

Estudo sobre a Economia Azul e as Energias Renováveis Oceânicas em Portugal

RESUMO EXECUTIVO

Julho, 2026



O estudo sobre a Economia Azul no contexto das energias renováveis oceânicas apresenta-se como relatório detalhado sobre a implementação de infraestrutura para produção de energia renovável marítima em Portugal, destacando tecnologias *offshore* flutuantes. O documento aborda aspetos técnicos, económicos, regulatórios, industriais, principais *stakeholders*, I&D, ciclo de vida dos projetos, formação profissional, cooperação internacional e estratégias de financiamento. O foco é o papel estratégico das tecnologias na transição energética e descarbonização, alinhadas ao Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030), bem como a identificação da cadeia de valor, necessidades formativas, potencial económico e principais desafios.

Enquadramento

As energias renováveis oceânicas compreendem o conjunto de tecnologias que utilizam recursos naturais disponíveis no oceano para a produção de energia, destacando a energia eólica *offshore* com uma tecnologia mais consolidada e a energia das ondas, onde Portugal apresenta um dos recursos mais consistentes da Europa, fruto da exposição direta ao Atlântico Norte.

A energia eólica *offshore* flutuante está consolidada como uma solução estratégica para países com áreas marítimas profundas, como Portugal, tornando-se essencial para a soberania energética e para a inovação industrial do país. A Comissão Europeia definiu metas ambiciosas para a expansão desta tecnologia, prevendo 111 GW até 2030 e 317 GW até 2050. A nível nacional, o PNEC 2030 estabelece uma meta de 2 GW instalados até 2030, com expansão para 10 GW em 2050, enquanto o Regulamento Indústria de Impacto Zero (NZIA) reforça a importância de capacidade produtiva europeia em tecnologias limpas. O Plano de Afetação para as Energias Renováveis *Offshore* (PAER) e a Zona Livre Tecnológica (ZLT) de Viana do Castelo promovem a simplificação do licenciamento e o desenvolvimento tecnológico. A este enquadramento junta-se a Lei de Bases do Clima, que estabelece a neutralidade carbónica como objetivo nacional e reforça o papel estratégico das energias renováveis oceânicas para a descarbonização. Em conjunto com o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 e a Estratégia Nacional para o Mar 2030, a legislação nacional articula políticas energéticas, ambientais e marítimas, garantindo coerência no desenvolvimento dos projetos de energia renovável oceânica.

No panorama europeu a tecnologia caracteriza-se por um elevado grau de desenvolvimento, com destaque para Reino Unido, Alemanha, Países Baixos e Dinamarca, que historicamente liderou o setor. Contudo, no panorama recente, a Europa foi ultrapassada pela China em capacidade acumulada (4 GW ligados

em 2024, elevando o total acumulado para 41,8 GW), mantendo a liderança no sétimo ano consecutivo. A expectativa é ter como protagonistas da próxima vaga de crescimento do setor a Ásia-Pacífico e a América.

Persistem diversos desafios na implementação de projetos de energia renovável oceânica, incluindo custos de capital elevados, aumento dos preços dos materiais, dificuldades na cadeia de fornecimento, processos de licenciamento morosos e modelos de leilão que nem sempre asseguram viabilidade económica.

Foram identificadas quatro principais tendências políticas e regulatórias para promover a execução de projetos de energia renovável oceânica:

- Estabelecimento de pactos entre governos e indústria;
- Projetos de aceleração e reformas nos processos de licenciamento;
- Realização de estudos prévios centralizados;
- Adoção de modelos de "balcão único" ou one-stop shop.

No âmbito das tendências tecnológicas, destacam-se o aumento da escala das turbinas e dos projetos, bem como o fortalecimento das cadeias de fornecimento e da infraestrutura portuária.

Tecnologias

A energia proveniente de projetos de eólica *offshore* flutuante utiliza turbinas maioritariamente de eixo horizontal com potências comerciais entre 4 MW e 26 MW, instaladas em plataformas flutuantes de tipologias variadas (spar, semi-submersível, barça, TLP), adaptadas às condições do mar e à infraestrutura nacional. O projeto pioneiro WindFloat Atlantic, com 25 MW instalado, posiciona Portugal como líder em tecnologia flutuante. O desenvolvimento tecnológico inclui sistemas de amarração específicos, controlo ativo para mitigar esforços em materiais e sistemas elétricos.

A energia das ondas em Portugal encontra-se numa fase emergente, marcada por avanços tecnológicos relevantes mas ainda sem maturidade comercial plena. O país possui histórico pioneiro, com projetos como a central do Pico (1999) e vários demonstradores instalados na Aguçadoura — AWS (2004), Pelamis (2008) e CorPower (2020) — embora nenhum tenha ainda atingido escala industrial, permanecendo em níveis de maturidade tecnológica TRL 6–7. Nos anos mais recentes, registou-se novo impulso: em 2023 foi instalado um dispositivo CorPower de 300 kW na Aguçadoura e encontra-se previsto o parque pré-comercial **VianaWave** (10 MW), apoiado por 40 M€ do Innovation Fund, com instalação prevista em 2028/2029 e forte investimento em infraestrutura em terra e operações a partir de Viana do Castelo. Globalmente, a Europa lidera

a tecnologia e Portugal permanece como um dos países com maior potencial, beneficiando da forte exposição atlântica e de um pipeline de projetos apoiado por programas europeus como Horizon Europe, Innovation Fund e EuropeWave, que aceleram a passagem de protótipos para demonstração em mar aberto.

Infraestrutura Portuária e Elétrica

A infraestrutura portuária é crucial para alavancar o desenvolvimento de parques eólicos *offshore* fundamentais para montagem, instalação e manutenção dos parques *offshore*. Em Portugal os portos como Viana do Castelo, Aveiro, Setúbal e Sines possuem potencial (sendo que Aveiro e Setúbal têm menor capacidade de logística), mas necessitam de investimentos para navios com maior calado, áreas e equipamentos para suportar operações de grande escala, com destaque para a profundidade e planos de expansão do porto de Sines.

Em particular Viana do Castelo surge como polo de operação e manutenção, enquanto Aveiro se destaca na produção de componentes e Setúbal e Sines apresentam maior potencial para montagem de flutuadores e turbinas devido ao calado e espaço disponível.

No que diz respeito à infraestrutura elétrica esta evidencia limitações para a implementação de projetos de energia renovável *offshore*. O cabo que serve o projeto de Viana do Castelo tem capacidade limitada e carece de reforço, não existindo ainda subestações *offshore* dedicadas para acolher novos parques. Para os futuros projetos previstos no PSOEM, serão necessárias ligações de maior capacidade, possivelmente entre 150 kV e 400 kV, com configurações técnicas mais avançadas.

Licenciamento

O licenciamento português é complexo e envolve múltiplas entidades, o que representa um desafio. Destaca-se o papel da DGEG, APA, DGRM, CCDR e das administrações portuárias. O processo inclui o Plano de Afetação do Espaço Marítimo, o Título de Utilização Privativa do Espaço Marítimo, a Avaliação de Impacte Ambiental e o licenciamento elétrico. O país criou instrumentos como as Zonas Livres Tecnológicas, que permitem acelerar e testar tecnologias, mas o licenciamento para projetos comerciais continua exigente.



Cadeia de Valor e Capacidade Industrial

O relatório identifica mais de quarenta empresas portuguesas com capacidade relevante para atuar na cadeia de valor da energia renovável oceânica, incluindo setores como metalomecânica, eletricidade, engenharia, O&M e produção de cablagem. Contudo, a indústria nacional não dispõe ainda de escala, integração logística ou portos preparados para suportar um ritmo anual de construção como o observado em mercados mais maduros. A produção de flutuadores, de cabos dinâmicos, de sistemas de ancoragem e de subestações *offshore* é especialmente limitada.

A cadeia de valor da energia eólica *offshore* flutuante integra seis blocos principais: planeamento, fabrico e fornecimento, logística e pré-instalação, instalação e comissionamento, operação e manutenção (O&M), e desmantelamento e fim de vida. Portugal possui capacidade consolidada em engenharia, estruturas metálicas, betão, linhas de amarração sintéticas, integração de sistemas elétricos e logística XXL, embora dependa da importação de turbinas de grande porte e de operadores internacionais para navios especializados em instalação *offshore*. A indústria nacional enfrenta desafios como fragilidade setorial, acesso a capital, escassez de mão de obra qualificada e necessidade de adaptação portuária e tecnológica para competir internacionalmente.

Armazenamento, Instalação, Operação e Manutenção

O armazenamento de componentes exige áreas amplas e infraestrutura de monitorização. A instalação e comissionamento envolvem, montagem em porto e transporte até o local, com janelas meteorológicas críticas e duração estimada de cerca de três anos para a instalação de 1 GW, com custos significativos. A Operação e Manutenção (O&M) requerem planeamento rigoroso pela complexidade do acesso *offshore*, com contratos híbridos e estratégias tow-to-port predominantes para manutenção pesada, apesar dos custos elevados. Portugal destaca-se em competências digitais, robótica e inspeção, com avanços em gémeos digitais e manutenção.

O período médio de instalação de um parque eólico flutuante é de cerca de três anos, iniciando-se com os trabalhos em terra. O custo total estimado para um parque de 1 GW é de aproximadamente 1447 M€. Para O&M durante 25 anos para um parque eólico *offshore* flutuante com 1 GW de capacidade o custo total estimado ronda os 2894 M€ (BVG Associates, 2025).



Desmantelamento e Economia Circular

O desmantelamento envolve desmontagem de turbinas, remoção de plataformas e sistemas de ancoragem, transporte e tratamento final dos materiais, com custos estimados em cerca de 531 M€/GW (BVG Associates, 2025). A reciclagem de aço e metais é madura, mas compósitos e betão apresentam desafios tecnológicos e *económicos*. Estratégias de circularidade incluem utilização de materiais sustentáveis, manutenção orientada à circularidade com monitorização contínua, digitalização e automação, e gestão integrada para prolongar a vida útil e reduzir impactos ambientais. O enquadramento regulatório nacional e internacional define normas para o fim de vida, privilegiando reutilização, reciclagem e valorização, com recomendações para coordenação industrial, inovação e políticas públicas.

Investigação e Desenvolvimento (I&D)

São identificados 11 domínios estratégicos de I&D para energias renováveis *offshore*, incluindo materiais sustentáveis, biofouling, sistemas de ancoragem inteligentes, monitorização ambiental, O&M autónoma, armazenamento de energia, integração com outros usos do mar, controlo de rede, gémeos digitais e aplicação de inteligência artificial. Portugal tem forte presença em projetos europeus nestas áreas, contando com instituições científicas robustas e infraestrutura de teste, como a Zona Livre Tecnológica de Viana do Castelo e o centro de testes da Aguçadoura.

Portugal dispõe de competências técnicas relevantes ao longo da cadeia de valor da eólica *offshore* flutuante, sobretudo em estudos preliminares, modelação, geotecnia, engenharia conceptual e apoio científico, graças a entidades como o WavEC, INESC TEC, FEUP, LNEG ou IPMA. Contudo, depende ainda de fornecedores internacionais para campanhas de medição de vento e para parte dos estudos especializados. No fabrico, o país tem experiência em estruturas metálicas e betão (Martifer, BySteel, Etermar), bem como na produção de linhas sintéticas de amarração (Lankhorst), mas carece de capacidade para produzir turbinas, cabos submarinos de alta tensão e âncoras especializadas. Na logística e pré-instalação, existem operadores robustos em transporte marítimo, terrestre e levantamento pesado (Grupo ETE, Etermar, LASO, Rangel), embora os portos portugueses necessitem de investimentos para apoiar montagem industrial em larga escala. A fase de instalação e comissionamento continua fortemente dependente de navios e operadores internacionais, ainda que Portugal possua competências em engenharia, planeamento elétrico e integração de sistemas. Em operação e manutenção, o país destaca-se pela



capacidade em inspeção autónoma, robótica, digitalização, drones e apoio portuário, beneficiando da experiência acumulada no WindFloat Atlantic. No desmantelamento, existe capacidade industrial para reciclar aço, betão e cabos sintéticos, mas persistem lacunas na reciclagem avançada de compósitos e cabos de alta tensão. Globalmente, Portugal apresenta capacidades significativas e diversificadas, mas ainda insuficientes para sustentar uma cadeia de fornecimento autónoma e competitiva sem investimentos estruturais, parcerias internacionais e reforço portuário.

Apesar de Portugal ainda não dispor de uma cadeia de fornecimento totalmente madura para a eólica *offshore* flutuante, já acumula experiência relevante em vários segmentos, demonstrando potencial para crescer. Empresas nacionais participaram em projetos internacionais de referência: a Casais construiu 16 plataformas em betão para o parque sueco Karhan; a ASM Industries/CS Wind produziu plataformas para o WindFloat1 e parte do WindFloat Atlantic; a Etermar venceu o fornecimento de 100 plataformas exteriores para o parque Baltic 2; e a Endiprev consolidou presença global em comissionamento e manutenção de turbinas, reforçada pela integração no grupo MWS. A cadeia nacional inclui ainda atores especializados como a Lankhorst, fornecedora de linhas de amarração para o WindFloat Atlantic, a Principle Power (tecnologia WindFloat), a CEO — operadora do centro de testes da Aguçadoura, e centros internacionais de engenharia como o Vestas Technology Centre Porto. No setor das ondas, Portugal destaca-se na construção e teste de protótipos através de empresas como CorPower Ocean Portugal, Kymaner, Composite Solutions e estaleiros nacionais que participaram em projetos como Pelamis, WaveRoller ou AWS. Esta experiência, embora limitada em escala, evidencia competência técnica, capacidade de inovação e contributos relevantes para o desenvolvimento de tecnologias flutuantes, reforçando o potencial de Portugal para integrar e expandir a sua participação na cadeia de valor internacional da energia renovável oceânica.

Impactos Económicos e Formação Profissional

A instalação de 2 GW de energia eólica *offshore* flutuante pode gerar entre 4.454 M€ a 9.255 M€ de Valor Acrescentado Bruto (VAB) e entre 108 mil a 223 mil empregos equivalentes a tempo completo. O setor exige profissionais altamente qualificados e multidisciplinares, com oferta formativa abrangente em Portugal, mas com lacunas em soldadura, metalomecânica, engenharia elétrica, logística marítima e competências digitais. Recomenda-se a criação de planos



estratégicos para competências, inovação pedagógica e políticas públicas para inclusão e retenção de talento.

Cooperação Internacional e Estratégias de Financiamento

A cooperação com países como Noruega, Reino Unido, Europa do Norte e especialmente Espanha é fundamental para acelerar o desenvolvimento da indústria nacional, aproveitando cadeias de fabrico maduras, infraestruturas portuárias e estaleiros ibéricos para reduzir custos e prazos. Parcerias industriais e programas conjuntos de formação fortalecem a qualificação e inovação, permitindo que Portugal inicie projetos antes de possuir cadeia completa.

O financiamento combina instrumentos públicos nacionais (Plano de Recuperação e Resiliência, Portugal 2030, regimes fiscais) e europeus (Innovation Fund, Horizon Europe, EMFAF, INTERREG), com mecanismos privados como project finance, PPAs e blended finance. Recomenda-se a simplificação e integração destes instrumentos, desenvolvimento de mecanismos híbridos para mitigar riscos, e a criação de um quadro regulatório estável e previsível para atrair investimento privado, incluindo calendário claro de leilões, zonas tecnológicas *offshore* e valorização da sustentabilidade e conteúdo local.

Recomendações Estratégicas para Portugal

O estudo indica que Portugal deve adotar uma estratégia integrada e de longo prazo que assegure estabilidade regulatória, aceleração do licenciamento e continuidade dos leilões, acompanhada de investimentos urgentes na capacidade portuária e no reforço da infraestrutura elétrica para suportar projetos de grande escala. É necessário desenvolver a cadeia de valor industrial, criando capacidade nacional para fabricar flutuadores, cabos dinâmicos, sistemas de ancoragem e subestações *offshore*, enquanto se qualificam e reconvertem trabalhadores através de um programa nacional de formação especializado nas energias renováveis oceânicas. A aposta na inovação, na hibridização tecnológica e no reforço das infraestruturas de teste deve ser intensificada, tal como o desenvolvimento de uma verdadeira estratégia de economia circular que inclua reciclagem de materiais críticos e soluções de desmantelamento. Finalmente, recomenda-se o aprofundamento da cooperação ibérica e europeia para integrar Portugal nas cadeias de fornecimento internacionais e maximizar o potencial económico e tecnológico das energias renováveis oceânicas.



Conclusões

Portugal reúne condições excecionais para o desenvolvimento das energias renováveis oceânicas, em especial a eólica *offshore* flutuante, graças ao elevado potencial eólico, à qualidade do recurso ondulatório e à profundidade da plataforma continental, que favorecem tecnologias flutuantes. O país já demonstrou capacidade pioneira com projetos como Aguçadoura e WindFloat Atlantic, mas a falta de continuidade não permitiu criar escala industrial.

A cadeia de valor nacional apresenta competências relevantes em engenharia, operação e manutenção, mas mantém lacunas significativas em fabrico de flutuadores, cabos dinâmicos, sistemas de ancoragem e subestações *offshore*. A capacidade portuária é um dos maiores constrangimentos: apenas Sines e Setúbal têm potencial para operações industriais de grande escala, embora ambos necessitem de investimentos substanciais.

O quadro regulatório evoluiu, mas permanece complexo e exigente, exigindo articulação estreita entre planeamento marítimo, ambiente e energia. Instrumentos como o PAER e as Zonas Livres Tecnológicas contribuem para acelerar testes e inovação, mas o licenciamento para projetos comerciais continua moroso.

A expansão da eólica *offshore* e das restantes renováveis oceânicas poderá gerar impactos económicos significativos, com contributos relevantes para o VAB, criação de emprego qualificado e estímulo à inovação tecnológica e industrial. As necessidades formativas são críticas: faltam técnicos intermédios especializados, sobretudo em soldadura pesada, eletricidade marítima, operação *offshore* e manutenção de estruturas flutuantes, além de maior capacidade formativa em engenharia aplicada ao mar.

A economia circular assume crescente importância, com destaque para a necessidade de desenvolver soluções para reciclagem de pás, estruturas metálicas, cabos submarinos e processos de desmantelamento. Portugal tem potencial para criar capacidades industriais nesta área, desde que invista a tempo em tecnologia e infraestrutura.

A concretização do potencial nacional exige uma estratégia integrada, investimentos portuários e industriais, reforço de competências humanas, estabilidade regulatória e continuidade de projetos. Sem estes elementos, existe risco de perder competitividade num setor onde o país foi pioneiro e onde possui vantagens naturais únicas.

Embora os custos da energia eólica offshore flutuante ainda se situem acima das tecnologias renováveis mais maduras, as projeções internacionais e a experiência acumulada demonstram uma trajetória clara de redução de custos à medida que aumenta a capacidade instalada. O desenvolvimento progressivo do programa nacional, iniciado com 2 GW até 2030 e com ambição de alcançar cerca de 10 GW, permitirá capturar parte substancial dessa curva de aprendizagem e aproximar o custo médio por MW dos níveis observados em mercados mais avançados. Estudos preliminares desenvolvidos no WavEC sugerem que seja possível dinamizar um programa eólico offshore de 10 GW até meados da década de quarenta deste século com um custo médio que, com condições favoráveis, poderá ser inferior a metade do custo atual, mantendo a potência instalada acumulada em Portugal acima dos 15% do total mundial, condição importante para potenciar a capacidade exportadora da nossa indústria.