

# ENERGIAS RENOVÁVEIS MARINHAS EM PORTUGAL

SE E QUANDO?

Maria A. Cunha-e-Sá, Ana Faria Lopes, Filipa Saldanha

 FUNDAÇÃO  
CALOUSTE GULBENKIAN

## Fundação Calouste Gulbenkian

### Iniciativa Gulbenkian Oceanos

Francisca Moura, Catarina Grilo, Filipa Saldanha, Gonçalo Calado

oceanos@gulbenkian.pt

+ 351 217 823 000

**Autoria:** Maria A. Cunha-e-Sá, Ana Faria Lopes, Filipa Saldanha

Este *policy brief* foi produzido no contexto do Projeto de investigação “The Economic Valuation and Governance of Marine and Coastal Ecosystem Services”, o qual foi financiado pela Iniciativa Oceanos da Fundação Calouste Gulbenkian e desenvolvido pela Nova School of Business and Economics e pelo Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (CESAM) da Universidade de Aveiro. Teve ainda o apoio do International Centre for Policy Advocacy ([www.icpolicyadvocacy.org](http://www.icpolicyadvocacy.org)).

### Contactos

Maria A. Cunha-e-Sá

Universidade Nova de Lisboa, Edifício NovaSBE, Campus de Campolide, 1099-032, Lisboa, Portugal

mcunhasa@novasbe.pt

+ 351 213 801 600

Ana Faria Lopes

Estudante de Doutoramento – Universidade de Stavanger (Noruega)

ana.f.lopes@uis.no

+ 351 914 133 793

Filipa Saldanha

Iniciativa Gulbenkian Oceanos, Fundação Calouste Gulbenkian

fsaldanha@gulbenkian.pt

+ 351 217 823 000

### Agradecimentos

Ao André Pina (Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa), António Sarmento (WavEC), Conceição Santos (DGPM), Paulo Mota e Paulo Justino (Instituto Hidrográfico), Sofia Simões e Luís Dias (Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova), Teresa Simões (LNEG) pelos seus contributos enriquecedores ao trabalho de investigação subjacente a este *policy brief*.

**Tradução:** Filipa Saldanha

**Revisão:** Catarina Espírito Santo

**Design gráfico:** Formas do Possível, Creative Studio


**Impressão:** Jorge Fernandes, Lda.

350 cópias

Lisboa, Setembro 2017

Em parceria com





A indústria das energias renováveis marinhas (ERM), incluindo energia eólica offshore e energia das ondas, está a crescer na Europa e em Portugal. No entanto, a produção de ERM é atualmente demasiado cara para competir quer com combustíveis fósseis quer com outras fontes de energia renovável. Existem, contudo, importantes efeitos externos associados à instalação de infraestruturas de energia renovável marinha (p. ex., redução de emissões de dióxido de carbono e de poluentes atmosféricos locais, redução do impacto visual, entre outros) que têm sido tipicamente utilizados como argumentos a favor de uma política pública de apoio a esses projetos (subsídios à construção ou feed-in-tariffs, entre outros).

Com base num modelo económico que tem em conta os benefícios líquidos desses efeitos externos, concluiu-se que o valor económico potencial da energia eólica offshore, em particular das turbinas eólicas flutuantes, pode ser positivo. Os resultados obtidos poderão assim contribuir para a definição da política energética e para o ordenamento do espaço marinho, no contexto da instalação de infraestruturas associadas às ERM, de forma a acelerar o processo de transição para um sistema energético mais sustentável.

# Energias Renováveis Marinhas

EM PORTUGAL

## O QUE É ENERGIA RENOVÁVEL MARINHA?

*Energia Renovável Marinha (ERM) é qualquer tecnologia que extraia energia renovável do oceano. Abrange as energias eólicas (tanto longe como perto da costa), das ondas, das correntes de maré, do gradiente de salinidade e a energia gerada pelas diferenças de temperatura. Este estudo analisa em detalhe a energia eólica offshore (longe da costa), a energia eólica nearshore (perto da costa) e a energia das ondas, uma vez que dados recolhidos para Portugal sugerem que estas são as que têm potencial técnico mais elevado.*

Com base em vários estudos já desenvolvidos, espera-se que o oceano e, em particular, a energia renovável marinha (ERM), desempenhem um papel importante na transição para um sistema energético global mais sustentável. A União Europeia (UE) e Portugal, em particular, posicionam-se já como *players* globais no mercado das ERM.

Na última década, a Comissão Europeia publicou dois documentos estratégicos, a Comunicação *Crescimento Azul*<sup>1</sup> e o Plano de Ação para a Energia Renovável Marinha,<sup>2</sup> que identificam a ERM como uma área prioritária ao nível Europeu. Em 2015, a capacidade de energia eólica *offshore* na Europa foi de 11 gigawatts (GW), três dos quais foram instalados em 2015 (EWEA, 2016).<sup>3</sup>

A Estratégia Nacional para o Mar 2013-2020<sup>4</sup> identificou também a ERM como uma oportunidade estratégica para Portugal. Neste contexto, o POEM (Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo), que listou os diferentes usos e atividades do espaço marítimo, identificou uma vasta área ao longo da costa portuguesa como viável para a instalação de ERM.

Em Portugal há atualmente três projetos de demonstração de ERM: dois de tecnologia das ondas — o **WaveRoller** em Peniche e o **Centro das Ondas** na Ilha do Pico, nos Açores, e um de energia eólica *offshore* — o projeto **Windfloat** na Aguçadora.

## O 1º PARQUE EÓLICO OFFSHORE COM SISTEMA FLUTUANTE EM PORTUGAL ESTARÁ OPERACIONAL EM 2018

Após cinco anos no mar, o protótipo WindFloat concluiu a fase de testes no final de 2016. Durante este período, este protótipo mostrou a capacidade de resistir em condições atmosféricas adversas, nomeadamente a ondas de 17 metros e ventos acima de 111 km/hora.

O projeto WindFloat gerou e **injetou na rede elétrica nacional mais de 17 GWh**, o que corresponde ao **consumo de eletricidade de mais de 1400 famílias**.

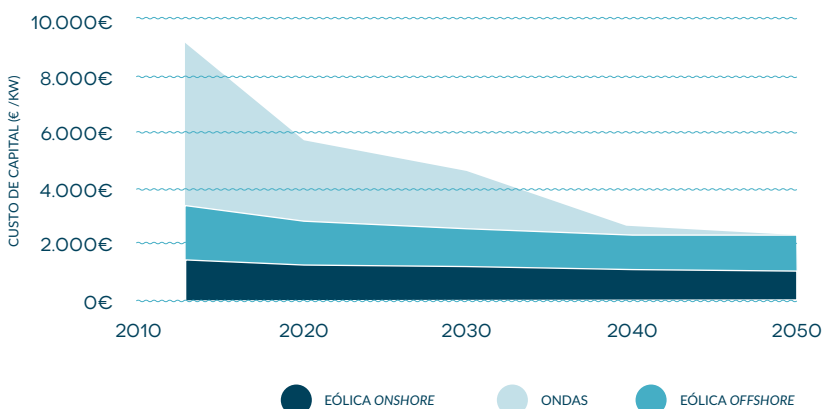
Após o sucesso da fase piloto, o futuro parque eólico ficará operacional em 2018, com uma capacidade instalada de **25 megawatts (MW)**.<sup>5</sup>

# Custos e Benefícios

## DA ENERGIA RENOVÁVEL MARINHA

Os **custos de capital associados à produção de ERM** são ainda demasiado elevados para que aquelas tecnologias sejam competitivas: os custos da energia eólica *offshore* são atualmente 2,5 superiores aos custos da eólica em terra (*onshore*), enquanto os custos da energia das ondas são 6 vezes superiores (Figura 1). No entanto, espera-se que essa diferença venha a diminuir significativamente, o que indica que pode surgir uma oportunidade de investimento nesta indústria no futuro.

Figura 1 / Evolução esperada dos custos de capital das ERM e eólica *onshore* de acordo com a Comissão Europeia (2014)



*Espera-se que a diferença entre os custos da eólica onshore e os custos das energias renováveis marinhas diminua significativamente, o que indica que poderá existir uma oportunidade de investimento nesta indústria no futuro.*

Do **investimento em fontes de energia limpas podem resultar diferentes benefícios**, o que motiva o apoio público às ERM. A utilização de combustíveis fósseis tem um grande impacto na poluição atmosférica, quer ao nível local (custos externos associados a poluentes locais), quer ao nível global (custos externos associados às alterações climáticas). De facto, a substituição dessas fontes por ERM gera benefícios através da redução de poluentes locais (e.g. SO<sub>2</sub>, NOx, PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub>), com grande impacto na saúde das populações, mas também através da redução

de emissões de dióxido de carbono. Os efeitos externos (positivos e negativos) das ERM considerados neste estudo estão resumidos na Tabela 1. Outros efeitos (negativos) que não foram considerados por falta de dados incluem os impactos causados pelo ruído, perda de biodiversidade associada à instalação e operação de dispositivos de energia, mortalidade de aves devida à colisão com turbinas eólicas e/ou impactos na biodiversidade associados aos efeitos dos campos eletromagnéticos produzidos pelos cabos enterrados no fundo do mar.

	EÓLICA OFFSHORE	ONDAS
Redução de emissões de dióxido de carbono	✓	✓
Redução de emissões de poluentes locais (SO <sub>2</sub> , NOx, PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> )	✓	✓
Impactos visuais	✓	Não disponível
Efeito de recifes artificiais	✓	✓

Tabela 1 / Resumo de efeitos externos considerados neste estudo

# Se e Quando

## INVESTIR EM ENERGIA RENOVÁVEL MARINHA?

Tendo conta (i) a redução dos custos de capital (em termos reais), (ii) o valor dos efeitos externos, e (iii) fatores locais, desenvolveu-se um modelo analítico com o objetivo de responder às duas questões levantadas para cada tipo de tecnologia considerada – eólica *offshore*, eólica *nearshore* e energia das ondas.

O modelo foi desenvolvido tanto para o **investidor privado** como para o **regulador** para cada tipo de ERM.

Enquanto o investidor privado tem receitas provenientes da venda de eletricidade produzida, despesas de operação e manutenção e custos de investimento, o regulador, para além desses custos e receitas tem também em consideração os benefícios e custos sociais decorrentes do investimento. Do exercício de modelização resultaram estimativas do valor social do investimento, bem como a determinação do ano de início do investimento. Nesta análise considerámos o ano de 2050 como a data limite para a viabilidade do investimento, uma vez que após essa data as condições de mercado serão provavelmente muito diferentes, aumentando a incerteza dos resultados obtidos.

Sem apoios públicos, o investidor privado não investirá

As receitas de venda de eletricidade não são suficientes para compensar os custos de capital nos três tipos de infraestruturas de ERM. Estas tecnologias ainda não atingiram um nível de maturidade suficiente, ao contrário do que tem sido observado, por exemplo, na indústria de energia eólica *onshore*. Ainda que os custos de capital tendam a diminuir ao longo do tempo, os resultados deste trabalho sugerem que a ERM (incluindo energia eólica *offshore*, *nearshore* e energia das ondas) não será competitiva mesmo no longo prazo.

**A energia eólica *offshore* poderá ser viável a partir de 2020-2030**

Do ponto de vista social, a energia eólica *offshore* é viável antes de 2050 em duas situações: se os impactos paisagísticos não forem muito altos e/ou em locais de densidade energética mais elevada (com cerca de 100 km<sup>2</sup>). No primeiro caso, **a instalação da tecnologia poderá ocorrer a partir de 2027** enquanto no segundo apenas após 2037. Em particular, a contribuição dos benefícios associados à redução de emissões de poluentes locais é superior à da redução de emissões de dióxido de carbono. Nalguns casos, **os benefícios decorrentes de reduzir a poluição atmosférica local são cinco vezes superiores aos benefícios de evitar emissões de dióxido de carbono.**

**A energia eólica *nearshore* não é viável**

Dado que a tecnologia eólica *nearshore* (turbinas eólicas fixas no solo) deve ser instalada perto da costa, e considerando a elevada profundidade do oceano junto à costa portuguesa, os impactos paisagísticos poderão ser consideráveis. Além disso, quando comparada com a energia eólica *offshore*, a eólica *nearshore* tem outros impactos negativos que não foram considerados neste estudo. Assim, e embora a eólica *nearshore* pareça viável no cenário improvável de baixos impactos paisagísticos, podemos concluir que, para Portugal, **a tecnologia eólica *nearshore* não é viável de ponto de vista social**, pelo que não deverá ser apoiada.

**A energia das ondas é ainda demasiado cara**

Mesmo considerando os benefícios sociais, os custos de capital da energia das ondas são ainda demasiado elevados para tornar o investimento viável. **A instalação desta tecnologia antes de 2050 só seria viável** caso fossem alcançados **avanços tecnológicos** significativos no que diz respeito à **eficiência** (aumento do fator de capacidade), à **robustez** (dispositivos com vida útil mais longa) e à **redução de custos** (custos de capital inferiores ao esperado). No caso de Portugal ter como objetivo tornar-se um *player* na indústria da energia das ondas, o apoio à I&D poderá ser considerado.

**Contribuições para o Ordenamento do Espaço Marinho**

O POEM identificou uma vasta área com características naturais adequadas à instalação de energia eólica *offshore* (ver detalhes abaixo). Contudo, considerar toda essa área é irrealista uma vez que existem conflitos de interesse com atividades económicas importantes que partilham a mesma área, nomeadamente a pesca e o turismo. Em alternativa, em locais selecionados com melhores recursos energéticos, a instalação de energia eólica *offshore* poderia acontecer até 2037.

Existem muitos fatores ao nível local que são cruciais para garantir a viabilidade das ERM. Por exemplo, a **profundidade no local de instalação**, a **fonte de energia** (velocidade do vento ou energia das ondas), a **distância à rede elétrica**, entre outros. Foram analisados vários locais ao longo da costa portuguesa (Figura 2) para perceber como é que, do ponto de vista social, as diferentes características locais podem influenciar a viabilidade do investimento. No caso da energia das ondas, concluiu-se que nenhum dos locais selecionados parece ser viável devido aos elevados custos de capital, dado que se trata de uma indústria nascente. No caso da eólica *nearshore*, os impactos paisagísticos podem ser determinantes. No que se refere à energia eólica *offshore*, enquanto o fator de capacidade (ou seja, a percentagem de tempo durante o qual a turbina eólica está a operar, dado os regimes de vento) é particularmente relevante para a instalação deste tipo de energia, a distância à rede também se revela importante.

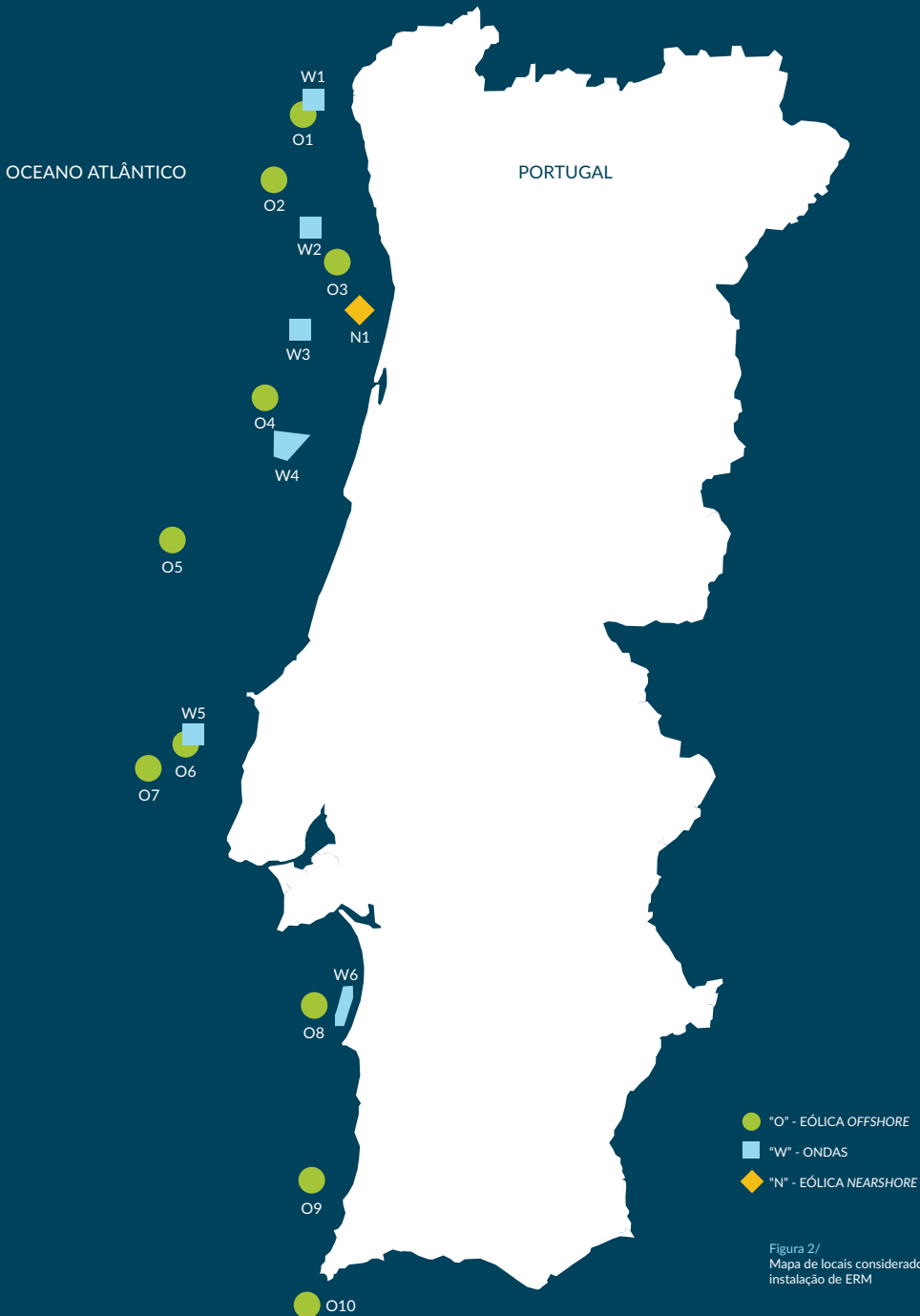


Figura 2/  
Mapa de locais considerados com potencial para instalação de ERM

# Resultados importantes

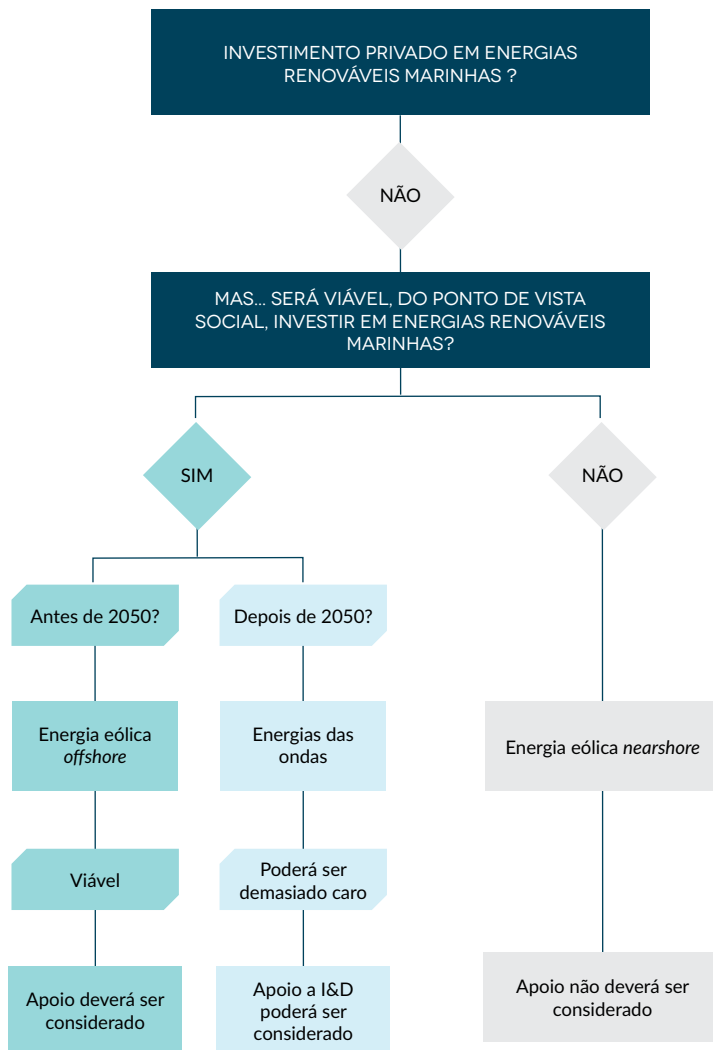


Figura 3/  
Resumo dos resultados e ações recomendadas



---

# Comentários finais

Com base nos resultados obtidos, e de forma a cumprir a visão da Estratégia Nacional para o Mar, identificámos alguns aspetos importantes relacionados com o ordenamento do espaço marinho e a definição da política energética, os quais poderão contribuir para criar valor na indústria das ERM:

## Deverá a energia eólica *offshore* ser subsidiada?

A indústria das ERM é um investimento de longo prazo. Com base nos resultados obtidos, a energia eólica *offshore* poderá ser viável do ponto de vista social. Em Portugal, as *Feed-in-Tariffs* (FITs) têm sido utilizadas para apoiar projetos de energia renovável. **Os resultados do modelo sugerem que uma FIT de 85 € por MWh para a energia eólica *offshore* (i.e. turbinas eólicas flutuantes) poderia ser suficiente para a tornar viável entre 2020 e 2030.** No entanto, uma resposta cabal a esta questão requer uma análise de equilíbrio geral, de modo a avaliar de que forma a competição relativa entre as diferentes fontes de energia renovável evoluirá no contexto do processo de transição para uma economia menos intensiva em carbono. Tal está, no entanto, fora do âmbito do trabalho de investigação subjacente a este policy brief.

## É necessário um melhor conhecimento do impacto das infraestruturas marinhas na paisagem

De acordo com este estudo, a decisão de investir em energia eólica *nearshore* está altamente dependente dos custos associados à degradação da paisagem que dela pode resultar. Uma vez que não existem estudos de valoração que estimem esses custos para Portugal, utilizámos estimativas obtidas em estudos realizados noutros países, depois de devidamente ajustados para Portugal. Contudo, para avaliar adequadamente os impactos paisagísticos de tais investimentos seria interessante e útil **promover estudos científicos com vista a estimar o impacto dessas infraestruturas no bem-estar das populações afetadas.** Tal permitiria identificar, com maior rigor, regiões onde o impacto paisagístico para as populações locais é pequeno, tornando eventualmente viável a instalação de ERM, contribuindo assim para a definição de políticas públicas mais adequadas.

## Os apoios públicos às ERM deverão ser mais consistentes ao longo do tempo

Os resultados do estudo realizado sugerem a necessidade de promover uma visão mais integrada e de longo prazo que garanta estabilidade à indústria das ERM. Por exemplo, o apoio às ERM, através de *feed-in-tariffs*, ou mesmo os objetivos nacionais propostos para as ERM, conforme definidos no PNAER (Plano de Ação

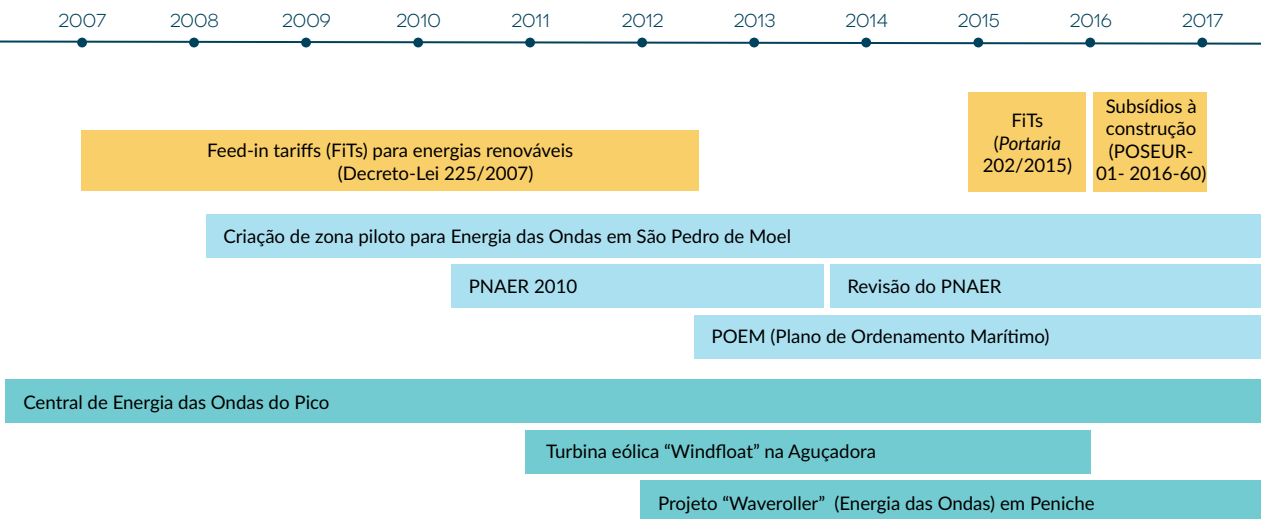


Figure 4/  
Cronograma de instrumentos de política pública relevantes, legislação e projetos de ERM implementados em Portugal na última década

● INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA    ● LEGISLAÇÃO    ● PROJETOS DE ERM INSTALADOS EM PORTUGAL

para as Energias Renováveis<sup>6</sup>, não têm sido consistentes ao longo do tempo (Figura 4), o que reduz a capacidade de atracção dessa tecnologias em Portugal. **Uma visão de longo prazo para a indústria ERM reduziria a incerteza regulatória**, contribuindo para o cumprimento dos objetivos estabelecidos na Estratégia Nacional para o Mar e no PNAER.

## Os instrumentos de natureza económica podem contribuir para aumentar a efetividade do ordenamento do espaço marinho

Este *policy brief* ilustra o potencial de instrumentos de natureza económica em vez de tornar a política de ordenamento do espaço marinho mais efetiva, tal como consta do POEM. Modelos como os que foram usados neste trabalho podem ajudar a definir o valor de áreas previamente identificadas com potencial técnico, bem como contribuir para determinar o melhor momento para iniciar o investimento. Foram consideradas algumas zonas ao longo da costa portuguesa que representam as regiões onde as tecnologias de ERM estão localizadas. Outras zonas poderiam ser igualmente analisadas com base no modelo analítico desenvolvido neste estudo, permitindo a atualização periódica dos instrumentos usados no ordenamento do espaço marinho.

**A dimensão socioeconómica associada à escolha do local do investimento, onde se incluem os impactos das características locais e de um modo geral o valor dos benefícios sociais líquidos, é determinante para a viabilidade do investimento nas ERM e deveria ser tida obrigatoriamente em consideração nos estudos de ordenamento do espaço marinho.**

## A área até 5 km da costa deve ser excluída do POEM

Este estudo conclui também que as energias eólica *offshore* e *nearshore* têm muito provavelmente impactos paisagísticos consideráveis até 5 km da costa. Por conseguinte, **as eólicas *offshore* e *nearshore* não deverão ser incluídas nos instrumentos de ordenamento do território** (por exemplo, POEM). Como neste estudo foram apenas contabilizados alguns dos impactos negativos, é muito provável que a quantificação de todos esses impactos contribuisse para reforçar esta recomendação.

## NOTAS

---

<sup>1</sup> Comissão Europeia (2012). Crescimento Azul: Oportunidades para um crescimento marinho e marítimo sustentável (COM/2012/0494).

<sup>2</sup> Comissão Europeia (2014). Energia Azul: Materializar o potencial da energia oceânica nos mares e oceanos da Europa no horizonte de 2020 e mais além. (COM(2014) 8).

<sup>3</sup> European Wind Energy Association (2016). *The European offshore wind industry - key trends and statistics 2015*.

<sup>4</sup> Ministério da Agricultura e do Mar (2013). Direção-Geral de Política do Mar. Estratégia Nacional para o Mar 2013-2020.

<sup>5</sup> Noctula, Consultores de Ambiente (2016). Projecto Windfloat Atlantic: Primeiro Parque Eólico Marítimo em Portugal.

<sup>6</sup> PNAER 2013-2020. Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis.

---

A Fundação Calouste Gulbenkian é uma instituição privada portuguesa de utilidade pública, criada em 1956 de acordo com a vontade expressa em testamento de Calouste Sarkis Gulbenkian. De acordo com os seus estatutos, desenvolve atividade nas áreas das artes, beneficência, educação e ciência, em Portugal e no estrangeiro, também através das suas delegações no Reino Unido e em França. A Fundação promove um vasto leque de atividades diretas e de apoios a programas e projetos.

GULBENKIAN.PT

---

Av. de Berna, 45A  
1067-001 Lisboa