

Série GEE

**Estratégia Industrial Europeia e
os Ecossistemas Industriais
Estratégicos**

Número 4

fevereiro de 2024



Infraestruturas e Transportes do Ecossistema Industrial das Energias Renováveis em Portugal

Dulce Guedes Vaz, Graça Sousa e Maria João Silva

Índice

Abstract.....	2
1. Introdução.....	3
2. Ecosistema Industrial das Energias Renováveis.....	3
3. Infraestruturas de Energias Renováveis.....	7
4. Transportes nas Energias Renováveis.....	13
5. Desafios e Oportunidades futuras nas Energias Renováveis.....	15
6. Notas finais.....	17
7. Referências.....	18

Infraestruturas e Transportes do Ecosistema Industrial das Energias Renováveis em Portugal

Dulce Guedes Vaz, Graça Sousa e Maria João Silva¹

Abstract

A Comissão Europeia, com base na relevância económica e tecnológica e no potencial contributo para a dupla transição, verde e digital, e no reforço da resiliência da economia da União Europeia (UE), identificou 14 ecossistemas industriais estratégicos (EI), que representam cerca de 80% de todo o ecossistema empresarial da União (excluindo serviços financeiros e setor público).

Os 14 EI identificados são os seguintes: Aeroespacial e Defesa; Agroalimentar; Construção; Digital; Eletrónica; Energia-Renováveis; Indústrias Culturais e Criativas; Intensivas Energia; Mobilidade-Transportes-Auto; Proximidade, Economia Social e Proteção Civil; Retalho; Saúde; Têxtil e Turismo.

Este estudo centra-se no Ecosistema Industrial das Energias Renováveis em Portugal, no contexto da Estratégia Industrial da UE, adotada em março de 2020 e atualizada em maio de 2021.

O Ecosistema das Energias Renováveis engloba vários tipos de energias que, devido à sua diversidade e aos desafios tecnológicos e estruturais que implica, tem a capacidade de criar milhões de empregos pelo que requer uma abordagem integrada. Este ecossistema está em permanente evolução e necessita de adaptações constantes nas suas infraestruturas e no seu transporte.

Nota: Este artigo é de responsabilidade exclusiva das autoras e não reflete necessariamente as posições do Gabinete de Estratégia e Estudos ou do Ministério da Economia e do Mar.

¹ Tendo a Dr.ª Maria João Lopes Silva falecido recentemente, esta foi a última publicação da série em curso em que participava em parceria com as coautoras. O GEE expressa profunda solidariedade para com todos os que a estimavam.

1. Introdução

O conceito de ecossistema parte de uma visão da economia como uma grande rede, construída por empresas e instituições (entidades públicas, centros de investigação, entre outras) que interagem, de forma mais ou menos intensa, e constituem uma nova abordagem, coerente com a construção de uma Economia Verde.

A presente Série GEE é estruturada em fichas e no caso concreto a abordagem é feita na ótica das infraestruturas e dos transportes, duas áreas acompanhadas pelo Gabinete de Estratégia e Estudos (GEE). Essa perspetiva não se limita aos aspetos produtivos e de distribuição, abrangendo também os fatores económicos, tecnológicos, sociais e regulatórios que influenciam o setor das energias renováveis.

2. Ecossistema Industrial das Energias Renováveis

Esta análise centra-se no ecossistema industrial das **Energias Renováveis** que abrange sete formas de energia que são produzidas a partir de fontes sustentáveis e que se regeneram naturalmente. São elas: energia Solar, energia Eólica, energia Hidráulica/Hidroelétrica, energia Geotérmica, energia Maremotriz, energia do Hidrogénio e Biomassa.

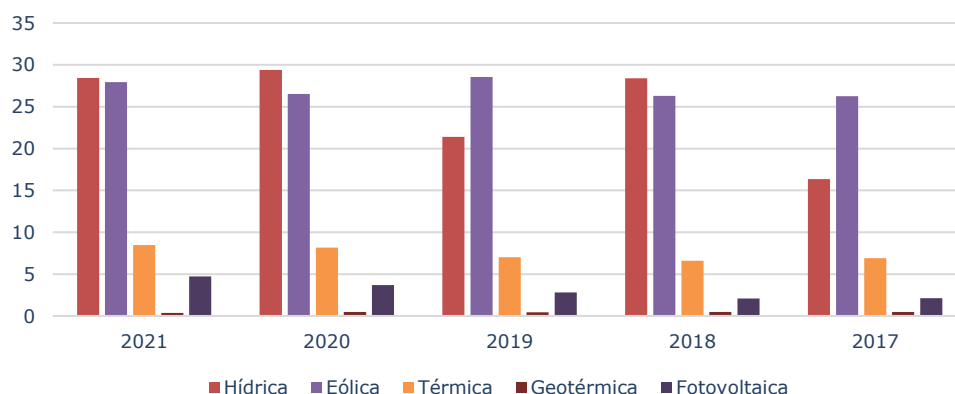
As energias renováveis caracterizam-se por serem fontes de energia limpa e ilimitada, uma vez que a sua utilização não implica a diminuição da sua disponibilidade.

A produção e o uso de energia representam cerca de dois terços das emissões de gases com efeito de estufa constituindo uma das principais causas das alterações climáticas e do aquecimento global. Tal situação deve-se sobretudo à utilização de recursos não renováveis como os combustíveis fósseis, entre os quais estão o carvão mineral, o gás natural e o petróleo.

De acordo com o quadro infra, entre 2017 e 2021, mais de metade do consumo de eletricidade, em Portugal, foi assegurado por energias renováveis, com destaque para as energias hídrica, eólica e térmica.

Em 2021, de acordo com o Instituto Nacional de Estatística (INE), o contributo das energias renováveis para o total da energia consumida, atingiu 69,9%, correspondendo 28,4% a energia hídrica, 27,9% a energia eólica, 8,5% a energia térmica e 5,1% às energias geotérmica e fotovoltaica.

As energias renováveis no consumo final de eletricidade (%)



Anos	Hídrica	Eólica	Térmica	Geotérmica	Fotovoltaica	Total
2021	28,4	27,9	8,5	0,4	4,7	69,9
2020	29,4	26,5	8,2	0,5	3,7	68,3
2019	21,4	28,5	7,0	0,5	2,8	60,2
2018	28,4	26,3	6,6	0,5	2,1	63,9
2017	16,4	26,3	6,9	0,5	2,1	52,1

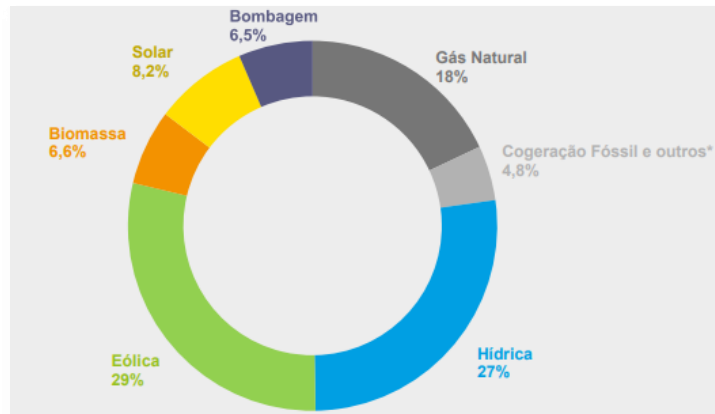
Fonte: GEE, baseado nos dados do INE - Instituto Nacional de Estatística.

De acordo com a Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN), no período de 2018-2022, a produção de eletricidade a partir de Fontes de Energia Renovável (FER), teve um impacto de 17,1 mil milhões de euros, dos quais 13,0 mil milhões dizem respeito a 2022.

A contribuição acumulada das FER para o Produto Interno Bruto (PIB) superou 19,0 mil milhões de euros naquele período, uma média de 3,9 mil milhões de euros por ano.

Entre 1 de janeiro e 30 de novembro de 2023 foram gerados 44 128 GWh de eletricidade em Portugal Continental, dos quais 70,7 % tiveram origem renovável, conforme gráfico que se apresenta.

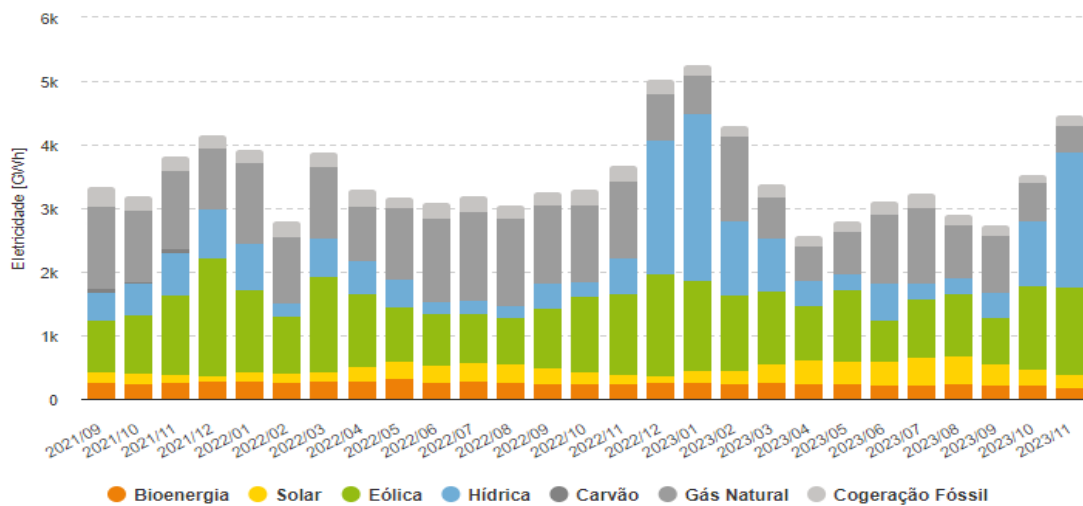
Produção de Eletricidade de Portugal Continental em 2023



Fonte: APREN - Boletim Eletricidade Renovável - Dezembro 2023

A produção de eletricidade com origem em FER, em Portugal, tem evoluído de forma assinalável, em relação a fontes como o Carvão, o Gás Natural e a Cogeração Fossil, conforme representado no gráfico infra.

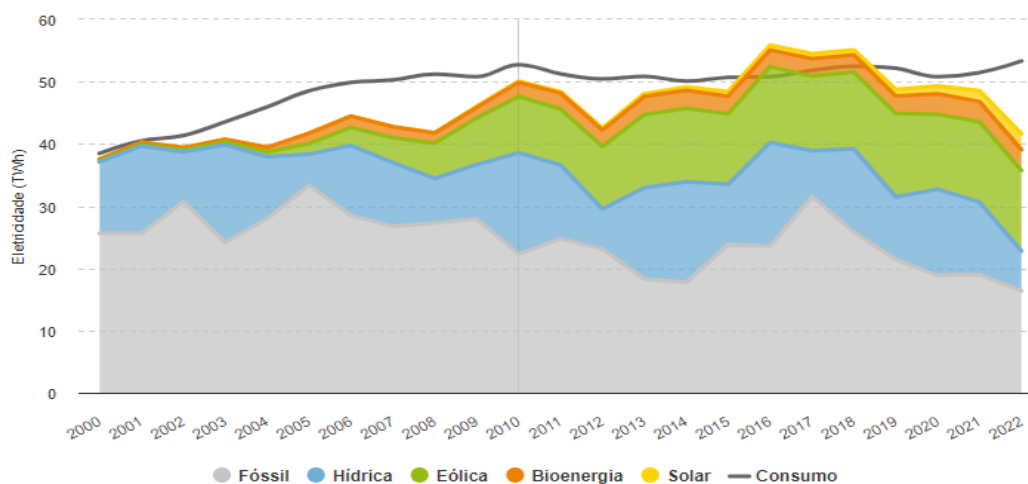
Produção de Eletricidade por Fonte em Portugal Continental



Fonte: REN e APREN

O gráfico que se segue representa a relação entre o consumo de energia e a produção de energias elétricas oriundas de FER e de energia Fossil, indicando também uma substituição da produção com recurso a combustíveis fósseis por FER.

Produção Elétrica e Consumo em Portugal Continental



Fonte: REN e APREN

Elementos-chave do Ecosistema Industrial das Energias Renováveis

O ecossistema industrial das energias renováveis é composto por diversos elementos-chave que desempenham papéis fundamentais na geração, distribuição, promoção e desenvolvimento das energias limpas e sustentáveis, nomeadamente:

- **FER:** São fontes primárias de energia limpa, como a energia eólica, a energia solar, a biomassa, a energia geotérmica, a energia hídrica, a energia hidroelétrica, a energia com origem no hidrogénio e a energia com origem nos oceanos. Estas fontes são inesgotáveis e produzem poucas emissões de carbono;
 - **Energia Eólica:** Energia renovável com fonte no vento resultante do deslocamento de massas de ar, com origem nos efeitos provocados pelas diferenças de pressão atmosférica entre duas regiões distintas e influenciado por efeitos locais como a orografia e a rugosidade do solo;
 - **Energia Solar:** Energia renovável proveniente dos raios solares que pode ser utilizada com (ativo) ou sem (passivo) recurso a equipamentos. Recorrendo a equipamentos específicos pode ser convertida em eletricidade (fotovoltaica e térmica);
 - **Biomassa:** Biocombustível com origem nos produtos e resíduos da agricultura (incluindo substâncias vegetais e animais), nos resíduos da floresta e das indústrias conexas e na fração biodegradável dos resíduos industriais e urbanos;
 - **Energia Geotérmica:** Energia renovável com fonte no calor interno da Terra. Existe uma grande quantidade de energia sob a forma térmica contida no interior do planeta. Esta é transmitida para a crosta terrestre sobretudo por condução;
 - **Energia Hidroelétrica:** É a energia gerada ao transformar a força da água em energia elétrica;

- **Energia com origem no Hidrogénio:** Este elemento químico não se pode considerar uma fonte de energia, no entanto, permite acumular energia, renovável ou não. No processo de produção do hidrogénio pode ser utilizada energia de fontes renováveis;
- **Energia com origem nos Oceanos:** Tem origem nas marés e nas ondas, que produzem trabalho mecânico e geram eletricidade: no primeiro caso é gerada pela diferença de amplitude entre marés e no segundo caso pela movimentação das ondas.
- **Tecnologias de Geração de Energia:** Equipamentos e sistemas usados para converter as FER em eletricidade ou calor, de que são exemplos os painéis solares, as turbinas eólicas, as centrais hidroelétricas e os sistemas de aquecimento solar entre outros;
- **Infraestruturas de Armazenamento de Energia:** Baterias, sistemas de armazenamento térmico e outros dispositivos de armazenamento desempenham um papel fundamental para garantir o fornecimento constante de eletricidade a partir de fontes intermitentes, como energia solar e eólica, quando a produção não coincide com a procura;
- **Redes elétricas:** As redes elétricas são consideradas a maior e mais complexa máquina em funcionamento e garantem o transporte e distribuição da eletricidade produzida nas grandes centrais até aos consumidores finais;
- **Redes Inteligentes:** Redes elétricas que utilizam tecnologia digital para monitorizar e otimizar a produção e distribuição de eletricidade;
- **Sistemas de Conexão e Transmissão:** Infraestruturas que conectam FER a áreas de consumo, adaptando-se às variações de produção das fontes renováveis;
- **Centros de Investigação e Desenvolvimento (I&D):** Instalações onde as tecnologias renováveis são estudadas, desenvolvidas e otimizadas;
- **Estações de Abastecimento:** Para biocombustíveis, hidrogénio ou outros combustíveis alternativos produzidos a partir de fontes renováveis;
- **Centrais Hidroelétricas:** Barragens, reservatórios e turbinas para aproveitar a energia da água em movimento.

3. Infraestruturas de Energias Renováveis

Cada tipo de energia renovável, de acordo com as suas especificidades, exige um determinado tipo de infraestrutura, quer para a sua obtenção e armazenamento, quer para a entrada nos circuitos de distribuição.

Energia Eólica

As **centrais eólicas** são instaladas em locais onde a velocidade média anual do vento excede 6 m/s, o que em Portugal se verifica em zonas montanhosas e junto à costa, e são constituídas por aerogeradores cujas pás rodam com a força do vento, fazendo rodar o eixo do gerador, que produz eletricidade.

Os **parques eólicos** (*wind farms*) podem ser instalados em terra (*onshore*) e no mar (*offshore*), aproveitando o recurso presente em zonas marítimas e a grande área disponível, mesmo considerando as restrições (zonas de pescas, áreas protegidas, navegação, entre outras).

No mar os custos de construção são mais elevados, mas como o vento é mais forte e estável, o potencial de geração também é maior. Em zonas costeiras de maior profundidade surgiram plataformas flutuantes como a *Windfloat Atlantic*, a 18km da costa de Viana do Castelo, com baixo impacto visual e na vida marinha.

Em 2023, 29% da eletricidade consumida em Portugal teve origem eólica de acordo com a APREN.

A energia cinética, resultante das deslocções de massas de ar, pode ser transformada em energia mecânica através de aeromotores e em energia elétrica através de turbinas eólicas ou aerogeradores.

As **turbinas eólicas** são a principal tecnologia utilizada para a produção de energia elétrica na atualidade. No seu processo de produção o aerogerador obtém energia convertendo a energia do vento num binário atuando sobre as pás do rotor. A quantidade de energia transferida ao rotor pelo vento depende da densidade do ar, da área de varrimento do rotor e da velocidade do vento.

Em Portugal, de acordo com o Portal das Energias Renováveis, atualização de 2019, foram identificados 194 projetos relacionados com a energia eólica em todo o país e 32 empresas a trabalhar diretamente na produção de energia eólica.

Energia Solar

Os **Parques Solares** são grandes áreas equipadas com painéis solares e infraestruturas associadas para capturar e converter energia solar em eletricidade.

A mais comum das tecnologias de aproveitamento da energia solar térmica ativa é o **coletor solar** que faz a conversão direta da energia solar em energia elétrica permitindo a transferência dos fótons da radiação incidente para os eletrões da estrutura atómica desse material.

Sistema Fotovoltaico



Fonte: NeoSolar

Os dois principais vetores dos **sistemas fotovoltaicos** em Portugal são os sistemas ligados à rede elétrica e os sistemas autónomos destinados a eletrificação rural.

A modularidade dos **painéis fotovoltaicos** permite que se produza eletricidade tanto num pequeno sistema de autoconsumo nos telhados dos edifícios, como em grandes centrais solares com milhares de painéis. Apesar desta capacidade modular, os painéis solares precisam de espaço, dependem da disponibilidade de radiação solar e quando aplicados em grandes áreas, têm impacto visual.

O recente Sistema de Certificação Energética dos Edifícios introduziu alterações tanto ao nível da eficiência energética nos edifícios como ao nível da energia solar térmica ativa, com a obrigatoriedade de instalação de coletores solares para o aquecimento das águas sanitárias.

Em Portugal, de acordo com o Portal das Energias Renováveis, em informação de 2019, foram identificados quatro projetos relacionados com a energia solar e 132 empresas diretamente envolvidas na produção deste tipo de energia.

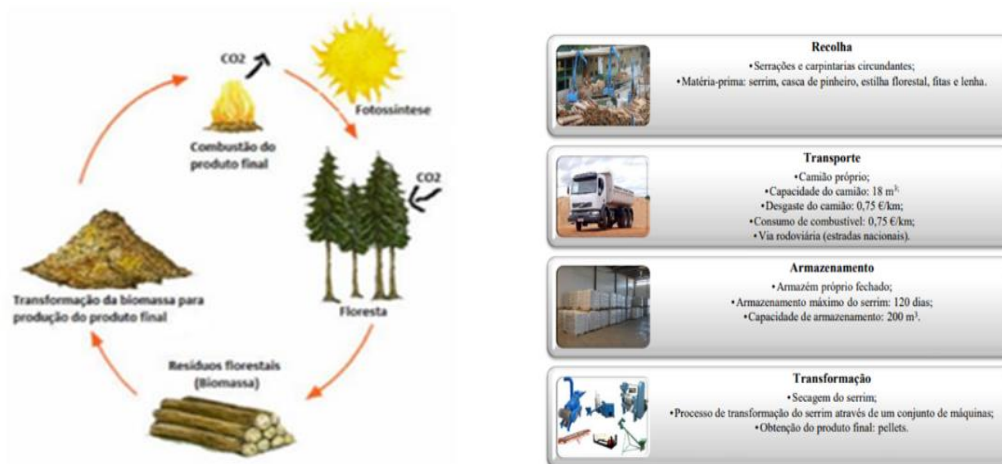
Biomassa

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 e pecuária, da indústria da madeira e do papel e a parte biodegradável dos resíduos sólidos urbanos. A biomassa, quando queimada, é uma fonte de energia que pode ser usada em centrais térmicas para produzir eletricidade, tendo igualmente um importante papel na produção de calor. Usar os resíduos da floresta com este fim diminui o risco de incêndio, se a limpeza das florestas for conjugada com um adequado ordenamento e repovoamento florestal.

A biomassa é **transportada em veículos pesados** com capacidade de transporte de 25 toneladas por veículo e é recebida em **parques de biomassa** sendo aí processada para poder ser armazenada de forma pronta, para ser automaticamente introduzida em caldeiras.

As **Centrais de biomassa** são instalações onde a biomassa é convertida em eletricidade, calor ou biocombustíveis e o seu funcionamento ocorre a partir do vapor produzido pela combustão de algum material por isso é a única fonte de energia renovável que emite CO₂.

Fases de desenvolvimento do processo



Fonte: Cadeias de Abastecimento de Biomassa – Estudo de Caso – Universidade do Minho

Em Portugal, de acordo com o Portal das Energias Renováveis, informação de 2019, existiam quatro centrais de biomassa, duas em Braga, uma em Aveiro e uma em Castelo Branco, que transformam a biomassa florestal em energia, responsáveis pela produção de 55,2 Megawatts de potência instalada. Foram identificados 36 projetos e 27 empresas relacionados com Biomassa.

Energia Geotérmica

Esta energia é produzida em **centrais geotérmicas** que aproveitam o calor que provém do interior da Terra, designadamente através da atividade vulcânica, sísmica ou magmática. A temperaturas superiores a 150°C é possível a conversão em energia elétrica. A água de origem meteórica que circula em falhas e fraturas de rochas porosas a grande profundidade, com temperaturas inferiores a 100°C, pode permitir a produção de energia e o aproveitamento deste calor para aquecimento e arrefecimento de edifícios, para estufas ou bombas de calor, termas, piscicultura ou em processos industriais.

As ilhas dos Açores, com temperaturas superiores a 140°C, são um bom exemplo do aproveitamento que pode ser feito deste tipo de calor. É possível obter 34,3 MW de potência instalada. Mais concretamente na ilha de S. Miguel (Centrais Geotérmicas de Ribeira Grande com 16,6 MW e Pico Vermelho com 13 MW) e no Pico Alto (4,7 MW), na ilha Terceira, de acordo com o Portal das Energias Renováveis.

Segundo o mesmo site, em Portugal Continental o aproveitamento dos **polos termais** existentes e das aplicações diretas nas orlas sedimentares podem representar um potencial de cerca de 20 MWt.

Em Portugal, o referido Portal, com informação de 2019, indicava que existiam 35 projetos relacionados com a energia geotérmica e 32 empresas a trabalhar diretamente na produção de energia com origem geotérmica.

Energia Hidroelétrica

Uma componente significativa da energia solar que atinge a superfície terrestre (cerca de 25%) é consumida na evaporação do ciclo da água. Neste ciclo a precipitação sobre as montanhas cria escoamentos convergentes nos vales e nos rios, existindo neles um grande potencial energético, a chamada energia hídrica, que pode ser transformada em eletricidade. Esta, resulta da transformação da energia potencial de uma massa de água em energia cinética

A maior parte dos **aproveitamentos hidroelétricos** utiliza **barragens** em rios para armazenar água em reservatório. Este armazenamento é feito sob a forma de energia potencial, que é transformada em energia cinética quando a água é libertada do reservatório, fluindo através da turbina permitindo a produção de energia elétrica.

As pequenas **centrais hídricas** têm potência até 10 MW e as grandes centrais hídricas mais de 10 MW. As centrais hídricas usam a diferença de energia entre o nível a montante (albufeira) e do rio a jusante. 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. As centrais hídricas são o modo mais eficiente de gerar eletricidade e contribuem para a estabilidade do sistema elétrico. Cerca de 30% da eletricidade consumida em Portugal tem origem hídrica.

Conforme é referido pelo Portal das Energias Renováveis, dados de 2019, existiam em funcionamento em Portugal, 48 centrais com potência superior a 10 MW e 138 com potência inferior ou igual a 10 MW (Mini-hídricas).

Em termos gerais, Portugal é um dos países da União Europeia com maior potencial hídrico por explorar. Atualmente apenas cerca de 46% do potencial tecnicamente viável é explorado.

No sector da grande hídrica, em 2008 foi aprovado o Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroelétrico (PNBEPH). O PNBEPH tinha como meta atingir uma capacidade instalada hidroelétrica nacional superior a 7000 MW em 2020, atingindo cerca de 67% do potencial hidroelétrico.

Em Portugal, segundo o Portal das Energias Renováveis, informação de 2019, foram identificados 60 projetos relacionados com a energia hídrica. Foram, ainda, identificadas quatro empresas a trabalhar diretamente na produção de energia hídrica.

Energia com origem no Hidrogénio

Este elemento químico não existe autonomamente na natureza, mas pode considerar-se abundante pois encontra-se sempre combinado com outros elementos: oxigénio, carbono,

entre outros. Existe, por exemplo, na água, no metanol, na gasolina, no gás natural e noutros compostos químicos.

O Hidrogénio, pode ser obtido através de diferentes FER. As tecnologias associadas ao Hidrogénio poderão facilitar o aproveitamento quer da Biomassa quer dos combustíveis fósseis.

O grande problema do Hidrogénio é o armazenamento. Este armazenamento, para além de exigir uma grande capacidade está condicionado às características físico-químicas muito próprias do mesmo. Em Portugal, numa primeira fase pensou-se que este armazenamento, poderia ser feito nas cavernas de gás natural. No entanto, esta ideia, teve de ser abandonada porque as cavernas já existentes teriam que ser adaptadas ao novo gás, e de acordo com os estudos promovidos pela REN esse processo teria custos muito elevados.

Os primeiros veículos a utilizar esta energia foram os autocarros, que são muito utilizados em várias cidades europeias. O mercado de automóveis ligeiros também disponibiliza veículos movidos a hidrogénio.

Foram identificadas três empresas que trabalham no desenvolvimento e distribuição deste componente, de acordo com informação de 2019, do Portal das Energias Renováveis.

Energia com origem nos Oceanos

Os Oceanos representam um grande potencial de exploração, tendo em conta a área que ocupam no planeta e a força gerada pelas suas ondas e marés.

De acordo com a informação disponibilizada pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), em Portugal o maior potencial de energia com origem nos oceanos está localizado no Continente, em Viana do Castelo, Leixões, Póvoa do Varzim, Aveiro, Figueira da Foz, Peniche, Nazaré, Cascais, Sines e Aljezur.

As ondas na região norte têm uma energia máxima superior à verificada na região centro, mas, na primeira, a energia difere mais entre o Verão e o Inverno do que na segunda, onde a ondulação é mais constante ao longo do ano.

A 50 m de profundidade a morfologia da costa confere o maior potencial à zona centro, seguindo-se a região norte e, depois, zonas a sul. Os arquipélagos dos Açores e da Madeira têm maior potencial sobretudo na costa oeste das ilhas.

A energia das ondas pode ter um papel relevante no sistema energético dos Açores e da Madeira, porque o espaço disponível para centrais renováveis em terra é relativamente escasso.

O **sistema de coluna de água oscilante** é o tipo predominante na exploração de energia dos oceanos. A peça de equipamento usada é uma turbina de ar que aciona um gerador elétrico. A central da ilha do Pico, com 400 kW, é deste tipo e foi a primeira no Mundo a produzir eletricidade a partir das ondas de uma forma regular. Na costa portuguesa, já foram testadas várias tecnologias e estava em preparação a Zona Piloto ao largo de São Pedro de Moel para acolher projetos de demonstração para aproveitamento da energia das ondas, isto segundo informação do Portal das Energias Renováveis.

No caso da energia com origem nas ondas, são precisas profundidades de 25-50 m e, em geral é utilizada uma peça oscilante flutuante ou, mais raramente, totalmente submersa. O sistema de extração de energia pode ainda utilizar a turbina de ar, ou equipamentos mais sofisticados como sistemas óleo-hidráulicos ou motores elétricos lineares, entre outros.

Em termos de I&D, Portugal é um dos países pioneiros, com atividade desde a década de 1970, e com maior impacto, por exemplo em número de publicações e de participação e coordenação de projetos europeus. Dos três grandes projetos europeus com construção de protótipos, liderou um, na ilha do Pico e participou em dois, o *LIMPET*, na ilha de Islay - Escócia, e o *AWS* em Viana do Castelo, segundo o Portal das Energias Renováveis

Portugal liderou a elaboração do Atlas Europeu de Energia das Ondas, referente ao recurso em águas profundas (offshore) e elaborou o Atlas Nacional de Ondas que descreve os recursos junto à costa do Continente.

Em Portugal, segundo o Portal das Energias Renováveis, informação de 2019, foram identificados cinco projetos relacionados com a energia produzida pelos oceanos e foram identificadas cinco empresas diretamente envolvidas na produção deste tipo de energia.

4. Transportes nas Energias Renováveis

Na perspetiva dos modos de transporte mais utilizados no ecossistema industrial de Energias Renováveis há a salientar:

- **Transporte Marítimo:** Utilizado para o transporte de componentes de grandes turbinas eólicas *offshore* e plataformas flutuantes para energia solar ou eólica em grandes massas de água;
- **Transporte Rodoviário:** Utilizado no transporte de equipamentos, como painéis solares, turbinas eólicas terrestres, equipamentos de bioenergia e outros materiais relacionados;
- **Transporte Ferroviário:** Em alguns casos, utilizado para transportar grandes quantidades de equipamentos ou matérias-primas, como biomassa;
- **Oleodutos e Gasodutos:** Para biocombustíveis ou biogás, dependendo da escala e da localização da produção e consumo.

Na perspetiva da utilização de energias renováveis nos transportes, destaque para os seguintes exemplos:

- **Veículos Elétricos:** Automóveis, autocarros e bicicletas elétricas, utilizam eletricidade armazenada em baterias. Essa eletricidade pode ser gerada a partir de fontes renováveis, como energia solar ou eólica. A expansão da infraestrutura de carregamento para veículos elétricos é essencial para viabilizar a adoção em larga escala dessas tecnologias sobretudo com a instalação de postos de Carregamento Rápido e Ultrarrápido, que permitam a recarga de alta potência num curto espaço de tempo;

- **Veículos a Hidrogénio Verde:** O hidrogénio verde é produzido por meio da eletrólise da água usando eletricidade renovável e pode ser usado como combustível em veículos de célula de combustível. A implantação de estações de abastecimento de hidrogénio é essencial para viabilizar a adoção em larga escala dessa tecnologia;
- **Biocombustível:** Produzido a partir de biomassa, oriunda de culturas agrícolas, resíduos orgânicos e até mesmo algas, pode ser usado em motores de combustão interna e aviões, substituindo parcialmente os combustíveis fósseis;
- **Transporte público sustentável:** A utilização de tecnologias renováveis em sistemas de transporte público, como autocarros elétricos e a hidrogénio e comboios e barcos, movidos a eletricidade renovável, contribui para reduzir a poluição do ar nas cidades e melhorar a qualidade de vida das populações urbanas;
- **Logística verde:** As empresas de transporte e logística têm vindo progressivamente a investir em veículos elétricos abastecidos com energia renovável, reduzindo as emissões associadas ao transporte de mercadorias. A disponibilidade de infraestruturas de abastecimento de hidrogénio é fundamental para promover o seu consumo pelo que deve ser incentivada a instalação de pontos de abastecimento de hidrogénio verde, que assegure uma cobertura territorial para frotas de transporte público e distribuição logística;
- **Eletrificação de ferrovias:** A utilização de energia renovável na eletrificação das linhas ferroviárias contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e aumenta a eficiência dos sistemas ferroviários. O Plano Nacional para as Ações Climáticas - PNEC 2030, prevê a utilização de hidrogénio verde na ferrovia, através da reconversão ferroviária dos equipamentos a diesel para hidrogénio verde, nas linhas não eletrificadas;
- **Energia renovável em aeroportos:** A instalação de painéis solares ou turbinas eólicas nos aeroportos permitirá suprir parte das necessidades energéticas e reduzir as emissões de carbono associadas às operações aeroportuárias;
- **Energia para Infraestruturas Urbanas:** Edifícios, sistemas de iluminação pública e outras infraestruturas e equipamentos urbanos podem ser alimentados através de energias renováveis, contribuindo para a descarbonização das cidades.

A percentagem de utilização de energias renováveis no setor dos transportes, face aos dados disponibilizados pelo INE, cresceu de 2017 a 2020, mas em 2021 desceu acentuadamente. Já no que se refere ao consumo geral, a proporção da energia renovável tem vindo a aumentar desde 2017, situando-se em 2021 em 34%.

Consumo de Energias Renováveis em Portugal

Ano	Consumo final de energias renováveis no setor dos transportes (%)	Energias renováveis no consumo final bruto de energia (%)
2021	8,6	34,0
2020	10,0	34,0
2019	9,1	30,6
2018	9,0	30,2
2017	7,9	30,6

Fonte: GEE, baseado nos dados do INE - Instituto Nacional de Estatística.

Projetos em Portugal:

A Transtejo Soflusa, que assegura a ligação fluvial entre as margens norte e sul do Tejo entre Cacilhas e o Cais do Sodré, em 2024, passará a prestar este serviço através de **navios elétricos**. Segundo os cálculos da empresa, a nova frota (dez navios) evitará o consumo de mais de cinco milhões de litros de gasóleo, o que corresponde a uma poupança de emissão de gases com efeito de estufa superior a 13 mil toneladas de CO₂, o que contribui para a descarbonização da mobilidade da área Metropolitana de Lisboa.

Em Portugal, podem encontrar-se diferentes tipos de **postos de carregamento para veículos elétricos** e, até março de 2023, de acordo com a MOBI.E, existiam 7 251 postos de recarregamento. De referir a existência de:

- Postos de carregamento rápido;
- Postos de carregamento ultrarrápido, que permitem recarga de alta potência e num curto espaço de tempo;
- Postos de carregamento doméstico, instalados em residências particulares.

Estão, também, disponíveis **plataformas online** especializadas e **aplicações** de navegação com informações sobre a rede de postos de carregamento, bem como sites de empresas e organizações envolvidas na infraestrutura de veículos elétricos em Portugal, como a MOBI.E, que é a entidade responsável pela gestão da rede de mobilidade elétrica em Portugal.

5. Desafios e Oportunidades futuras nas Energias Renováveis

- **Políticas públicas e Regulamentação:** O desempenho das atividades relacionadas com energias renováveis beneficia de políticas públicas, como incentivos fiscais, de metas de energia renovável, mas também do estabelecimento de procedimentos de acesso à rede e de padrões de eficiência energética.
- **Licenciamento:** A simplificação de procedimentos de licenciamento para novas redes de infraestruturas é uma dimensão relevante.

- **I&D:** A aposta continuada em I&D e na inovação é fundamental para promover a acessibilidade e a eficiência das energias renováveis. Neste âmbito, os esforços e os investimentos realizados por instituições de I&D e por empresas, sejam do setor público, sejam do setor privado, têm um papel fulcral no desenvolvimento de novas tecnologias.
- **Educação e consciencialização:** A educação pública e a literacia sobre os benefícios das energias renováveis e a consciencialização sobre as alterações climáticas desempenham um papel crucial na adoção dessas tecnologias e na redução da dependência de fontes de energia não renováveis.
- **Painéis Solares:** As áreas disponíveis nas coberturas de edifícios públicos e privados podem ser utilizadas para a instalação de equipamentos fotovoltaicos e produção de energia que poderá entrar no circuito energético.
- **Comunidades e Consumidores:** A participação das comunidades e dos consumidores no uso de energias renováveis, como a instalação de painéis solares e carregadores elétricos em residências, em condomínios, em articulação com as Juntas de Freguesia e Municípios, é uma parte importante do desenvolvimento do ecossistema.
- **Impactos visuais:** Os impactos visuais causados pela produção de alguns tipos de energia têm gerado controvérsia na opinião pública. Sendo Portugal um país que depende da atividade turística e sendo esta também influenciada pela qualidade da paisagem, vai ser crucial conjugar a produção de energias limpas com a preservação paisagística.
- **Transporte Público Sustentável:** Deve ser apoiada e incentivada a utilização de tecnologias renováveis em sistemas de transporte público, como autocarros elétricos e outras energias renováveis, comboios e barcos movidos a eletricidade renovável.
- **Logística Verde:** As empresas de transporte e logística, ao adotarem veículos elétricos movidos através de energias renováveis e sistemas de distribuição inteligentes, reduzem as emissões associadas ao transporte de mercadorias.
- **Empresas e Indústria:** O desenvolvimento das empresas e indústrias envolvidas no fabrico, instalação e manutenção de equipamentos de energias renováveis desempenha um papel fundamental na expansão do mercado.
- **Frota Pesqueira:** A conversão das frotas de pesca à utilização de hidrogénio constitui um grande desafio.
- **Planeamento energético inovador:** Esta necessidade existe com a expansão da rede, a modernização e a melhoria, existindo, também, a necessidade de eliminação dos atrasos na interligação. O prazo para projetos que aguardam ligação à rede tem de ser razoável.
- **Redes:** Os sistemas de redes modernos necessitam de desenvolvimento, por serem cada vez mais descentralizados, utilizando para isso a digitalização, aplicações inteligentes para a gestão da procura e interligações com sistemas de rede vizinhos. A operação e a gestão da rede têm de ser redesenhadas, potencialmente incluindo

também uma nova redefinição de mercado que pode passar pelo aumento e melhoria das interligações entre países e regiões.

- **Armazenamento de energia elétrica:** Em Portugal a energia eólica é a mais dependente de armazenamento e a energia solar fotovoltaica mostrou ser a mais eficaz na redução da produção de energia fóssil. São essenciais o aumento da capacidade de armazenagem e o aumento da segurança energética. Esta necessidade estende-se tanto ao armazenamento de curta duração, para aumentar a flexibilidade da rede, como ao armazenamento de longa duração. Um exemplo é o armazenamento por bombagem nas centrais reversíveis.
- **Produção e armazenamento distribuído:** Novas e grandes exigências na gestão das redes devido à massificação da produção de eletricidade a partir de fontes renováveis, produção esta que é por natureza descentralizada e intermitente. Devido aos milhares de pontos de geração distribuídos e com o aumento previsível do consumo há necessidade de medidas que permitam uma maior integração da gestão do lado da procura e das opções de flexibilidade para o consumidor.
- **Infraestrutura de Carregamento e Abastecimento:** A expansão da rede de carregamento para veículos elétricos e a implantação de estações de abastecimento de hidrogénio são essenciais para viabilizar a adoção em larga escala dessas tecnologias. É essencial a promoção da instalação de Postos de Carregamento Públicos, em locais públicos de estacionamento, centros comerciais, supermercados, hotéis, postos de gasolina e áreas urbanas.
- **Outras fontes de flexibilidade:** Introdução de outras fontes de flexibilidade como por exemplo o hidrogénio verde, parques renováveis híbridos que combinam energia eólica/solar/armazenamento.
- **Investimento e Financiamento:** O financiamento é essencial para desenvolver projetos de energias renováveis. Isso inclui investimentos públicos e privados, financiamento de projetos, empréstimos e incentivos financeiros. Estamos perante projetos de custos iniciais elevados e de retorno do investimento a longo prazo.

6. Notas finais

O presente trabalho analisou o Ecosistema Industrial das Energias Renováveis, ao nível dos transportes e das infraestruturas, e destacou um conjunto de elementos fundamentais na geração, na distribuição, na promoção e no desenvolvimento das energias limpas e sustentáveis.

À medida que aumenta a consciencialização ao nível das questões ambientais, também aumenta o número de países que utilizam fontes de energia limpa para fornecimento de eletricidade, apostando na incorporação de uma grande parcela de FER na produção de energia, aumentando os investimentos feitos no setor e apostando no desenvolvimento tecnológico.

Em 2023, a energia eólica e a energia hídrica foram as mais representativas, contribuindo para a incorporação renovável em 41% e 38%, respetivamente. Neste ano, Portugal foi o quarto país com maior incorporação renovável na geração de eletricidade (70,7%), ficando atrás da Noruega, da Áustria e da Dinamarca, segundo a lista dos países considerados no Boletim de Eletricidade Renovável da APREN.

O Plano Nacional para as Ações Climáticas - PNEC 2030, aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 133/2020, de 10 de julho, estabeleceu metas nacionais ambiciosas, mas exequíveis, para o horizonte 2030, em termos de redução de emissões de gases com efeito de estufa, incorporação de energias renováveis, eficiência energética e interligações e concretizou as políticas e medidas para as alcançar.

Em 2022, em resposta à invasão da Rússia à Ucrânia, a Comissão Europeia aprovou o Plano Europeu REPowerEU, com o principal intuito de eliminar a dependência da Europa, dos combustíveis fósseis russos, através do aumento da produção de energias renováveis, e da respetiva incorporação no consumo, aumentando as metas estabelecidas para 2030, de cinco para 45 pontos percentuais.

Para atingir essas metas, é necessário planeamento estratégico, definição de prazos e a realização de avaliações com vista à realização de investimentos nas redes, alinhados com as metas a longo prazo para implementação de energias renováveis e com os planos de descarbonização em cada setor de atividade, como é, por exemplo, o caso dos transportes.

O ecossistema industrial de energias renováveis é caracterizado pela sua diversidade e pela necessidade de se adaptar a variações na disponibilidade de recursos naturais. Assim, e dada a importância de combater as alterações climáticas, espera-se que este sector, sustentado pela investigação e pelo investimento adequado, continue a crescer e a evoluir, conduzindo ao desenvolvimento e à otimização de infraestruturas, designadamente de armazenamento e de redes inteligentes.

7. Referências

Allegretti, Giovanni, Barca, Stefania e Centemeri, Laura (2013). Crise ecológica e novos desafios para a democracia. Revista Crítica de Ciências Sociais [Online], 100 | 2013, publicado a 28 outubro 2013. <http://journals.openedition.org/rccs/5195>

Associação Portuguesa de Energias Renováveis - APREN (S/D). Energias Renováveis - O que são. <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/o-que-sao/>

Associação Portuguesa de Energias Renováveis - APREN (S/D). Balanço da Produção de Eletricidade de Portugal Continental em 2023. <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/producao>

Associação Portuguesa de Energias Renováveis - APREN (S/D). Estudo sobre o Impacto da eletricidade de origem renovável. <https://www.apren.pt/pt/publicacoes/apren/estudo-sobre-o-impacto-da-eletricidade-de-origem-renovavel>

Associação Portuguesa de Energias Renováveis - APREN (S/D). Março 100 % renovável - primeiro mês com consumo de eletricidade assegurado por fontes renováveis é record de enorme relevância. <https://www.apren.pt/pt/marco-100-renovavel--primeiro-mes-com-consumo-de-eletricidade-assegurado-por-fontes-renovaveis-e-record-de-enorme-relevancia>

Boletim Eletricidade Renovável – Portugal Precisa da Nossa Energia - Dezembro 2023 <https://webstorage.cienciaviva.pt/public/pt.cienciaviva.io/cms/files/19cg1THZzqEfdGuHEE.pdf>

Chaves, Tiago Miguel Lopes, (2018). Uma abordagem à modelação do planeamento da integração de energias renováveis num sistema electroprodutor. Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente. Faculdade de Ciências (FC). Universidade de Lisboa. https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/35292/1/ulfc121850_tm_Tiago_Chaves.pdf

COP28, IRENA e GRA (2023). Tripling renewable power and doubling energy efficiency by 2030: Crucial steps towards 1.5°C, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. <https://www.irena.org/Publications/2023/Oct/Tripling-renewable-power-and-doubling-energy-efficiency-by-2030>

Delicado, Ana, Silva, Luís. Junqueira, Luís, Horta, Ana, Truninger, Susana F. M. (2013). Ambiente, paisagem, património e economia: Os conflitos em torno de parques eólicos em Portugal: Crise ecológica e novos desafios para a democracia. Revista Critica de Ciências Sociais, volume (100), páginas p. 11-36. <https://journals.openedition.org/rccs/5198>

Deloitte/APREN. (novembro 2023). Estudo: Impacto da eletricidade da origem renovável <https://www.apren.pt/contents/documents/apren-estudo-impacto-da-eletricidade-de-origem-renovavel.pdf>

Direção Geral de Energia e Geologia. <https://www.dgeg.gov.pt/>

Direção Regional da Energia dos Açores (S/D). Política Energética. <https://portaldaenergia.azores.gov.pt/portal/POLITICA-ENERGETICA/Renov%C3%A1veis>

Estrela, Sandra M. T., (2015). As Energias Renováveis e a Qualidade da Paisagem Uma Abordagem Exploratória na Região do Algarve. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente. [https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1126295043834572/Tese-Mestrado-Sandra-Estrela-1%20\(1\).pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1126295043834572/Tese-Mestrado-Sandra-Estrela-1%20(1).pdf)

European Environment Agency (2023). Um futuro baseado nas energias renováveis. <https://www.eea.europa.eu/pt/sinais-da-aea/sinais-2022/artigos/um-futuro-baseado-nas-energias-renovaveis>

Lin, Helen (2021). Seu guia para tipos de recursos de energia renovável. https://www.procurarencontrar.com/article/tipos-de-recursos-de-energia-renovavel?utm_content=params%3Aad%3DdirN%26qo%3DserpIndex%26o%3D1673072%26aq%3Dfw59&ueid=B43CC5E4-C277-4E37-B61D-7D07C8685E73&utm_source=grs-expanded-v1

Nunes, Miguel F. S. (2012). Cadeias de Abastecimento de Biomassa - Estudo de Caso. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Engenharia de Sistemas. Escola de Engenharia da Universidade do Minho.
<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/19596/1/Miguel%20Filipe%20da%20Silva%20Nunes.pdf>

Observatório da Energia DGEG – DGEG e ADENE (Edição 2023). Energia em números.
<https://www.apren.pt/contents/publicationsothers/dgeg-energiaemnumeros-2023-compressed.pdf>

Plano Nacional de Energia e Clima 2030 (PNEC 2030).
<https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/53-2020-137618093>

Redes Energéticas Nacionais - REN (2023). Produção de eletricidade a partir das barragens com bombagem bate recorde. <https://www.ren.pt/pt-pt/media/noticias/producao-de-eletricidade-a-partir-das-barragens-com-bombagem-bate-recorde>

(S/D). Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica e Seus Componentes. NeoSolar.
<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>

(S/D). Portal das Energias Renováveis.
https://www.energiasrenovaveis.com/canallinksDirectorioDetalhe.asp?ID_empresas=9&ID_area=27

Sousa, J. (2023). Rede de carregamento de veículos elétricos somará dez mil pontos em 2024. EcoSapo.
<https://eco.sapo.pt/2023/05/09/rede-de-carregamento-de-veiculos-eletricos-somara-10-mil-pontos-em-2024/>

