsea Control (EG50F6)
- . Offshore Structural Integrity (EG503M)

Semester 2 - Compulsory Courses

- . Engineering Risk and Reliability Analysis (EG55P6)
- . Marine and Wind Energy (EG552U)
- . Marine Environmental Impact Assessment (ZO5516)

Optional Courses - Select ONE from the following:

- . Pipelines and Soil Mechanics (EG55F2)
- . Renewable Energy Integration to Grid (EG551K)

Semester 3 - Compulsory Courses

- . MSc Individual Project (EG59F1)

Master of Science (MSc) in Ocean Engineering²²⁵

DTU Technical University of Denmark

The overarching aim of the education is to provide candidates with science-based engineering skills for sustainable development of the blue economy.

There is a growing need, both in Denmark and abroad, for expertise in maritime industries - from off-shore energy, shipping, fisheries, marine spatial planning, and coastal engineering – sectors that are expected to grow in coming years. Science-based engineering solution for sustainable blue growth requires both an understanding of the marine environment – both its physical and living components – as well as the knowledge and skill to implement engineering solutions in a marine setting.

²²⁵ <https://www.dtu.dk/english/education/graduate/msc-programmes/ocean-engineering>

The marine environment presents enormous possibilities for development, the so-called blue economy. The oceans after all represent over 70% of the earth's surface. However, it also provides ecosystem services that are often undervalued or overlooked. These include regulating global climate, a reservoir of biodiversity, and fisheries production. Responsible development of the blue economy requires both technical expertise and understanding of the ocean environment.

The MSc programme in Ocean Engineering thus covers a wide range of courses in these varied areas. The study programs integrate these into a set of highly valued competences.

You will have the opportunity to work in close collaboration with both Danish and international companies - either as part of the courses, as an individual project or while writing your thesis.

Polytechnical foundation courses (10 ECTS)

The following courses are mandatory:

- | | |
|--|----------|
| . Quantitative Sustainability (Polytechnical Foundation) | 5 points |
| . Innovation in Engineering (Polytechnical Foundation) | 5 points |

Programme specific courses (50 ECTS)

Innovation course II - choose 5 points among the following courses:

- | | |
|--|----------|
| . Business Development and Innovation | 5 points |
| . Developing an Entrepreneurial mindset through serious game | 5 points |
| . Technology and Innovation Management | 5 points |

Core competence courses - mandatory (10 ECTS)

- | | |
|--|----------|
| . Physical oceanography | 5 points |
| . Marine ecosystems and climate change | 5 points |

Core competence courses - choose 15 points among the following courses:

- | | |
|---|----------|
| . Biological oceanography | 5 points |
| . Digital Ocean | 5 points |
| . Chemical oceanography | 5 points |
| . Fundamentals of Underwater Acoustic and Optical Systems | 5 points |
| . Applied Ocean Observation Technologies | 5 points |
| . Marine and ocean engineering | 5 points |
| . Hydrodynamics 2 | 5 points |

Choose 20 points among the rest of the programme specific courses:

- | | |
|---------------------------|----------|
| . Mathematical biology | 5 points |
| . Biological oceanography | 5 points |

. Fisheries oceanography	5 points
. Computational marine ecological modelling	5 points
. Topics in aquatic science and technology	5 points
. Applied Ocean Observation Technologies	5 points
. Chemical oceanography	5 points
. Mathematical models in ecology	10 points
. Sustainability of Fish Capture Methods	5 points
. Fish Capture Technology	5 points
. Digital Ocean	5 points
. Dynamical Oceanography	5 points
. Environmental effects of maritime activities	5 points
. Introduction to modelling observations of natural resources	5 points
. Fundamentals of Underwater Acoustic and Optical Systems	5 points
. Applied Fisheries Ecology	5 points
. Autonomous Marine Robotics	5 points
. Marine and ocean engineering	5 points
. Hydrodynamics 2	5 points
. Computer modelling for marine and coastal engineering	5 points
. Marine and Coastal Structures	5 points
. Turbulent flows	5 points
. Wave loads on ships and offshore structures	5 points
. Applied CFD	5 points
. Advanced CFD	5 points
. Advanced fluid mechanics	5 points
. Offshore Wind Energy	10 points

Offshore Engineering for Energy Transition (MSc)²²⁶

UNIBO University of Bologna

The programme focuses on the sea and the sustainable exploitation of its resources. Based in Ravenna, it is supported by the local industry, a world leader in the offshore sector. This interdisciplinary and international programme prepares you to deal competently and innovatively with the challenges and opportunities posed by the transition to the global energy market.

Starting with an in-depth analysis of the marine environment and its conventional and renewable resources, the programme provides sound skills in the areas of

²²⁶ <https://corsi.unibo.it/2cycle/OffshoreEngineering/programme>

plant, structural and materials engineering, combined with an excellent understanding of the drivers of safety and environmental sustainability, which are key enablers for the design and operational management of offshore systems.

The programme develops the ability, inherent to energy-related industries, to operate in the global environment thanks to international ERASMUS+ mobility scheme for study purposes, internships, and thesis completion and to dedicated scholarships.

226

1) First year - Mandatory courses

- . Numerical methods 6 CFU
- . Subsea energy systems 9 CFU
- . Offshore surveys 6 CFU
- . Principles and applications of separation technologies 12 CFU

Offshore structures and materials durability I.C.

- . Materials durability 9 CFU
- . Principles of structural analysis and reliability 3 CFU

The marine environment I.C.

- . Ocean and coastal engineering and marine renewable energy sources 6 CFU
- . Introduction to marine geotechnics 3 CFU

2) Second year - Mandatory courses

- . HSE management 6 CFU

2.1) ELECTIVE COURSES CFU Choose one of the two groups of courses:

GROUP: ENERGY TECHNOLOGIES

- . Modelling tools for process engineering analysis 6 CFU
- . Technologies and processes for offshore energy production 6 CFU

Offshore engineering equipment design I.C.

- . Equipment design processes 9 CFU
- . Laboratory of fluid machines and energy systems for offshore applic. 3 CFU

Management and operations of offshore activities I.C.

- . Offshore infrastructure operations and maintenance 6 CFU
- . Principles of project management 3 CFU

GROUP: MARINE RENEWABLE ENERGY SYSTEMS

- . Foundations and anchors 6 CFU
- . Operational management of offshore assets 9 CFU

Fixed and floating facilities I.C.

- . Structural modelling 6 CFU
- . Structural design 6 CFU

Wind and ocean energy I.C.

- . Design project of electric engineering for wind and ocean energy 3 CFU
- . Principles of wind and ocean energy conversion 3 CFU

3) Final examination:

GROUP: A

Final Examination 18 CFU

GROUP: B

- . Internship for Preparation for the Final Examination 15+3 CFU
- . Internship Abroad for Preparation for the Final Examination 15+3 CFU
- . Preparation for the Final Examination Abroad 15+3 CFU

4) Courses freely chosen by the students (9-12 CFU) Choose at least 9 credits.

The course board suggests attending to the following courses:

- . Bioremediation and exploitation of bioresources 6 CFU
- . Port transport operations 6 CFU
- . Naval engineering and design 6 CFU
- . Harbour geotechnics 3 CFU
- . Marine pollution 3 CFU
- . Laboratory of fluid machines and energy systems for offshore applications (only for GROUP: MARINE RENEWABLE ENERGY SYSTEMS) 3 CFU
- . Design project of electric engineering for wind and ocean energy (only for GROUP: ENERGY TECHNOLOGIES) 3 CFU
- . Principles of wind and ocean energy conversion (only for GROUP: ENERGY TECHNOLOGIES) 3 CFU
- . Modelling tools for process engineering analysis (only for GROUP: MARINE RENEWABLE ENERGY SYSTEMS) 6 CFU
- . Technologies and processes for offshore energy production (only for GROUP: MARINE RENEWABLE ENERGY SYSTEMS) 6 CFU
- . Internship 6 CFU

8.2.3 Estatística e fontes de informação

Apresentam-se de seguida algumas fontes de informação relacionadas com engenharia do oceano.

Careers Wales

Offshore Engineer

<https://careerswales.gov.wales/job-information/offshore-engineer>

Ocean Energy Europe

<https://www.oceanenergy-europe.eu/>

IMCA International Marine Contractors Association

<https://www.imca-int.com/>

IMCA Approval of ROV Introductory Training Courses

<https://www.imca-int.com/information-notes/imca-approval-of-rov-introductory-training-courses/>

Euromaritime - Trade fair for an innovative marine industry

<https://www.euromaritime.fr/>

OI Oceanology International

<https://www.oceanologyinternational.com/>

Triton Submarines LLC (Florida, EUA)

<https://tritonsubs.com/>

U-Boat Worx

Explore the wonders of the subsea

<https://www.uboworx.com/>

Centros de Formação Pilotos ROV e Pilotos de submarinos

ROV Pilot 101: All You Need to Know

<https://www.deeptrekker.com/news/rov-pilot>

QSTAR - ROV TRAINING & SUBSEA SOLUTIONS (Espanha)

<https://www.rovtrainingcentre.com/cursos.html>
rovtraining@qstar.es

Oceaneering (EUA)

ROV Personnel and Training - ROV Supervisors and Pilot Technicians

<https://www.oceaneering.com/rov-services/rov-personnel-training/>

SubNet Services Ltd (UK)

ROV Industry Training Courses

<https://www.subnetservices.com/training/courses/rov/rov-course-list>

BlueROVer (UK)

ROV Training Courses

<https://www.blue-rover.co.uk/rovtraining>

MTCS (UK)

ROV Competence Certification & Training

<https://mtcsuk.com/industries/rov-training/>

MECDCO (UAE)

ROV Training Center

<https://mecdc.co.uk/>

U-Boat Worx

Submersible Pilot Training Center

<https://subcentercuracao.com/>

229

8.3. AGENTES DE CONHECIMENTO

Apresenta-se de seguida o mapeamento de Agentes de Conhecimento – portais, organizações, instituições de investigação e desenvolvimento, laboratórios, instituições de ensino – em Portugal e no mundo – relacionadas com engenharia do oceano. A lista é apenas indicativa e não exaustiva.

PORTUGAL

IST – Instituto Superior Técnico Lisboa

Mestrado em Engenharia Naval e Oceânica

<https://tecnico.ulisboa.pt/pt/ensino/cursos/mestrados/engenharia-naval-oceanica/>

IST – ISR Instituto de Sistemas e Robótica

<https://welcome.isr.tecnico.ulisboa.pt/>

IST – ISR - DSOR - Dynamical Systems and Ocean Robotics Lab

https://welcome.isr.tecnico.ulisboa.pt/projects_cat/dsor/

IST – LARSyS- Laboratory of Robotics and Engineering Systems

<https://larsys.pt/>

IST – MARETEC – Centro de Ciência e Tecnologia do Ambiente e do Mar

<http://www.maretec.org/>

IST – CENTEQ - Centro de Engenharia e Tecnologia Naval e Oceânica

<http://www.centec.tecnico.ulisboa.pt/centec/index.aspx>

INESC TEC – Sistemas de Energia

<https://www.inesctec.pt/pt/clusters/sistemas-de-energia-100>

INESC TEC – CRIIS - Centro de Robótica Industrial e Sistemas Inteligentes

<https://www.inesctec.pt/pt/centros/criis>

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

https://sigarra.up.pt/feup/pt/web_page.Inicial

FEUP – LSTS – Laboratório de Sistemas e Tecnologia Subaquática

<https://lsts.fe.up.pt/>

ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto

<https://www.isep.ipp.pt/>

ISEP – LSA – Laboratório de Sistemas Autónomos

<https://www.ipp.pt/investigacao/centros-de-investigacao/engenharia/crob>

ATLANTIS Test Center - Atlantic Testing Platform for Maritime Robotics

(Viana do Castelo)

<https://www.atlantis-h2020.eu/>

AUSTRÁLIA

UWA – University of Western Australia

<https://handbooks.uwa.edu.au/>

Coastal and Offshore Engineering

<https://handbooks.uwa.edu.au/unitdetails?code=GENG5501>

DINAMARCA

DTU – Technical University of Denmark

<https://www.dtu.dk/english/>

Master of Science (MSc) in Ocean Engineering

<https://www.dtu.dk/english/education/graduate/msc-programmes/ocean-engineering>

ESCÓCIA

University of Aberdeen

<https://www.abdn.ac.uk/>

Offshore Engineering, MSc

<https://www.abdn.ac.uk/study/postgraduate-taught/degree-programmes/1143/offshore-engineering/>

EUA

MIT – Ocean Engineering

<https://oceans.mit.edu/research/ocean-engineering.html>

UC – Berkeley Mechanical Engineering

<https://ocean.berkeley.edu/>

Ocean Engineering

<https://me.berkeley.edu/research-areas-and-major-fields/ocean-engineering/>

University of New Hampshire

Ocean Engineering

<https://www.marinecareers.net/career-fields/ocean-engineering>

ITÁLIA

UNIBO –University of Bologna

<https://www.unibo.it/en/>

Master in Offshore Engineering for Energy Transition

<https://corsi.unibo.it/2cycle/OffshoreEngineering>

PAÍSES BAIXOS

TU Delft – Delft University of Technology

<https://www.tudelft.nl/en/>

MSc Marine Technology

<https://www.tudelft.nl/en/education/programmes/masters/marine-technology/msc-marine-technology/>

REINO UNIDO

University of Southampton

<https://www.southampton.ac.uk/>

Maritime Engineering Science: Ocean Energy & Offshore Engineering (MSc)

<https://www.southampton.ac.uk/courses/maritime-engineering-science-ocean-energy-offshore-engineering-masters-msc>

SINGAPURA

232

SIT – Singapore Institute of Technology

<https://www.singaporetech.edu.sg/>

Offshore Engineering

<https://www.singaporetech.edu.sg/node/2615>

9. CONCLUSÕES

234

O mundo está a mudar de forma acelerada, mais rápido do que as organizações conseguem acompanhar. De facto, as instituições foram desenhadas para "tempos de paz". Porém, vivemos hoje "tempos de guerra" – nas alterações climáticas, na indústria, no ensino e na regulamentação.

A inovação é cada vez mais disruptiva, digital e surpreendente, prometendo uma década realmente única. Para atingir os objetivos planeados e superar os desafios que se avizinham, é fundamental contar com o apoio de instituições eficazes, abertas às comunidades e atentas às suas necessidades e anseios, lideradas com visão, missão e valor – uma gigante oportunidade para o IPVC.

O presente relatório estabelece uma plataforma de informação, um vocabulário e mapa comum, partilhável com todas as partes interessadas, incluindo empresas, órgãos de governação, associações, entre outras. Não se trata de uma obra acabada – antes de uma base de trabalho – para discussão e apresentação de ideias e para identificação de oportunidades.

Os resultados do trabalho colaborativo preconizado acima, serão compilados e desenvolvidos na Parte II do presente relatório, no qual se pretende identificar e definir cursos inovadores na área das energias e tecnologias oceânicas, de curta e média duração, caracterizando a respetiva proposta de valor, conteúdos programáticos e públicos-alvo.

Inevitabilidades

Foram identificadas e sustentadas várias inevitabilidades ao longo do texto, que se resumem de seguida:

- . A **sustentabilidade** é muito mais que uma parte da estratégia das organizações – a sustentabilidade é a própria estratégia – um novo modelo de negócio e de desenvolvimento.
- . A **transição energética** dos recursos fósseis para as energias renováveis e para os combustíveis alternativos é uma realidade e um imperativo para a descarbonização do planeta.

. A **economia azul sustentável** é um vetor fundamental para a diversificação da geração de riqueza e para o desenvolvimento de regiões e países. A indústria marítima é um pilar vital da economia azul sustentável;

. Todas as **profissões e carreiras** irão incorporar *green skills*. A procura por *blue skills* irá crescer, à medida que o oceano e o espaço se afirmam como a nova economia.

235

. O **desenvolvimento da indústria eólica offshore** em Portugal já começou e oferece gigantes oportunidades para as partes interessadas da sua cadeia de valor, assim como para a construção de carreiras e oferta de emprego.

. A **engenharia do oceano é uma competência transversal** a toda a indústria marítima, assumindo-se como um pilar vital para o desenvolvimento da economia azul sustentável.

Desafios

Portugal não está ainda preparado – em termos de oferta de programas de ensino e formação – para desenvolver a indústria da energia eólica offshore.

Nos próximos anos serão necessários milhares de profissionais para apoiar o crescimento desta indústria, sendo fundamental captar e desenvolver talento, criando uma força de trabalho qualificada. Idêntica situação ocorre com a engenharia do oceano – costeira e offshore.

Como referido previamente, a procura significativa de pessoas qualificadas para a indústria da energia eólica offshore flutuante nos próximos anos, pode muito bem ser o maior desafio que o setor enfrenta.

Urge definir programas de ensino e formação, criar propostas de valor, e comunicar estrategicamente, mobilizando vários públicos-alvo.

Públicos-alvo para formação

O desenvolvimento de projetos de energia eólica offshore em particular, irá criar milhares de postos de trabalho. As pessoas que os ocuparão podem ser agrupadas em três grandes grupos:

. Jovens estudantes que se encontram ainda na escola;

- . Pessoas que se encontram em início de carreira; e
- . Profissionais que ponderam uma transição de carreira.

Do ponto de vista de transição de carreira podem, pelo menos, ser considerados dois grandes grupos:

236

- . Empresas e profissionais da indústria do petróleo e gás;
- . Militares em regime de contrato, que todos os anos abandonam o serviço militar em Portugal – cerca de 2000, considerando os três ramos das Forças Armadas.

Estratégia e ação

Fazer acontecer tem um princípio – pensar, refletir, questionar, focar, identificar prioridades, perseguir o menos para alcançar mais – estabelecer a **estratégia**.

A devido tempo, chega o tempo da ação – identificar recursos, atribuir responsabilidades, estabelecer datas e prazos – elaborar o **plano**.

Depois, a hora da verdade: executar o plano – com método, persistência, disciplina – com fé e com coragem. A adversidade é garantida; os obstáculos, avassaladores; ventos fortes e vozes fracas, permanentes.

O compasso do percurso estabelecido não precisa ser acelerado, mas a implementação deve ser efetiva. Copiando a assinatura da empresa de exploração espacial Blue Origin, fundada por Jeff Bezos da Amazon, o caminho faz-se “*Step by Step, Ferociously*”.

REFERÊNCIAS

238

ABS American Bureau of Shipping - **Technology Trends - Exploring the Future of Maritime Innovation** [Em linha]. EUA: ABS, 2022. [Consult. 16 jan. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://ww2.eagle.org/en/innovation-and-technology/technology-advancements/abs-tech-trends.html>> e <URL: <https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/publications/whitepapers/technology-trends-web-spreads.pdf>>.

BVG Associates (on behalf of Green Port Hull) - **Job Roles in Offshore Wind** [Em linha]. Reino Unido: BVG Associates, 2017. [Consult. 15 jan. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://greenporthull.co.uk/business-support-job-seekers/help-for-job-seekers/job-roles-in-offshore-wind>>

BVG Associates (on behalf of The Crown Estate and the Offshore Renewable Energy Catapult) - **Guide to a Floating Offshore Wind Farm** [Em linha]. Reino Unido: BVG Associates, maio 2023. [Consult. 15 mar. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://guidetofloatingoffshorewind.com/wp-content/uploads/2023/10/BVGA-16444-Floating-Guide-r2.pdf>>

BVG Associates (on behalf of The Crown Estate and the Offshore Renewable Energy Catapult) - **Guide to an offshore wind farm** [Em linha]. Reino Unido: BVG Associates, janeiro 2019. [Consult. 15 jan. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.thecrownestate.co.uk/media/2861/guide-to-offshore-wind-farm-2019.pdf>>

CONVENÇÃO das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), Montego Bay, assinada em 10 de dezembro de 1982, entrou em vigor em 16 de novembro de 1994. Ratificada por 167 países e pela União Europeia. [Em linha]. [Consult. 28 abr. 2021]. Disponível em WWW: <URL: http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/convention_overview_convention.htm>. Também disponível em disponível em WWW: <URL: https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf> Aprovada através da Resolução da Assembleia da República n.º 60-B/97. D.R.E. I Série-

A. 238 (1997-10-14) 1º suplemento 5486(3)-5486(192) [Em linha]. [Consult. 28 abr. 2021]. Disponível em WWW: <URL: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/152897/details/maximized>>.

Ratificada através do Decreto do Presidente da República n.º 67-A/97. D.R.E. I Série-A. 238 (1997-10-14) 1º suplemento 5486(2)-5486(2) [Em linha]. [Consult. 28 abr. 2021]. Disponível em WWW: <URL: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/152896/details/maximized>>.

Deloitte - **Green hydrogen: Energizing the path to net zero** [Em linha]. EUA: DTTL, 2023. [Consult. 23 jan. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.deloitte.com/global/en/issues/climate/green-hydrogen.html>>

DGEG Direção-Geral de Energia e Geologia - **Roteiro e Plano de Ação para o Hidrogénio em Portugal** [Em linha]. Lisboa: DGEG, 2019. [Consult. 22 jan. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.dgeg.gov.pt/media/d14dduhz/p3-roteiro-e-plano-de-a%C3%A7%C3%A3o-para-o-hidrog%C3%A9nio-em-portugal.pdf>>.

DGEG Direção-Geral de Energia e Geologia - **Integração do Hidrogénio nas cadeias de valor – Sistemas energéticos integrados, mais limpos e inteligentes** [Em linha]. Lisboa: DGEG, 2019. [Consult. 22 jan. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.dgeg.gov.pt/media/1snnvdag/p2-integra%C3%A7%C3%A3o-do-hidrog%C3%A9nio-nas-cadeias-de-valor-sistemas-energ%C3%A9ticos-integrados-mais-limpos-e-inteligentes.pdf>>.

DNV - **Ocean's future to 2050** [Em linha]. Noruega: DNV, 2023. [Consult. 16 jan. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.dnv.com/oceansfuture/index.html>> e <URL: <https://www.dnv.com/Publications/ocean-s-future-to-2050-report-213872>>.

Dubai Future Foundation - **Future Opportunities Report: The Global 50** [Em linha]. Dubai: Dubai Future Foundation, 2023. [Consult. 16 jan. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.dubaifuture.ae/the-global-50>> e <URL: <https://www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2023/04/THE-GLOBAL-50-EN.pdf>>.

Dubai Future Foundation - **10 Megatrends Shaping Our Future in 2023** [Em linha]. Dubai: Dubai Future Foundation, 2023. [Consult. 16 jan. 2024]. Disponível em WWW:

<URL: <https://www.dubaifuture.ae/reports/10-megatrends-shaping-our-future-in-2023/>> e <URL: <https://www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2023/02/10-Megatrends-Shaping-Our-Future-Eng.pdf>>.

Economist Impact - **Global Maritime Trends 2050** [Em linha]. UK: Lloyd's Register Foundation and Lloyd's Register, 2023. [Consult. 16 jan. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://impact.economist.com/ocean/global-maritime-trends-2050/>> e <URL: <https://impact.economist.com/ocean/global-maritime-trends-2050/downloads/Global%20Maritime%20Trends%202050%20Report.pdf>>.

EurObserv'ER - **Ocean Energy Barometer 2022** [Em linha]. França: EurObserv'ER, setembro 2022. [Consult. 25 jan. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.eurobserv-er.org/ocean-energy-barometer-2022/>> e <URL: <https://www.eurobserv-er.org/pdf/ocean-energy-barometer-2022/>>.

GOVERNO DE PORTUGAL - **Estratégia Nacional para o Mar 2021-2030** [Em linha]. Lisboa: Ministério do Mar, 2021. [Consult. 21 jun. 2021]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.dgpm.mm.gov.pt/enm-21-30>>.

IEA International Energy Agency - **Renewables 2023 - Analysis and forecasts to 2028** [Em linha]. França: IEA Publications, janeiro 2024. [Consult. 23 jan. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.iea.org/reports/renewables-2023>> e <URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/96d66a8b-d502-476b-ba94-54ffda84cf72/Renewables_2023.pdf>.

OEE Ocean Energy Europe - **Ocean Energy Key Trends and Statistics 2022** [Em linha]. Bruxelas: OEE, março 2023. [Consult. 25 jan. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.oceanenergy-europe.eu/category/publication-library/>> e <URL: <https://www.oceanenergy-europe.eu/wp-content/uploads/2023/03/Ocean-Energy-Key-Trends-and-Statistics-2022.pdf>>.

OWIC Offshore Wind Industry Council - **Offshore Wind Skills Intelligence Report 2023** [Em linha]. Reino Unido: OWIC, junho 2023. [Consult. 15 mar. 2024]. Disponível em WWW: <URL:

https://www.owic.org.uk/files/ugd/1c0521_94c1d5e74ec14b59afc44cebe2960f62.pdf

Opergy Limited., Martin Dronfield, Johnathan Reynolds - **Floating Offshore Wind, Risks to Project Development - People, Skills and Vocations** [Em linha]. Reino Unido: ORE, junho 2022. [Consult. 13 mar. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://fowcoe.co.uk/industry-insights/reports/fow-coe-risks-to-project-development-people-skills-and-vocations/>>

241

OREAC The Ocean Renewable Energy Action Coalition - **The Power of Our Ocean Report** [Em linha]. Reino Unido: OREAC, dezembro 2020. [Consult. 10 jan. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://gwec.net/wp-content/uploads/2020/12/OREAC-The-Power-of-Our-Ocean-Dec-2020-2.pdf>>

Queensland Government - **Future Energy Jobs Guide** [Em linha]. Austrália: Queensland Government, setembro 2023. [Consult. 13 mar. 2024]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.publications.qld.gov.au/dataset/clean-energy-workforce-roadmap/resource/57272966-0265-4a95-87b4-fcbc92a30ed6>>

