



REPÚBLICA  
PORTUGUESA

AMBIENTE E AÇÃO CLIMÁTICA



HIDROGÉNIO

# EN-H<sub>2</sub>

## ESTRATÉGIA NACIONAL PARA O HIDROGÉNIO

**VERSÃO DRAFT**

*Portugal, maio de 2020*



# ÍNDICE

<b>SUMÁRIO EXECUTIVO</b>	<b>P. 3</b>
<b><i>EXECUTIVE SUMMARY</i></b>	<b>P. 9</b>
<b>1. ENQUADRAMENTO</b>	<b>P. 17</b>
1.1. Enquadramento Europeu	
1.2. Enquadramento Nacional	
1.3. Caracterização dos recursos	
<b>2. VISÃO PARA O HIDROGÉNIO EM PORTUGAL</b>	<b>P. 32</b>
2.1. Oportunidades para o país	
2.2. Cadeia de valor do Hidrogénio	
2.3. Políticas e medidas de ação	
2.4. Metas e objetivos nacionais	
2.5. Projeto industrial em Sines	
2.6. Monitorização e acompanhamento	
<b>3. CENARIZAÇÃO ENERGÉTICA</b>	<b>P. 65</b>
<b>4. FINANCIAMENTO E MECANISMOS DE APOIO</b>	<b>P. 69</b>
4.1. Financiamento	
4.2. Mecanismos de apoio	
<b>5. PROCESSO DE ENVOLVIMENTO E CONSULTA</b>	<b>P. 78</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>P. 79</b>
Anexo I – Siglas	
Anexo II – Projetos de Hidrogénio em curso em Portugal	
Anexo III – Resultados da modelação	
Anexo IV – Mapa de Rede Nacional de Transporte de Gás Natural	
Anexo V – Mapa da Rede Nacional de Distribuição de Gás Natural	
Anexo VI – Mapas do potencial de recursos em Portugal	

# SUMÁRIO

# EXECUTIVO

As alterações climáticas e os seus impactos, especialmente visíveis e gravosos nos últimos anos convocam o país para uma resposta coletiva inequívoca que o contexto da pandemia causado pela covid-19 veio reforçar. Ao mesmo tempo que nos interpelam exigindo respostas, as presentes circunstâncias mostram-nos novos caminhos e oportunidades que importa aproveitar. A transição para um novo modelo de consumo energético é o ambiente natural para a desenvolvimento de novos modelos de negócio, mais sustentáveis, mais resilientes e alinhados com os objetivos de longo prazo, nomeadamente quanto ao seu impacto no caminho para a neutralidade carbónica.

As metas e objetivos em matéria de energia e descarbonização da economia, quando integradas em estratégias de médio longo prazo que sejam coerentes, transparentes e estáveis, constituem instrumentos poderosos de mobilização e coordenação de investimento público e de investimento privado. Pretende-se, neste contexto, promover o encontro de interesses individuais que, de forma agregada, possam beneficiar de um plano estratégico que viabilize, de forma eficiente, a edificação e funcionamento são de um setor energético circular e sustentável.

A Comissão Europeia, através do Pacto Ecológico Europeu, afirma que a descarbonização constitui uma nova estratégia de crescimento sustentável para a UE 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).

Os desafios que se impõem à sociedade exigem uma ação concertada entre políticas de energia e do clima e de outras áreas governativas, com particular ênfase para as áreas da indústria e transportes, pois só assim será possível traçar uma trajetória exequível rumo a uma economia e a uma sociedade neutras em carbono, que seja, em simultâneo, promotora de crescimento económico e de melhoria da qualidade de vida. Neste âmbito, o hidrogénio tem um papel central, sendo simultaneamente apresentado como uma opção eficiente para promover, aprofundar e facilitar a transição energética e como uma oportunidade económica, industrial, científica e tecnológica para a Europa.

Em 2016, Portugal assumiu o objetivo de atingir a Neutralidade Carbónica até 2050, tendo desenvolvido o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050). Este foi apresentado no final de 2018, em antecipação do *draft* do Plano Nacional Energia e Clima 2021-2030 (PNEC 2030) - o principal instrumento de política energética e climática nacional para a próxima década, rumo a um futuro neutro em carbono - apresentado em janeiro de 2019. O PNEC 2030 é fundamental para assegurar a concretização das metas em matéria de energia e clima na próxima década, estando orientado para o futuro e para os objetivos a longo prazo de Portugal.

Na Europa e em Portugal, o ano de 2019 foi de intensificação do compromisso descarbonização, mas foi também o ano de discussão pública das propostas iniciais dos PNECs, que estavam muito assentes na eletrificação pura, o que mereceu algumas bolsas de resistência no sector do gás e em alguma indústria. O mercado assinalou a existência de uma falha que pode ser eficientemente suprida pela produção de hidrogénio.

A grande diferença que se pode observar nestes planos finais é a inclusão dos gases renováveis, com particular ênfase no hidrogénio, assumindo-se como elementos centrais nas estratégias de descarbonização, complementando a estratégia original e aperfeiçoando-a. Em linha com as conclusões do Relatório Especial do IPCC sobre o aumento da temperatura média mundial em 1,5°C, concluiu-se que é na década 2021-2030 que devem ser concentrados os maiores esforços de redução de emissões de GEE sendo esta a década fulcral para o alinhamento da economia nacional com uma trajetória de neutralidade carbónica. Por conseguinte, articulação com os objetivos do RNC2050, foram estabelecidas metas ambiciosas, mas exequíveis para o horizonte 2030, que se encontram vertidas no PNEC 2030.

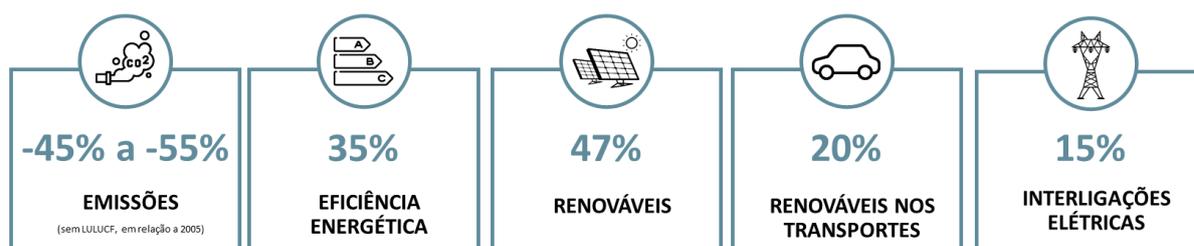
No RNC2050, o cenário que permitia uma descarbonização mais intensa era o de maior crescimento económico, o que só é possível se a descarbonização pretender ser, mais do que a resposta a um problema climático específico, uma estratégia integrada de investimento e criação de emprego, assumindo particular relevância no movimento de recuperação económica que urge iniciar. Para além dos objetivos energéticos e climáticos, de que se destacam o aumento da incorporação de renováveis no consumo final bruto de energia e a redução de emissão de GEE, o PNEC 2030 apresenta a transição energética e a descarbonização como oportunidades de desenvolvimento económico e industrial para o país.

Merece destaque o caminho que Portugal tem traçado no sentido de alcançar níveis cada vez mais elevados de incorporação de fontes renováveis nos vários setores, tendo conseguido uma quota total de incorporação no consumo final de energia bastante acima da média europeia e numa trajetória crescente nos últimos anos. Em 2018, a quota de renováveis no consumo final bruto de energia alcançou os 30,3% (+10,8 p.p. face a 2005) sendo Portugal, atualmente, o 6º país da União Europeia com maior nível de incorporação de renováveis. No setor da eletricidade é igualmente relevante a trajetória que o país tem vindo a traçar, alcançando em 2018 uma incorporação de 52,2% (+24,5 p.p. face a 2005), sendo atualmente o 5º país da União Europeia com maior nível de incorporação de renováveis.

Em resultado deste progresso, que substitui importações de combustíveis fósseis por recursos endógenos renováveis, Portugal tem conseguido reduzir a sua dependência energética do exterior, verificando-se em 2018 uma dependência de 77,9% (-10,9 p.p. face a 2005), aumentar a produção doméstica de energia (+83% face a 2005) e reduzir o consumo de energia primária (-17,0% face a 2005), assegurando também dessa forma um maior nível de segurança de abastecimento.

Face ao caminho já percorrido e à ambição demonstrada para continuar a liderar a transição energética e o combate às alterações climáticas, Portugal apresenta fortes argumentos para permanecer na vanguarda da transição energética e para construir uma estratégia rumo a uma economia neutra em carbono, baseada em fontes de energia renovável, com foco na eficiência energética e nos benefícios para o consumidor de energia. Esta orientação materializa-se numa visão clara *“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 uso eficiente de recursos”* e em metas ambiciosas, mas realistas, para o horizonte 2021-2030.

Figura 1 - Metas energia e clima de Portugal para o horizonte 2030 [Fonte: PNEC 2030]



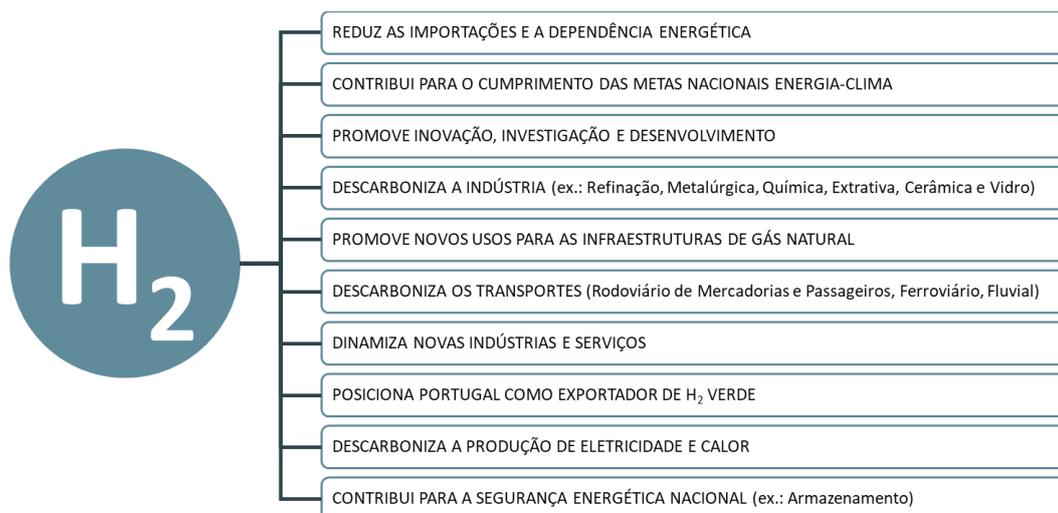
Na próxima década, o setor da energia será aquele que dará o maior contributo para a descarbonização, pelo que a transição energética assume um papel especialmente relevante no contexto da transição para uma sociedade descarbonizada. A estratégia de Portugal para a próxima década, e com reflexo nas seguintes, assenta numa combinação de diversas opções de políticas e medidas, bem como de opções tecnológicas variadas, procurando encontrar sinergias. Nesta ótica, merece destaque o papel que os gases renováveis, em particular o hidrogénio, podem desempenhar na descarbonização dos vários setores da economia (ex.: indústria e transportes), o que permitirá alcançar níveis elevados de incorporação de fontes renováveis de energia no consumo final de energia de forma mais eficiente, e por outro lado, tendo em conta a sua flexibilidade e complementaridade com o Sistema Elétrico Nacional, seja na versão consumo, armazenamento ou produção, permite acelerar a descarbonização do próprio setor elétrico.

Acelerar a transição energética e a descarbonização da economia já na próxima década significa que Portugal deve apostar na produção e na incorporação de volumes crescentes de hidrogénio verde, promovendo uma substituição dos combustíveis fósseis mais intensa naqueles setores da economia onde a eletrificação poderá não ser a solução mais custo-eficaz, ou que poderá não ser sequer tecnicamente viável. O reconhecimento da importância do hidrogénio 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, armazenar energia produzida através de fontes renováveis e possibilitar o surgimento de outros combustíveis de base renovável (ex.: combustíveis sintéticos para o setor dos transportes marítimos e aviação), contribuindo para potenciar o cumprimento dos objetivos nacionais de incorporação de fontes renováveis no consumo final de energia e para a descarbonização, com particular ênfase na indústria e na mobilidade (sobretudo no transporte rodoviário pesado de passageiros e no de mercadorias, incluindo a logística urbana).

Portugal, pela sua localização geográfica, pela elevada e crescente penetração de renováveis no seu sistema elétrico, pela competência do seu setor industrial, pela excelência dos seus recursos humanos na área da engenharia e pela vantagem competitiva já demonstrada ao nível da produção de eletricidade renovável a baixo custo, sendo disso exemplo os resultados alcançados no leilão solar realizado em 2019 (tarifa média ponderada atribuída no regime garantido foi de 20,33 €/MWh, com um mínimo de 14,76 €/MWh e máximo de 31,16 €/MWh), apresenta condições muito favoráveis e competitivas para a produção de hidrogénio verde e para o desenvolvimento de cadeias de valor zero-emissões baseadas no hidrogénio para o mercado doméstico e para exportação.

Com o objetivo de tornar o hidrogénio numa das soluções para a descarbonização da economia, ao mesmo tempo que se pretende promover uma nova fileira industrial com potencial exportador e gerador de riqueza, o Governo está a promover uma política industrial em torno do hidrogénio, que se baseia na definição de um conjunto de políticas públicas que orientam, coordenam e mobilizam investimento público e privado em projetos nas áreas da produção, do armazenamento, do transporte e do consumo e utilização de gases renováveis em Portugal. Da mesma forma, será importante capitalizar estes investimentos infraestruturantes numa política industrial mais alargada, que atraia e dinamize o tecido empresarial e industrial numa trajetória de maior valor acrescentado em produtos verdes e inovadores.

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 (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.

**Figura 2 - O hidrogénio enquanto vetor fundamental para a descarbonização da economia nacional rumo à neutralidade carbónica**


A presente Estratégia Nacional para o Hidrogénio (EN-H<sub>2</sub>) tem como objetivo principal introduzir um elemento de incentivo e estabilidade para o setor energético, promovendo a introdução gradual do hidrogénio enquanto pilar sustentável e integrado numa estratégia mais abrangente de transição para uma economia descarbonizada, enquanto oportunidade estratégica para o país. Para o efeito, esta Estratégia enquadra o papel atual e futuro do hidrogénio no sistema energético e propõe um conjunto de medidas e metas de incorporação para o hidrogénio nos vários setores da economia. Isto implica a criação das condições necessárias que viabilizem esta visão, o que inclui legislação e regulamentação, segurança, *standards*, inovação e desenvolvimento, financiamento, entre outros. Neste sentido, as medidas propostas têm como objetivo promover e dinamizar, tanto a produção, como o consumo nos vários setores da economia, criando as necessárias condições para uma verdadeira economia de hidrogénio em Portugal.

**Figura 3 – Estratégia para o hidrogénio em Portugal**


Esta Estratégia cumpre ainda outro importante objetivo, o de dar um enquadramento sólido e uma visão de curto, médio e longo prazo, a todas as empresas e promotores com projetos de hidrogénio em curso ou em fase inicial. Desta forma, permitir-se-á consolidar estes projetos numa Estratégia mais vasta e coerente que possibilitará novas sinergias e perspetivar os necessários apoios públicos, nacionais e internacionais, essenciais nesta fase de arranque, em que o papel das autoridades públicas é determinante.

Importa também referir que esta Estratégia não define novas metas de descarbonização global ou setorial mais ambiciosas do que as que constam do PNEC 2030. Antes, parte das metas de incorporação de renováveis no consumo final bruto de energia e de redução de emissões definidas no PNEC 2030 e com as quais o país já está comprometido, permitindo que essas metas sejam atingidas, também, através da incorporação de gases renováveis,

em particular do hidrogénio. Deste modo, esta Estratégia deve ser entendida como facilitadora do cumprimento das metas e objetivos que já constam do PNEC 2030, baixando os custos da estratégia de descarbonização proposta, sobretudo naqueles setores e naqueles consumos energéticos em que a eletrificação, sem a opção de gases renováveis, seria ou demasiado cara ou tecnicamente inexecutável.

O governo português tem já em curso um conjunto de ações no curto prazo: (i) regulamentar a produção de gases renováveis; (ii) regulamentar a injeção de gases renováveis na rede nacional de gás natural; (iii) desenhar um mecanismo de apoio à produção de hidrogénio; (iv) implementar um sistema de garantias de origem para os gases renováveis; (v) garantir que os recursos financeiros disponíveis em fundos nacionais e europeus, permitem o apoio à produção de gases renováveis; (vi) propor a fixação de metas vinculativas até 2030 para a incorporação de hidrogénio na rede de gás natural, nos transportes e na indústria. Estas ações visam criar as necessárias condições e mecanismos que permitem reconhecer e valorizar o hidrogénio no mercado nacional. Uma das medidas que se pretende concretizar no curto prazo é relativa à preparação e lançamento de um Aviso POSEUR em 2020, destinado a apoiar projetos de produção, distribuição e consumo de energia proveniente de fontes renováveis, que incluirá a componente do hidrogénio, com uma verba de cerca de 40 milhões de euros. Poderá também ser equacionado o recurso ao Fundo de Recuperação Europeu, dado o papel central que a Comissão Europeia também atribui ao hidrogénio não só no sistema energético, mas também como catalisador da recuperação da economia europeia.

Para dar os sinais certos a produtores mas também a consumidores, para além dos mecanismos de apoio ao investimento atualmente em vigor, os quais terão de ser adaptados para ter em conta esta nova realidade, serão previstos e implementados novas formas de apoio - que incentivem o investimento e a integração do hidrogénio no sistema energético nacional e que devem ter na sua base de conceção as vantagens, energéticas, económicas e ambientais que o hidrogénio providencia ao sistema e que, por causa de diversas falhas de mercado, não se encontram refletidas no atual sistema de preços. Nesse sentido, para além dos tradicionais apoios ao investimento, importa criar mecanismos que permitam compatibilizar dois objetivos: (i) viabilizar investimentos em produção na fase de arranque e promover o início da incorporação de hidrogénio no sistema energético, remunerando adequadamente a produção e, ao mesmo tempo (ii) evitar que esses objetivos representem um custo para o sistema energético, o que poderia comprometer a adesão dos consumidores à Estratégia.

O desenvolvimento de uma indústria de produção de hidrogénio verde em Portugal tem potencial para dinamizar um novo ecossistema económico, aliado ao enorme potencial para a descarbonização. A plena concretização desta oportunidade, alicerçada numa visão estratégica de médio longo prazo que seja agregadora e, sobretudo, mobilizadora, é o nosso objetivo.

O novo modelo energético em curso rumo à neutralidade carbónica configura uma oportunidade única para Portugal, que permitirá transformar a economia nacional numa lógica de desenvolvimento sustentável assente num modelo democrático e justo, que promova o progresso civilizacional, o avanço tecnológico, a criação de emprego e a prosperidade, a criação de riqueza, a coesão territorial a par da preservação dos recursos naturais. Neste sentido, o caminho para a descarbonização da economia é simultaneamente uma oportunidade para o investimento e para o emprego.

## PRINCIPAIS MENSAGENS



**O HIDROGÉNIO IRÁ FACILITAR E ACELERAR A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NOS VÁRIOS SETORES, COM PARTICULAR FOCO NOS TRANSPORTES E NA INDÚSTRIA, AO MESMO TEMPO QUE REFORÇA A ECONOMIA NACIONAL.**



PORTUGAL APRESENTA CONDIÇÕES MUITO FAVORÁVEIS, MESMO ÚNICAS, PARA DESENVOLVER UMA ECONOMIA DE HIDROGÉNIO, NOMEADAMENTE, A EXISTÊNCIA DE UMA INFRAESTRUTURA DE GÁS NATURAL MODERNA, PREÇOS DE PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE RENOVÁVEL MUITO COMPETITIVOS E UMA LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA ESTRATÉGICA PARA A EXPORTAÇÃO.



A ESTRATÉGIA DO GOVERNO PASSA POR PROMOVER UMA POLÍTICA INDUSTRIAL EM TORNO DO HIDROGÉNIO, QUE SE BASEIA NA DEFINIÇÃO DE UM CONJUNTO DE POLÍTICAS PÚBLICAS QUE ORIENTAM, COORDENAM E MOBILIZAM INVESTIMENTO PÚBLICO E PRIVADO EM PROJETOS NAS ÁREAS DA PRODUÇÃO, DO ARMAZENAMENTO, DO TRANSPORTE E DO CONSUMO DE GASES RENOVÁVEIS EM PORTUGAL.

# EXECUTIVE SUMMARY

*Climate change and its impacts, especially visible and burdensome in recent years, call the country to an unequivocal collective response that the context of the pandemic caused by the covid-19 has reinforced. At the same time that it challenges us to demand answers, the present circumstances show us new paths and opportunities that we must embrace. The transition to a new energy consumption model is the natural ecosystem for the development of new business models, more sustainable, more resilient and aligned with long-term objectives, namely regarding their impact on the path towards carbon neutrality.*

*The targets and objectives concerning energy and the decarbonization of the economy being part of medium, long-term strategies that are coherent, transparent and stable, constitute powerful instruments to mobilize and coordinate public and private investment. It is therefore our intention to promote the encounter of individual interests that may only be efficiently combined if aggregated and supported by strategic plan envisaging a well-functioning, circular and sustainable energy sector.*

*The European Commission, through the European Green Deal, says that decarbonization is a new sustainable growth strategy for the EU that aims at a fair and prosperous society, efficient in the use of resources and competitive, which, in 2050, will have zero net emissions of greenhouse gases (GHG).*

*The challenges facing society demand concerted action between energy and climate policies and other government areas, with particular emphasis on the areas of industry and transport, as this is the only way it will be possible to trace an achievable path towards an economy and a carbon neutral society that is, at the same time, promoting economic growth and improving the quality of life. In this context, hydrogen plays a central role, being simultaneously presented as an efficient option to promote, deepen and facilitate the energy transition and as an economic, industrial, scientific and technological opportunity for Europe.*

*In 2016, Portugal assumed the objective of achieving Carbon Neutrality by 2050, having developed the Roadmap for Carbon Neutrality 2050 (RNC2050). This was presented at the end of 2018, in anticipation of the draft of the National Energy and Climate Plan 2021-2030 (PNEC 2030) - the main instrument regarding national energy and climate policy for the next decade, towards a carbon neutral future - presented in January 2019. PNEC 2030 is essential to ensure the achievement of the goals in terms of energy and climate in the next decade, being oriented towards the future and the long-term objectives of Portugal.*

*In Europe and Portugal, 2019 was a year of intensification of the decarbonization commitment, but it was also the year of public discussion of the initial proposals of the PNECs, which were very much based on pure electrification, which deserved some resistance from the gas sector and from some industry. The market noted the existence of a flaw that can be efficiently addressed by hydrogen production.*

*The major difference that can be seen in these final plans is the inclusion of renewable gases, with particular emphasis on hydrogen, assuming themselves as central elements in decarbonization strategies, complementing and perfecting the original strategy. In line with the conclusions of the IPCC Special Report on the increase in the world average temperature by 1.5°C, it was concluded that it is in the 2021-2030 decade that the greatest efforts to reduce GHG emissions should be concentrated, this being the key decade for the alignment of the national economy with a trajectory of carbon neutrality. In conjunction with the objectives of the RNC2050, ambitious but achievable targets were set for the 2030 horizon, which are reflected in the PNEC 2030.*

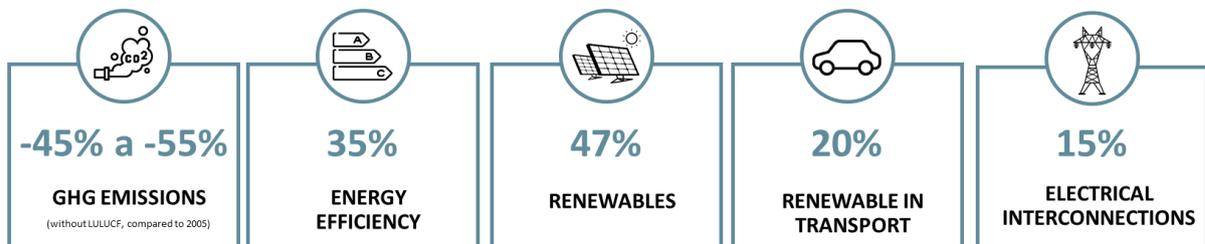
In the RNC2050, the scenario that allowed for more intense decarbonization was that of greater economic growth, which is only possible if decarbonization is intended to be, more than the answer to a specific climate problem, an integrated investment and job creation strategy, assuming particular relevance in the economic recovery movement that is urgent to start. In addition to the energy and climate objectives, which include the increase in the incorporation of renewables in gross final energy consumption and the reduction of GHG emissions, the PNEC 2030 presents the energy transition and decarbonization as opportunities for economic and industrial development for the country.

It is worth mentioning the path that Portugal has taken in order to achieve increasingly higher levels of incorporation of renewable sources in the various sectors, having achieved a total share of renewables in final energy consumption well above the European average and on an increasing trajectory in recent years. In 2018, the share of renewables in gross final energy consumption reached 30.3% (+10.8 p.p. compared to 2005), with Portugal currently the 6th country in the EU with the highest level of incorporation of renewables. In the electricity sector, the trajectory that the country has been tracing is equally relevant, reaching 52.2% incorporation in 2018 (+24.5 pp compared to 2005), being currently the 5th European Union country with the highest level of incorporation of renewables.

As a result of this progress, which replaces fossil fuel imports with endogenous renewable resources, Portugal has managed to reduce its energy dependence from abroad, with a dependence of 77.9% in 2018 (-10.9 pp compared to 2005), increase domestic energy production (+83% compared to 2005) and reduce primary energy consumption (-17.0% compared to 2005), thus also ensuring a higher level of security of supply.

In view of the path already taken and the ambition demonstrated to continue to lead the energy transition and the fight against climate change, Portugal presents strong arguments to remain at the forefront of the energy transition and to build a strategy towards a carbon neutral economy, based on renewable energy sources, with a focus on energy efficiency and benefits for the energy consumer. This orientation is materialized in a clear vision “promoting the decarbonization of the economy and the energy transition aiming at carbon neutrality in 2050, as an opportunity for the country, based on a democratic and fair model of territorial cohesion that promotes the generation of wealth and efficient use of resources” and ambitious but realistic targets for the 2021-2030 horizon.

Figure - Portugal's energy and climate targets for the 2030 horizon [Source: PNEC 2030]



In the next decade, the energy sector will be the one that will make the greatest contribution to decarbonization, so the energy transition plays an especially relevant role in the context of the transition to a decarbonized society. Portugal's strategy for the next decade, and reflected in the following ones, is based on a combination of several policy options and measures, as well as varied technological options, seeking to find synergies. In this light, it is worth highlighting the role that renewable gases, in particular hydrogen, can play in the decarbonization of the various sectors of the economy (industry and transport), which will allow reaching higher levels of incorporation of renewable energy sources in the energy consumption more efficiently, and on the other hand, taking into account its flexibility and complementarity with the National Electric System, whether in the consumption, storage or production version, it allows to accelerate the decarbonization of the electric sector itself.

Accelerating the energy transition and the decarbonization of the economy over the next decade means that Portugal must invest in the production and incorporation of increasing volumes of green hydrogen, promoting a more intense substitution of fossil fuels in those sectors of the economy where electrification may not be the solution more cost-effective, or that may not even be technically feasible. The recognition of the importance of hydrogen lies in the fact that, among others, it is an energy carrier with high energy density, which allows it to be a solution for intensive industrial processes, store energy produced through renewable sources and enable the emergence of other

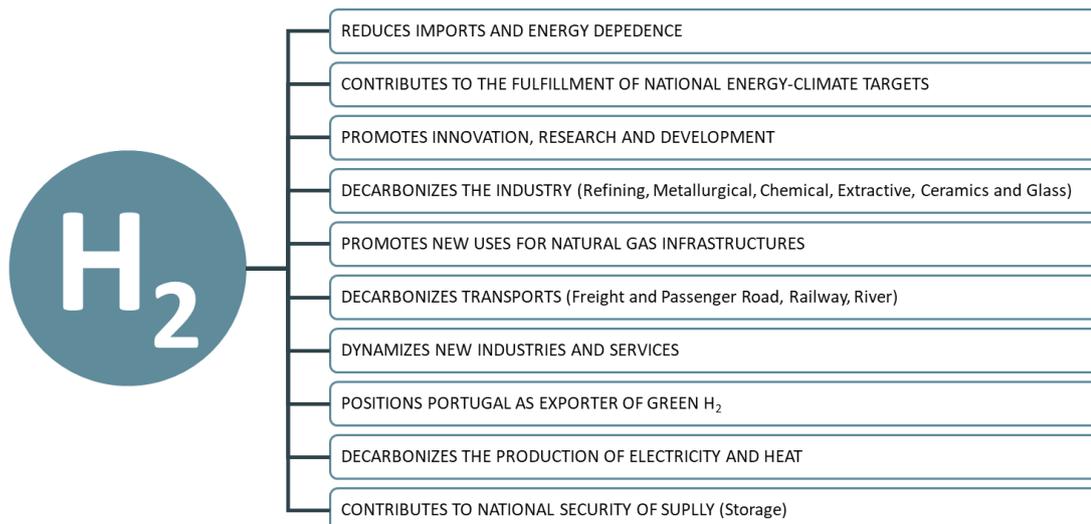
renewable base fuels (synthetic fuels for the maritime transport and aviation sector), contributing to enhance the fulfillment of national objectives for renewable sources in final energy consumption and decarbonization, with particular emphasis on industry and mobility (mainly in heavy passenger and goods road transport, including urban logistics).

Portugal, for its geographical location, for the high and increasing penetration of renewables in its electrical system, for the competence of its industrial sector, for the excellence of its human resources in the engineering area and for the competitive advantage already demonstrated in terms of the production of renewable electricity at low cost, for example the results achieved in the solar auction held in 2019 (weighted average tariff assigned in the guaranteed regime was 20.33 €/MWh, with a minimum of 14.76 €/MWh and a maximum of 31.16 €/MWh), presents very favorable and competitive conditions for the production of green hydrogen and for the development of hydrogen-based zero-emission value chains for the domestic market and for export.

With the objective of making hydrogen one of the solutions for decarbonizing the economy, at the same time that is intended to promote a new industrial sector with potential for exporting and generating wealth, the Government is promoting an industrial policy around hydrogen, which it is based on the definition of a set of public policies that guide, coordinate and mobilize public and private investment in projects in the areas of production, storage, transport and consumption and use of renewable gases in Portugal. Likewise, it will be important to capitalize on these infrastructure investments in a broader industrial policy, which attracts and streamlines the business and industrial fabric in a trajectory of greater added value in green and innovative products.

The main advantages of hydrogen, among others, are the fact that: (i) in complementarity with the electrification strategy, it allows to reduce the costs of decarbonization; (ii) substantially reinforces security of supply in a decarbonization context, given that hydrogen allows to store renewable electricity for long periods of time; (iii) reducing energy dependence by using endogenous sources in its production; (iv) reducing GHG emissions in various sectors of the economy as it more easily promotes the replacement of fossil fuels (refining, chemical, metallurgical, cement, mining, ceramics and glass industries); (v) promoting efficiency in energy production and consumption by allowing solutions on a variable scale as needed, close to the location of consumption and distributed throughout the national territory; (vi) promoting economic growth and employment through the development of new industries and associated services.

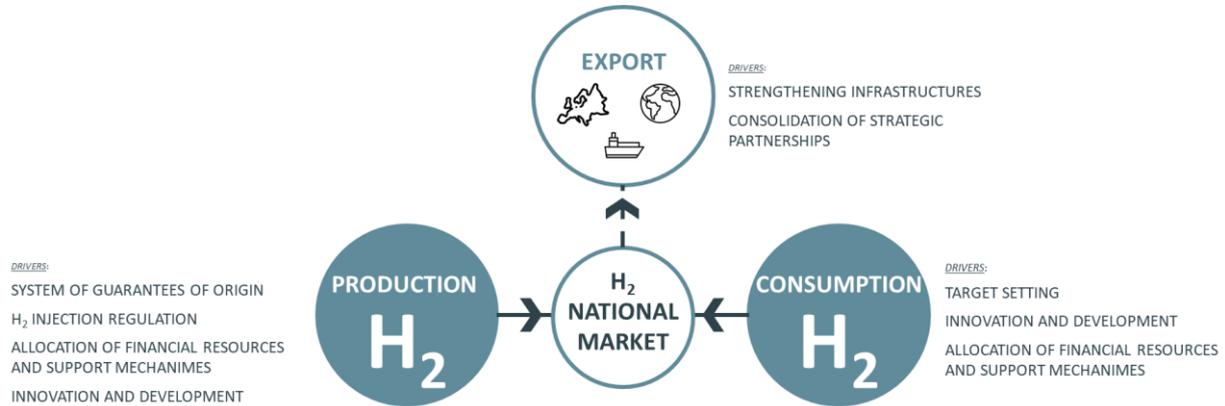
**Figure - Hydrogen as a fundamental vector for the decarbonization of the national economy towards carbon neutrality**



The present National Strategy for Hydrogen (EN-H<sub>2</sub>) has as main objective to introduce an element of incentive and stability for the energy sector, promoting the gradual introduction of hydrogen as a sustainable pillar and integrated in a more comprehensive strategy of transition to a decarbonized economy, as a strategic opportunity for the country. To this end, this Strategy frames the current and future role of hydrogen in the energy system and proposes a set of measures and targets for incorporating hydrogen in the various sectors of the economy. This implies the creation of

the necessary conditions to make this vision feasible, which includes legislation and regulation, security, standards, innovation and development, financing, among others. In this sense, the proposed measures aim to promote and boost both production and consumption in the various sectors of the economy, creating the necessary conditions for a true hydrogen economy in Portugal.

Figure - Hydrogen strategy in Portugal



This Strategy fulfills yet another important objective, that of giving a solid framework and a short, medium and long term vision, to all companies and promoters with hydrogen projects in progress or in an initial phase. In this way, it will be possible to consolidate these projects into a broader and more coherent Strategy that will enable new synergies and envisage the necessary public support, national and international, essential in this start-up phase, in which the role of public authorities is decisive.

It should also be noted that this Strategy does not define new targets for global or sectoral decarbonization that are more ambitious than those contained in the PNEC 2030. Rather, part of the targets for renewables in gross final energy consumption and GHG defined in the PNEC 2030 and with which the country is already committed, allowing these goals to be achieved, also, through the incorporation of renewable gases, in particular hydrogen. Thus, this Strategy should be understood as facilitating the fulfillment of the targets and objectives that already appear in the PNEC 2030, lowering the costs of the decarbonization strategy, especially in those sectors and in those energy consumption in which electrification, without the option of renewable gases, it would be either too expensive or technically unworkable.

The Portuguese government already has a set of actions underway in the short term: (i) regulate the production of renewable gases; (ii) regulate the injection of renewable gases into the national natural gas network; (iii) design a support mechanism for hydrogen production; (iv) implement a system of guarantees of origin for renewable gases; (v) ensure that the financial resources available in national and European funds allow support for the production of renewable gases; (vi) propose the setting of binding targets until 2030 for the incorporation of hydrogen in the natural gas network, in transport and in industry. These actions aim to create the necessary conditions and mechanisms that allow the recognition and enhancement of hydrogen in the national market. One of the measures that we intend to implement in the short term is related to the preparation and launch of a POSEUR Call in 2020, aimed at supporting projects for the production, distribution and consumption of energy from renewable sources, which will include the hydrogen component, with a total amount of around 40 million euros. The use of the European Recovery Fund could also be considered, given the central role that the European Commission also attributes to hydrogen not only in the energy system, but also as a catalyst for the recovery of the European economy.

To give the correct signals to producers but also to consumers, in addition to the investment support mechanisms currently in place which will have to be adapted to take into account this new reality, new support mechanisms will be envisaged and implemented - that encourage investment and integration of hydrogen in the national energy system and that should have in their basis of design the advantages, energetic, economic and environmental that the hydrogen provides to the system and that, due to several market failures, are not reflected in the current price

system. In this sense, in addition to the traditional investment support, it is important to create mechanisms that make it possible to reconcile two objectives: (i) making investments in hydrogen production feasible in the start-up phase and promote the beginning of the incorporation of hydrogen in the energy system, adequately remunerating production, at the same time that (ii) avoids that these objectives represent a cost for the energy system, which could compromise the consumers adherence to the Strategy.

The development of a green hydrogen production industry in Portugal has the potential to build up a new economic ecosystem, combined with the enormous potential for decarbonization. The full realization of this opportunity, based on a strategic medium-term vision that aggregates and, above all, mobilizes, is our goal.

The new energy model currently underway towards carbon neutrality represents a unique opportunity for Portugal, which will make possible to transform the national economy in a logic of sustainable development based on a democratic and fair model, which promotes civilizational progress, technological advancement, job creation and prosperity, wealth creation, territorial cohesion together with the preservation of natural resources. In this sense, the path to decarbonization of the economy is both an opportunity for investment and employment.

#### KEY MESSAGES



HYDROGEN WILL FACILITATE AND ACCELERATE THE ENERGY TRANSITION IN VARIOUS SECTORS, WITH A PARTICULAR FOCUS ON TRANSPORT AND INDUSTRY, AT THE SAME TIME THAT STRENGTHENS THE ECONOMY.

---



PORTUGAL PRESENTS VERY FAVORABLE AND UNIQUE CONDITIONS TO DEVELOP A HYDROGEN ECONOMY, INCLUDING THE EXISTENCE OF A MODERN NATURAL GAS INFRASTRUCTURE, VERY COMPETITIVE RENEWABLE ELECTRICITY PRODUCTION PRICES AND A STRATEGIC GEOGRAPHICAL LOCATION THAT FACILITATES EXPORTS.

---



THE GOVERNMENT STRATEGY INVOLVES THE PROMOTING OF AN INDUSTRIAL POLICY AROUND HYDROGEN, BASED ON THE DEFINITION OF A SET OF PUBLIC POLICIES THAT GUIDE, COORDINATE AND MOBILIZE PUBLIC AND PRIVATE INVESTMENT IN PROJECTS OF PRODUCTION, STORAGE, TRANSPORTATION AND CONSUMPTION OF RENEWABLE GASES IN PORTUGAL.

## O HIDROGÉNIO EM PORTUGAL PODERÁ REPRESENTAR...

OS NOSSOS OBJETIVOS PARA 2030...



**5%**

NO CONSUMO  
FINAL DE ENERGIA



**5%**

NO CONSUMO DO  
TRANSPORTE RODOVIÁRIO



**5%**

NO CONSUMO DO SETOR  
DA INDÚSTRIA



**15%**

INJEÇÃO NAS REDES  
DE GÁS NATURAL



**50-100**

ESTAÇÕES DE  
ABASTECIMENTO



**2 GW**

CAPACIDADE INSTALADA  
EM ELETROLISADORES



**7 000 M€**

INVESTIMENTO EM PROJETOS  
DE PRODUÇÃO HIDROGÉNIO



**300-600 M€**

REDUÇÃO DAS IMPORTAÇÕES  
DE GÁS NATURAL



**900 M€**

APOIOS AO INVESTIMENTO E  
À PRODUÇÃO

1

OS INDICADORES DE SUCESSO DA ESTRATÉGIA PARA 2030...

1. PORTUGAL É CONSIDERADO COMO TENDO UMA ECONOMIA DE HIDROGÉNIO INOVADORA E UM AMBIENTE FAVORÁVEL AO INVESTIMENTO

2. O HIDROGÉNIO PRODUZIDO EM PORTUGAL É DOS MAIS COMPETITIVOS EM TERMOS DE CUSTOS A NÍVEL EUROPEU

3. PORTUGAL TEM IMPLEMENTADO UM SISTEMA DE GARANTIAS DE ORIGEM QUE CUMPRE COM OS MAIS ELEVADOS PADRÕES DE QUALIDADE

4. A ECONOMIA DO HIDROGÉNIO CRIA EMPREGO QUALIFICADO E GERA RIQUEZA EM PORTUGAL

5. O HIDROGÉNIO CONTRIBUIU PARA REFORÇAR A SUSTENTABILIDADE DOS VÁRIOS SETORES DA ECONOMIA

6. PORTUGAL É UMA REFERÊNCIA A NÍVEL INTERNACIONAL E UM PAÍS EXPORTADOR DE HIDROGÉNIO

<sup>1</sup> Considerando que o Quadro Financeiro Plurianual 2021-2027, ainda em discussão, poderá alocar 25% do orçamento global da despesa à ação climática, onde se inclui a transição energética.

## PRINCIPAIS INICIATIVAS...



### IMPLEMENTAR UM MECANISMO DE APOIO À PRODUÇÃO DE HIDROGÉNIO VERDE

Mecanismo de apoio claro e transparente à produção de hidrogénio verde com o objetivo de apoiar a produção de hidrogénio no período 2020-2030 através da atribuição de um apoio que cubra a diferença entre o preço de produção do hidrogénio verde e o preço do gás natural no mercado nacional, que não terá tradução nas tarifas pagas pelos consumidores. Pretende atuar como incentivo ao investimento na transição energética e de apoio a um vetor energético que promove e viabiliza novos investimentos numa fase de arranque do hidrogénio.

### REGULAMENTAR A INJEÇÃO DE HIDROGÉNIO NAS REDES DE GÁS

Possibilitar a injeção de hidrogénio, e outros gases renováveis, nas redes de transporte e distribuição de gás natural tem a vantagem de reduzir os custos e barreiras à entrada do hidrogénio no sistema, evita que os ativos de gás se tornem ociosos no futuro, tira partido de um sistema em operação que permite a integração imediata de hidrogénio no sistema energético nacional e mitiga o risco de expansão excessiva de redes elétricas, o que poderia representar um custo acrescido para a descarbonização



### FIXAR METAS DE INCORPORAÇÃO DE HIDROGÉNIO

Para assegurar o lado da procura, em complemento à dinamização do lado da produção que cria as necessárias condições para uma verdadeira economia de hidrogénio em Portugal, são fixadas metas ambiciosas, mas realistas, de incorporação de hidrogénio nos vários setores da economia, compatíveis com a ambição dos vários setores na transição energética, com a capacidade de investimento atual e futura e com a disponibilidade de soluções tecnológicas capazes de assegurar os níveis de incorporação desejados.

### APOIAR O INVESTIMENTO EM PROJETOS DE HIDROGÉNIO

No contexto da promoção da descarbonização e da transição energética, importa promover um quadro favorável para o financiamento de novas tecnologias, novos clusters industriais em torno das energias renováveis e em inovação. Durante 2020, está previsto a preparação e lançamento de um Aviso destinado a apoiar projetos de produção e distribuição de energia proveniente de fontes renováveis, que incluirá a componente do hidrogénio, que terá uma verba que deverá rondar os 40 milhões de euros.



## PRINCIPAIS PROJETOS...



### PROJETO INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE HIDROGÉNIO VERDE EM SINES

Com um investimento base previsto que deverá ser superior a 2,85 mil milhões de euros, é um projeto âncora de grandes dimensões à escala industrial de produção de hidrogénio verde, focado em alavancar a energia solar, mas também eólica, enquanto fatores de competitividade, tirando partido da localização estratégica de Sines. Será instalada uma unidade industrial com uma capacidade total em eletrolisadores de, pelo menos, 1 GW até 2030, que permita posicionar Sines, e Portugal, como um importante *hub* de hidrogénio verde

### DESCARBONIZAR O SETOR DOS TRANSPORTES

Promover e apoiar o hidrogénio e os combustíveis sintéticos produzidos a partir de hidrogénio, que em complemento com a eletricidade e os biocombustíveis avançados, serão uma solução para alcançar a descarbonização deste setor, em particular nos subsectores rodoviário de transporte de mercadorias, com foco nos veículos pesados e na logística urbana, e de transporte de passageiros, com foco nos autocarros. Em paralelo, serão apoiadas as infraestruturas de abastecimento a hidrogénio, preferencialmente com produção local associado.



### DESCARBONIZAR UM SETOR PRIORITÁRIO DA INDÚSTRIA NACIONAL

Será dinamizada e apoiada a descarbonização de um subsetor da indústria através do hidrogénio que, pela sua dimensão na economia nacional e pelo peso nas emissões de GEE, configure uma oportunidade estratégica para Portugal. Poderá, por exemplo, ser o caso do fabrico de aço que permitirá a Portugal posicionar-se como país líder na produção de “aço verde”, ou o caso da atividade mineira subterrânea onde Portugal tem três complexos mineiros de dimensão à escala mundial.

### APROVEITAR AS ÁGUAS RESIDUAIS PARA A PRODUÇÃO DE HIDROGÉNIO

Serão potenciadas sinergias entre o setor da energia e o setor das águas residuais, com vista ao aproveitamento das águas residuais, domésticas e industriais, para a produção de hidrogénio, o que constituirá uma nova oportunidade de investimento para este setor e uma oportunidade para dar valor económico a um recurso que é quase na sua totalidade desaproveitado e que poderá ser transferido para os consumidores de água.



### IMPLEMENTAÇÃO DE UM LABORATÓRIO COLABORATIVO (COLAB)

Laboratório de referência a nível nacional e internacional, que desenvolverá atividade de I&D em torno das principais componentes relevantes da cadeia de valor do hidrogénio, e que potencie o desenvolvimento de novas indústrias e serviços, alicerçada em recursos humanos altamente qualificados

# 1. ENQUADRAMENTO

## 1.1. ENQUADRAMENTO EUROPEU

O Pacote Energia Clima 2030 e o Pacote Energia Limpa para todos os Europeus tem como objetivo, entre outros, promover a transição energética na década 2021-2030, tendo em vista o cumprimento do Acordo de Paris e, simultaneamente, salvaguardar o crescimento económico e a criação de emprego.

No caso do Pacote Energia Clima 2030 foi estabelecida para a UE uma meta de redução de emissões de, pelo menos, 40% em relação a 1990 (com reduções nos setores abrangidos pelo regime do Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE) de 43% face a 2005 e de 30% nos restantes sectores não-CELE), uma meta de 27% de energias renováveis e uma meta indicativa para a Eficiência Energética (EE) de 27%. Foi ainda estabelecida uma nova meta para as interconexões energéticas de 15% da capacidade de interligação, por forma a assegurar a plena participação de todos os Estados-Membros no mercado interno da energia. Posteriormente, em 2018, no âmbito do Pacote Energia Limpa para todos os Europeus, as referidas metas de renováveis e eficiência energética foram revistas, tornando-se mais ambiciosas.

O Pacote Energia Limpa para todos os Europeus compreende um conjunto de medidas destinadas a preservar a competitividade da União Europeia. A Comissão pretende que a UE não só se adapte a esta transição como a lidere. Por este motivo, a UE comprometeu-se a reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> em pelo menos 40% até 2030, estando em discussão uma meta de 50%-55%, enquanto moderniza a economia e garante crescimento e emprego para todos os cidadãos europeus. Este pacote deu ainda origem à revisão em alta das metas de renováveis e eficiência energética, estabelecidas anteriormente no âmbito do pacote energia clima para 2030.

As propostas apresentadas tiveram como objetivos principais (i) dar prioridade à eficiência energética, (ii) alcançar a liderança mundial em energia de fontes renováveis, (iii) estabelecer condições equitativas para os consumidores, e abrangem a eficiência energética, as energias renováveis, a configuração do mercado da eletricidade, a segurança do abastecimento e as normas de governação da União da Energia e da Ação Climática.

Neste sentido, e como referido anteriormente, a União Europeia aprovou, no âmbito do Regulamento (UE) 2018/1999, de 11 de dezembro, relativo à Governação da União da Energia e da Ação Climática, um conjunto de metas mais ambiciosas e que visam alcançar em 2030: (i) 32% de quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto; (ii) 32,5% de redução do consumo de energia; (iii) 40% de redução das emissões de gases com efeito de estufa relativamente aos níveis de 1990; (iv) 15% de interligações elétricas.

O Regulamento da Governação da União da Energia e da Ação Climática aprovado no âmbito do Pacote Energia Limpa para todos os Europeus prevê que todos os Estados-Membros elaborem e apresentem à Comissão Europeia um Plano Nacional integrado de Energia e Clima (PNEC) para o horizonte 2021-2030. Este plano visa o estabelecimento, pelos Estados-Membros, de metas, objetivos e respetivas políticas e medidas em matéria de descarbonização, emissões de gases com efeito de estufa e as energias renováveis, eficiência energética, segurança energética, mercado interno e investigação, inovação e competitividade, bem como uma abordagem clara para o alcance dos referidos objetivos e metas. O PNEC será o principal instrumento de política energética e climática para a década 2021-2030.

No final de 2019, a Comissão Europeia apresentou Pacto Ecológico Europeu, enquanto 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. Este novo pacto Europeu, que abrange todos os setores da economia, prevê um conjunto de ações para impulsionar a utilização eficiente dos recursos, através da transição para uma economia limpa e circular e combater as alterações climáticas, incluindo uma descrição dos investimentos necessários e os instrumentos de financiamento disponíveis que

permitem assegurar uma transição justa e inclusiva. É ainda a primeira vez que a Comissão Europeia apresenta de forma explícita uma estratégia ecológica e de sustentabilidade ambiental que é simultaneamente a sua estratégia de crescimento económico e criação de emprego.

Entre as áreas a dinamizar e apoiar pela sua importância na descarbonização das economias europeias está o hidrogénio, quer do ponto de vista regulamentar quer do ponto de vista do financiamento de novas tecnologias e infraestruturas.

Com este Pacto, a Europa quer tornar-se o primeiro continente com impacto neutro no clima até 2050, para o que será necessário implementar um pacote de medidas que permita às empresas e aos cidadãos europeus beneficiar de uma transição ecológica sustentável. Estas medidas serão acompanhadas de um roteiro inicial de políticas fundamentais, que vão desde uma redução ambiciosa das emissões até ao investimento na investigação e na inovação de ponta, a fim de preservar o ambiente natural da Europa.

O Pacto Ecológico Europeu prevê um roteiro com ações para impulsionar a utilização eficiente dos recursos através da transição para uma economia limpa e circular e restaurar a biodiversidade e reduzir a poluição. Para este efeito serão implementadas medidas em todos os setores da nossa economia, incluindo: (i) Investir em tecnologias não prejudiciais para o ambiente; (ii) Apoiar a inovação industrial; (iii) Implantar formas de transporte público e privado mais limpas, mais baratas e mais saudáveis; (iv) Descarbonizar o setor da energia; (v) Assegurar o aumento da eficiência energética dos edifícios; (vi) Cooperar com parceiros internacionais no sentido de melhorar as normas ambientais globais.

Mais recentemente, em março de 2020, a Comissão Europeia apresentou uma nova estratégia destinada a ajudar a indústria europeia a liderar a dupla transição para a neutralidade climática e a liderança digital. Esta estratégia tem como objetivo impulsionar a competitividade da Europa e a sua autonomia estratégica à luz da atual conjuntura geopolítica e de crescente concorrência a nível mundial. O pacote de iniciativas no âmbito da nova política industrial europeia compreende, entre outras, uma “Nova estratégia industrial” que incluirá medidas destinadas a modernizar e descarbonizar as indústrias com utilização intensiva de energia, considerando a produção de hidrogénio limpo como domínio prioritário. Neste âmbito, inclui-se o lançamento de uma “Aliança para o hidrogénio limpo”, destinada a acelerar a descarbonização da indústria e manter a liderança industrial, seguida das alianças para as indústrias hipocarbónicas e as alianças para as nuvens e plataformas industriais e matérias-primas.

## 1.2. ENQUADRAMENTO NACIONAL

Em 2016, Portugal comprometeu-se a assegurar a neutralidade das suas emissões até ao final de 2050, traçando uma visão clara relativamente à descarbonização profunda da economia nacional, enquanto contributo para o acordo de Paris e em consonância com os esforços em curso a nível internacional. Para concretizar este objetivo, foi desenvolvido e aprovado o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050), que constituiu a Estratégia de desenvolvimento a longo prazo com baixas emissões de GEE submetida à CQNUAC a 20 de setembro de 2019, o qual identifica os principais vetores de descarbonização, e linhas de atuação a prosseguir rumo a uma sociedade neutra em carbono em 2050.

Para atingir a neutralidade carbónica em 2050 é necessário reduzir as emissões de GEE entre 85% a 90% em relação a 2005 e atingir níveis de sequestro de carbono entre 9 a 13 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> em 2050. Atingir a neutralidade carbónica em 2050 implica a total descarbonização do sistema electroprodutor e da mobilidade urbana, alterações profundas na forma como utilizamos a energia e os recursos, a aposta em modelos circulares, a par da potenciação da capacidade de sequestro de carbono pelas florestas e por outros usos do solo.

Neste quadro, até 2030 deve ser atingido um nível de redução de emissões entre 45% a 55% em relação a 2005 de forma a assegurar o cumprimento da trajetória rumo à neutralidade carbónica.

Alinhado com os objetivos do RNC2050, e com o objetivo de concretizar políticas e medidas para alcançar as metas estabelecidas para a próxima década, Portugal submeteu à Comissão Europeia, em dezembro de 2019, a versão final do seu Plano Nacional Energia e Clima para o horizonte 2021-2030 (PNEC 2030). Neste âmbito, foram apresentados objetivos e definidas metas para o setor da energia, nomeadamente: atingir uma incorporação de 47% fontes renováveis no consumo final de energia, atingir pelo menos 80% de renováveis na produção de eletricidade, reduzir para 65% a dependência energética do exterior e reduzir em 35% o consumo de energia primária.

Importa referir que, face à versão preliminar do PNEC remetida à Comissão Europeia no final de 2018, entre as alterações mais relevantes está o papel atribuído aos gases renováveis que ganham maior relevância no cumprimento das metas para 2030 e 2050, com destaque para o hidrogénio. O hidrogénio permite a integração dos sistemas de eletricidade e de gás natural (*sector coupling*), o que acelera a descarbonização do sistema elétrico, torna possível a descarbonização da rede de gás natural e permite uma estratégia rumo à neutralidade carbónica mais eficiente do ponto de vista energético, económico e financeiro. Com esta alteração, a estratégia de Portugal para o horizonte 2030 confere ao hidrogénio uma nova centralidade no processo de descarbonização, o que irá possibilitar, por exemplo, uma maior adesão aos objetivos e metas de descarbonização propostos por parte de setores da economia que atualmente dispõem de poucas opções tecnológicas alternativas e onde a eletrificação poderá não ser energética e financeiramente a melhor opção para descarbonizar.

São vários os projetos e iniciativas sobre o potencial e aplicações do hidrogénio e análises quantitativas baseadas em modelação económica e energética a nível nacional por parte da academia, das associações do setor e da Administração Pública. Ainda em 2018, através da DGEG, foi publicado um trabalho de análise e reflexão “O Hidrogénio no Sistema Energético Português: Desafios de integração”, de 2018. No ano seguinte, em 2019 foi produzido um estudo abrangente, envolvendo toda a economia nacional, e, portanto, útil de um ponto de vista estratégico, no âmbito do projeto “H2SE - Hidrogénio e Sustentabilidade Energética”. Na vertente específica de I&D o LNEG conduziu o Projeto “Avaliação do Potencial e Impacto do Hidrogénio como Vector Energético – Potencial Tecnológico Nacional”. Ao nível da Administração Pública houve a necessidade de realizar avaliações e estudos sobre as tecnologias e o papel do hidrogénio no sistema energético nacional, sendo de realçar as recentes publicações “Integração do Hidrogénio nas cadeias de valor – Sistemas energéticos integrados, mais limpos e inteligentes”, e “Roteiro e Plano de Ação para o Hidrogénio em Portugal”, os quais contribuem muito significativamente para a presente Estratégia.

## SETOR ENERGÉTICO NACIONAL

### FATURA ENERGÉTICA

Portugal não explora nem produz carvão, petróleo bruto ou gás natural. Significa isto que, o aprovisionamento destas fontes energéticas para o mercado português é efetuado exclusivamente através de importações de países terceiros, traduzindo-se num agravamento da balança comercial do país.

O saldo importador de energia tem vindo a decrescer nos últimos anos, com impacto na redução da dependência energética externa e por consequência na redução da fatura energética de Portugal. Esta redução tem sido motivada pelo aumento da produção doméstica de energia, em particular de fontes endógenas renováveis, que conduziu à redução das importações de carvão e gás natural para a produção de eletricidade. Pelas suas características – capacidade de armazenamento e flexibilidade – o papel do gás natural no sistema elétrico será crescentemente o de segurança (*backup*) do sistema, o que irá reduzir o seu peso na produção de eletricidade, contudo prolongando a sua permanência num sistema crescentemente baseado em fontes de energia renováveis e descarbonizado, que no curto e médio prazo continuará a depender de centrais termoelétricas para garantir a segurança de abastecimento. No contexto previsto de necessidade de centrais termoelétricas para garantir a segurança de abastecimento até 2040, a descarbonização do gás natural deve ser uma prioridade.

Um dos objetivos da aposta no hidrogénio prende-se com o seu potencial para substituir mais facilmente o consumo de gás natural e outros derivados do petróleo e, por consequência, reduzir significativamente a importação desta

fonte de energia, acelerar a redução da dependência energética e da fatura energética e, não menos importante, contribuir para intensificar a descarbonização de certos consumos energéticos, dificilmente eletrificáveis.

Nos últimos 3 anos, o custo com a importação de petróleo e de gás natural representou em média cerca de 79% e 15% do total das importações de energia anuais, respetivamente, sendo que em 2019 o valor da fatura com a importação de petróleo e de gás natural se situou, respetivamente, em cerca de 7,2 mil milhões de euros e 1,2 mil milhões de euros. No que se refere ao peso do total das importações de energia na Balança de Mercadorias FOB, nos últimos 3 anos, esse valor foi de 12% em média. Estes números demonstram o impacto significativo que o hidrogénio poderá ter na economia nacional apenas pela via da substituição de uma fonte de energia fóssil importada por uma produzida localmente com recurso a fontes endógenas de energia, podendo este ritmo de substituição crescer no médio a longo prazo através da introdução de combustíveis sintéticos produzidos a partir do hidrogénio, juntamente com a eletrificação.

Tabela 1 – Fatura Energética do gás natural [FONTE: DGEG]

INDICADOR	2017	2018	2019
Total de Importações (milhões de euros)	8 184	9 304	8 906
Importação de Petróleo (milhões de euros)	6 255	7 345	7 152
Importação de Gás Natural (milhões de euros)	1 265	1 373	1 232
Peso das Importações na Balança de Mercadorias FOB (em milhões de euros)	11,8%	12,4%	11,1%

## CONSUMO DE ENERGIA

A evolução do consumo de energia em Portugal mostra simultaneamente o potencial de descarbonização de uma estratégia assente no reforço da penetração de energias renováveis, que levam à redução significativa de importações fósseis, ao mesmo tempo que também evidencia as suas limitações, havendo setores e consumos onde a penetração de renováveis com recurso a eletrificação dos consumos não é custo-eficiente, é mais lenta ou não é, de todo, tecnicamente possível. Neste contexto, uma análise mais detalhada da nossa realidade energética permite evidenciar os ganhos em matéria de descarbonização e penetração de energias renováveis no consumo de energia que resultariam de um papel mais relevante para o hidrogénio no sistema energético nacional. Este efeito será particularmente relevante em alguns subsetores da indústria e dos transportes, nomeadamente o coletivo de passageiros e o de mercadorias, onde o caminho da eletrificação será mais lento e poderá não representar uma alternativa atrativa para descarbonizar.

Dados de 2018 relativos ao Consumo de Energia Primária (CEP) mostram uma redução de 2,8% face ao consumo registado em 2017, verificando-se um consumo de 22,5 Mtep, em resultado de uma maior disponibilidade de recursos endógenos renováveis, em particular da hídrica e eólica, resultando numa redução das importações de gás natural e de carvão para a produção de eletricidade. Ao nível do consumo de fontes primárias de energia, o petróleo assume o principal papel no mix de consumo de energia em Portugal, verificando-se em 2018 um contributo de 39% do CEP, seguido do gás natural com 22%, as renováveis com 26% e o carvão com 12%. Com a introdução do gás natural em 1997 e o aumento e diversificação das fontes de energia renováveis, o peso do petróleo no CEP tem vindo a diminuir nos últimos anos, sendo que desde 2018 representa menos de 40% do consumo.

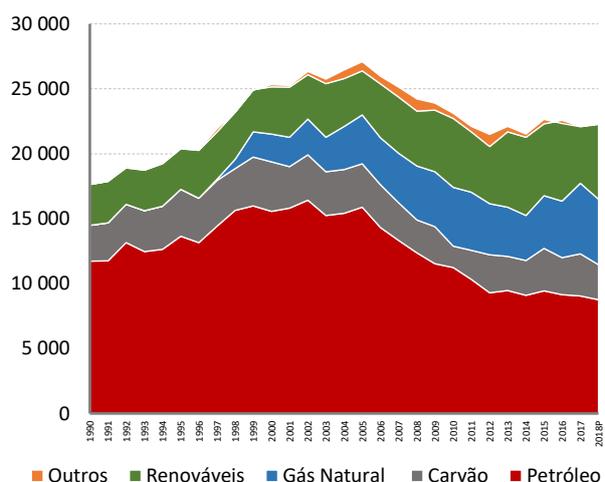
No que diz respeito ao Consumo de Energia Final (CEF), Portugal registou em 2018 um consumo de cerca de 16,5 Mtep, verificando-se um aumento de 1,4% face a 2017. Quanto ao consumo final de energia por tipo de fonte, o petróleo assume o papel principal no *mix* de consumo de energia final, verificando-se em 2018 um contributo de 46% do consumo final, seguido da eletricidade com 25%, gás natural com 11%, o calor com 7%, as renováveis<sup>2</sup> com 11% e outras fontes de energia que representaram menos de 1%. Nos últimos anos tem-se verificado uma redução progressiva do peso do petróleo no consumo final de energia, enquanto o gás natural e a eletricidade registaram

<sup>2</sup> Inclui Lenhas e Resíduos Vegetais, Solar Térmico, Biogás, Bombas de Calor e outras renováveis

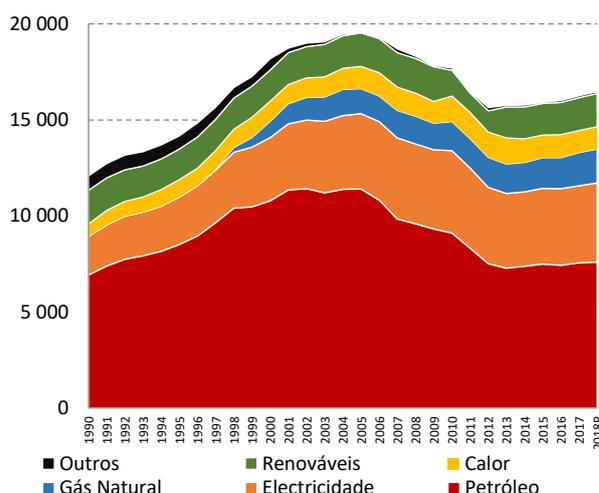
um aumento no *mix* de consumo de energia final. Em termos setoriais, verifica-se que, em 2018, é o setor dos Transportes aquele que mais energia consome em Portugal representando 36% do consumo de energia final, seguido do setor da indústria (30%), do setor doméstico (18%), do setor dos serviços (14%) e finalmente do setor da agricultura e pescas (3%).

Da mesma forma que o aumento da eletrificação dos consumos assente em fontes renováveis, tem contribuído significativamente para a redução do consumo de fontes de energia de origem fóssil, em particular de carvão e gás natural, também o hidrogénio terá a capacidade de contribuir para acelerar esta trajetória de substituição de fóssil por renovável, quer como matéria-prima para vários setores, quer como substituto direto do gás natural e de outros combustíveis não-renováveis.

**Figura 4 - Evolução do consumo total de energia primária por tipo de fonte em Portugal 1990-2018 (ktep) [Fonte: DGEG]**



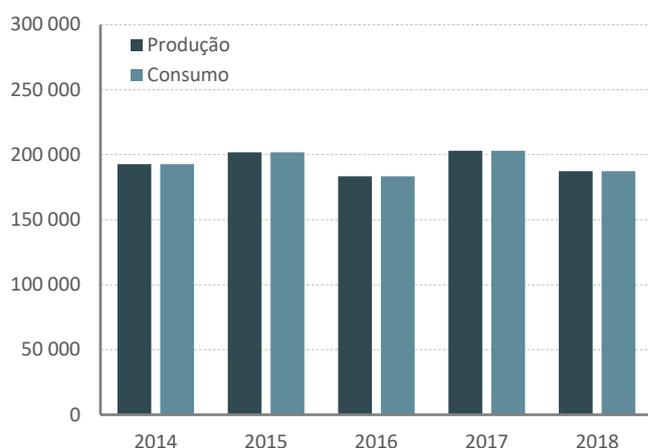
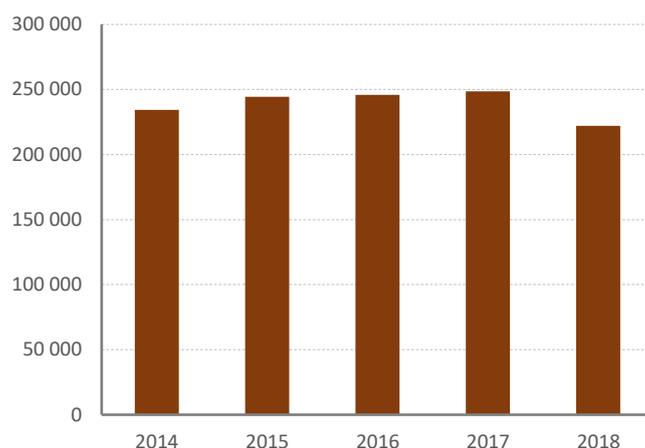
**Figura 5 - Evolução do consumo total de energia final por tipo de fonte em Portugal 1990-2018 (ktep) [Fonte: DGEG]**



Atualmente, o consumo de hidrogénio em Portugal é usado para novas formas de energia e quase na sua totalidade no setor industrial (ex.: refinação), sendo na sua totalidade produzido com recurso a gás natural. No caso do setor da refinação, o hidrogénio é usado na unidade de hidrocraqueamento (*hydrocracking*) de gasóleo pesado no complexo da refinaria de Sines. Em condições extremas, as partículas de petróleo mais pesadas são fracionadas através da injeção de hidrogénio e por ação de catalisadores, o que permite converter frações petrolíferas com elevado ponto de ebulição e pouco valorizadas em frações leves, mais valorizadas. O hidrogénio permite operar a temperaturas inferiores, com maior seletividade e, portanto, com melhores rendimentos<sup>3</sup>.

Em 2018, a produção e o consumo de hidrogénio estimava-se em cerca de 187 ktep (cerca de 65 mil toneladas), verificando-se uma redução de 7,7% face a 2017, em resultado de uma redução da atividade de refinação, com reflexo na produção e no consumo de hidrogénio. Por sua vez, o consumo de gás natural para a produção do hidrogénio foi de 222 ktep, verificando-se uma redução de 10,6% face a 2017.

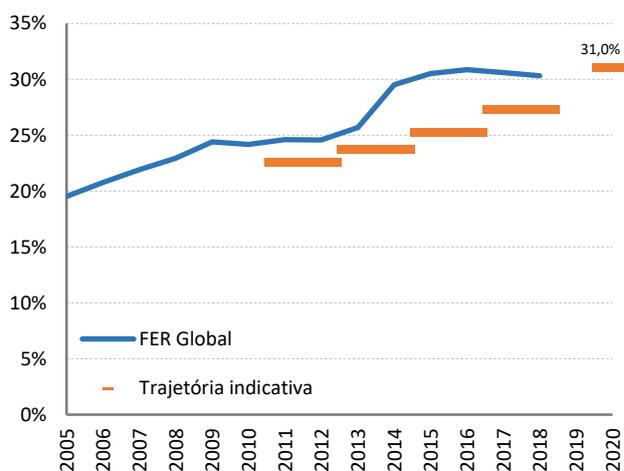
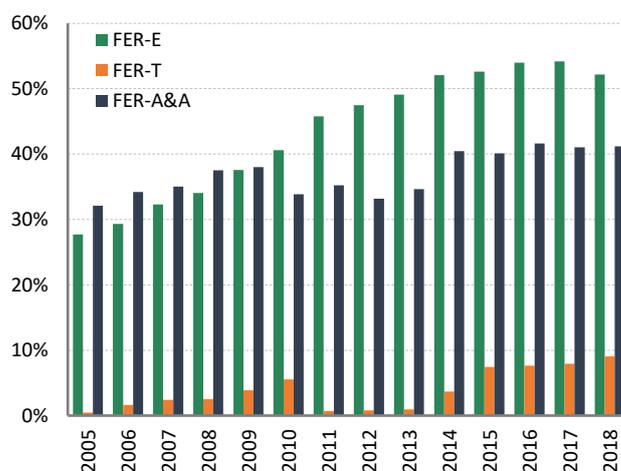
<sup>3</sup> Fonte: GALP

**Figura 6 – Evolução da produção e do consumo de hidrogénio em Portugal (tep) [Fonte: DGEG]**

**Figura 7 – Evolução do consumo gás natural para a produção de hidrogénio em Portugal (tep) [Fonte: DGEG]**


## PRINCIPAIS INDICADORES

Portugal tem vindo a registar um bom progresso no cumprimento dos objetivos para 2020, onde se comprometeu a alcançar a meta global de 31,0% de fontes renováveis de energia no consumo final bruto de energia (5ª meta mais ambiciosa da UE) e 10,0% no setor dos transportes. Em 2018, a incorporação de fontes renováveis de energia no consumo final bruto de energia situou-se nos 30,3% (-0,3 p.p. face a 2017 e +3,0 p.p. acima da trajetória indicativa), fazendo com que Portugal tenha já alcançado cerca de 98% da sua meta de 2020. A nível setorial, em 2018 a quota de renováveis no setor da Eletricidade (FER-E) foi de 52,2% (-2,0 p.p. face a 2017), no setor do Aquecimento e Arrefecimento (FER-A&A) foi de 41,2% (+0,2 p.p. face a 2017) e no setor dos Transportes (FER-T) foi de 9,0% (+1,1 p.p. face a 2017).

Com o hidrogénio enquanto opção viável para descarbonizar os consumos de energia nos vários setores – Transportes, Aquecimento e Arrefecimento e Eletricidade –, Portugal pode ambicionar acelerar esta trajetória de incorporação de renováveis no consumo final de energia e permanecer como um dos países líderes na UE em matéria de renováveis.

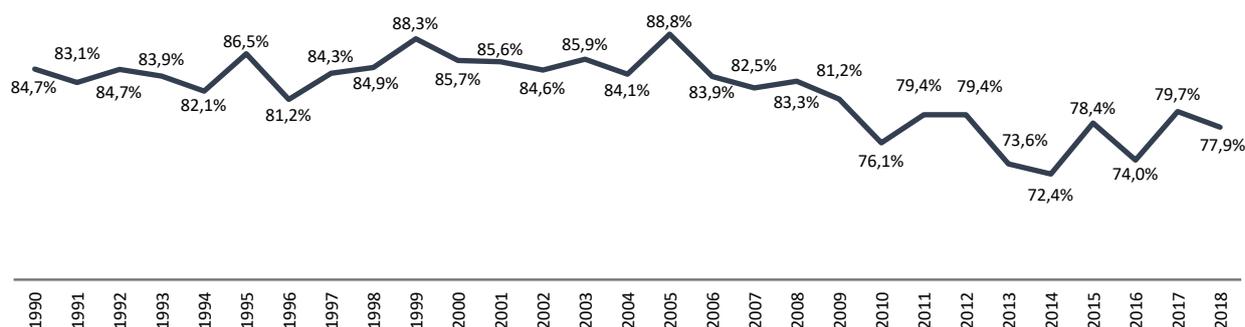
**Figura 8 - Evolução da quota de energias de fontes renováveis no consumo final bruto de energia em Portugal [Fonte: DGEG]**

**Figura 9 - Evolução da quota de energias de fontes renováveis no consumo final bruto de energia em Portugal por setor [Fonte: DGEG]**


Um dos principais desafios e objetivos da atual política energética nacional passa por reduzir a dependência energética do exterior. Historicamente, Portugal apresenta uma dependência energética elevada, entre 80% e 90% até ao ano de 2009, fruto da inexistência de produção nacional de fontes de energia fósseis, como o petróleo ou gás natural, que têm um peso muito significativo no consumo final de energia. A aposta nas energias renováveis tem

permitido a Portugal baixar a sua dependência para níveis inferiores a 80%, e em 2018 a dependência energética situou-se em 77,9% (75,9% incluindo o contributo das bombas de calor), representando uma redução de 1,8 p.p. face a 2017 e uma redução de 10,9 p.p. face a 2005, ano em que a dependência energética registou o valor mais elevado dos últimos anos.

A trajetória para a neutralidade carbónica conduzirá a uma utilização muito mais alargada dos recursos energéticos endógenos renováveis e de outros vetores energéticos que tiram partido destes recursos, como é o caso do hidrogénio. O sistema energético nacional passará, e de uma forma mais acentuada na próxima década, de uma base essencialmente fóssil para uma base essencialmente renovável até 2050, com consequências positivas na redução da dependência energética, que, segundo estimativas do PNEC poderá alcançar valores perto dos 65% em 2030 quando comparado com os atuais 78%.

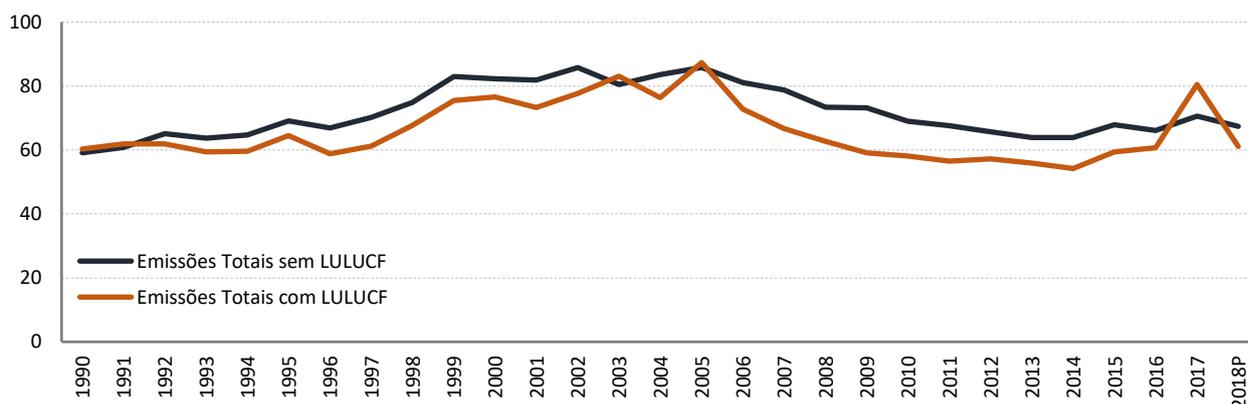
**Figura 10 – Evolução da Dependência Energética externa de Portugal [Fonte: DGEG]**



Em termos de emissões de GEE, dados relativos ao ano 2018, estima-se em cerca de 67,4 Mt CO<sub>2e</sub>, sem contabilização das emissões de alteração do uso do solo e florestas (LULUCF), representando um aumento de cerca de 15,0% face a 1990 e um decréscimo de 4,6% relativamente a 2017. Considerando o setor LULUCF, o total de emissões em 2018 é estimado em 61,1 MtCO<sub>2e</sub>, correspondendo a um aumento de 2,2% em relação a 1990 e a uma redução de 24,0% face a 2017. Em termos setoriais, o setor da energia, que inclui os transportes, representa em 2018 cerca de 72% das emissões nacionais, apresentando um decréscimo de 5,5% face a 2017. Neste setor, a produção de energia e os transportes são as fontes mais importantes representando respetivamente cerca de 27% e 26% do total das emissões nacionais. A combustão na indústria é responsável por cerca de 11% das emissões nacionais, os setores processos industriais e uso de produtos (IPPU), agricultura e resíduos têm um peso aproximado, representando 11%, 10% e 7%, respetivamente.

A aposta em novos vetores energéticos, como seja, o hidrogénio, que irá gradualmente ganhar expressão nas próximas décadas, será um elemento importante de descarbonização em alguns setores com poucas opções tecnológicas alternativas, contribuindo para acelerar a trajetória de redução das emissões de GEE necessária para alcançar a neutralidade carbónica.

**Figura 11 - Evolução das emissões nacionais de Gases com Efeito de Estufa (MtCO<sub>2e</sub>) [FONTE: APA]**



## SETOR ELÉTRICO

O consumo de eletricidade em 2018 situou-se em cerca de 48,9 TWh, +2,6% face a 2017, mantendo a trajetória de aumento de consumo verificada nos últimos 4 anos. Os setores que mais eletricidade consomem são o a indústria e os serviços, com 35% e 34% do consumo total respetivamente, seguido do doméstico com 28% e os setores da agricultura e dos transportes com 2% e 1%, respetivamente.

Em termos de produção de eletricidade, em 2018 verificou-se uma produção bruta de 59,6 TWh, +0,3% face a 2017. Da produção total de eletricidade, cerca de 51% teve origem em fontes renováveis de energia (+10 p.p. face a 2017), com maior incidência na hídrica e na eólica que no seu conjunto representaram cerca de 44% de toda a produção nacional de eletricidade em 2017, seguidas do gás natural (26%) e do carvão (20%). Na componente renovável da produção de eletricidade, a hídrica contribui com cerca de 44% da produção total renovável, seguido da eólica com 41%, a biomassa<sup>4</sup> com 10%, o solar fotovoltaico com 3% e a geotermia, cuja produção se verifica apenas na Região Autónoma dos Açores, com 1%.

No que diz respeito à capacidade instalada para a produção de eletricidade, Portugal, em 2018, disponha de um total de cerca de 22 GW, dos quais cerca de 14 GW (64%), dizem respeito a tecnologias renováveis, verificando-se um aumento de 1,6% face a 2017, principalmente em resultado da entrada em exploração de nova capacidade eólica, solar e biomassa. Do total da capacidade instalada, cerca de 33% (7 098 MW) corresponde às centrais hidroelétricas, com uma importante componente de bombagem reversível e que representa cerca de 40% da capacidade total hídrica, seguida da eólica que representa 25% (5,4 GW), 23% (5 GW) de gás natural, 9% (1,9 GW) de carvão, 4% (0,8 GW) de biomassa<sup>5</sup>, 3% (0,7 GW) de solar, 5% (1 GW) de outros não renováveis<sup>6</sup> e 0,2% (34 MW) de outras renováveis<sup>7</sup>.

Dadas as características do hidrogénio, em particular a complementaridade que cria entre os sistemas de gás e de eletricidade (*sector coupling*) e o seu potencial para armazenar energia, o hidrogénio será um aliado preferencial da eletricidade para assegurar a transição energética e a descarbonização da economia, contribuindo para uma melhor operação do sistema energético num cenário com cada vez maior incorporação de fontes renováveis.

Figura 12 - Evolução da Produção Bruta de Eletricidade em Portugal (GWh) [Fonte: DGEG]

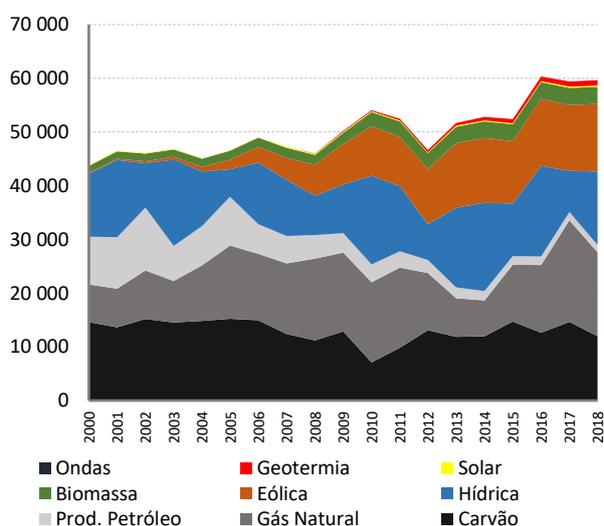
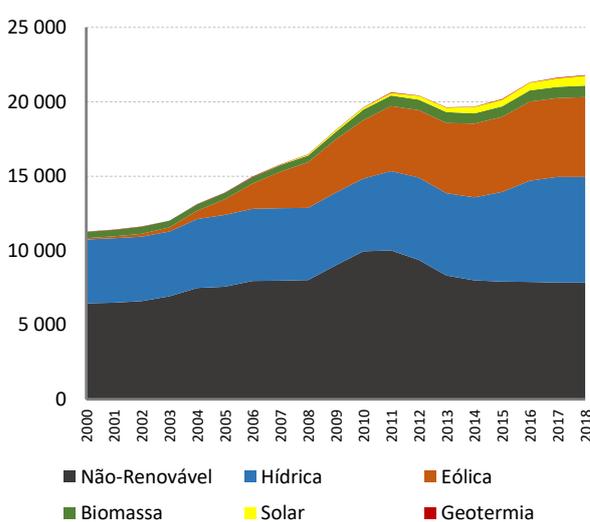


Figura 13 - Evolução da capacidade instalada para a produção de eletricidade em Portugal por tipo de fonte (MW) [Fonte: DGEG]



<sup>4</sup> Inclui resíduos vegetais/florestais, licores sulfúvicos, biogás e resíduos sólidos urbanos (parte renovável)

<sup>5</sup> Inclui resíduos vegetais/florestais, licores sulfúvicos, biogás e resíduos sólidos urbanos

<sup>6</sup> Inclui fuelóleo, gás refinaria, gasóleo, resíduos industriais e propano

<sup>7</sup> Inclui Geotermia e Ondas

## SETOR DO GÁS NATURAL

As atuais infraestruturas de receção, armazenamento, transporte e distribuição de gás natural desempenharão um papel fundamental ao permitir a introdução, distribuição e consumo de hidrogénio, nos vários setores da economia, permitindo alcançar níveis mais elevados de incorporação de fontes renováveis no consumo final de energia. Este aproveitamento das infraestruturas do setor do gás natural também permite evitar ativos ociosos no sistema energético e reaproveitar infraestruturas existentes, prolongando a sua vida útil, matéria particularmente relevante no setor do gás natural, por ser um setor relativamente recente e com um conjunto de infraestruturas modernas (objeto de concessão pública) e que não estão amortizadas.

A Rede Nacional de Transporte, Infraestruturas de Armazenamento e Terminais de Gás Natural Liquefeito (RNTIAT) é constituída pelo conjunto das infraestruturas destinadas à receção e ao transporte de gás natural por gasoduto, ao armazenamento subterrâneo e à receção, ao armazenamento e à gaseificação de Gás Natural Liquefeito (GNL). A RNTIAT é composta pela Rede Nacional de Transporte de Gás Natural (RNTGN), pelo Terminal de Gás Natural Liquefeito (TGNL) de Sines e pelo Armazenamento Subterrâneo (AS) do Carriço, em Pombal.

A RNTGN é a infraestrutura utilizada para efetuar a receção, o transporte e a entrega de GN em alta pressão em Portugal, desde os pontos de entrada até aos pontos de saída, é constituída por dois eixos principais: um eixo Sul-Norte, que liga o TGNL de Sines à interligação de Valença do Minho, garantindo o abastecimento de GN à faixa litoral de Portugal, onde se situam as localidades mais densamente povoadas, possuindo ainda uma derivação para Mangualde; e um eixo Este-Oeste entre a interligação em Campo Maior e o AS do Carriço, apresentando uma derivação para a Guarda. Em 2013 concluiu-se a ligação entre as derivações dos dois eixos, ligando Mangualde à Guarda, o que permitiu reforçar a satisfação da procura na zona centro e norte do país.

O total dos pontos de entrega (GRMS - *Gas Regulation and Metering Station*) da RNTGN apresenta uma capacidade de saída de 666 GWh/dia, equivalente a 2 330 km<sup>3</sup>(n)/h. Fazem parte da RNTGN os seguintes equipamentos principais: 1 375 Km de gasoduto principal e ramais de alta pressão destinados ao transporte de gás natural; 85 Estações de regulação e medição de gás nos pontos de entrega, (GRMS); 66 Estações de junção para derivação (JCT – *Junction Station*); 45 Estações de válvula de seccionamento (BV – *Block Valve Station*); 5 Estações de interligação em T (ICJCT – *T Interconnection Station*); 2 Estações de transferência de custódia (CTS – *Custody Transfer Station*).

A entrega de gás natural pode ser efetuada diretamente aos clientes ligados em alta pressão, às redes de distribuição que constituem a rede nacional de distribuição de GN, à rede interligada do sistema gasista de Espanha e ao AS do Carriço para injeção nas cavernas dessa infraestrutura.

Existem duas interligações entre a RNTGN e a rede de transporte de Espanha, Campo Maior - Badajoz e Valença do Minho – Tuy. Ambos os pontos de interligação possuem capacidade de entrada e saída, sendo que no total a capacidade agregada do *Virtual Interconnection Point* (Campo Maior + Valença do Minho) apresenta um valor de 144 GWh/dia.

Tabela 2 – Capacidades das interligações de GN entre Portugal e Espanha [Fonte: REN]

INTERLIGAÇÃO	CAPACIDADE DIÁRIA
Campo Maior	Capacidade entrada: 134 GWh/dia [470 km <sup>3</sup> (n)/h]
	Capacidade saída: 55 GWh/dia [193 km <sup>3</sup> (n)/h] <sup>8</sup>
	Capacidade saída: 35 GWh/dia [123 km <sup>3</sup> (n)/h] <sup>9</sup>
Valença do Minho	Capacidade entrada: 10 GWh/dia <sup>10</sup> [35 km <sup>3</sup> (n)/h]
	Capacidade saída: 25 GWh/dia [88 km <sup>3</sup> (n)/h]

<sup>8</sup> Dependente das condições de operação da rede de transporte de Portugal

<sup>9</sup> Em situações de procura elevada na rede de transporte

<sup>10</sup> A capacidade técnica máxima de entrada da interligação de Valença do Minho é de 30,0 GWh/d. No entanto, a capacidade anunciada no *Virtual Interconnection Point* (VIP) entre os sistemas português e espanhol é de 144,0 GWh/d, correspondentes a 10,0 GWh/d em Valença do Minho e 134,0 GWh/d em Campo Maior.

O Terminal de Gás Natural Liquefeito (TGNL) de Sines está localizado estrategicamente na costa atlântica europeia e integra o conjunto das infraestruturas destinadas à receção e expedição de navios metaneiros, armazenamento e regaseificação de GNL para a rede de transporte, bem como o carregamento de GNL em camiões cisterna, nomeadamente:

- Receção e descarga de navios metaneiros: A instalação inclui um cais de acostagem para navios, braços articulados de descarga e linhas de descarga, recirculação e retorno de vapor de GNL, cuja capacidade de descarga é de 10 000 m<sup>3</sup>/h de GNL para navios metaneiros com volumes entre 40 000 e 216 000 m<sup>3</sup> de GNL;
- Armazenamento de GNL: O GNL é armazenado em tanques, cuja capacidade de armazenagem é de 2 569 GWh, correspondente a dois tanques de 120 000 m<sup>3</sup> de GNL e um tanque de 150 000 m<sup>3</sup> de GNL;
- Regaseificação para a RNTGN: A regaseificação é um processo físico de vaporização de GNL que recorre à permuta térmica do gás com água do mar em vaporizadores atmosféricos, para o qual o TGNL dispõe de 7 vaporizadores atmosféricos com uma capacidade unitária de 64 GWh/dia (equivalente a 225 000 m<sup>3</sup>(n)/h). A capacidade de emissão nominal é de 321 GWh/dia (equivalente a 1 125 000 m<sup>3</sup>(n)/h), com uma capacidade de ponta horária de 1 350 000 m<sup>3</sup>(n)/h;
- Baías de enchimento de GNL: O TGNL permite o carregamento de camiões cisterna de GNL, possibilitando o abastecimento às unidades autónomas de regaseificação (UAG) situadas em zonas de Portugal que não podem ser abastecidas pela rede de gás natural de alta pressão, para o qual o TGNL dispõe de 3 baías de enchimento, com uma capacidade total de 195 m<sup>3</sup>/h de GNL;
- Carregamento de navios metaneiros: A infraestrutura do TGNL possibilita também o *Gas-in*, arrefecimento e o carregamento total ou parcial de navios metaneiros, utilizando-se a mesma instalação portuária e o equipamento de descarga dos navios. A capacidade para essa atividade é de 1 500 m<sup>3</sup>/h de GNL.

A expansão do TGNL de Sines, concluída em julho de 2012, permitiu o aumento da capacidade útil para 390 000 m<sup>3</sup> de GNL, o aumento da capacidade de emissão de gás para 1 350 000 m<sup>3</sup>/h, a adaptação do "jetty" (cais de descarga) para a receção de navios metaneiros de grande capacidade, bem como a implementação de um conjunto de reforços processuais visando a maximização da disponibilidade da infraestrutura e um elevado padrão de segurança de operação. Como resultado, o TGNL de Sines oferece agora condições favoráveis de acesso a um maior número de agentes, proporcionando uma maior flexibilidade de gestão dos volumes importados, e criando condições únicas para a receção de navios de GNL provenientes de fontes mais remotas e diversificadas, contribuindo para a competitividade do setor em Portugal.

**Tabela 3 – Principais características do Terminal de GNL de Sines [FONTE: REN]**

ATIVIDADE	CAPACIDADE
Receção e descarga de navios	Descarga: 10 000 m <sup>3</sup> /h de GNL Receção: 59 navios/ano entre 40 000 e 216 000 m <sup>3</sup> de GNL
Armazenamento de GNL	Armazenagem: 2 569 GWh <sup>11</sup> Tanques: 2 x 120 000 m <sup>3</sup> e 1 x 150 000 m <sup>3</sup>
Regaseificação para a RNTGN	321 GWh/dia [1 125 000 m <sup>3</sup> (n)/h] 1 350 000 m <sup>3</sup> (n)/h
Baías de enchimento de GNL	195 m <sup>3</sup> /h de GNL (3 baías)
Carregamento de navios metaneiros	1 500 m <sup>3</sup> /h de GNL

No AS do Carriço, uma infraestrutura é fundamental para a constituição das reservas de segurança necessárias para garantia do abastecimento, o gás natural é armazenado em alta pressão em cavernas, criadas no interior de um maciço salino, a profundidades superiores a mil metros, encontram-se em operação 6 cavidades, com uma

<sup>11</sup> Considerando um PCS médio

capacidade total de armazenamento de 3 839 GWh (322,6 Mm<sup>3</sup>), que utilizam a mesma estação de gás de superfície, que permite a movimentação bidirecional de fluxo, ou seja, a injeção de gás da rede de transporte para as cavernas e a extração de gás das cavernas para a rede de transporte. O AS do Carriço tem atualmente capacidade de injeção de 24 GWh/dia (83 000 m<sup>3</sup>(n)/h) e uma capacidade de extração de 129 GWh/dia (450 000 m<sup>3</sup>(n)/h).

**Tabela 4 – Principais características do Armazenamento Subterrâneo do Carriço [FONTE: REN]**

CAVIDADE	ARMAZENAMENTO	INJEÇÃO	EXTRAÇÃO
TGC-1S	325 GWh	Capacidade: 24 GWh/dia [83 000 m <sup>3</sup> (n)/h]	Capacidade: 129 GWh/dia [450 000 m <sup>3</sup> (n)/h], com volume operacional de GN nas cavidades superior a 60% da capacidade de armazenagem do AS, e 71 GWh/dia [250 000 m <sup>3</sup> (n)/h] com volume operacional de GN nas cavidades inferior a 60% da capacidade de armazenagem do AS
TGC-2	992 GWh		
RENC-3	607 GWh		
RENC-4	723 GWh		
RENC-5	527 GWh		
RENC-6	665 GWh		

Portugal conta igualmente com uma Rede de Distribuição de Gás Natural (RDGN), interligada com a rede de transporte, e que assegura o trânsito do gás natural entre a rede nacional de transporte e os pontos de consumo industrial e doméstico (em MP e BP).

Conta também com um conjunto de redes de distribuição local, que são abastecidas por depósitos de gás natural liquefeito (UAG), fornecido por camiões cisterna. São 6 os operadores de redes de distribuição que atuam sob concessão regional, isto é, redes de distribuição de gás natural interligados com a rede de transporte – Beiragás, Lisboagás GDL, Lusitaniagás, REN Portgás Distribuição, S.A., Setgás e Tagusgás – e 5 operadores que operam através de licenças de distribuição local de gás natural – Dianagás, Duriensegás, Medigás, Paxgás e Sonorgás S.A. Atualmente, existem cerca de 1,5 milhões de clientes ligados às redes de distribuição de gás natural, estando a quase totalidade ligado à rede de distribuição em baixa pressão.

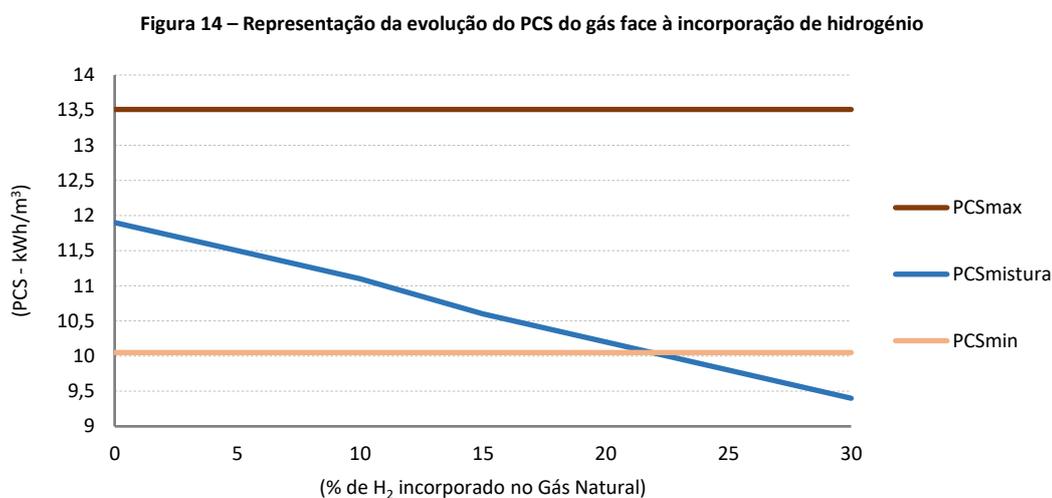
**Tabela 5 – Caracterização de mercado de gás natural em Portugal na Rede de Distribuição [Fonte: PDIRGN 2018]**

OPERADOR	REDE	UAG	PONTOS DE ABASTECIMENTO	CONSUMO DE GN 2018
Portgás	4 957 km	0	368 329	7 301 GWh
Sonorgás	469 km	4	16 799	116 GWh
Beiragás	816 km	6	54 810	965 GWh
Dianagás	194 km	1	10 199	96 GWh
Duriensegás	482 km	7	30 468	230 GWh
Lisboagás	4 584 km	0	536 174	4 636 GWh
Lusitaniagás	3 438 km	0	227 604	8 753 GWh
Medigás	277 km	3	22 924	123 GWh
Paxgás	65 km	1	6 111	16 GWh
Setgás	2 185 km	0	170 420	1 880 GWh
Tagusgás	906 km	5	37 509	1 269 GWh

Atualmente, a legislação e os regulamentos nacionais não possibilitam a injeção de hidrogénio nas redes de gás natural. O Regulamento da Qualidade de Serviço do setor elétrico e do setor do gás natural (RQS), da responsabilidade da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, determina que o gás natural, nos pontos de

entrada da RNTGN, deve respeitar os valores máximo e mínimo do Índice de Wobbe<sup>12</sup> (IW) para o gás natural transportado na rede nacional, respetivamente 57,66 MJ/m<sup>3</sup> (IW máximo) e 48,17 MJ/m<sup>3</sup> (IW mínimo). Com base nestes parâmetros, é possível calcular um poder calorífico máximo de 13,51 kWh/m<sup>3</sup> (PCS<sub>max</sub>) e um mínimo de 10,05 kWh/m<sup>3</sup> (PCS<sub>min</sub>).

Considerando um PCI médio para o gás natural de 11,9 kWh/m<sup>3</sup>, tendo em conta o gás natural que circula na rede de transporte, e de 3 kWh/m<sup>3</sup> para o hidrogénio, de acordo com a literatura, significa que a injeção de hidrogénio na rede de transporte de gás natural se traduzirá numa redução do poder calorífico do gás que circulará nas redes. Com base nesta informação é possível determinar, do ponto de vista teórico, qual a quantidade de hidrogénio que pode ser injetado na rede de transporte de gás natural sem comprometer as características do gás veiculado no SNGN. Analisando o gráfico seguinte, podemos, de um ponto de vista teórico, concluir que até uma percentagem de cerca de 22% de incorporação de hidrogénio no gás natural o poder calorífico do gás mantém-se dentro dos limites atualmente impostos pela regulamentação.

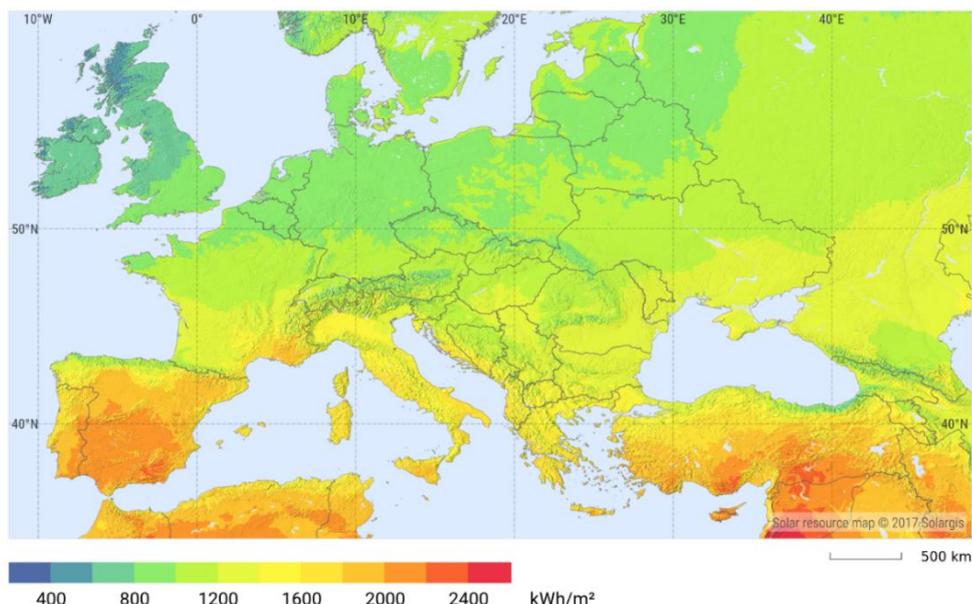


Importa referir que o facto do operador da RNTGN ser o mesmo que o da RNT, e pelo facto de existir um regulador único para os setores do gás e da eletricidade, a Entidade Reguladora dos Setor Energético (ERSE), facilita a integração gradual dos sistemas de gás e de eletricidade (*sector coupling*), o que constitui um contexto regulatório e setorial mais favorável para a introdução do hidrogénio produzido a partir de eletricidade renovável no sistema energético nacional.

### 1.3. CARACTERIZAÇÃO DOS RECURSOS

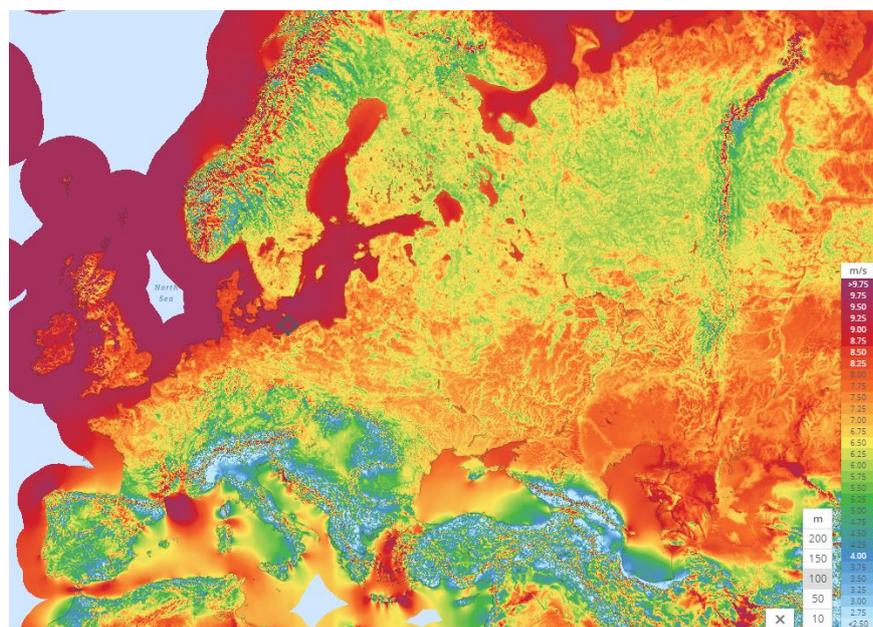
Pelo clima, localização e geografia Portugal apresenta um enorme potencial no que diz respeito a recursos naturais, em particular para a produção de energia, como é o caso do sol, do vento, da água e da biomassa. No caso do recurso solar, comparando com os restantes países da Europa, Portugal, em particular no sul, é o país que apresenta a radiação solar mais intensa – entre 1 500 e 1 900 kWh/m<sup>2</sup> – o que se traduz num maior rendimento para a produção de energia solar face aos demais, em particular do centro e norte da Europa. Em anexo, apresenta-se o mapa de disponibilidade anual de radiação solar global (kWh/m<sup>2</sup>) para Portugal.

<sup>12</sup> Razão entre o poder calorífico superior e a raiz quadrada da densidade relativa do gás

**Figura 15 – Irradiação direta normal na Europa [FONTE: SOLARGIS]**


Também ao nível do potencial eólico, pese embora com menor intensidade face a outros países europeus quando comparado com o potencial solar, Portugal apresenta ótimos recursos em várias zonas do país, incluindo *onshore* e *offshore*, o que, no caso do *onshore*, se comprova pelo elevado número de parques eólicos já instalados (261 em 2019) com um número médio de horas de produção equivalente de 2 378. No *offshore*, Portugal já estabeleceu uma Zona Piloto para energias renováveis oceânicas, onde está a ser desenvolvido um projeto eólico *offshore* flutuante.

Pese embora uma grande parte dos locais com melhor potencial eólico *onshore* já estejam aproveitados, muitos desses locais poderão beneficiar de sobreequipamento e *repowering* nos próximos anos, dando-lhes as condições para se tornarem mais competitivos, mas ao mesmo tempo explorar a possibilidade de aproveitar os excessos de produção, redirecionando-os para a produção de hidrogénio. No caso do *offshore*, as soluções para a produção de eletricidade passam quase exclusivamente pela adoção de plataformas flutuantes, tendo Portugal uma vasta zona costeira existe um enorme potencial para explorar este recurso. Em anexo, apresenta-se o mapa do potencial eólico *onshore* e *offshore* para Portugal.

**Figura 16 – Velocidade média do vento na Europa [FONTE: Global Wind Atlas]**


A produção de hidrogénio por eletrólise consome água como matéria-prima na ordem dos 9 litros/kg de hidrogénio produzido, o que torna o consumo de água para este efeito relevante, mas na mesma ordem de grandeza de outras tecnologias produtoras de energia final (ex.: o consumo de água para produção de eletricidade é muito variável consoante o tipo de sistema de arrefecimento para centrais termoelétricas – 1 a 4 429 m<sup>3</sup>/GWh – ou tipo de energia renovável – 4 a 456 m<sup>3</sup>/GWh para a lavagem de painéis fotovoltaicos).

A pressão nos recursos hídricos inclui o aumento da procura e a necessidade de adaptação do setor às alterações climáticas, enquanto se combate o desperdício que continua a ser elevado. Assim, importa garantir o uso sustentável dos recursos hídricos, permitindo diminuir os consumos de água para efeitos da produção de hidrogénio, procurando, nomeadamente, maximizar a reutilização de águas residuais tratadas e água do mar para esse efeito.

Pela sua localização geográfica – vasta linha costeira – o recurso a água salgada em Portugal para produção de hidrogénio, que é tecnicamente viável, está dependente da disponibilidade de tecnologia que permita o uso direto no processo de eletrólise, ou através do recurso a técnicas de dessalinização, as quais poderão, num futuro próximo, servir o duplo objetivo de servir a economia do hidrogénio e ao mesmo tempo disponibilizar água para consumo humano, mediante a evolução dos custos da tecnologia.

Por outro lado, com o tratamento adequado para o efeito, a reutilização da água residual tratada tendo em vista a produção de hidrogénio poderá constituir uma alternativa económica e ambientalmente sustentável para este recurso. No setor do saneamento de águas residuais urbanas, Portugal Continental conta atualmente com 4 370 instalações de tratamento, das quais 2 759 são Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) e 1 611 fossas sépticas coletivas, que foram responsáveis pela recolha de cerca de 1 200 milhões de m<sup>3</sup> e o tratamento de cerca de 602 milhões de m<sup>3</sup> de águas residuais em 2018. Importa realçar que são ainda poucos os sistemas que produzem águas residuais tratadas para reutilização. Atualmente apenas 30 entidades gestoras produziram águas residuais tratadas para reutilização, correspondendo a cerca de 8,5 milhões m<sup>3</sup>, o que corresponde a apenas 1,2% da água residual tratada em estações de tratamento<sup>13</sup>.

Também no setor industrial, o aproveitamento de águas residuais resultantes dos processos industriais, poderá constituir uma alternativa e ser reaproveitada na produção de hidrogénio, que por sua vez, poderá ser consumido diretamente no local de produção, recuperando parte da água gasta no processo, promovendo uma nova alternativa para substituição de combustíveis fósseis neste setor.

O aproveitamento deste vasto recurso, cuja reutilização atualmente é pouco significativa e que se pretende aumentar, representa uma oportunidade para promover sinergias entre o setor energético e setor da água, dinamizando a produção de hidrogénio à escala local com dispersão territorial que possibilita o acesso generalizado a esta nova forma de energia. Em anexo, apresenta-se o mapa da localização das ETARs em Portugal.

## PRINCIPAIS MENSAGENS



A NOVA ESTRATÉGIA INDUSTRIAL EUROPEIA INCLUIRÁ MEDIDAS DESTINADAS A MODERNIZAR E DESCARBONIZAR AS INDÚSTRIAS COM UTILIZAÇÃO INTENSIVA DE ENERGIA, CONSIDERANDO A PRODUÇÃO DE HIDROGÉNIO LIMPO COMO DOMÍNIO PRIORITÁRIO, PELO QUE SERÁ LANÇADA UMA ALIANÇA PARA O HIDROGÉNIO LIMPO

<sup>13</sup> Fonte: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR)

»»» A ESTRATÉGIA PARA O HORIZONTE 2030 CONFERE AO HIDROGÉNIO UMA NOVA CENTRALIDADE NA DESCARBONIZAÇÃO, O QUE IRÁ POSSIBILITAR UMA MAIOR ADEÇÃO AOS OBJETIVOS E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO PROPOSTOS POR PARTE DE SETORES DA ECONOMIA QUE ATUALMENTE DISPÕEM DE POUCAS OPÇÕES TECNOLÓGICAS ALTERNATIVAS ONDE A ELETRIFICAÇÃO PODERÁ NÃO SER ENERGÉTICA E FINANCEIRAMENTE A MELHOR OPÇÃO

---

»»» A COMPLEMENTARIDADE ENTRE A ELETRICIDADE RENOVÁVEL, JÁ HOJE UMA PRIORIDADE E UMA REALIDADE, E O HIDROGÉNIO VERDE GARANTEM A PORTUGAL A TRAJETÓRIA RUMO À NEUTRALIDADE CARBÓNICA

---

»»» NO LONGO PRAZO, A TOTAL SUBSTITUIÇÃO DO GÁS NATURAL POR HIDROGÉNIO, E OUTROS GASES RENOVÁVEIS, RESULTARÁ NUMA POUPANÇA DE CERCA DE 1,2 MIL MILHÕES DE EUROS NA FATURA ENERGÉTICA NACIONAL

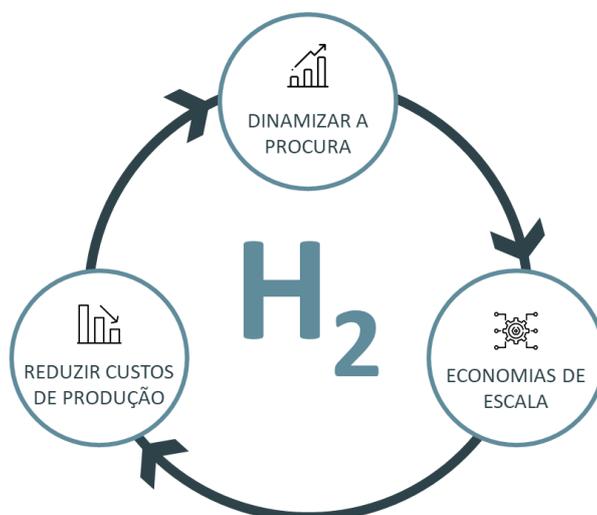
---

»»» ATÉ UMA PERCENTAGEM DE CERCA DE 22% DE INCORPORAÇÃO DE HIDROGÉNIO NO GÁS NATURAL O PODER CALORIFICO DO GÁS MANTÉM-SE DENTRO DOS LIMITES ATUALMENTE IMPOSTOS PELA REGULAMENTAÇÃO

## 2. VISÃO PARA O HIDROGÉNIO EM PORTUGAL

Para que esta Estratégia cumpra o seu objetivo principal – promover a introdução gradual do hidrogénio enquanto pilar sustentável e integrado numa estratégia mais abrangente de transição para uma economia descarbonizada – será necessário adotar e pôr em prática um conjunto de medidas de ação no curto e médio prazo, criando as bases para a introdução deste vetor no sistema energético nacional de forma integrada, sustentável e otimizada. O desenvolvimento de um verdadeiro mercado de hidrogénio em Portugal, implica criar as bases para estimular a procura, e não simplesmente aguardar que esta ocorra. Implica também, promover investimentos e estimular a investigação e o desenvolvimento para reduzir os custos de produção e potenciar o surgimento de novas indústrias e serviços que conduzam a economias de escala. E importa, sobretudo, olhar para a economia do hidrogénio de forma integrada, valorizando, em simultâneo, a produção e o consumo.

Figura 17 – Bases para a criação de uma economia de hidrogénio em Portugal



Alcançar a neutralidade carbónica em 2050 implica uma redução significativa das emissões de GEE, que se traduz numa trajetória de redução de -45% a -55% em 2030, -65% a -75% em 2040 e -85% a -90% em 2050, face aos níveis de 2005. Cumprir com esta trajetória representa um conjunto de desafios verdadeiramente transformacionais, com particular relevo para os padrões de produção e consumo e à forma como produzimos e consumimos a nossa energia. Importa desde já traçar uma Estratégia que permita alcançar e consolidar esta trajetória, assente numa combinação de tecnologias de baixo carbono, salvaguardando uma economia nacional competitiva e resiliente.

A evolução das emissões de GEE em diferentes trajetórias de neutralidade carbónica implica uma descarbonização muito significativa da economia nacional no horizonte 2030, pelo que será necessário assegurar que os vários setores de atividade contribuam para este objetivo, estando em grande medida muito dependente do grau de maturidade das tecnologias e do seu custo-eficácia, bem como das políticas de incentivo e demais políticas públicas existentes. A nível setorial foram definidas um conjunto de metas nacionais para o horizonte 2030 (setores não-CELE) e inscritas no PNEC 2030 tendo por base o RNC2050. Esta Estratégia não altera essas metas, antes pretende criar melhores

condições para que essas metas possam ser atingidas. Ao introduzir um novo vetor energético que possibilita a descarbonização, diversifica as ofertas e permite que os utilizadores de energia optem pelas alternativas que lhes facilitem a missão de descarbonizar os seus consumos de uma forma mais eficiente e com menos custos.

No caso do setor dos transportes, um dos setores com maior importância em termos das emissões nacionais de GEE, espera-se uma redução muito significativa das emissões entre 2020 e 2030. Para promover a descarbonização deste setor e cumprir com a trajetória de redução de emissões, os combustíveis fósseis serão progressivamente substituídos por eletricidade, biocombustíveis avançados e hidrogénio.

No horizonte 2030, o contributo do hidrogénio para a descarbonização deste setor será mais significativo ao nível do transporte pesado de passageiros, pela introdução de autocarros a hidrogénio, no transporte de mercadorias, incluindo o transporte logístico urbano, e na ferrovia onde existe um potencial para o reforço e expansão da oferta em troços onde seria necessário um investimento na eletrificação de linhas, nomeadamente troços atualmente desativados. Também ao nível do transporte marítimo, em particular no transporte doméstico de passageiros e mercadorias, existe potencial para o hidrogénio surgir como opção para a descarbonização. No caso dos veículos ligeiros, com destaque para táxis, frotas de empresas e mobilidade partilhada, é expectável que o hidrogénio possa começar a ser uma opção por volta de 2030, à medida que a tecnologia se torna mais custo-eficaz face à opção elétrica a bateria, e surjam no mercado mais opções, complementada por uma rede de estações de abastecimento.

**Tabela 6 – Meta global nacional e metas nacionais setoriais de redução de emissões de CO<sub>2eq</sub> face a 2005 [FONTE: RNC2050, PNEC 2030]**

SETOR	2020	2030
TOTAL	-18% a -23%	-45% a -55%
Serviços	-65%	-70%
Residencial	-14%	-35%
Transportes	-14%	-40%
Agricultura	-8%	-11%
Resíduos e Águas residuais	-14%	-30%

Pese embora no âmbito do PNEC 2030 não tenha sido definida uma meta setorial específica de redução de emissões para o setor da indústria, sendo um setor com grande peso nas emissões de GEE e onde se prevê uma descarbonização a um ritmo menos acelerado, não deixa de ser um setor altamente motivado para as questões de eficiência de recursos, eficiência energética, competitividade e inovação. O RNC2050 aponta para um potencial de redução de 48% a 52% para o setor da indústria no horizonte 2030, o que demonstra o potencial de redução das emissões.

No âmbito do PNEC 2030 estabeleceu-se como um dos objetivos estratégicos a “*promoção de uma indústria inovadora, competitiva*”, definindo-se como umas das linhas de atuação associada a este objetivo a “*descarbonização da indústria*” por via da aposta no uso de recursos renováveis, armazenamento de energia, eletrificação e gases renováveis, em particular o hidrogénio, que tem o potencial para ser usado como combustível, substituindo os combustíveis fósseis na produção de eletricidade ou calor, ou como enquanto matéria-prima. Algumas das indústrias que mais podem tirar partido do hidrogénio enquanto opção para descarbonizar são a indústria do cimento, a refinação, química, metalúrgica, extrativa, cimento, vidro e cerâmica uma vez que são setores com elevados consumos de energia, em particular gás natural, que utilizam altas temperaturas nos seus processos, nos quais não é exequível o recurso à eletrificação.

**Tabela 7 - Potencial de redução de emissões, em relação a 2005, para o setor da Indústria resultante do exercício de modelação do RNC2050 [FONTE: RNC2050]**

SETOR	2030	2040	2050
Indústria	48% a 52%	59% a 60%	72% a 73%

Portugal apresenta fortes argumentos para continuar a construir uma estratégia baseada em fontes de energia renovável rumo a uma economia neutra em carbono. A ambição e a determinação de Portugal para estar na vanguarda da transição energética materializa-se em metas ambiciosas, mas exequíveis, para 2030, tendo sido definida uma meta de 47% de fontes renováveis no consumo final bruto de energia neste horizonte, uma das mais ambiciosas a nível europeu.

Os principais vetores para alcançar esta meta incluem a eletrificação da economia e dos consumos, uma forte evolução da capacidade instalada e na produção de eletricidade de base renovável com foco no solar, na penetração do veículo elétrico e de outras soluções de mobilidade sustentável, na introdução de gases renováveis com foco no hidrogénio, nas tecnologias de alta eficiência nos vários setores e na investigação e inovação/maturação de tecnologias alternativas com vista à redução de custos.

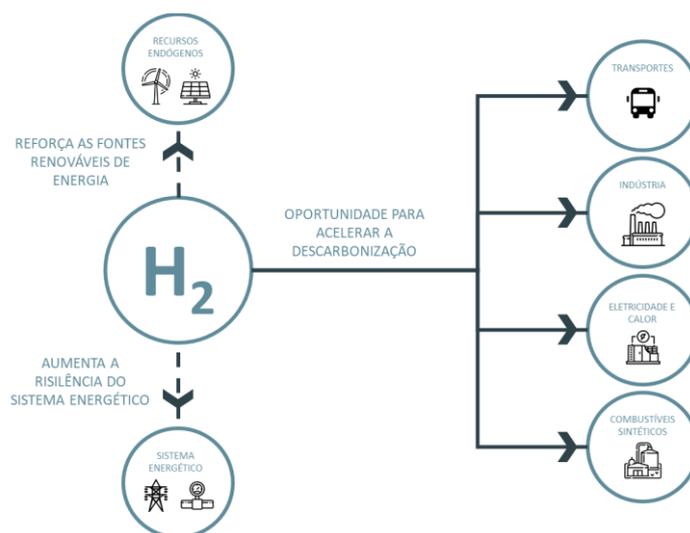
O hidrogénio irá desempenhar um papel em todos os subsectores – eletricidade, transportes e aquecimento e arrefecimento – contribuindo no seu conjunto para alcançar a meta global de renováveis de um modo mais eficiente, complementando a eletrificação, que se mantém como prioridade. No caso do subsector da eletricidade, o hidrogénio desempenhará um importante papel enquanto solução de armazenamento, em particular no armazenamento de longa duração, permitindo níveis mais elevados de incorporação de renováveis, aumentará o grau de despachabilidade aportando um valor mais elevado à eletricidade de origem renovável, e permitirá descarbonizar centrais termoelétricas a gás natural, essenciais à manutenção da segurança do abastecimento. No subsector dos transportes, como já referido anteriormente, o hidrogénio é uma das soluções alternativa e complementar à mobilidade elétrica a bateria, em particular para os setores de transporte rodoviário de mercadorias, incluindo logística urbana, transporte rodoviário e ferroviário de passageiros, setor marítimo de mercadorias e aviação. No subsector do aquecimento e arrefecimento, o hidrogénio também será uma alternativa viável para a substituição dos combustíveis fósseis para o que muito contribuirá a regulamentação sobre gases renováveis e a sua injeção nas redes de transporte e distribuição de gás natural.

**Tabela 8 – Meta global nacional de renováveis e metas nacionais setoriais [FONTE: PNEC 2030]**

SETOR	2020	2030
TOTAL	31,0%	47,0%
Renováveis na Eletricidade	60%	80%
Renováveis nos Transportes	10%	20%
Renováveis no Aquecimento e Arrefecimento	41%	49%

Neste contexto, o hidrogénio terá um importante papel a desempenhar na descarbonização da economia nacional, em particular nos setores que atualmente dispõem de poucas opções tecnológicas alternativas e onde a eletrificação no curto-médio prazo poderá traduzir-se em custos significativos, contribuindo para a concretização das metas em matéria de energia e clima rumo à neutralidade carbónica. Portugal poderá assim apostar em soluções de escala variável, com diferentes tecnologias e com grande dispersão territorial que criam valor, garantem flexibilidade ao sistema energético e descarbonizam os consumos de energia.

O hidrogénio é uma via tecnológica compatível com os padrões atuais de consumo e permite ligar os sistemas elétricos e térmicos de forma flexível, com destaque para as complementaridades e sinergias entre redes de eletricidade e de gás. As tecnologias associadas ao hidrogénio têm evoluído a nível mundial a um ritmo notável na última década. Existem atualmente evidências que, em determinados contextos de produção e uso, o hidrogénio representa já uma solução viável e económica na descarbonização de alguns dos setores mais difíceis na economia, tais como os transportes ou o calor de elevadas temperaturas na indústria.

**Figura 18 – Oportunidades para a descarbonização da economia por via do hidrogénio**


Esta perceção sobre o enorme potencial do hidrogénio na transição energética, foi recentemente amplificada pelo facto de Portugal ter alcançado resultados extremamente positivos no que respeita ao custo de produção de eletricidade renovável, designadamente por via do solar fotovoltaico (no primeiro leilão realizado em Portugal verificaram-se os preços mais baixos da Europa e mínimos mundiais, alcançando-se uma tarifa média ponderada de 20,33 €/MWh, com um mínimo de 14,76 €/MWh e um máximo de 31,16 €/MWh). Este nível médio de tarifa permite antecipar que a produção de hidrogénio por via de eletrólise possa ser feita a custos consideravelmente baixos e muito competitivos com as atuais soluções, superando-se no médio prazo os atuais custos de produção. É incontornável considerar que esta dinâmica permitirá e induzirá mudanças mais rápidas e profundas no sistema energético do que atualmente se perspetiva. Com este pressuposto, entre outros, temos a oportunidade de transformar Portugal de um país importador de combustíveis fósseis para um país exportador de fontes renováveis de energia.

Neste âmbito, é da maior relevância a criação e promoção de um cluster industrial a nível nacional em torno do hidrogénio e das pilhas de combustível, de base renovável, bem como das competências e capacidades nacionais associadas, para que corresponda às necessidades e desafios nacionais, igualmente enquadrado num contexto europeu e mundial.

## 2.1. OPORTUNIDADES PARA O PAÍS

O hidrogénio será um dos pilares sustentáveis que asseguram a transição para uma economia descarbonizada, que configura uma extraordinária oportunidade estratégica para o país enquanto fator dinamizador e modernizador da economia.

As próximas décadas, e em particular a década em vamos entrar, serão uma oportunidade única para promover o investimento, alavancar o crescimento e fomentar a inovação enquanto contributo para a descarbonização da economia. Isto representa uma oportunidade para o setor da energia demonstrar que a descarbonização do sistema energético não é só uma necessidade, mas também uma oportunidade para aumentar o investimento produtivo e o emprego qualificado, tirando partido dos nossos recursos endógenos, naturais e humanos, e substituindo importações.

Consideramos, por isso, que este desafio, que tem uma dimensão global, deve também basear-se num compromisso coletivo e colaborativo entre países e organizações, empresas e instituições, de modo a acelerarmos a transição energética através de um esforço voluntário, eficiente e global. Isto significa que devemos assegurar o

posicionamento de Portugal no contexto Europeu e Internacional no que se refere ao hidrogénio, tornando-se, assim, parte do grupo de países que vê no hidrogénio uma parte da solução para a transição da economia.

Este novo enquadramento será uma oportunidade para posicionar e afirmar Portugal como um ator relevante na área do hidrogénio à escala europeia e internacional. Com as atuais infraestruturas, como por exemplo o porto de águas profundas de Sines e a disponibilidade de vastos e diversificados recursos endógenos renováveis, temos todas as condições para ser uma referência na produção, consumo e exportação de hidrogénio verde.

Será uma oportunidade para inovar e desenvolver nas tecnologias e produtos, em estreita sinergia com a indústria portuguesa. Apostaremos na implementação de um Laboratório Colaborativo que se assuma como uma referência a nível nacional e internacional, que conte com a participação do tecido empresarial e industrial, incluindo parcerias europeias e internacionais, que seja focado na investigação e desenvolvimento e que potencie o desenvolvimento de novas indústrias e serviços, alicerçada em recursos humanos altamente qualificados. A questão dos recursos humanos é, aliás, uma das mais relevantes no contexto da transição energética e da descarbonização da economia, sendo necessário salvaguardar uma transição justa e a criação de emprego qualificado e de qualidade, onde a nova economia do hidrogénio poderá representar uma oportunidade para requalificar trabalhadores de grandes instalações de combustão, como é o caso de Sines.

Reconhecemos a importância do debate sobre os desafios associados ao desenvolvimento de uma economia de hidrogénio. Torna-se por isso relevante participar ativamente e contribuir para um plano de trabalho nacional e europeu que garanta que os principais resultados, avanços e progressos em torno do hidrogénio, sejam também alavancados no contexto das instituições. Fomentaremos e contribuiremos ativamente para a remoção de obstáculos regulatórios, criaremos certeza jurídica e de mercado, e promoveremos a harmonização de normas, que permitam a efetiva criação de um mercado de hidrogénio a nível nacional, ibérico e europeu. Faremos esta abordagem de forma estratégica e com foco nos principais grupos de trabalhos e fóruns técnicos e políticos.

Pretendemos que esta Estratégia contribua para promover e acelerar a implementação de uma política industrial baseada em estratégias e medidas de ação que mobilizem e orientem o investimento, público e privado, criando, assim, novas e melhores oportunidades para a economia nacional, para as nossas empresas, para a nossa indústria, e para os consumidores, aliando estas oportunidades ao objetivo de alcançar a neutralidade carbónica.

## **DESCARBONIZAÇÃO DA ECONOMIA**

O hidrogénio tem o potencial para ser um vetor de descarbonização transversal aos vários setores da economia, com maior impacto em alguns – Indústria, Transportes, Energia – relativamente aos restantes, posicionando-se como uma solução custo-eficaz no médio prazo, estando previstos um conjunto de mecanismos de apoio que acelerem no curto prazo o início da descarbonização por via do hidrogénio.

O setor da indústria, que hoje representa cerca de 11%<sup>14</sup> das emissões de GEE, é tradicionalmente pró-ativo na adoção de tecnologias inovadoras que potenciem a redução dos custos operacionais, nomeadamente pela via da redução do consumo energético. Neste setor, o hidrogénio pode proporcionar um conjunto de soluções capazes de contribuir para o cumprimento das metas da descarbonização, podendo ser usado para a produção de calor de elevadas temperaturas e diretamente como matéria-prima (ex.: amónia) que pode ser combinado com CO<sub>2</sub> capturado, constituindo uma alternativa fiável e de curto-médio prazo para a descarbonização de um conjunto de indústrias, que de outro modo teriam dificuldades em reduzir as suas emissões, sem perder eficiência e competitividade. As indústrias nacionais que mais podem beneficiar do hidrogénio, enquanto vetor de descarbonização, serão a indústria da refinação (onde já hoje é usado, mas proveniente do processo de reformulação do gás natural), a indústria química, a indústria metalúrgica, a indústria extrativa, indústria do cimento e a indústria do vidro e da cerâmica, onde o hidrogénio poderá ser uma solução económica e energeticamente eficiente para substituir os combustíveis fósseis. No caso particular da indústria metalúrgica, em concreto da produção de aço, que face à natureza complexa da sua produção faz com que o hidrogénio, enquanto matéria-prima, seja uma solução adequada para descarbonizar este setor. Na indústria mineira, em particular a subterrânea onde

<sup>14</sup> Emissões associadas aos Processos Industriais e Uso de Produtos

Portugal tem três complexos mineiros de dimensão à escala mundial, o hidrogénio poderá ter um importante papel na descarbonização, onde, por exemplo, os equipamentos de carga e transporte a combustível fóssil, que emitem gases de escape e por sua vez exigem operações de ventilação de grande escala, poderão ser adaptados para hidrogénio.

Para o setor dos transportes, que hoje representa cerca de 26% das emissões de GEE, o hidrogénio e os combustíveis sintéticos produzidos a partir de hidrogénio, em complemento com a eletricidade e os biocombustíveis avançados, serão uma solução para alcançar a descarbonização deste setor. Em particular, nos subsectores rodoviário de transporte de mercadorias e de transporte de passageiros, com foco nos autocarros urbanos e de longo curso, o hidrogénio ganha vantagem face à alternativa elétrica a bateria, dadas as vantagens em termos de alcance e eficiência, que se traduzem em significativos ganhos operacionais. No transporte ferroviário, o hidrogénio será uma solução para linhas não eletrificadas, nomeadamente na reativação de troços e/ou linhas que foram desativadas no passado, reduzindo significativamente os custos da expansão da oferta de novos serviços de transporte. Ao nível do transporte marítimo, pese embora a tecnologia não esteja ainda tão evoluída, existe já um movimento da indústria para apresentar soluções com base no hidrogénio que podem no curto e médio prazo constituir uma solução para o transporte em vias navegáveis. Por outro lado, as infraestruturas de abastecimento a hidrogénio, preferencialmente com produção local associado, podem cumprir uma importante função no sistema energético, fornecendo uma solução técnica para o armazenamento sazonal de energia renovável, de escala variável e distribuída.

Associada à descarbonização dos transportes e da mobilidade, surge a descarbonização das cidades. Atualmente o gás natural tem um peso significativo no consumo de energia no setor doméstico e dos serviços, podendo gradualmente ser substituído por gases renováveis, em particular o hidrogénio, em complemento à eletricidade. O desafio passa por transformar as nossas cidades em 100% renováveis do ponto de vista energético, contribuindo para a sua descarbonização.

Uma importante componente da produção do hidrogénio é a água. Neste contexto, dado que nos recursos hídricos a prioridade passa por garantir o uso racional e a satisfação das necessidades de todos os consumidores, surge uma clara oportunidade para maximizar o uso de águas residuais tratadas. Como referido anteriormente, apenas 1,2% da água residual tratada é reutilizada, o que demonstra a existência de abundantes recursos que importa aproveitar e valorizar. As águas residuais provenientes de ETARs com tratamento terciário (i.e. remoção de nutrientes) podem ser utilizadas para eletrólise devendo passar por etapas adicionais de tratamento, o que aliás já acontece numa parte significativa das águas residuais domésticas tratadas em ETAR. A produção local de hidrogénio, junto dos locais de recolha e tratamento de águas residuais – domésticas e industriais –, em particular das ETARs, para além de constituir uma nova oportunidade de investimento para este setor, constitui uma oportunidade para dar valor económico a um recurso que é quase na sua totalidade desaproveitado. Este valor económico poderá ser transferido para os consumidores de água, traduzindo-se numa potencial redução da fatura paga pelos consumidores. As sinergias que podem ser criadas entre estes dois setores – energia e água – constitui uma oportunidade para ambos, na prossecução dos seus objetivos e na concretização das metas, culminando num objetivo comum, alcançar a neutralidade carbónica.

Uma estratégia de descarbonização assente unicamente na eletrificação pode permitir substituir algum consumo de gás natural, como é o caso do Setor Elétrico Nacional, com o gás a assumir uma função de recurso do sistema, mas não elimina inteiramente a necessidade de recorrer ao gás natural e, por isso, ou acaba por não ser a forma mais eficiente de descarbonizar, ou nem sequer o consegue fazer totalmente, por não ser tecnicamente possível eletrificar todos os consumos. Neste caso, paradoxalmente, uma aposta exclusiva na eletrificação pode acabar por adiar, desnecessariamente, a saída gradual do gás natural do sistema elétrico. O hidrogénio tem um papel relevante na descarbonização do sistema elétrico porque permite replicar as vantagens energéticas do gás natural (flexibilidade, armazenamento durante longos períodos de tempo) tornando mais fácil a substituição deste combustível fóssil, e pode ser uma solução 100% renovável, o que não compromete a descarbonização, antes promove-a e torna-a mais realista e exequível, sendo complementar a outras soluções que introduzem flexibilidade e capacidade de armazenamento, como as baterias ou as barragens com bombagem.

A manutenção de capacidade a gás natural no sistema electroprodutor no médio a longo prazo assegurará o *backup* necessário para operar a transição para um sistema elétrico fortemente renovável, dando tempo para o desenvolvimento de soluções tecnológicas, com especial foco no armazenamento, que permitam dotar o sistema da necessária resiliência para garantir os níveis adequados de segurança do abastecimento. Num cenário em que se irá promover a produção e a integração de hidrogénio, surge uma clara oportunidade para a manutenção de capacidade termoelétrica no sistema electroprodutor sem comprometer o objetivo da neutralidade carbónica ao mesmo tempo que se viabilizam importantes ativos para a operação e gestão do sistema electroprodutor. Para o efeito, será imposto um calendário para a descarbonização gradual das centrais termoelétricas a gás natural por via da incorporação de percentagens crescentes de hidrogénio, conduzindo no longo prazo à sua total descarbonização.

Atualmente já é possível, sem investimento adicionais substanciais, a utilização de uma mistura de até 5% de hidrogénio no gás natural nas turbinas das centrais termoelétricas. A viabilidade destes investimentos comprova-se pelos projetos já em curso (ex.: Central Termoelétricas do Ribatejo), ou que no curto prazo poderão ser implementados (ex.: Central Termoelétricas da Tapada do Outeiro), que visam testar soluções de conversão destas centrais por via da produção local e co-combustão de hidrogénio verde juntamente com o gás natural utilizado na combustão das turbinas.

### VIABILIZAÇÃO DE ATIVOS

O gás natural irá desempenhar um papel importante sendo um dos vetores da transição energética. Num cenário em que se irá promover a produção e o consumo crescente de hidrogénio, contribuindo para a descarbonização do setor do gás natural, surge uma oportunidade para viabilizar as atuais infraestruturas de gás natural e para a manutenção de capacidade a gás no sistema electroprodutor. A complementaridade entre o setor elétrico e o setor do gás será particularmente relevante para Portugal. O operador da RNT é a mesma entidade que o operador da RNTGN e os dois setores são regulados pela mesma entidade, a ERSE, o que, como já referido, facilitará a integração entre as duas redes (*sector coupling*) através do hidrogénio.

As recentes infraestruturas de gás podem ser facilmente adaptadas para distribuírem hidrogénio, o que: a) reduz os custos e barreiras à entrada do hidrogénio no sistema, b) evita que esses ativos – que são propriedade do Estado, embora estejam concessionados a privados - se tornem ociosos no futuro, c) utiliza um sistema em operação, que permite a integração imediata de hidrogénio no sistema energético nacional e d) mitiga o risco de expansão excessiva de redes elétricas, o que poderia representar um custo acrescido para a descarbonização.

No caso do SNGN, dadas as suas características técnicas, é possível desde já antecipar que ao nível das infraestruturas de armazenamento de gás natural não se perspetivam grandes problemas com o armazenamento de misturas de hidrogénio e gás natural, dado que as cavernas de sal, como é o caso do Armazenamento Subterrâneo do Carriço, são consideradas como as infraestruturas de armazenamentos mais adequadas para este efeito. No entanto, nesta fase não é ainda possível definir qual o valor limite para a mistura máxima aceitável de hidrogénio e gás natural armazenado.

No que diz respeito à rede de transporte de gás natural, e como referido anteriormente, podemos desde já, e do ponto de vista teórico, assumir que até uma percentagem de cerca de 22% de incorporação de hidrogénio no gás natural não se verificam alterações ao poder calorífico do gás que circula na rede. No entanto, devem ser efetuadas as devidas análises e avaliações técnicas para aferir qual a percentagem de hidrogénio que pode desde já ser considerada como admissível sem que resulte num impacto direto nos consumidores. Para o efeito, será necessário mobilizar investimento na rede e respetivos equipamentos em linha com a trajetória estabelecida para a introdução de hidrogénio nas próximas décadas, promovendo a criação de novas competências e dinamizando novos serviços em torno deste setor.

Relativamente às redes de distribuição de gás natural, o cenário é ainda mais otimista quando comparado com a rede de transporte, uma vez que estas redes são mais modernas e, por isso, na sua maioria construídas com materiais mais adequados para a introdução do hidrogénio, como é caso do polietileno, que, com as necessárias adaptações, possibilita a injeção de hidrogénio até 100%. Tem igualmente a vantagem de ser uma rede bastante capilar e extensa, que possibilita a distribuição de energia a vários tipos de consumidores – industriais, domésticos

– e em várias zonas do país, reduzindo a necessidade de construção de novas infraestruturas elétricas para suprir futuras necessidades de consumo de energia.

### **REFORÇO DAS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA E AUMENTO DA RESILIÊNCIA DO SISTEMA**

Aumentar a eletrificação dos consumos de energia por via de fontes renováveis, sem comprometer a resiliência e a segurança do abastecimento, obrigará a dispor de uma elevada capacidade instalada para a produção de eletricidade. Esse é, aliás, o caminho já prosseguido por Portugal, que traz desafios ao nível da gestão e da disponibilidade da capacidade de receção na rede, necessidade de capacidade de backup e de uma combinação de tecnologias de armazenamento com diversos perfis.

O hidrogénio desempenhará um importante papel ao permitir uma maior incorporação e valorização de eletricidade renovável, contribuindo ativamente na gestão do sistema, permitindo, entre outras mais-valias, reduzir o deslastre (*curtailment*) de produção renovável. Por via da eletrólise com recurso a excedentes de eletricidade proveniente da rede elétrica, o hidrogénio resultante pode ser valorizado através do seu consumo noutros setores onde existe procura - transportes, indústria – ou ser armazenado para usos futuros, inclusivamente para a produção de energia elétrica quando necessário. O hidrogénio tem o potencial para melhorar o racional económico dos investimentos em projetos renováveis, aumentar a segurança do abastecimento e servir de armazenamento de longo prazo e sazonal, fornecendo energia renovável à rede em períodos de procura mais elevada.

Por outro lado, o hidrogénio será elegível, juntamente com baterias e outras formas de armazenamento, para mecanismos de remuneração por capacidade e disponibilidade no setor elétrico, cuja modalidade estará prevista e disponível no leilão a realizar já em 2020, que inclui pela primeira vez o armazenamento com remuneração por capacidade instalada.

### **REFORÇO DO POTENCIAL EXPORTADOR DE ENERGIA RENOVÁVEL**

A produção de hidrogénio, na parte que exceda as metas de consumo interno, constitui uma oportunidade para Portugal continuar a crescer de forma gradual e tornar-se crescentemente num país exportador de energias renováveis, tirando partido da sua competitividade e grande potencial neste setor para inverter o seu papel tradicional de importador líquido de energia. O potencial de Portugal na produção de hidrogénio verde a preços competitivos, aliado às necessidades de elevados volumes de importação do norte da Europa, pode constituir a base para um reforço do mercado interno europeu de energia, com Portugal a assumir-se como produtor europeu de referência e com elevado potencial exportador de hidrogénio verde para os principais centros de consumo.

A exportação deverá ser feita por duas vias: a) por via marítima, através do porto de Sines; b) por via terrestre, através dos gasodutos que ligam a Península Ibérica ao resto da Europa, através dos Pirenéus, o que poderia constituir uma oportunidade para rerepresentar o projeto da 3ª interligação de gás natural entre Portugal e Espanha, agora devidamente adaptado para acomodar a componente dos gases renováveis, em particular hidrogénio. Se o anterior projeto não avançou por não se considerar justificado o investimento numa infraestrutura que teria sempre um prazo limitado de utilização, a introdução do hidrogénio permite valorizar esse investimento de outro modo: um gasoduto para transportar gás natural com percentagens crescentes de hidrogénio e, no limite, preparado para poder transportar exclusivamente hidrogénio. Trata-se de uma infraestrutura energética de evidente interesse estratégico europeu, plenamente alinhada com os objetivos de descarbonização e que promove, dinamiza e torna mais eficiente o mercado interno de energia.

### **PROMOÇÃO DA INDUSTRIALIZAÇÃO**

A indústria nacional, recorrendo ao conhecimento e às capacidades e engenharia já existentes, poderá tirar partido desta nova economia emergente do hidrogénio através, por exemplo da produção de equipamentos (eletrolisadores, transporte, distribuição, armazenamento, entre outros), com elevado potencial exportador. A indústria, beneficiará, igualmente de todas as novas competências que serão criadas à medida que este novo mercado cresce, se consolida e a tecnologia se desenvolve. Por outro lado, uma indústria de hidrogénio forte promove economias de escala e permite reduzir o preço de produção, contribuindo para acelerar o cumprimento

dos objetivos de descarbonização, apostando numa industrialização da economia que não compromete, antes contribui para o cumprimento dos objetivos. A própria reconversão dos atuais processos da indústria cria oportunidades de desenvolvimento de novos processos, os quais podem ser exportados para outros mercados, atraindo novos investimentos e criando valor acrescentado.

Portugal conta já com vários projetos e iniciativas, de pequena e média escala, no domínio do hidrogénio, que já representam uma oportunidade para o desenvolvimento do tecido industrial nacional, aliado à descarbonização da economia, que, em muitos casos, apresenta potencial de exportação associado. Importa, por isso, dar seguimento a estas iniciativas e promover e incentivar este movimento já iniciado na nossa indústria e nas nossas empresas, alargando-o a novos setores e novas oportunidades.

Desde já, é possível identificar um conjunto de sinergias na indústria nacional que podem beneficiar da nova economia do hidrogénio. Na indústria dos transportes, Portugal já se posiciona como produtor de equipamentos neste setor, nomeadamente ao nível do subsetor do transporte de passageiros. Nos últimos anos desenvolveram-se competências nacionais neste âmbito, associado a uma indústria já existente que reconheceu no hidrogénio uma oportunidade para crescer e expandir a oferta de soluções de transporte mais sustentáveis, com elevado potencial exportador. Com base nas competências já desenvolvidas, em particular na área de engenharia e de produção de chassis, a indústria nacional – CaetanoBus – foi capaz de desenvolver e apresentar ao mercado um autocarro a hidrogénio, sendo a primeira empresa da Europa a usar a tecnologia de pilha de combustível.

Noutro subsetor da energia, surgem outros exemplos como o hidrogénio é desde já uma oportunidade para o crescimento e criação de valor acrescentado, associando inovação e crescimento industrial à descarbonização da economia. As competências associadas à produção de tecnologia de concentração solar para produção de energia elétrica – Magpower/Fusionfuel – foram aproveitadas para o desenvolvimento de uma nova tecnologia inovadora, com elevado potencial exportador, e que possibilita a produção de hidrogénio diretamente no local de produção de energia.

No campo dos materiais verdes, e em linha com as movimentações já iniciadas em alguns países europeus, importa desde já colocar Portugal na dianteira desse movimento, aliando a oportunidade da descarbonização à oportunidade para criar valor acrescentado. No caso da indústria metalúrgica, em concreto da produção de aço, serão exigidos novos materiais em linha com a transição energética e a descarbonização. Portugal ambiciona ser um dos países Europeus líderes na produção de “aço verde” ou “aço com baixo teor de carbono”, e nesse sentido o hidrogénio, em complemento com a eletricidade de origem renovável, contribuirá significativamente para a transição neste setor, substituindo os combustíveis fósseis usados no processo de produção de aço. Através de iniciativas orientadas para inovação, é possível criar em Portugal um polo de referência a nível europeu para o teste, desenvolvimento e implementação de cadeias de valor carbono-zero para o aço europeu, e a um custo muito competitivo. O objetivo passará por incentivar e apoiar esta indústria nacional na trajetória da descarbonização por via do hidrogénio, inicialmente através projetos piloto à escala industrial com um forte componente de I&D. Este é, aliás, o caminho que já está a ser percorrido por outros Estados-Membros, como é o caso da Áustria e a Suécia, tirando partido de mecanismos Europeus, como o *Fuel Cell Hydrogen Joint Undertaking* (FCH JU), que através de apoios substanciais à implementação de projetos inovadores em linha com os objetivos da descarbonização, contribuem para aumentar a competitividade da indústria europeia. Este deve ser o caminho a percorrer por Portugal, em particular num setor tão relevante para a economia nacional e europeia, como é a setor do aço.

Outra importante sinergia, que alavancará a industrialização em torno do hidrogénio com elevado potencial exportador, prende-se com indústria naval e portuária nacional. Esta será fundamental para o desenvolvimento, fabrico, instalação, manutenção e reparação de equipamentos (navios) e infraestruturas de transporte e exportação de hidrogénio. Esta nova atividade industrial ajudará a revitalizar a indústria naval portuguesa e aumentará a dinâmica económica da rede portuária, contribuindo significativamente para aumentar a competitividade e inovação neste setor, assente na criação de novas especializações e na afirmação da rede portuária nacional como agente impulsor da nova economia do hidrogénio. Neste âmbito, a Estratégia Nacional para o Mar 2021-2030 irá, igualmente, estabelecer uma orientação precisa passível de contribuir para o potencial exportador do hidrogénio.

Contribuirá, também, para o fomento do fabrico, instalação, manutenção e reparação de equipamentos, bem como para a investigação em eletrólise direta de água do mar com potencial aplicação neste setor.

Também na indústria ferroviária surge uma clara oportunidade em torno do hidrogénio com elevado potencial para criação de valor acrescentado. Em concreto, nas atuais instalações onde se desenvolvem atividades de manutenção e reparação de material circulante (ex.: oficina de Guifões), existe potencial para associar à atividade de reabilitação de material circulante ferroviário a componente do hidrogénio, por via da transformação de locomotivas e automotoras a diesel para hidrogénio, tirando partido do conhecimento que já existe noutros setores, como é o caso da produção de autocarros a hidrogénio, criando desta forma uma nova atividade com elevada componente de inovação e desenvolvimento. Desta forma, será possível materializar uma solução para linhas não eletrificadas, nomeadamente na reativação de troços e/ou linhas que foram desativadas no passado, sem necessidade de recorrer à importação de material circulante, reduzindo desta forma os custos da expansão da oferta de novos serviços de transporte.

### DINAMIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO, INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento de uma economia de hidrogénio contribui para o avanço da Investigação e Inovação (I&I) nacional. Atendendo ao seu carácter sistémico, a I&I na área do hidrogénio está alinhado com as linhas orientadoras para uma estratégia de inovação tecnológica e empresarial para Portugal, 2018-2030<sup>15</sup>, e está igualmente devidamente enquadrada com o PNEC 2030, na sua quinta dimensão «Investigação, Inovação e Competitividade».

As cadeias de valor para o hidrogénio envolvem inovação sistémica disruptiva, a qual evolui no tempo e em função da cadeia de valor com dinâmicas distintas, reconhecendo-se na comunidade científica e tecnológica nacional e internacional que existe margem considerável para I&I e para a gestão de portefólios considerando a maturidade atual em TRL (*Technology Readiness Level* – Nível de Maturidade Tecnológica) e, portanto, a distância da plena utilização em mercado.

Pretende-se estimular um quadro de investimento plurianual em I&D&I, abrangendo toda a cadeia de valor do hidrogénio, que terá impactes no Sistema Nacional de Inovação a partir de níveis mais baixos de TRL, relativos ao desenvolvimento de tecnologias de última geração (componentes-chave, tanques de alta pressão, pilhas, etc.), até TRL altos próximos do mercado. O desenvolvimento de *clusters* tecnológicos associados à produção, armazenamento, distribuição e utilização do hidrogénio, além de contribuir e robustecer o ecossistema de inovação, poderá promover a economia a nível regional/local, melhorando e inovando nas infraestruturas, promovendo a indústria e capacitando o sistema regional de inovação para uma melhoria da produtividade e da qualidade de vida (vd. DGEG 2018<sup>16</sup>; DGEG 2019<sup>17</sup>; DGEG 2020<sup>18</sup>).

Um conjunto de tópicos de I&I foi compilado em forma de roteiro pelo LNEG<sup>19</sup>, referindo algumas tecnologias, o seu estado atual, oportunidades para desenvolvimento, e horizonte temporal. São especialmente relevantes para esta Estratégia as seguintes áreas:

- Tecnologias de produção de hidrogénio com TRL  $\geq$  5 (eletrólise; gaseificação de biomassa);
- Tecnologias de produção de hidrogénio com TRL  $<$  5 (fotólise/electrofotólise, separação termoquímica da água, algas);
- Armazenamento (gás comprimido em reservatórios e em formações geológicas); hidretos metálicos e hidretos complexos; materiais adsorventes; hidretos químicos; tecnologias combinadas (crio-compressão);

<sup>15</sup> Resolução do Conselho de Ministros nº 25/2018, de 8 de março.

<sup>16</sup> DGEG (2018). O Hidrogénio no Sistema Energético Português: Desafios da integração. Direção-Geral de Energia e Geologia, Lisboa.

<sup>17</sup> DGEG (2019). Integração do Hidrogénio nas Cadeias de Valor: Sistemas energéticos integrados, mais limpos e inteligentes. Direção-Geral de Energia e Geologia, Lisboa.

<sup>18</sup> DGEG (2020). Roteiro e Plano de Ação para o Hidrogénio em Portugal. Direção-Geral de Energia e Geologia, Lisboa.

<sup>19</sup> LNEG (2019). Roteiro para a Investigação, Desenvolvimento e Inovação para o Hidrogénio como Vetor Energético. Projecto “Avaliação do Potencial e Impacto do Hidrogénio como Vector Energético – Potencial Tecnológico Nacional”, co-financiado pelo POSEUR – Programa Operacional para a Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (ref. POSEUR-01-1001-FC-000005). LNEG, dezembro 2019, ISBN 978-989-675-061-9. 41 pp.

- Distribuição e abastecimento (transporte em fase gasosa e líquida (veículos pesados e gasodutos); transportadores líquidos (amónia, metanol, dibenziltolueno, tolueno);
- Estações de abastecimento;
- Injeção na rede de gás natural / redes dedicadas de hidrogénio;
- Células de combustível (catalizadores, electrólise PEM e óxidos sólidos).

Há, contudo, que acrescentar outras áreas importantes – entre as quais se destacam por exemplo os hidrotratamentos (ex.: hidrogasificações, hidroliquefações), os processos térmicos (ex. gasificação, pirólise) e patentes nacionais resultantes, bem como - nas aplicações eletroquímicas, a eletrólise direta de água do mar e através de águas residuais. Atenda-se ainda que, face à evolução do estado da arte, haverá sempre novos itens de I&D a surgir, tanto a nível internacional como a nível nacional – por exemplo, tecnologias que se podem vir a revelar muito competitivas no domínio da descarbonização da rede de gás natural (ex. eletrólise com grafite gerando mais metano que hidrogénio, ou a decomposição catalisada do metano para produzir hidrogénio). Além disso, a realidade demonstra que no caso do hidrogénio a narrativa evolui através do desenvolvimento de tecnologias para a sua gestão integrada no tempo e espaço – i.e. ao longo das cadeias de valor e nos contextos de aplicação, bem como na estimulação dos diversos segmentos de mercado.

Embora se deva manter o conjunto de áreas e temas de I&D em hidrogénio o mais atualizado possível, não é adequado nem eficaz limitar o financiamento da I&I a certos projetos, protótipos, e instalações de demonstração dentro de um conjunto rígido de itens estabelecido *a priori*. Neste contexto, poderá ser relevante o estabelecimento de critérios para a avaliação do potencial e oportunidade de cada proposta de I&I com base nos seguintes fatores:

- Potencial para aumentar a produção de hidrogénio;
- Potencial para baixar custos de produção de hidrogénio;
- Potencial de aumentar a procura de hidrogénio;
- Adequação às infraestruturas do sistema energético nacional;
- Compatibilidade com os planos e metas;
- Contributo para o ecossistema nacional de inovação.

Será, por isso, relevante uma estrutura colaborativa que, numa lógica de programa de I&I, gerindo recursos aplicados ao sistema C&T e Empresarial, responda à natureza multidimensional e sistémica dos objetivos desta Estratégia e às especificidades da produção e utilização do hidrogénio em Portugal. Tal estrutura deverá desenvolver designadamente: novas tecnologias avançadas e processos que produzam o hidrogénio em soluções comercializáveis; novas lógicas sistémicas (por exemplo, flexibilidade e armazenamento no sistema energético, cadeias de valor, partilha energética entre setores); subsistemas e componentes; infraestruturas (por exemplo, design e otimização de redes, equipamentos, investimentos); novos modelos de procura do hidrogénio (por exemplo, utilização em áreas de difícil descarbonização como processos industriais de alta temperatura); soluções de substituição de combustíveis fósseis por renováveis.

### **criação e reconversão de emprego (verde)**

Nos últimos anos demonstrou-se que a adoção de políticas ambiciosas associadas à transição energética e à descarbonização estão diretamente relacionadas o crescimento económico e a criação de emprego. Exemplo disso são os números associados ao cluster das renováveis, onde foram criados cerca de 10 000 empregos diretos, incluindo cerca de 3 000 no cluster eólico.

Esta será também mais uma oportunidade para, no contexto de uma transformação que aporta elevado valor acrescentado ao país gerando uma natural valorização salarial, apostar igualmente na reconversão e requalificação profissional dos mais afetados pela transição para uma economia de baixo carbono e num emprego de qualidade e consonante com os desafios futuros.

O reforço da formação profissional em áreas estratégicas para a competitividade nacional, como será o hidrogénio, insere-se nas prioridades definidas no novo Plano Nacional de Reformas (PNR 2020), designadamente as previstas na “agenda temática 2 – Inovação e qualificações como motores do desenvolvimento”, que pretende dar resposta aos principais obstáculos ao desenvolvimento económico e social do país, relativos aos défices de qualificações da população portuguesa e ao perfil de especialização da economia portuguesa, bem como aos novos desafios tecnológicos e sociais associados à digitalização e à indústria 4.0.

## REFORÇO DA COOPERAÇÃO INTERNACIONAL

Neste contexto, existe plena consciência da importância do reforço da cooperação internacional com vista a criar um mercado global de hidrogénio e construir parcerias estratégicas para desenvolver e facilitar ações globais no domínio do hidrogénio verde.

Torna-se, por isso, relevante, do ponto estratégico, a participação em (i) fóruns internacionais que tem surgido nas principais organizações europeias e internacionais que já defendem o papel crucial do hidrogénio na economia global, bem como a (ii) cooperação com Governos com a mesma visão no que respeita à criação de uma economia do hidrogénio. Por esse motivo, destacam-se no plano nacional, algumas das principais participações e intervenções bem como também parcerias consideradas estruturantes e nas quais será garantida presença, para que este desígnio se materialize com eficácia e envolvendo todo o conhecimento existente dentro e fora do país.

Os contactos com potenciais países europeus parceiros, como os Países Baixos, entre outros, pretende estimular importantes investimentos, contribuindo ativamente para a prossecução dos objetivos estratégicos em matéria de energia e clima da União Europeia. Por outro lado, a aposta na cooperação fora do espaço europeu, como é o caso do Japão, ao nível da I&D, e outros países, como o Canadá, que mostrem interesse na nossa aposta e reconheçam as nossas mais valias para o desenvolvimento de parcerias políticas e empresariais neste domínio, será uma forma de garantir o escalonamento do hidrogénio e garantir uma maior integração e trabalho conjunto em prol da sustentabilidade do nosso planeta e das nossas economias.

No que respeita à participação nos principais fóruns políticos e técnicos internacionais, destacam-se aqueles organizados pela Comissão Europeia (*Hydrogen Energy Network -HyENet*, *HyWays-IPHE -International Partners for Hydrogen*, *Fuel Cell in the Economy*, *Clean Hydrogen Alliance*, entre outros), pela Agência internacional de Energia (*Clean Energy Transitions Summit*, *Hydrogen Technology Collaboration Programme* e outros Workshops de alto nível), pela Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA) e pelo *Clean Energy Ministerial* (CEM). Assegurar-se-á também presença ativa em outras iniciativas/ fóruns de alto nível, como a *Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking* (FCH JU), *Hydrogen Energy Ministerial Meeting*, organizado pelo governo Japonês, *High level meetings do Hydrogen Council*, *Mission Innovation Innovation Challenge on Hydrogen Valleys* e outras conferências dirigidas a empresas e a governos, como é o caso do *World Energy Congress* e *World Energy Fuel Summit*, *WREC 2020 - World Renewable Energy Congress*, *European Hydrogen Energy Conference*, *World Energy Congress*, entre outras.

De referir que Portugal é membro desde o ano passado, através da DGEG, do *Hydrogen Technology Collaboration Programme* da Agência Internacional da Energia que trabalha para acelerar a implementação de hidrogénio e a ampla utilização nas áreas de produção, armazenamento, distribuição, energia, aquecimento, mobilidade e indústria.

Portugal apostará na cooperação (local, regional, nacional e internacional) enquanto motor para o desenvolvimento do conhecimento, que aumente a base de apoio ao hidrogénio, produza infraestruturas partilhadas e com claras vantagens de escala, e aumente as possibilidades de uma política eficaz com opções de financiamento adequadas ao hidrogénio.

## 2.2. CADEIA DE VALOR DO HIDROGÉNIO

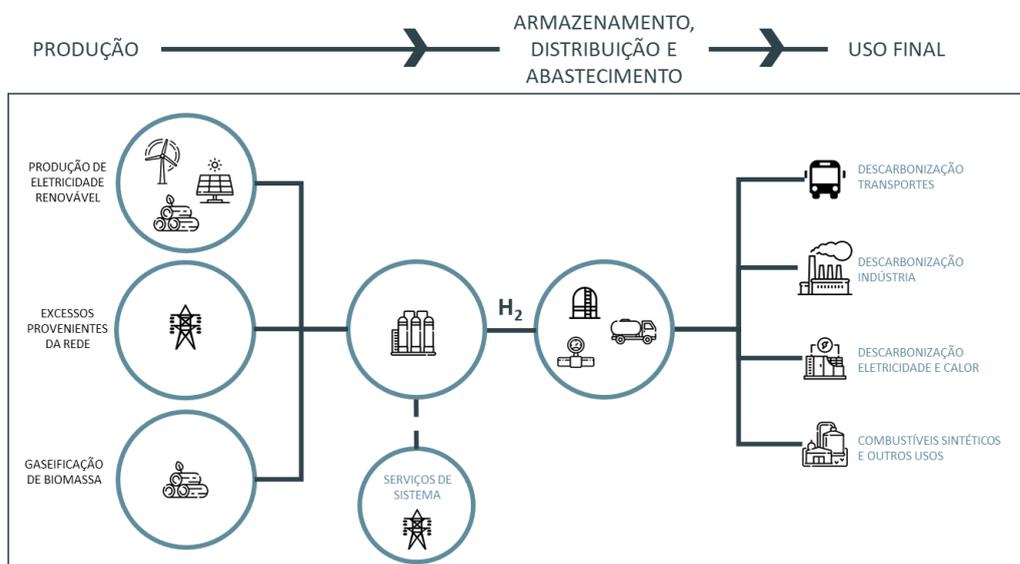
Para enquadrar a implementação desta Estratégia importa, em primeiro lugar, definir as configurações consideradas como prioritárias na cadeia de valor do hidrogénio, assim como as que apresentam maior potencial de aplicabilidade em Portugal, desde a produção até ao consumo final. Através desta identificação será possível reconhecer as oportunidades e os desafios em cada uma das fases da cadeia de valor e, dessa forma, desenhar um quadro de políticas e medidas consistente com os objetivos que se pretendem alcançar, assente num quadro legislativo e regulatório claro, na definição de *standards* e critérios de segurança, na promoção do uso nos vários setores e na inovação e desenvolvimento de novas soluções tecnológicas e processos de produção. A cadeia de valor do hidrogénio inclui, na prática, três fases, que compreende a produção de hidrogénio, o seu armazenamento, distribuição e abastecimento e uso final.

- I. **Produção:** A primeira fase da cadeia de valor para o hidrogénio compreende a sua produção de hidrogénio, estando identificadas diferentes vias, processos e tecnologias associadas. Em função da escala requerida, distingue-se a produção em grande escala (centralizada) da produção em pequena escala (descentralizada). No caso de Portugal, a Estratégia nacional passará por uma combinação de produção centralizada em grande escala (ex.: projeto de Sines) com a produção descentralizada de escala variável e, idealmente, próxima dos locais de consumo.
- II. **Armazenamento, distribuição e abastecimento:** A segunda fase da cadeia de valor para o hidrogénio é o seu armazenamento, distribuição e abastecimento. Inicia-se com o armazenamento e conclui-se na entrega para o seu uso final. Este estágio inclui processos que se desagregam em subprocessos. Um subprocesso pode referir-se a armazenamento subterrâneo de gás, liquefação, compressão, armazenamento e distribuição em redes de gás, transporte rodoviário e marítimo ou reabastecimento.

As prováveis combinações de processos de abastecimento de hidrogénio podem ser: (i) distribuição por estrada na forma de gás liquefeito/comprimido, terminando com um processo de reabastecimento líquido a líquido (L2L) para sistemas de armazenamento de hidrogénio criogénico líquido a gasoso (L2G) e gás para gás (G2G) em várias escalas; (ii) distribuição de hidrogénio por navios sob a forma de hidrogénio liquefeito, incluindo a entrega para utilização final com oleodutos gasodutos e transporte rodoviário; (iii) distribuição de hidrogénio gasoso por um sistema de condutas; (iv) mistura de hidrogénio com gás natural na atual infraestrutura de gás natural.

- III. **Uso final:** No terceiro estágio, a cadeia de abastecimento de hidrogénio é dirigida às principais aplicações de uso final nos setores da mobilidade e dos transportes e indústria. Nas aplicações estacionárias residenciais e industriais, as misturas de hidrogénio e gás natural podem ser aplicadas para gerar calor e eletricidade.

Figura 19 - Esquema genérico da cadeia de valor do hidrogénio, da produção ao uso final



As atuais características do sistema energético nacional, determinaram a seleção de um conjunto de configurações estratégicas para a cadeia de valor do hidrogénio, onde se inclui:

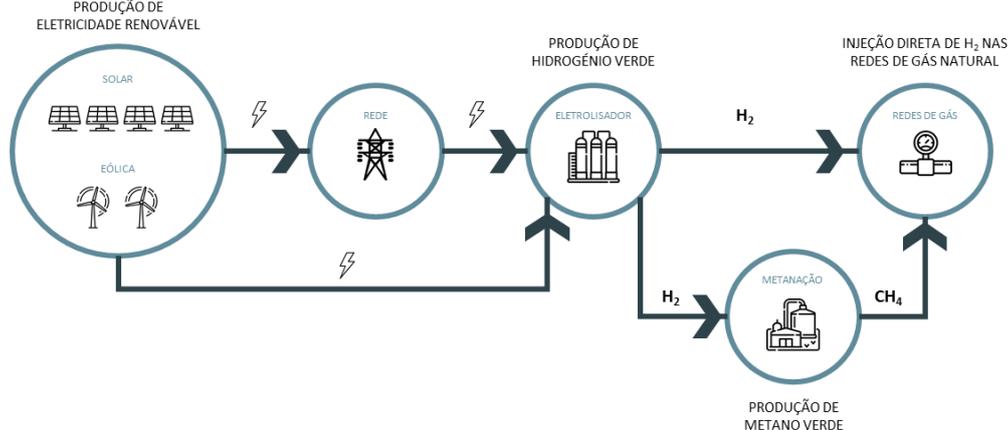
- **POWER-TO-GAS (P2G):** O hidrogénio verde pode ser injetado diretamente nas redes de gás natural ou através da conversão do hidrogénio em metano sintético por via de um processo de metanação;
- **POWER-TO-MOBILITY (P2M):** O hidrogénio é transportado, ou produzido localmente, para fornecer estações de abastecimento de veículos;
- **POWER-TO-INDUSTRY (P2I):** Substituir o gás natural por hidrogénio no setor industrial contribui, de forma mais rápida, para a redução das suas emissões de GEE.
- **POWER-TO-POWER (P2P):** A eletricidade renovável em excesso pode ser convertida em hidrogénio, armazenado e posteriormente reconvertido novamente em eletricidade através de células de combustível ou em turbinas de centrais a gás devidamente adaptadas e convertidas para o efeito;
- **POWER-TO-SYNFUEL (P2FUEL):** O uso de hidrogénio verde apresenta um grande potencial para descarbonizar a produção de combustíveis, substituindo-os por combustíveis sintéticos de origem renovável.

### POWER-TO-GAS (P2G)

Esta cadeia de valor é dirigida para a descarbonização do atual sistema de gás natural, preservando este importante ativo mesmo num contexto de maior eletrificação da economia, e dessa forma providenciando uma alternativa para a descarbonização de alguns setores da economia. A abordagem passa pela mistura de gases renováveis (*blending*) com o gás natural. A médio-longo prazo as redes de gás transportarão mais energia de origem renovável do que de origem fóssil, ou somente de origem renovável. No longo prazo, esta solução poderá mesmo conduzir à descarbonização completa do sistema de gás natural.

A cadeia de valor P2G assume duas variantes principais: *Power-to-Hydrogen (P2H)* e *Power-to-Methane (P2Me)*, esta considerando a conversão de fluxos de CO e/ou CO<sub>2</sub> em CH<sub>4</sub> com a participação de hidrogénio renovável. Considerando que tanto as características técnicas dos equipamentos de utilização final (fornos, turbinas, caldeiras, etc.) como as da própria rede de gás impõem limitações à composição percentual de hidrogénio na mistura, põem-se ainda a longo prazo as opções de construir redes dedicadas de hidrogénio para equipamentos especiais ou de utilizar as configurações P2H e P2Me numa combinação tal que permita preservar sempre uma composição aceitável de hidrogénio e metano na rede de gás.

Figura 20 - Esquema genérico da cadeia de valor P2G



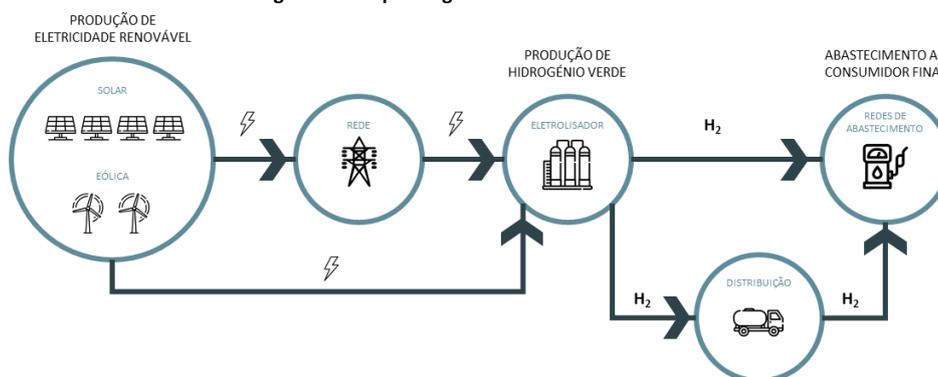
Atualmente, já são várias as empresas e os promotores com projetos P2G em curso ou em fase de projeto, que demonstra o interesse e a dinâmica já gerada no domínio do hidrogénio e em particular no domínio desta cadeia de valor. Encontram-se já em curso os seguintes projetos em Portugal, cuja descrição mais detalhada pode ser consultada no Anexo à presente Estratégia, nomeadamente:

- **Central solar com produção de hidrogénio:** Implementação de uma Central Solar com produção local de hidrogénio, com recurso à tecnologia DC-PEHG, a qual utiliza concentração solar em simultâneo com o calor que naquela tecnologia é dissipado, para proceder ao eletrólise da água.
- **Investigação do papel do hidrogénio na descarbonização da economia nacional:** Realização de estudos de viabilidade capazes de avaliar o impacto técnico, económico, ambiental e social do hidrogénio relativo à injeção na rede de gás natural.

### POWER-TO-MOBILITY (P2M)

Esta cadeia de valor dirigida à mobilidade e aos transportes considera a instalação de pilhas de combustível a bordo de veículos, com particular foco nos veículos pesados (mercadorias e passageiros), ferrovia (em linhas não eletrificadas), veículos ligeiros (táxis, frotas de empresas e mobilidade partilhada) e navios.

Figura 21 - Esquema genérico da cadeia de valor P2M



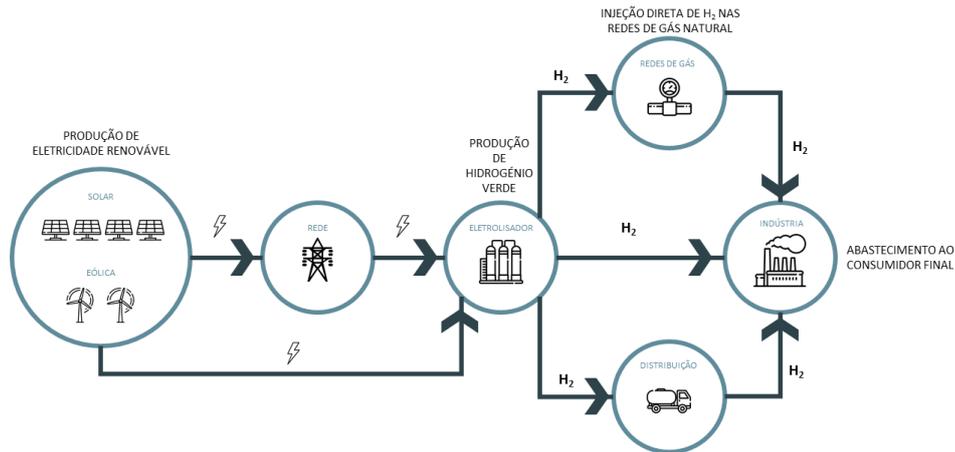
Atualmente, já são várias as empresas e os promotores com projetos P2M em curso ou em fase de projeto, que demonstra o interesse e a dinâmica já gerada no domínio do hidrogénio e em particular no domínio desta cadeia de valor. Encontram-se já em curso os seguintes projetos em Portugal, cuja descrição mais detalhada pode ser consultada no Anexo à presente Estratégia, nomeadamente:

- **Estações de abastecimento a hidrogénio:** Vários projetos que envolvem a conceção, desenvolvimento e implementação de estações de reabastecimento de hidrogénio para viaturas ligeiras e pesadas associadas a centros de logística, indústrias, frotas de transportes e navios de cruzeiro, tendo por base uma instalação de produção de H<sub>2</sub> verde com recurso a um parque solar.
- **Investigação do papel do hidrogénio na descarbonização da economia nacional:** Realização de estudos de viabilidade capazes de avaliar o impacto técnico, económico, ambiental e social do hidrogénio nas áreas de mobilidade de longa distância e transporte pesado de longa distância.

### POWER-TO-INDUSTRY (P2I)

O hidrogénio é atualmente utilizado na indústria maioritariamente como matéria-prima na produção de amónia (ex.: para produção de fertilizantes), na refinação de petróleo e também como subproduto de processo em alguns subsectores da indústria química inorgânica. Na cadeia de valor do hidrogénio dirigida à produção de matérias-primas industriais identificam-se aplicações com níveis de maturidade tecnológica muito variados.

O hidrogénio também tem potencial para substituir o gás natural como fonte de calor na indústria, em processos em que a eletrificação não é possível ou economicamente ineficiente, em setores que utilizam altas temperaturas (ex.: aço e cimento), podendo obrigar à adaptação ou substituição de equipamentos, mas sem necessidade de elevado grau de pureza do hidrogénio.

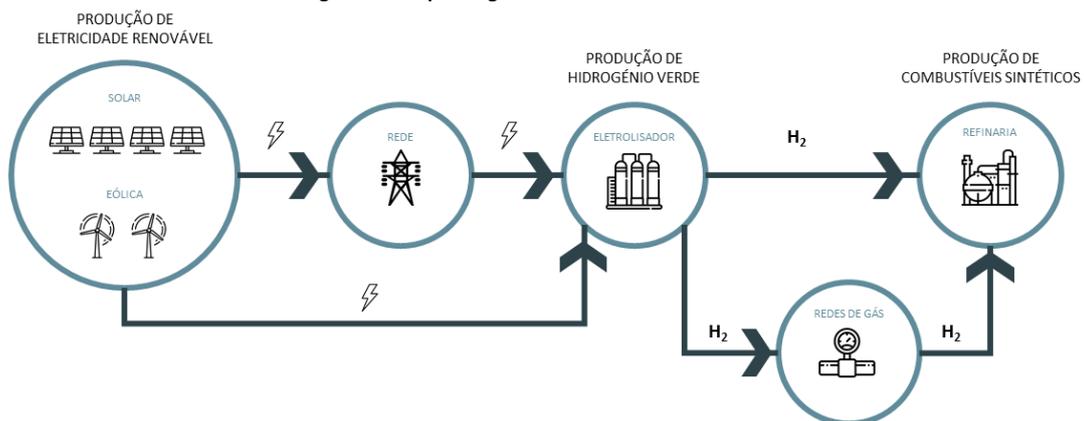
**Figura 22 - Esquema genérico da cadeia de valor P2I**


Atualmente, já são várias as empresas e os promotores com projetos P2I em curso ou em fase de projeto, que demonstra o interesse e a dinâmica já gerada no domínio do hidrogénio e em particular no domínio desta cadeia de valor. Encontram-se já em curso os seguintes projetos em Portugal, cuja descrição mais detalhada pode ser consultada no Anexo à presente Estratégia, nomeadamente:

- **Otimização de processos industriais:** Otimização da combustão em unidades industriais (ex.: cimento, incineração de resíduos sólidos urbanos, vidro, pasta de papel, siderurgia, entre outras) por via da injeção de hidrogénio produzido localmente.

### POWER-TO-SYNFUEL (P2FUEL)

Os combustíveis sintéticos são habitualmente produzidos via reformação a vapor do metano e por gaseificação de carvão ou biomassa. Podem ser utilizadas diferentes tecnologias (ex.: *Fischer-Tropsch*) para a produção de combustíveis sintéticos, o que conduz à perspetiva de que todos os produtos derivados de petróleo bruto poderiam em princípio ser produzidos sinteticamente, resultando em combustíveis renováveis. Em conjunto com a eletrificação da economia e as cadeias de valor anteriores, esta via poderia em princípio conduzir à descarbonização total do sector energético.

**Figura 23 - Esquema genérico da cadeia de valor P2FUEL**


Atualmente, já são várias as empresas e os promotores com projetos P2I em curso ou em fase de projeto, que demonstra o interesse e a dinâmica já gerada no domínio do hidrogénio e em particular no domínio desta cadeia de valor. Encontram-se já em curso os seguintes projetos em Portugal, cuja descrição mais detalhada pode ser consultada no Anexo à presente Estratégia, nomeadamente:

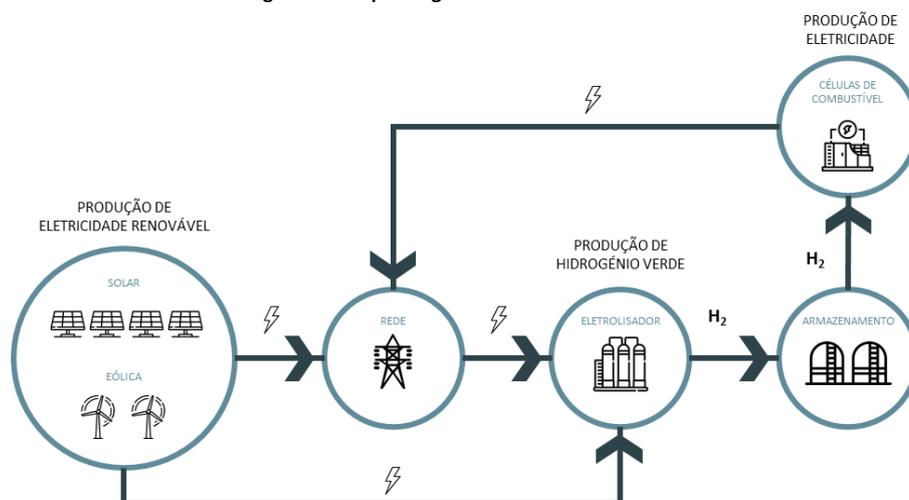
- **Produção de combustível sintético:** instalação à escala industrial que produzirá combustível sintético para o setor da aviação, com base em hidrogénio verde.

## POWER-TO-POWER (P2P)

A produção de energia elétrica recorrendo a turbinas a gás devidamente adaptadas ou a células de combustível estacionárias abastecidas a hidrogénio, ele próprio produzido com eletricidade, é, à primeira vista, uma opção energeticamente pouco eficiente, se o seu propósito for a participação no mercado do fornecimento de eletricidade. No entanto, é interessante do ponto de vista de serviços de sistema, em especial no que respeita ao armazenamento, em complemento às baterias e às barragens com sistema de bombagem, e constitui uma opção que reforça a segurança de abastecimento num contexto de descarbonização acelerada do sistema elétrico.

Por exemplo, e para fazer face a anos hidrológicos secos, nos quais se verificam uma menor disponibilidade de recursos hídricos, poderia recorrer-se a grandes quantidades de hidrogénio armazenado para alimentar células de combustível estacionárias de grande potência (ou eventualmente turbinas a hidrogénio), e dessa forma reforçar a segurança de abastecimento.

Figura 24 - Esquema genérico da cadeia de valor P2G



Atualmente, já são várias as empresas e os promotores com projetos P2P em curso ou em fase de projeto, que demonstra o interesse e a dinâmica já gerada no domínio do hidrogénio e em particular no domínio desta cadeia de valor. Encontram-se já em curso os seguintes projetos em Portugal, cuja descrição mais detalhada pode ser consultada no Anexo à presente Estratégia, nomeadamente:

- **Hidrogénio na Central Termoelétrica do Ribatejo:** Produção local de hidrogénio de origem verde, com base em eletricidade renovável, armazenamento e co-combustão com o gás natural utilizado na combustão das turbinas de gás da central de ciclo combinado do Ribatejo.
- **Hidrogénio verde na Central Termoelétrica da Tapada do Outeiro:** Produção local de hidrogénio de origem verde, com base em eletricidade renovável, e co-combustão com o gás natural utilizado na combustão das turbinas de gás da central de ciclo combinado da Tapada do Outeiro.
- **Produção de hidrogénio a partir de Energia Offshore:** Desenvolvimento e comercialização de um sistema modular e padronizado que visa produzir hidrogénio por eletrólise com recurso a eletricidade gerada a partir de energia offshore

## 2.3. POLÍTICAS E MEDIDAS DE AÇÃO

O quadro de políticas e medidas de ação a adotar vai desde ações no domínio legislativo e normativo, passando pela promoção da I&D+I e pelo apoio a projetos e à adoção de novas tecnologias pelo mercado, tendo em conta as várias fases da cadeia de valor e de acordo com a maturidade das várias tecnologias. De salientar que está assegurada a compatibilidade com as medidas para o hidrogénio definidas no PNEC para o período 2021-2030. Contudo, e dado

o carácter específico desta Estratégia e as vantagens do hidrogénio para a descarbonização, ir-se-á mais além em algumas áreas. Em concreto, as medidas de ação propostas no âmbito desta Estratégia, têm como objetivo.

- Preparar a legislação, regulamentação e enquadramentos normativos, constituindo um quadro promotor deste paradigma em Portugal, aplicável aos diversos setores da economia, proporcionando a competitividade entre alternativas energéticas eficientes e custo-eficazes;
- Constituir uma base de trabalho para criar dinâmica à escala nacional, principalmente a partir das cadeias de valor prioritárias, considerando o hidrogénio quer como vetor energético quer como um produto;
- Promover, desenvolver e acompanhar projetos, em diversos setores e escalas, tendo em conta as prioridades nacionais (cadeias de valor prioritárias identificadas em estudos específicos para Portugal), a maturidade tecnológica nas diversas fases da cadeia de valor, a redução de custos unitários em armazenamento e a valorização das fontes de energia renovável;
- Dinamizar projetos inovadores com impacto local e regional e respetivos ganhos de escala quando justificado, rentabilizando as competências e capacidades nacionais;
- Rentabilizar o stock de ativos existentes no sistema energético e na indústria nacional;
- Reforçar as competências e apoiar a I&D nacionais associada ao hidrogénio.

As políticas e medidas de ação que se apresentam seguidamente, estão organizadas de acordo com sete (7) áreas, correspondentes às diferentes fases da cadeia de valor que foram identificadas.

1. Produção de hidrogénio;
2. Armazenamento, transporte e distribuição;
3. Descarbonização dos Transportes;
4. Descarbonização da Indústria;
5. Descarbonização da produção de eletricidade e calor;
6. Combustíveis sintéticos e outros usos;
7. Ações transversais.

## 1. PRODUÇÃO DE HIDROGÉNIO

### MEDIDAS DE AÇÃO

- 1.1. Promover e incentivar a produção de hidrogénio, numa combinação de projetos centralizados à escala industrial com processos descentralizados, de dimensão variada, associados aos vários setores, que assegurem a cobertura das necessidades nacionais [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]
- 1.2. Implementar um sistema de garantias de origem para hidrogénio. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2021]
- 1.3. Implementar mecanismos de apoio ao hidrogénio, incluindo um mecanismo financeiro de apoio ao preço de venda de hidrogénio, que crie um incentivo à produção de hidrogénio sem que represente um agravamento dos custos energéticos pago pelos consumidores. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2021-2030]
- 1.4. Estudar a adoção de benefícios fiscais ou de uma discriminação positiva em sede fiscal, aplicável ao hidrogénio verde. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]
- 1.5. Aprovar os procedimentos aplicáveis ao licenciamento de instalações de produção de hidrogénio tendo em conta as diferentes configurações. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2021]
- 1.6. Promover um mecanismo simplificado de licenciamento de instalações de produção de hidrogénio quando associado diretamente a um centro electroprodutor renovável já existente. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2021]
- 1.7. Promover a adaptação dos procedimentos de licenciamento – ambiental, industrial, municipal – que possibilitem a implementação de projetos de produção de hidrogénio. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2023]
- 1.8. Promover a produção de hidrogénio associado a comunidades de energia renovável. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

---

1.9. Promover a produção de hidrogénio associada a centrais solares e eólicas já existentes (projeto híbridos), avaliado a implementação de um mecanismo de substituição de tarifas *feed-in* por incentivos à produção hidrogénio, nos casos em que se aplica. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2022]

1.10. Promover e apoiar a produção de hidrogénio associado a instalações de tratamento de águas residuais, assegurando a devida articulação com a legislação em vigor relativa à produção de água para reutilização, obtida a partir do tratamento de águas residuais, bem como da sua utilização e da definição das especificações técnicas para o aproveitamento das águas residuais para a produção de hidrogénio. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2022]

1.11. Proceder ao levantamento e mapeamento do potencial de utilização de águas residuais para a produção de hidrogénio, identificando os locais com maior potencial. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2021-2022]

1.12. Regulamentar e prever um quadro tarifário para a prestação de serviços de sistema e de flexibilidade por parte dos eletrolisadores. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2021]

1.13. Promover uma maior interdependência entre sistemas elétrico e gás natural, numa lógica de *sector coupling*, proporcionando um planeamento cada vez mais integrado dos investimentos nos dois sistemas. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

1.14. Promover a demonstração de tecnologias de conversão de biomassa por upgrade de biogás. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]

1.15. Incentivar e apoiar o I&D ao nível das tecnologias de conversão de biomassa e do reaproveitamento de águas residuais, incluindo através do reforço de competências nacionais. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

1.16. Promover a demonstração de tecnologias de conversão de biomassa sólida por gaseificação. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]

1.17. Incentivar, através de apoios à internacionalização, a exportação de hidrogénio verde. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2025-2030]

1.18. Desenhar Avisos direcionados e destinados a apoiar o desenvolvimento de novos projetos de produção de hidrogénio, fomentando o surgimento de novas tecnologias inovadoras. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

---

#### FONTES DE FINANCIAMENTO

FA, Fundos Comunitários (PO SEUR, PT 2030), Fundos Geridos pela Comissão Europeia, Banco Europeu de Investimento (BEI)

---

#### ENTIDADES ENVOLVIDAS

MAAC, MF, METD, MCTES, ERSE, DGEG, LNEG, APA, ERSAR, AdP

---

## 2. ARMAZENAMENTO, TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO

### MEDIDAS DE AÇÃO

2.1. Proceder à regulamentação da injeção de hidrogénio nas redes de gás natural, tendo em consideração a qualidade e segurança do abastecimento, incluindo a identificação dos pontos da rede de gás onde será possível a injeção de hidrogénio nos vários níveis de pressão [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO: 2020]

2.2. Promover a injeção de hidrogénio nas redes de gás natural, estabelecendo para o efeito metas obrigatórias de incorporação. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO: 2020]

2.3. Efetuar um levantamento e caracterização exaustiva das necessidades de investimento nas redes de gás natural, nos seus vários elementos, tendo em vista a alcançar os níveis de segurança e fiabilidade para a injeção de hidrogénio no sistema. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO: 2020-2023]

2.4. Promover a adaptação dos atuais instrumentos de planeamento e investimento das redes de transporte e distribuição para incluir a dimensão hidrogénio, em linha com os objetivos da presente Estratégia. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2023]

2.5. Promover soluções de armazenamento de hidrogénio, incluindo o armazenamento subterrâneo em grande escala em território nacional, através da avaliação do potencial e das condições estruturais do armazenamento subterrâneo para assegurar elevados níveis de incorporação de hidrogénio em condições de segurança e fiabilidade. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]

2.6. Promover a utilização de hidrogénio como forma de armazenamento de energia, por via da sua injeção nas redes de gás. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]

---

2.7. Assegurar uma participação ativa ao nível do CEN (*European Committee for Standardization*) nos principais comités relativos ao hidrogénio – segurança, armazenamento e transporte, injeção na rede de gás. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

2.8. Desenhar avisos direcionados e destinados a apoiar o desenvolvimento de novos projetos de armazenamento, transporte e distribuição de hidrogénio, fomentando o surgimento de novas tecnologias inovadoras. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2027]

2.9. Incentivar e apoiar a criação de sinergias com a indústria naval nacional para acelerar a inovação na construção ou adaptação de navios para o transporte de hidrogénio. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

2.10. Promover o diálogo com Espanha com o objetivo de reforçar a cooperação regional no domínio do hidrogénio, posicionando a Península Ibérica como fornecedor de hidrogénio verde para a Europa. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2027]

2.11. Aprofundar a integração do mercado grossista de gás natural ao nível ibérico, prosseguindo com a implementação do MIBGAS incluindo o hidrogénio. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2027]

---

#### FONTES DE FINANCIAMENTO

FA, Fundos Comunitários (PO SEUR, PT 2030), Fundos Geridos pela Comissão Europeia, Banco Europeu de Investimento (BEI)

---

#### ENTIDADES ENVOLVIDAS

MAAC, METD, ERSE, DGEG, LNEG, ORTs, ORDs

---

---

### 3. DESCARBONIZAÇÃO DOS TRANSPORTES

#### MEDIDAS DE AÇÃO

3.1. Proceder à adaptação da regulamentação para possibilitar a introdução do hidrogénio na mobilidade e no setor dos transportes. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2022]

3.2. Proceder à regulamentação da instalação de pontos de abastecimento de hidrogénio bem como dos equipamentos para efeitos de abastecimento. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2021]

3.3. Promover e apoiar a implementação de uma infraestrutura de abastecimento de hidrogénio verde, preferencialmente com produção local associada ao ponto de abastecimento, em linha com a evolução do mercado e tendo em consideração as principais vias de circulação. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

3.4. Promover e apoiar a implementação de infraestruturas de abastecimento de hidrogénio verde associados a frotas. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

3.5. Incluir a possibilidade de aquisição de veículos a hidrogénio associados a frotas do estado e de empresas de transporte públicas. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

3.6. Promover a utilização de hidrogénio nas frotas de transportes coletivos (autocarros e comboios), através de incentivo à substituição de equipamentos e respetivas infraestruturas de abastecimento, bem como o estabelecendo de limites mínimos para a introdução de hidrogénio. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

3.7. Promover a utilização de hidrogénio verde em transporte de mercadorias e frotas de longo curso, através de incentivo à substituição de equipamentos e respetivas infraestruturas de abastecimento, bem como o estabelecendo de limites mínimos para a introdução de hidrogénio. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

3.8. Estudar viabilidade da reconversão ferroviária dos equipamentos a diesel para hidrogénio verde, para circulação em linhas não eletrificadas. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

3.9. Promover a utilização de hidrogénio verdes nos veículos ligeiros, em particular nas frotas de táxis, frotas de empresas e mobilidade partilhada. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

3.10. Projetos para a otimização da utilização de hidrogénio em veículos ligeiros com vista à redução de custos e ao desenvolvimento de novos modelos de negócio. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

3.11. Dinamizar e promover a indústria nacional automóvel e de componentes com tecnologia e produtos que possibilitem a adoção de mobilidade a hidrogénio. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

3.12. Assegurar a participação nos trabalhos de normalização relacionados com estações de reabastecimento de veículos e equipamentos e procedimentos associados, no âmbito da solicitação de normalização M/533 da Comissão Europeia ao CEN, para apoio à implementação da Diretiva 2014/94/UE, relativa à criação de uma infraestrutura para combustíveis alternativos. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

---

3.13. Promover a realização de estudos de perceção pública, impacte no emprego, saúde e segurança e no desenvolvimento regional/local. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]

3.14. Desenhar avisos direcionados e destinados a apoiar o desenvolvimento de novos projetos de descarbonização dos transportes por via do hidrogénio, fomentando o surgimento de novas tecnologias inovadoras. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2027]

---

**FONTES DE FINANCIAMENTO**

FA, Fundos Comunitários (PO SEUR, PT 2030), Fundos Geridos pela Comissão Europeia, Banco Europeu de Investimento (BEI)

---

**ENTIDADES ENVOLVIDAS**

MAAC, MIH, DGEG, ENSE, LNEG, IMT, Municípios

---

---

**4. DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA**

---

**MEDIDAS DE AÇÃO**

4.1. Promover e incentivar a substituição do gás natural e de outras matérias-primas de origem fóssil por hidrogénio verde estabelecendo metas para a sua introdução. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

4.2. Promover a descarbonização da cogeração com recurso a gás natural, promovendo a substituição deste combustível fóssil por alternativas renováveis, incluindo o hidrogénio [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2021-2030]

4.3. Apoiar a implementação de projetos-piloto à escala industrial para a introdução de hidrogénio no setor da metalúrgica, em particular no processo de produção de aço, contribuindo para a total descarbonização deste setor. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]

4.4. Promover e apoiar a substituição de equipamentos que possibilitem a integração de hidrogénio nos processos produtivos. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2027]

4.5. Promover e apoiar a produção local de hidrogénio verde através do reaproveitamento de águas residuais provenientes dos processos produtivos. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

4.6. Incentivar projetos de produção local de hidrogénio verde associado à captura, sequestro e utilização de CO<sub>2</sub> (CCUS) em processos industriais. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

4.7. Definição de standards de qualidade e segurança para equipamentos que possibilitem a utilização de hidrogénio no processo produtivo. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]

4.8. Proceder à regulamentação da instalação de sistemas de produção, armazenamento e abastecimento de hidrogénio em instalações industriais. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]

4.9. Incentivar I&D para o desenvolvimento e demonstração de tecnologias de produção de calor com base em 100% hidrogénio para aplicações industriais. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]

4.10. Desenhar Avisos direcionados e destinados a apoiar o desenvolvimento de novos projetos de descarbonização da indústria por via do hidrogénio, fomentando o surgimento de novas tecnologias inovadoras. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2027]

---

**FONTES DE FINANCIAMENTO**

FA, Fundos Comunitários (PO SEUR, PT 2030), Fundos Geridos pela Comissão Europeia, Banco Europeu de Investimento (BEI)

---

**ENTIDADES ENVOLVIDAS**

MAAC, METD, ERSE, DGEG

---

---

**5. DESCARBONIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE E CALOR**

---

**MEDIDAS DE AÇÃO**

5.1. Promoção da utilização de hidrogénio para produção de energia (eletricidade e calor), através da utilização de hidrogénio em edifícios e comunidades de energia. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

5.2. Explorar e aproveitar o caráter flexível e facilitador do hidrogénio nas relações de complementaridade entre setores. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

5.3. Regulamentar a utilização do hidrogénio para produção combinada de eletricidade e calor na indústria, edifícios e comunidades de energia. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2022]

---

---

5.4. Promover a descarbonização de forma gradual e sustentada das centrais térmicas a gás natural com vista à sua total descarbonização até 2050, estabelecendo limites mínimos para a incorporação de hidrogénio. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]

5.5. Promover a descarbonização da cogeração com recurso a gás natural, promovendo a substituição deste combustível fóssil por alternativas renováveis, incluindo o hidrogénio [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2021-2030]

5.6. Efetuar uma análise prospetiva das necessidades de adequação dos equipamentos de utilização doméstica que possibilitem a integração de hidrogénio de acordo com as metas definidas de injeção de hidrogénio nas redes. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]

5.7. Promover a substituição ou a adequação dos equipamentos de utilização doméstica que possibilitem a integração de níveis mais elevados de hidrogénio. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

5.8. Promover projetos de utilização de pilhas de combustível em edifícios para a produção combinada de eletricidade e calor, incluindo a realização de estudos de perceção pública e testes de utilização dos equipamentos por parte dos consumidores. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]

5.9. Incentivar I&D ao nível da produção de eletricidade através de pilhas de combustível (PEM ou outra de eficiência otimizada) e ao nível da produção descentralizada de eletricidade por via de cogeração em pilhas de combustível de alta temperatura (SOFC), utilizando hidrogénio verde produzido e armazenado localmente. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

5.10. Desenhar avisos direcionados e destinados a apoiar o desenvolvimento de novos projetos de descarbonização da produção de eletricidade e calor por via do hidrogénio, fomentando o surgimento de novas tecnologias inovadoras. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2027]

5.11. Incentivar a implementação de projetos-piloto de cidades 100% renováveis, onde o hidrogénio surge como solução complementar para a total descarbonização dos consumos de energia. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2021-2025]

5.12. Incluir a dimensão hidrogénio ao nível das avaliações de segurança de abastecimento do sistema energético nacional (eletricidade e gás natural). [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

---

**FONTES DE FINANCIAMENTO**

FA, Fundos Comunitários (PO SEUR, PT 2030), Fundos Geridos pela Comissão Europeia, Banco Europeu de Investimento (BEI)

---

**ENTIDADES ENVOLVIDAS**

MAAC, MCTES, ERSE, DGEG, LNEG

---

**6. COMBUSTÍVEIS SINTÉTICOS E OUTROS USOS****MEDIDAS DE AÇÃO**

6.1. Promover e incentivar a produção de combustíveis sintéticos (líquidos ou gasosos) com base em hidrogénio verde, incluindo a vertente de captura, armazenamento e utilização de CO<sub>2</sub>. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

6.2. Definição de standards de qualidade e segurança para a produção de combustíveis sintéticos a partir de hidrogénio verde. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]

6.3. Efetuar uma avaliação prospetiva do potencial de produção de combustíveis sintéticos em Portugal a partir de hidrogénio, em complemento com outras formas de energia, e de que forma podem contribuir para a descarbonização da economia, em particular em setores com menos opções tecnológicas (ex.: aviação), identificando potenciais projetos a implementar nos próximos anos. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]

6.4. Incentivar I&D ao nível da produção de novos combustíveis sintéticos com base em hidrogénio verde, incluindo a vertente de captura, armazenamento e utilização de CO<sub>2</sub>. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

6.5. Desenhar Avisos direcionados e destinados a apoiar o desenvolvimento de novos projetos de produção de combustíveis e outros usos por via do hidrogénio, fomentando o surgimento de novas tecnologias inovadoras. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2027]

---

**FONTES DE FINANCIAMENTO**

FA, Fundos Comunitários (PO SEUR, PT 2030), Fundos Geridos pela Comissão Europeia, Banco Europeu de Investimento (BEI)

---

**ENTIDADES ENVOLVIDAS**

MAAC, MIH, METD, ERSE, DGEG

## 7. AÇÕES TRANSVERSAIS

### MEDIDAS DE AÇÃO

- 7.1. Implementar um Laboratório Colaborativo que desenvolva atividade de I&D em torno das principais componentes relevantes da cadeia de valor do hidrogénio. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2023]
- 7.2. Promover a realização de estudos avaliação do ciclo de vida para cada uma das configurações, incluindo impactes ambientais, económicos e sociais. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]
- 7.3. Promover a realização e implementação de projetos para avaliação e desenho e desenvolvimento de novos modelos de negócio (cadeia de valor: produção-distribuição-consumo). [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]
- 7.4. Dinamizar a componente da cooperação internacional em torno do hidrogénio, através da celebração de memorandos de entendimento e outras formas de cooperação. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]
- 7.5. Assegurar a participação nos principais fóruns europeus e internacionais em torno do hidrogénio, incluindo no âmbito do *Hydrogen Energy Ministerial* e da *Clean Energy Ministerial*. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2021]
- 7.6. Incentivar a participação de empresas e instituições nacionais em fóruns e iniciativas relevantes no domínio do hidrogénio ao nível europeu e internacional. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2025]
- 7.7. Estimular a instalação de novas indústrias e empresas que desenvolvam atividade em torno das principais componentes relevantes da cadeia de valor do hidrogénio (ex.: produção de eletrolisadores). [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]
- 7.8. Estimular a reconversão de indústrias e empresas associadas a setores intensivos em carbono para novas atividades em torno das principais componentes relevantes da cadeia de valor do hidrogénio. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]
- 7.9. Propor a criação de uma Aliança Nacional para o Hidrogénio que junte as principais instituições e empresas para fomentar novas tecnologias, serviços e produtos, posicionando Portugal como um *player* ao nível europeu e internacional neste domínio. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2023]
- 7.10. Desenvolver materiais e diretrizes para efeitos de treino sobre procedimentos relacionados a produção, manuseio, transporte e uso de hidrogénio nos vários setores. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]
- 7.11. Promover, colaborar e apoiar o desenvolvimento de novas competências e qualificações relacionadas com a produção, manuseio, transporte e uso de hidrogénio nos vários setores. [PERÍODO DE IMPLEMENTAÇÃO 2020-2030]

### FONTES DE FINANCIAMENTO

n.e.

### ENTIDADES ENVOLVIDAS

MAAC, METD, MNE, ERSE, DGEG

## 2.4. METAS E OBJETIVOS NACIONAIS

Uma meta não resulta de um exercício de previsão, mas de um compromisso que se pretende mobilizador e agregador. Um dos principais objetivos desta Estratégia passa por promover e dinamizar, tanto o lado da produção como o lado do consumo nos vários setores da economia, criando as necessárias condições para uma verdadeira economia de hidrogénio em Portugal. Para assegurar o lado da procura, importa fixar metas ambiciosas, mas realistas, de incorporação de hidrogénio nos vários setores da economia, que sejam compatíveis com a ambição dos vários setores na transição energética, com a capacidade de investimento atual e futura, e com a disponibilidade de soluções tecnológicas capazes de assegurar os níveis de incorporação desejados.

Este primeiro exercício de definição de metas de incorporação de hidrogénio nos vários setores, resulta do conhecimento disponível à data, com base em estudos e relatórios, carecendo de uma discussão mais profunda e técnica com os principais interessados dos vários setores. A proposta que se apresenta de seguida será naturalmente, e em resultado das interações que ocorrerão no período que se seguirá à publicação da presente Estratégia, alvo de revisão para as adequar à realidade nacional, em linha com os objetivos de descarbonização e de transição energética.

Um dos objetivos é assegurar no longo prazo – 2050 – uma descarbonização total de toda a rede de gás natural e das centrais termoelétricas a gás natural, que são ativos importantes para assegurar os níveis adequados de

segurança do abastecimento, e contribuir ativamente a descarbonização do setor dos transportes e do setor da indústria em complemento com outros vetores energéticos, como a eletricidade de origem renovável.

Em complemento à fixação de metas de incorporação de hidrogénio, é importante traçar um conjunto de objetivos que revelem a ambição desta Estratégia e que assegurem que essas metas são cumpridas. Por um lado, é necessário assegurar a capacidade de produção de hidrogénio, através de uma multiplicidade de projetos à escala nacional e com escalas variáveis, e por outro assegurar que o mercado dispõe das infraestruturas capazes de dar resposta à evolução expectável do mercado, em particular no setor dos transportes. E, finalmente, que esses investimentos são feitos sem agravar os custos energéticos incorridos pelos consumidores domésticos e industriais portugueses, o que elimina um entrave que condicionaria a adoção de uma Estratégia ambiciosa de promoção do hidrogénio no sistema energético português e, por essa via, dificulta a descarbonização.

A quantificação destes objetivos, também eles sujeitos a revisão após uma discussão conjunta com os interessados envolvidos, teve como ponto de partida um trabalho de modelação efetuado pela DGEG, e cujos principais resultados são apresentados no capítulo 3 da presente Estratégia. A tabela seguinte apresenta a proposta de metas de incorporação de hidrogénio em volume nos vários setores, como ponto de partida para uma discussão conjunta com os interessados.

**Tabela 9 – Proposta de metas e objetivos de incorporação, em volume, de hidrogénio nos vários setores**

	2025	2030	2040	2050
 H <sub>2</sub> NA REDE DE TRANSPORTE DE GÁS NATURAL <sup>20</sup>	1% - 5%	10% - 15%	40% - 50%	75% - 80%
 H <sub>2</sub> NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL <sup>21</sup>	1% - 5%	10% - 15%	40% - 50%	75% - 80%
 H <sub>2</sub> NO CONSUMO DA INDÚSTRIA <sup>22</sup>	0,5% - 1%	2% - 5%	10% - 15%	20% - 25%
 H <sub>2</sub> NO CONSUMO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO	0,1% - 0,5%	1% - 5%	5% - 10%	20% - 25%
 H <sub>2</sub> NO TRANSPORTE MARÍTIMO DOMÉSTICO	0%	3% - 5%	10% - 15%	20% - 25%
 H <sub>2</sub> NO CONSUMO TOTAL FINAL DE ENERGIA	1% - 2%	2% - 5%	7% - 10%	15% - 20%
 H <sub>2</sub> NAS CENTRAIS TERMOELÉTRICAS A GÁS NATURAL	1% - 5%	5% - 15%	40% - 50%	75% - 80%
 CAPACIDADE PARA PRODUÇÃO DE H <sub>2</sub>	250 - 500 MW	1,75 - 2 GW	3 GW	5 GW
 CAPACIDADE PARA PRODUÇÃO DE H <sub>2</sub> UPP <sup>23</sup> (<5 MW)	50 MW	100 MW	250 MW	500 MW
 N.º DE PONTOS DE ABASTECIMENTO	10 - 25	50 - 100	500 - 700	1000 - 1500

<sup>20</sup> O diferencial para os 100% será por via de outros gases renováveis (biogás e biometano).

<sup>21</sup> O diferencial para os 100% será por via de outros gases renováveis (biogás e biometano).

<sup>22</sup> Indústria Transformadora e Extrativa. Serão avaliados objetivos para cada um dos setores prioritários.

<sup>23</sup> Unidades de Pequena Produção.

	N.º DE VEÍCULOS PESADOS DE PASSAGEIROS	25 - 50	400 – 750	1500 - 2500	4500 – 6000
	N.º DE VEÍCULOS PESADOS DE MERCADORIAS	25 - 50	400 - 500	4000 - 5000	10000 – 12000
	N.º DE VEÍCULOS LIGEIOS (PASSAGEIROS E MERCADORIAS)	400 - 500	750 - 1000	4000 - 5000	25000 – 30000

## 2.5. PROJETO INDUSTRIAL EM SINES

### CONCEITO

A concretização de um projeto âncora de grandes dimensões à escala industrial de produção de hidrogénio verde, é fundamental para criar uma economia do hidrogénio em Portugal, com capacidade de integrar, em simultâneo, as dimensões da produção à escala industrial, do processamento, armazenamento e transporte, e do consumo interno e externo, por via da exportação.

Portugal apresenta condições muito favoráveis para a instalação de uma indústria desta natureza, nomeadamente em Sines, face às múltiplas vantagens que apresenta – localização estratégica na costa atlântica portuguesa, disponibilidade de um porto de águas profundas, infraestruturas de transporte, armazenamento e ligação à rede de transporte de GN, próximo de uma zona industrial com consumidores atuais e futuros de hidrogénio e disponibilidade de terrenos.

Figura 25 – Localização estratégica de Sines

#### VANTAGENS DA LOCALIZAÇÃO DE UM PROJETO INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE H<sub>2</sub> EM SINES

- Situa-se na costa atlântica portuguesa (proximidade com o mar e abastecimento de água);
- Dispõe de Porto de águas profundas (permite a exportação);
- Dispõe de infraestruturas de transporte, armazenamento e ligação à rede de transporte de GN;
- Tem associado uma zona industrial com consumos de hidrogénio;
- Disponibilidade de terrenos.

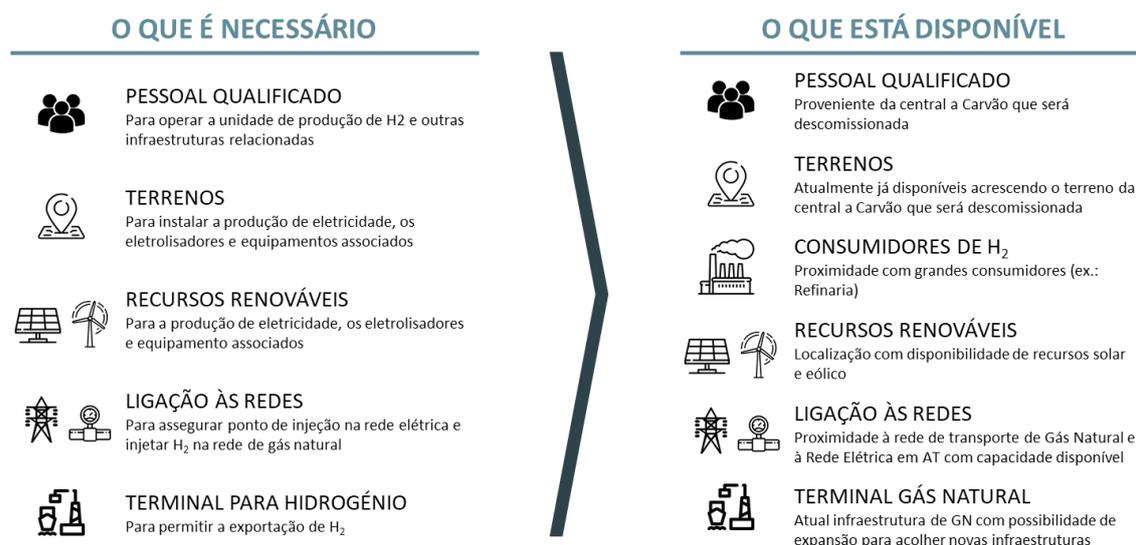


Este projeto à escala industrial para a produção de hidrogénio verde, está focado em alavancar a energia solar, mas também eólica, enquanto fatores de competitividade (o custo da eletricidade representa a maior fatia do custo de produção e Portugal apresenta uma enorme vantagem competitiva face aos restantes países porque apresenta

custos de produção de eletricidade mais baixos), na transformação industrial e na oportunidade para aumentar as exportações.

Para além da localização estratégica de Sines que aporta uma vantagem competitiva à instalação de um projeto de produção de hidrogénio verde à escala industrial, este projeto será também alavancado por um conjunto de outros recursos já existentes em Sines, que vão desde a disponibilidade de pessoal qualificado até à disponibilidade de um conjunto de infraestruturas existentes.

Figura 26 – Recursos disponíveis para alavancar o projeto de Sines

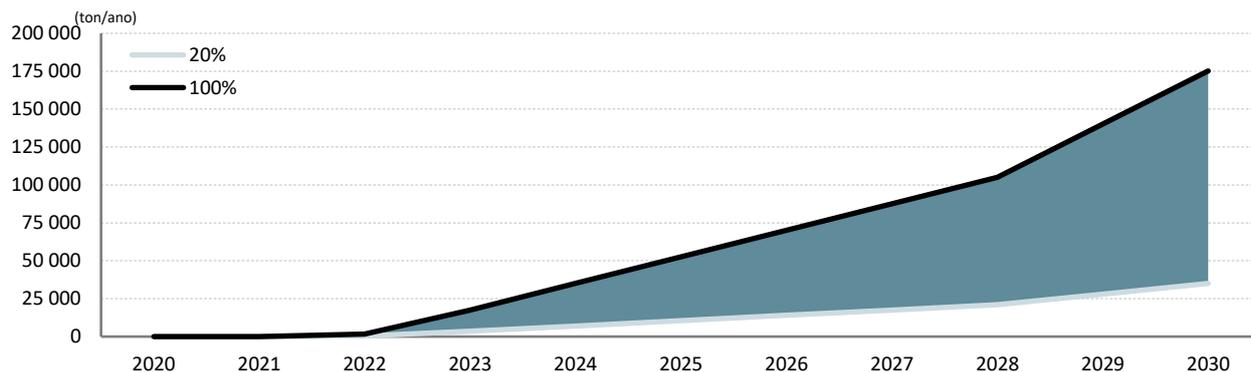


Em concreto, pretende-se que o projeto para a instalação de unidade industrial em Sines para a produção de hidrogénio verde tenha uma capacidade total em eletrolisadores de, pelo menos, 1 GW até 2030 e seja alimentado por energia elétrica de origem renovável, nomeadamente solar e eólica.

A capacidade de produção de hidrogénio neste projeto será flexível, e deverá crescer à medida das necessidades do mercado nacional, por via do estímulo ao consumo e fixação de metas de incorporação, e do mercado internacional, por via da exportação, e terá associada uma capacidade de produção de eletricidade em regime de autoconsumo a partir de fontes renováveis dimensionada para maximizar a produção de hidrogénio ao menor custo possível.

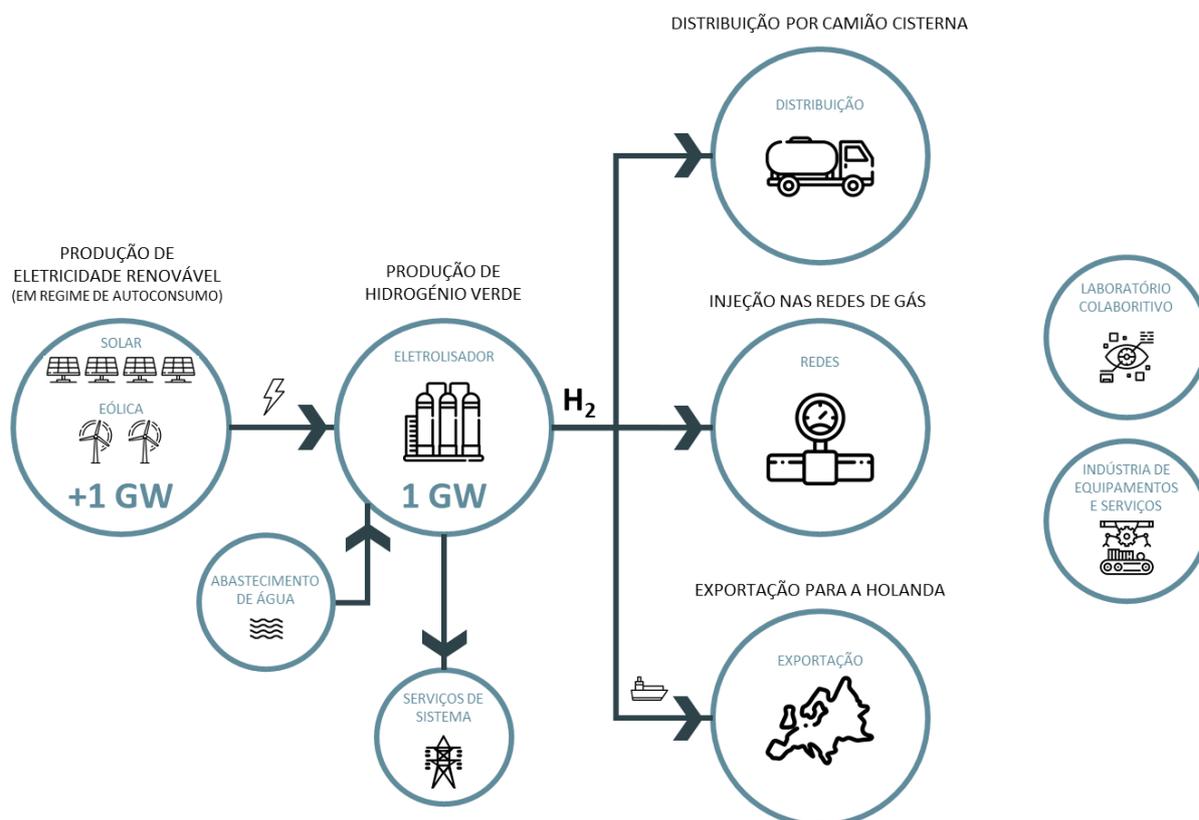
O objetivo passa por implementar a solução que otimiza os recursos para a produção de eletricidade, e por sua vez otimizar ao máximo o custo de produção do hidrogénio. À partida, a aposta numa solução híbrida (solar e eólica), embora possa não minimizar o custo de eletricidade (LCOE), minimiza o custo do hidrogénio produzido (LCOH), uma vez que é possível obter um maior número de horas de produção, pese embora uma solução híbrida represente um investimento maior, quando comparado com uma solução de produção com base numa única tecnologia, como seja o solar. A figura seguinte ilustra as possíveis curvas de produção de hidrogénio para diferentes horas de produção anual, de acordo com a evolução expectável da capacidade instalada.

Figura 27 – Curva de produção expectável consoante o perfil de produção de eletricidade



O hidrogénio produzido em Sines será escoado por três vias: (i) injeção direta nas redes de gás natural, (ii) distribuição por camião cisterna para diversos pontos de consumo (ex.: estações de serviço com postos de hidrogénio e/ou consumidores finais) e (iii) exportação via terminal de Sines. Numa primeira fase, e dada a menor dimensão do projeto, prevê-se que o hidrogénio produzido em Sines seja totalmente absorvido pelo mercado nacional, mas à medida que a capacidade de produção crescer, começará a ganhar relevância a exportação para o mercado europeu, nomeadamente para os Países Baixos, por via marítima.

Figura 28 – Composição do projeto de produção de hidrogénio verde à escala industrial em Sines



Em termos externos, o objetivo é posicionar o porto de Sines como um importante *hub* de hidrogénio verde, que permita a exportação para o norte da Europa, em particular para os Países Baixos, e posteriormente para outros países e regiões, pelo que a concretização deste projeto será alicerçada em parcerias estratégicas, quer nacionais, quer europeias e internacionais, contribuindo para o sucesso deste projeto. Em primeiro lugar, passará por uma parceria estratégica com os Países Baixos, com potencial para abranger outros Estados-Membros, dando uma dimensão europeia ao projeto e de forma a reunir melhores condições para assegurar financiamento comunitário e identificar parceiros para aprofundar o conhecimento nesta cadeia de valor. A cooperação entre Estados-Membros em torno da economia do Hidrogénio Verde contribui de forma muito significativa e concreta para uma estratégia ambiental e climática da UE, combinando competitividade e sustentabilidade.

Este projeto pretende ser um catalisador para o desenvolvimento de toda uma nova indústria de produção de hidrogénio verde em Portugal com enorme potencial para dinamizar uma nova economia, aliada ao enorme potencial para a descarbonização de vários setores. Para o efeito, a concretização deste projeto à escala industrial permitirá criar as condições para o desenvolvimento de um *cluster* industrial em torno do hidrogénio (ex.: implementação de uma fábrica de produção de eletrolisadores) e associar um novo Laboratório Colaborativo que aborde as componentes relevantes da cadeia de valor do hidrogénio (ex.: eletrolisadores e células de combustível, sinergias com as renováveis, armazenamento e transporte, entre outros).

O investimento previsto, numa estimativa ainda preliminar, deverá ser superior a 2,85 mil milhões de euros, abrangendo o investimento nas componentes da produção de eletricidade renovável, na produção de hidrogénio (eletrolisadores) e de infraestruturas para transporte, distribuição e armazenamento. As restantes componentes do

projeto – infraestruturas e meios para a exportação, unidade industrial de produção de eletrolisadores e laboratório colaborativo – alavancarão ainda mais investimento, num montante que se estima que poderá chegar aos 5 mil milhões de euros numa fase mais adiantada de desenvolvimento e maturidade do projeto.

## EXECUÇÃO

Este projeto está a ser pensado e estruturado para ser executado sob a forma de um consórcio que contará com empresas portuguesas e holandesas, não estando ainda nesta fase descartada a participação de empresas de outros Estados-Membros que abranjam toda a cadeia de valor pensada para este projeto, com experiência comprovada nas áreas onde irão operar e que ao mesmo tempo ambicionem promover a transição energética e a descarbonização com base em fontes renováveis e hidrogénio verde, estimulando importantes investimentos em ambos os países e contribuindo ativamente para a prossecução dos objetivos estratégico em matéria de energia e clima da União Europeia.

O projeto prevê abranger quatro grandes áreas de interesse da cadeia de valor, nomeadamente: (i) produção dedicada de energia elétrica renovável; (ii) produção de hidrogénio; (iii) infraestruturas associadas para transporte, distribuição e armazenamento; (iv) exportação por via marítima. Com muita relevância para o sucesso do projeto, consideram-se ainda as seguintes áreas de interesse: (i) mercado nacional; (ii) produção dos eletrolisadores; (iii) laboratório colaborativo.

Tabela 10 – Estrutura preliminar para a execução do projeto de Sines

	ÁREAS DE INTERESSE	OBJETIVO
CADEIA DE VALOR	PRODUÇÃO DEDICADA DE ENERGIA ELÉTRICA RENOVÁVEL	Produção de energia elétrica renovável para alimentar a unidade de produção de H <sub>2</sub> . Inclui o desenvolvimento, construção e operação da central que terá uma capacidade instalada superior a 1 GW, dimensionada de acordo com as necessidades da unidade de produção de H <sub>2</sub> e otimizada para maximizar a produção ao mais baixo custo possível.
	PRODUÇÃO DE HIDROGÉNIO	Produção de H <sub>2</sub> verde. Inclui o desenvolvimento, construção e operação da unidade de produção de H <sub>2</sub> que terá uma capacidade instalada de 1 GW.
	INFRAESTRUTURAS DE TRANSPORTE, DISTRIBUIÇÃO E ARMAZENAMENTO	Construção, supervisão e operação de infraestruturas para o transporte, distribuição e armazenamento de H <sub>2</sub> , podendo incluir o aproveitamento e reconversão de ativos de gás natural para H <sub>2</sub> .
	EXPORTAÇÃO	Construção, supervisão e operação de infraestruturas associadas à logística de exportação de H <sub>2</sub> , que inclui a infraestrutura necessária para a conversão de H <sub>2</sub> para o transporte por via marítima (ex.: H <sub>2</sub> liquefeito ou comprimido, amónia, LOHC <sup>24</sup> , entre outros).
OUTRAS ÁREAS	MERCADO NACIONAL	Dinamização de um mercado competitivo, nível nacional e europeu, para a comercialização de H <sub>2</sub> de forma a dar resposta às necessidades dos consumidores.
	PRODUÇÃO DOS ELETROLISADORES	Instalação e operação de uma unidade industrial de produção de eletrolisadores para garantir capacidade de produção suficiente para suprir as necessidades do projeto e, numa fase posterior, exportar equipamentos para outros mercados.
	LABORATÓRIO COLABORATIVO	Implementação de um projeto de um laboratório colaborativo capaz de promover a inovação, abordar as áreas relevantes da cadeia de valor e promover a criação de emprego qualificado.

## CLUSTER INDUSTRIAL

Este projeto é acima de tudo um grande projeto industrial com um horizonte de desenvolvimento até 2030 e para além dessa data, que irá potenciar a capacidade tecnológica e industrial das empresas nacionais nesta área e estimulará a criação de novas indústrias, empresas e serviços, com potencial exportador.

<sup>24</sup> Liquid Organic Hydrogen Carrier

Em primeiro lugar, e estando projetada uma capacidade total em eletrolisadores nunca inferior a 1 GW apenas para este projeto, está prevista a instalação em território nacional de uma fábrica de produção de eletrolisadores que, numa primeira fase, irá satisfazer a procura gerada por este projeto, e numa segunda fase fornecer equipamentos para outros projetos nacionais e internacionais. Este investimento criará emprego local, e terá capacidade efetiva para absorver trabalhadores de indústrias no âmbito de uma transição justa, gerar novas competências industriais e tecnológicas e potenciar o mercado nacional de hidrogénio.

## PARCERIA ESTRATÉGICA COM OS PAÍSES BAIXOS

A implementação, e parte do sucesso do projeto de Sines, assenta numa parceria estratégica com os Países Baixos. Esta parceria permitirá, por um lado dar uma dimensão europeia ao projeto como forma de assegurar financiamento comunitário e encontrar parceiros para o consórcio, e por outro criar sinergias entre entidades públicas e empresas para desenvolver um mercado de hidrogénio à escala europeia, combinar esforços para a criação de *standards* e o desenvolvimento de projetos de I&D.

As razões para uma parceria estratégica com os Países Baixos são várias, nomeadamente:

- Os Países Baixos desenvolveram uma estratégia avançada de uma economia de hidrogénio, procurando usar, tanto o hidrogénio de baixo carbono, como o hidrogénio verde, procurando desenvolver vários projetos ambiciosos no curto prazo (ex.: *Northern Netherlands Hydrogen Economy, H-Vision*);
- Os Países Baixos confrontam-se com o desafio da necessidade de dispor de produção de H<sub>2</sub> que seja capaz de fazer face à elevada procura interna (refinarias, fertilizantes e indústria química);
- Os Países Baixos pretendem seguir uma estratégia diversificada, combinando H<sub>2</sub> verde produzido localmente com H<sub>2</sub> verde importado;
- Os Países Baixos desenvolveram uma importante indústria e empresas que atuam no mercado do H<sub>2</sub>, nomeadamente ao nível dos eletrolisadores;
- A localização nos Países Baixos de um importante cluster de indústria química, com elevadas necessidades de H<sub>2</sub>, e a proximidade com outros países com necessidades idênticas, como o caso da Bélgica e da Alemanha, alargam o mercado para a exportação.

No decorrer dos trabalhos de preparação do projeto de Sines, poderão surgir outras parcerias estratégicas com outros Estados-Membros, nomeadamente Luxemburgo e Alemanha, que potenciem novas sinergias.

## FINANCIAMENTO

A União Europeia disponibiliza atualmente mecanismos de apoio financeiro aos Estados-Membros e às empresas para ajudar a concretizar projetos desta dimensão e natureza, que podem ser combinados permitindo reduções consideráveis no custo de produção.

Neste contexto, ganha particular relevância a iniciativa IPCEI (*Important Projects of Common European Interest*) da Comissão Europeia, que abrange a cadeia de valor hidrogénio. O IPCEI permite reunir conhecimentos, especializações, recursos financeiros e agentes económicos em toda a UE, para suprir importantes falhas de mercado ou sistémicas e desafios sociais que não poderiam ser abordados de outro modo. O seu objetivo é associar os setores público e privado na realização de projetos de grande escala que proporcionem benefícios significativos para a União e os seus cidadãos.

Neste âmbito, a abrangência e a robustez industrial do projeto de Hidrogénio em Sines para a concretização dos objetivos da UE, vão ao encontro dos requisitos do estatuto IPCEI, já que o reforço da cooperação transfronteiriça e regional permitirá reduzir os preços de acesso à transição para as energias limpas, entre outras repercussões positivas no mercado interno e na sociedade Europeia.

O acesso ao estatuto IPCEI é relevante para o projeto de hidrogénio em Sines porque:

- Possibilita a acumulação de várias fontes de financiamento (fundos);
- Os projetos podem ser financiados até 100% nas despesas consideradas elegíveis;

- A Comissão Europeia dá prioridade a estes projetos;
- Estabelece uma plataforma da UE para apoiar a cooperação a longo prazo entre regiões, *clusters* e indústria.

Para se qualificar como IPCEI, o projeto deve ser importante do ponto de vista quantitativo ou qualitativo, e deve ser particularmente importante em termos de dimensão ou alcance e/ou implicar um risco tecnológico ou financeiro muito considerável. Deve igualmente cumprir, cumulativamente, com um conjunto de critérios:

- Contribuir de forma concreta, clara e identificável para a realização de um ou mais objetivos da União e deve ter um impacto significativo na competitividade da União;
- Representar um contributo substancial para a concretização dos objetivos da União, por exemplo, constituindo um eixo de importância para a estratégia Europa 2020, o Espaço Europeu da Investigação, a estratégia europeia em matéria de TFE, a Estratégia Energética para a Europa, entre outros;
- Deve envolver mais do que um Estado-Membro e os seus benefícios não se devem limitar aos Estados-Membros financiadores, e sim alargar-se a uma parte significativa da União;
- Os benefícios do projeto não devem limitar-se às empresas ou ao setor em causa, mas devem ter uma importância e uma aplicação mais vastas para a economia ou para a sociedade europeias;
- Deve envolver uma parte de cofinanciamento pelo beneficiário;
- Deve respeitar o princípio da eliminação progressiva dos subsídios com potenciais impactos negativos no ambiente

O BEI também incentiva projetos de hidrogénio que atualmente não são economicamente viáveis sem financiamento e, em particular, opera para projetos desta natureza e dimensão.

Neste âmbito, importa referir que, conforme a Comunicação no Jornal Oficial da União Europeia (2014/C 188/2), que proporciona aos Estados-Membros orientações específicas e transdisciplinares destinadas a incentivar o desenvolvimento de importantes projetos de colaboração que promovem o interesse europeu comum, a apreciação de tais projetos será mais favorável se:

- O projeto foi concebido de forma a permitir a todos os Estados-Membros interessados participar, tendo em conta o tipo de projeto, o objetivo a alcançar e as necessidades de financiamento;
- A conceção do projeto implicar a Comissão ou um organismo jurídico no qual esta delegou os seus poderes, como, por exemplo, o Banco Europeu de Investimento;
- O projeto envolver importantes interações de colaboração em termos de número de parceiros, envolvimento de organizações de diferentes setores, ou a participação de empresas de diferentes dimensões;
- O projeto envolver o cofinanciamento por um Fundo da União.

Os elementos necessários a uma candidatura IPCEI requerem forte mobilização da indústria e empenho na informação a ser submetida e analisada com os Estados Membros envolvidos e Comissão Europeia, sendo que o objetivo será ter o processo concluído a nível de decisão ainda no ano de 2020.

## **LABORATÓRIO COLABORATIVO PARA O HIDROGÉNIO**

Face à elevada componente tecnológica e de inovação associada a este projeto, a sua implementação terá associado um novo Laboratório Colaborativo (CoLab), com o principal objetivo de desenvolver atividade de I&D em torno das principais componentes relevantes da cadeia de valor do hidrogénio.

A implementação deste CoLab permite, não só dinamizar novas áreas de I&D com potencial para exportar conhecimento e tecnologia para outras geografias, mas também para criação de emprego qualificado com competências e novas áreas de desenvolvimento. Até à data foram já identificados um conjunto de áreas e competências de I&D associados à cadeia de valor implícita no projeto de Sines que importa dinamizar no âmbito deste CoLab, nomeadamente:

- **Produção** (minimizar os custos de produção)

- Maximizar a eficiência dos eletrolisadores (reduzir o consumo de eletricidade por kg de H<sub>2</sub> produzido);
- Possibilidade de produzir hidrogénio a partir de água salgada e águas residuais.
- **Transporte e distribuição** (minimizar os custos e garantir a segurança no transporte e distribuição)
  - Injeção de H<sub>2</sub> na rede de gás natural (P2G);
  - Liquefação de H<sub>2</sub> e armazenamento;
  - Transportador de LOHC (*Liquid Organic Hydrogen Carrier*).
- **Consumo** (potenciar novos usos e mercados)
  - Uso de hidrogénio turbinas de produção de eletricidade a gás/carvão atualmente em funcionamento;
  - Caldeiras a H<sub>2</sub> para produção de calor em processos industriais;
  - Células de Combustível para o setor dos transportes (rodoviário, ferroviário, marítimo, aéreo);
  - Usos industriais como matéria-prima (ex.: amónia verde, metanol verde).

## ESTRUTURA DE ACOMPANHAMENTO

Pela sua natureza transversal a vários setores e pelo grande impacto que terá na economia, será equacionado que o seu acompanhamento possa ser efetuado por uma estrutura dedicada, criada para o efeito, com representantes de diversas áreas governamentais – Energia, Economia, Infraestruturas, Negócios Estrangeiros, Planeamento e Ciência e Tecnologia.

## 2.6. MONITORIZAÇÃO E ACOMPANHAMENTO

O acompanhamento da implementação das medidas de ação a desenvolver no âmbito desta Estratégia é um importante elemento na gestão da política energética nacional, na medida em que permite não só monitorizar o progresso atingido, mas também assegurar o cumprimento das medidas e avaliar o seu grau de sucesso.

Para além dos indicadores de sucesso, são apresentados um conjunto de outros indicadores relevantes para a monitorização desta Estratégia, sendo que, à posteriori, podem ser desenvolvidos indicadores adicionais, conjuntamente com os diferentes setores, que se entendam por necessários por forma a reforçar a monitorização da presente Estratégia. De forma a monitorizar o cumprimento dos objetivos desta Estratégia, e das metas que lhe estão subjacentes, serão utilizados os seguintes indicadores:

Tabela 11 - Indicadores de monitorização da Estratégia Nacional para o hidrogénio

	INDICADOR	UNIDADE
MACRO	Despesa em I&I	M€
	Despesa em recursos humanos	M€
	Volume de investimento	M€
	Número de municípios envolvidos	n.º
	Número de projetos iniciados	n.º
PRODUÇÃO	Produção de H <sub>2</sub>	t/ano
	Produção de H <sub>2</sub> renovável	t/ano
	Produção de H <sub>2</sub> renovável por eletrólise	t/ano
	Produção de H <sub>2</sub> renovável por gaseificação	t/ano
	Produção de H <sub>2</sub> renovável por gaseificação de biomassa vegetal	t/ano
	Produção de H <sub>2</sub> renovável por gaseificação de RSU	t/ano
CONSUMO	Consumo de H <sub>2</sub> na mobilidade	TWh/ano
	Consumo de H <sub>2</sub> na mobilidade – veículos ligeiros	TWh/ano
	Consumo de H <sub>2</sub> na mobilidade – veículos pesados	TWh/ano
	Consumo interno de H <sub>2</sub> renovável no sector energético	TWh/ano
	Consumo de H <sub>2</sub> renovável para produção de eletricidade	TWh/ano
	Consumo de H <sub>2</sub> renovável na indústria como combustível	TWh/ano

	Consumo nacional de H <sub>2</sub> renovável na indústria como matéria prima	TWh/ano
ARMAZENAMENTO	H <sub>2</sub> armazenado	TWh/ano
PCI	Conteúdo energético do H <sub>2</sub> injetado na rede de gás natural	kJ/Nm <sup>3</sup>
	Conteúdo energético de metano fabricado com H <sub>2</sub> injetado na rede de gás natural	kJ/Nm <sup>3</sup>
INJEÇÃO	Volume de H <sub>2</sub> injetado na rede de gás natural	%
	Volume de metano de metano fabricado com H <sub>2</sub> , injetado na rede de gás natural	%
INDICADORES FER	H <sub>2</sub> no Consumo Final Bruto de Energia	% / tep
	H <sub>2</sub> no Consumo Final Bruto de Energia para aquecimento e arrefecimento	% / tep
	H <sub>2</sub> no Consumo Final Bruto de Energia para transportes	% / tep
EMISSÕES	Emissões de GEE na procura de energia	Mt CO <sub>2eq</sub> /ano
	Emissões de GEE na produção de energia	Mt CO <sub>2eq</sub> /ano
MERCADO	Custo do H <sub>2</sub> verde no mercado nacional	€/kg
	Custo do H <sub>2</sub> verde no mercado internacional	€/kg
	Número de estações de abastecimento de veículos a H <sub>2</sub>	nº
P&M	Documentos de política preparados	nº
	Incentivos fiscais introduzidos	M€

Além da monitorização em si, por via do acompanhamento dos indicadores, prevê-se também um esquema de avaliação e revisão regular desta Estratégia. O tema do hidrogénio é bastante dinâmico e sujeito a novos desenvolvimentos e inovação de forma constante, pelo que será necessário adotar uma Estratégia que possa ser adaptada em função dos desenvolvimentos, quer a nível nacional, quer a nível internacional. Numa primeira fase, a avaliação e revisão da Estratégia liga-se ao calendário previsto para o PNEC 2030, pelo que se propõem momentos de avaliação e revisão.

**Tabela 12 – Calendário previsto para a revisão e monitorização da Estratégia**

DATA	AÇÃO
06/2022	Avaliação da implementação e resultados da Estratégia, revisão de medidas e ações de curto prazo
06/2025	Revisão da Estratégia, avaliação da implementação e resultados do plano de ação, revisão de medidas e ações de curto e médio prazo
06/2027	Avaliação da implementação e resultados da Estratégia, revisão de medidas e ações de curto prazo
06/2030	Revisão da Estratégia, avaliação da implementação e resultados da Estratégia, revisão de medidas e ações de curto e médio prazo e proposta de Estratégia para 2031-2040 (2 - 5 anos)

## PRINCIPAIS MENSAGENS



O HIDROGÉNIO, EM COMPLEMENTO COM OUTROS VETORES ENERGÉTICOS, DESEMPENHARÁ UM PAPEL FUNDAMENTAL NA DESCARBONIZAÇÃO DA ECONOMIA, EM PARTICULAR NOS SETORES QUE ATUALMENTE DISPÕEM DE POUCAS OPÇÕES TECNOLÓGICAS NO CURTO-MÉDIO PRAZO – INDÚSTRIA, TRANSPORTES, ENERGIA



NO IMEDIATO COMEÇARÁ A SER ADOTADO UM QUADRO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E MEDIDAS DE AÇÃO, NOS DOMÍNIOS LEGISLATIVO E NORMATIVO, PROMOÇÃO DA I&D+I E APOIO A PROJETOS E NOVAS TECNOLOGIAS, QUE PROMOVAM O HIDROGÉNIO



PARA PROMOVER E DINAMIZAR A PRODUÇÃO E O CONSUMO DE HIDROGÉNIO NOS VÁRIOS SETORES DA ECONOMIA, IMPULSIONANDO UMA VERDADEIRA ECONOMIA DE HIDROGÉNIO EM PORTUGAL, SÃO FIXADAS METAS E OBJETIVOS AMBICIOSOS, MAS REALISTAS, DE INCORPORAÇÃO DE HIDROGÉNIO NOS VÁRIOS SETORES DA ECONOMIA



A CONCRETIZAÇÃO DE UM PROJETO ÂNCORA DE GRANDES DIMENSÕES À ESCALA INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE HIDROGÉNIO VERDE EM SINES COM UMA CAPACIDADE DE 1 GW EM 2030, SERÁ FUNDAMENTAL PARA CRIAR UMA ECONOMIA DO HIDROGÉNIO EM PORTUGAL QUE BENEFICIARÁ DA COMPETITIVIDADE DA ENERGIA SOLAR E DA LOCALIZAÇÃO ESTRATÉGICA E DAS CONDIÇÕES EXISTENTES EM SINES

# 3. CENARIZAÇÃO ENERGÉTICA

A cenarização com base em modelos quantitativos dos sistemas energéticos permite testar diferentes estratégias de implantação, o valor e razoabilidade de metas, o potencial impacto das políticas, identificar as melhores soluções tecnológicas e prever o impacto das políticas e medidas de energia e clima. A representação dessas interações depende de forma significativa dos pressupostos considerados, em particular, do desenvolvimento tecnológico (dinâmica, desempenho, custos) e do tipo de modelo utilizado (*top-down*, *bottom-up* ou ambos).

Nos estudos de suporte à presente Estratégia foi empregue o modelo energético nacional JANUS, desenvolvido pela DGEG para os trabalhos de preparação do PNEC, que é um modelo do tipo *bottom-up*, implementado sobre a plataforma LEAP 25. Este modelo energético JANUS (versão 4.19) foi melhorado para as necessidades de planeamento estratégico relativo ao hidrogénio (versão 4.25). Por um lado, foi estendido o horizonte temporal de 2030 até 2040. Por outro lado, foi adicionado um conjunto de tecnologias do hidrogénio não presentes originalmente nos trabalhos de modelação do PNEC, nomeadamente

- Na produção, à gaseificação de biomassa e a eletrólise em pequena escala (sistemas dispersos na ordem dos MW) foi acrescentada a eletrólise em larga escala (sistemas centralizados da ordem dos GW);
- Nos consumos intermédios, à utilização em células de combustível estacionárias para serviços de suporte à rede elétrica, foi acrescentada a metanação (de biogás, biomassa gaseificada, e outros fluxos não biológicos de CO<sub>2</sub>);
- Nos consumos finais, à utilização nos transportes rodoviários, foi acrescentada a utilização na indústria (tanto como combustível em si como enquanto matéria-prima), e a injeção na rede de gás natural.

Adicionalmente, foram efetuados estudos com um modelo do sistema elétrico nacional de elevada resolução temporal, desenvolvido pela DGEG em *EnergyPlan*<sup>26</sup>, designado KAIROS, que permitiu calibrar e ajustar o modelo JANUS para a tecnologia de eletrólise em larga escala.

Em termos de cenarização energética, foram estudados vários cenários que refletem diferentes estratégias e níveis de ambição do que poderá ser o contributo do hidrogénio, e outros gases renováveis, no sistema energético nacional que permite analisar o papel estratégico deste vetor energético, nomeadamente:

- **Cenário PNEC\_MA:** Cenário que contempla políticas e medidas adicionais às existentes até 2017. Este cenário foi atualizado tendo em conta a contabilização da energia de origem renovável captada pelas bombas de calor, uma componente que, já após a aprovação do PNEC em final de 2019, veio a integrar os Balanços Energéticos Nacionais.
- **Cenário H<sub>2</sub>\_BASE:** Atualização do cenário do PNEC\_MA (mantendo as suas metas e indicadores) com a introdução mais acentuada do hidrogénio no sistema energético nacional, procurando repartir de forma equilibrada o uso final do hidrogénio, entre o nível nacional (injeção na rede de gás natural, transportes e indústria) e a exportação (cerca de 50% do total produzido), introduzindo:
  - i. Redirecionamento de uma maior parte dos recursos de biomassa utilizados na produção de eletricidade nas perspetivas do PNEC, para produção de hidrogénio via gaseificação;

<sup>25</sup> Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP) system, Stockholm Environment Institute, <https://www.energycommunity.org>.

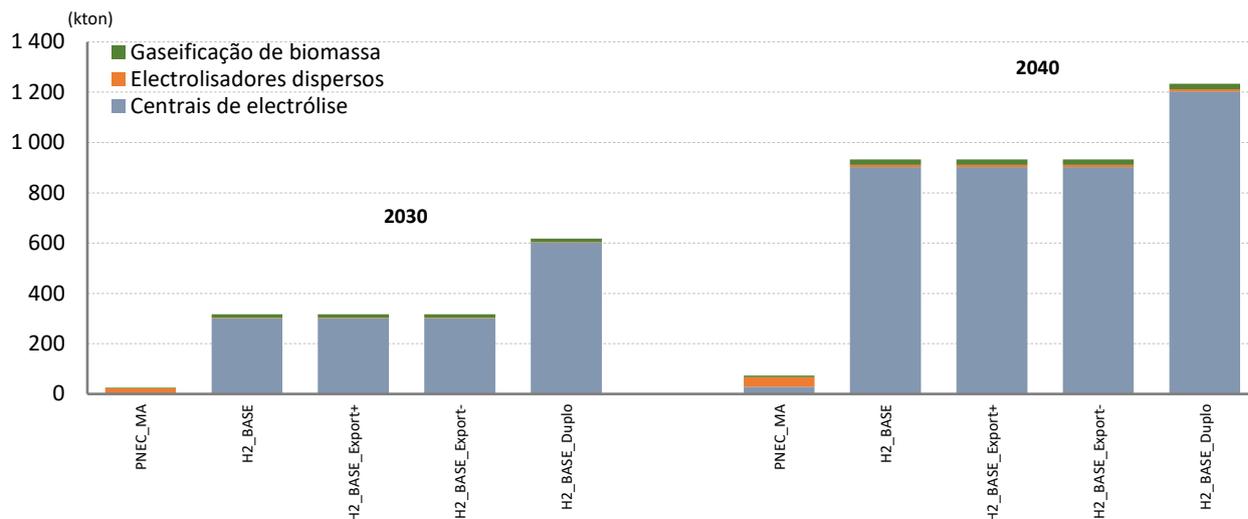
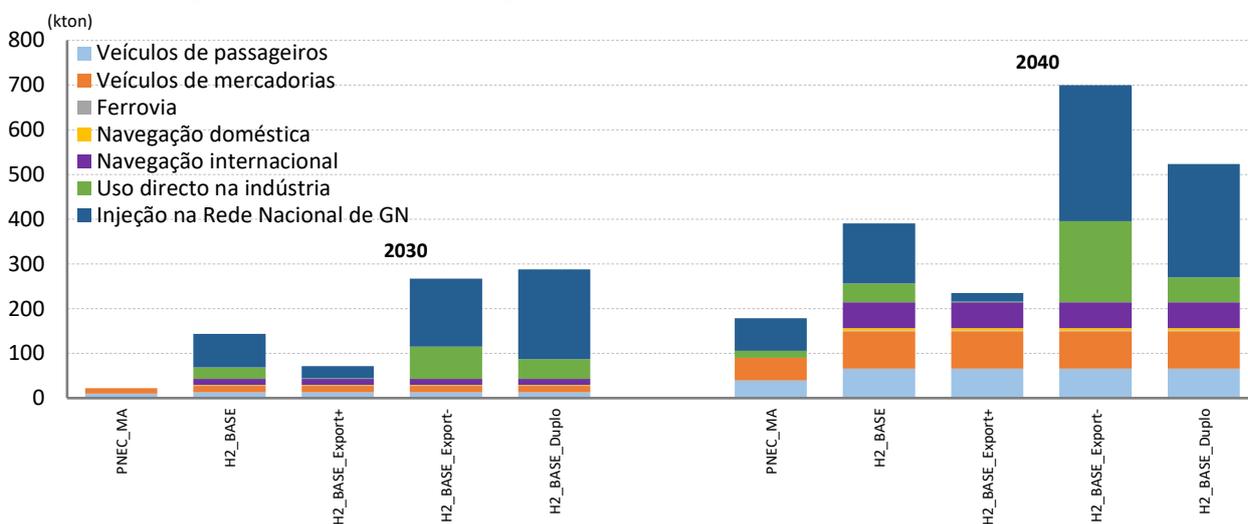
<sup>26</sup> <https://www.energyplan.eu/>

- ii. Utilização do hidrogénio renovável em metanação de biogás, de biomassa gaseificada, e mesmo, após 2030, em metanação de outros fluxos não biológicos de CO<sub>2</sub>, provenientes de processos de CCUS - Captura, Sequestro e Utilização de CO<sub>2</sub>);
  - iii. Projetos de eletrólise centralizada em larga escala de cerca 2,2 GW, que são abastecidos por eletricidade renovável, tanto proveniente de centrais dedicadas das tecnologias solar fotovoltaica e eólica, como de excessos de produção nacional e internacional potencialmente disponíveis na rede elétrica a muito baixo custo;
  - iv. Utilização direta do hidrogénio na indústria, tanto como combustível em si como enquanto matéria-prima;
  - v. Maior quota de veículos a hidrogénio nos veículos terrestres de motorização elétrica, e ainda, na navegação;
  - vi. Utilização transversal de hidrogénio renovável em todos os sectores económicos da procura de economia e na produção de eletricidade em centrais termoelétricas e em cogeração, via injeção na rede de gás natural, por um lado diretamente, por outro lado indiretamente através do metano.
- **Cenário H2\_BASE\_Export+:** Cenário de maximização da exportação do hidrogénio produzido, em detrimento da utilização interna, para avaliar os impactos extremos no sistema energético de opções estratégicas.
  - **Cenário H2\_BASE\_Export-:** Cenário de maximização da utilização interna de hidrogénio produzido, em detrimento da exportação, para avaliar os impactos extremos no sistema energético de opções estratégicas.
  - **Cenário H2\_BASE\_Duplo:** Cenário de produção e utilização de hidrogénio de ainda maior ambição relativamente ao cenário H2\_Base, no qual se duplica a capacidade instalada em eletrólise centralizada para 4,4 GW. De novo aqui a capacidade de produção de hidrogénio adicional é direcionada de forma equilibrada para exportação e para consumo nacional.
  - **Cenário 100%\_gases\_renováveis:** (EM CONSTRUÇÃO)

Os resultados quantitativos destes cenários são resumidos nas tabelas em anexo à presente Estratégia. É importante notar que os resultados deste exercício de modelação devem ser interpretados como um importante contributo de suporte para a definição de metas e objetivos, e não uma verdade absoluta, uma vez que a tomada de decisão não deve ter como base apenas um exercício de cenarização energética, mas todo um conjunto de outras informações e considerandos, como sejam aqueles decorrentes da interação com os agentes do setor.

Os resultados são importantes para avaliar o impacto da introdução do hidrogénio no setor energético, nomeadamente ao nível do seu contributo para a redução das emissões de GEE, penetração de fontes renováveis nos vários setores da economia, impacto nos principais indicadores (ex.: dependência energética) e necessidades de investimento, de forma a equacionar medidas adicionais que estimulem níveis mais elevados de penetração de hidrogénio nos vários setores.

O exercício de modelação efetuado no âmbito do PNEC 2030 introduz o hidrogénio no sistema energético nacional na década 2020-2030, maioritariamente com base na gaseificação de biomassa e considerando a eletrólise em grande escala na década 2030-2040. Neste exercício de modelação, este período é antecipado para 2023-2030, considerando uma rápida evolução da capacidade instalada em eletrolisadores com uma produção que logo a partir de 2025 já ultrapassa a da gaseificação.

**Figura 27 – Produção de hidrogénio em 2030 e 2040 para os diferentes cenários [FONTE: DGEG]**

**Figura 28 – Consumos finais de hidrogénio em 2030 e 2040 para os diferentes cenários [FONTE: DGEG]**


Para cada um dos cenários avaliados, relativo à implementação da capacidade de produção e consumo de hidrogénio nas cadeias de valor estratégicas consideradas prioritárias, avaliou-se o investimento previsional agregado para os períodos 2021-2030 e 2031-2040.

**Tabela 13 – Estimativas de investimento agregado para o período 2021-2040 para os diferentes cenários (milhões de euros)**

PERÍODO	PNEC_MA	H2_BASE	H2_BASE_Export+	H2_BASE_Export-	H2_BASE_Duplo
2021-2030	1 377 M€	5 590 M€	5 566 M€	5 633 M€	9 906 M€
2031-2040	2 046 M€	9 400 M€	9 326 M€	9 542 M€	9 695 M€
<b>2021-2040</b>	<b>3 424 M€</b>	<b>14 990 M€</b>	<b>14 891 M€</b>	<b>15 175 M€</b>	<b>19 601 M€</b>

## PRINCIPAIS MENSAGENS



OS RESULTADOS DESTE EXERCÍCIO DE MODELAÇÃO CONFIGURAM UM IMPORTANTE CONTRIBUTO DE SUPORTE À DEFINIÇÃO DA METAS E OBJETIVOS CONSTANTES DESTA ESTRATÉGIA

---



DO LADO DA PRODUÇÃO, OS CENÁRIOS CONSTRUÍDOS APONTAM PARA QUE OS INVESTIMENTOS MAIS SIGNIFICATIVOS SEJAM AO NÍVEL DA CAPACIDADE INSTALADA DE PRODUÇÃO DE HIDROGÉNIO ATRAVÉS DA ELETRÓLISE

---



DO LADO DO CONSUMO, OS CENÁRIOS CONSTRUÍDOS APONTAM PARA QUE OS INVESTIMENTOS MAIS SIGNIFICATIVOS SEJAM AO NÍVEL DA MOBILIDADE E DA NECESSIDADE DA RESPECTIVA INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE HIDROGÉNIO

# 4. FINANCIAMENTO E MECANISMOS DE APOIO

Transitar para uma sociedade neutra em carbono e uma economia circular e concretizar a transição energética implica mobilizar o investimento para os diversos setores de atividade, promovendo em simultâneo uma maior dinâmica económica e a criação de emprego qualificado.

Todos os setores serão chamados a contribuir para a descarbonização da economia, mas na próxima década será na mobilidade e nos transportes e na produção e consumo de energia a partir de fontes renováveis que será necessário impor um maior ritmo de transformação, sendo premente canalizar para estas áreas uma maior concentração de investimento.

Neste contexto podemos verificar uma reorientação significativa dos fluxos financeiros para a transição energética e para a descarbonização, e o crescimento de novas formas de financiamento com recurso a inovação tecnológica (*crowdfunding*, cooperativas locais de investimento, entre outros) que vão sustentar esta transição.

Assumem particular destaque o apoio e o financiamento públicos, sobretudo porque o hidrogénio está numa fase inicial da sua implementação, não existindo mercados desenvolvidos ou um sistema de preços que possa orientar as decisões dos diferentes agentes económicos. Neste quadro de falhas generalizadas de mercado, a política de apoios públicos torna-se crítica e deve estar alinhada com os objetivos de transição energética e descarbonização, dando sinais claros à economia, dinamizando novos investimentos e assegurando que os consumidores de energia não enfrentam um agravamento dos seus custos energéticos, o que permite antecipar o alinhamento total dos consumidores com o objetivo de descarbonização e a competitividade económica do país.

A política fiscal poderá igualmente desempenhar um papel importante na transição energética, refletindo e incorporando os principais custos sociais e ambientais, internalizando as externalidades, e influenciando a alteração de comportamentos, enquanto fator determinante de concorrência e equidade.

Todavia, a descarbonização convoca todos os agentes da sociedade e, naturalmente, os agentes do investimento no mercado de capitais. O Plano de Ação da União Europeia publicado em março de 2018 denominado “Plano de Ação: Financiar um crescimento sustentável<sup>27</sup>” procurou concretizar o desígnio da transição carbónica dos mercados financeiros. Nesse mesmo âmbito, encontra-se em fase de finalização o primeiro pacote legislativo sobre o financiamento sustentável.

De igual modo, é visível a existência de uma maior apetência por parte dos investidores institucionais e dos investidores de retalho por produtos financeiros sustentáveis o que corresponde a uma maior pressão sobre emitentes, produtores e distribuidores de produtos financeiros para a introdução e consideração destes fatores nos modelos de negócios e produtos disponibilizados.

Portugal está fortemente empenhado em redirecionar fluxos financeiros para a promoção da descarbonização e da transição energética, promovendo um quadro favorável para o financiamento de novas tecnologias, novos clusters industriais em torno das energias renováveis e inovação.

O mercado de capitais nacional desperta, também neste contexto, para o investimento verde (investimentos em energia renovável, eficiência energética, tecnologias limpas, infraestruturas de transporte de baixo carbono, tratamento de água e eficiência de recursos). A introdução de critérios de sustentabilidade nos instrumentos de financiamento da empresas, da qual são, neste momento, exemplos, as obrigações verdes (*Green Bonds*) e os fundos e as sociedades de empreendedorismo social, poderá constituir uma importante fonte de alavancagem financeira

<sup>27</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0097&from=EN>

da transição energética oferecendo, simultaneamente, uma resposta à procura de um novo tipo de produto financeiro, impulsionada pela nova gerações de investidores, muito exigente e especialmente sensível no que diz respeito à pegada carbónica dos seus investimentos e uma oportunidade inédita de incorporação da urgência da descarbonização nos modelos financeiros tradicionais.

## 4.1. FINANCIAMENTO

### INSTRUMENTOS EUROPEUS

A nível europeu, destacam-se vários instrumentos, alguns ainda em negociação, no âmbito dos quais é colocado ênfase na transição energética e em novas tecnologias para a descarbonização. Entre os instrumentos europeus de financiamento com potencial para apoiar projetos de hidrogénio, destacam-se:

#### ***InvestEU***<sup>28</sup>

Novo instrumento da UE que oferece garantias com o objetivo de mobilizar o financiamento público e privado para investimentos estratégicos no quadro das políticas europeias. Abrange o período 2021-2027, e reunirá sob o mesmo teto uma multiplicidade de instrumentos financeiros da UE atualmente disponíveis, expandindo o modelo do Plano *Juncker*. O Fundo *InvestEU* mobilizará investimentos públicos e privados através de uma garantia do orçamento da UE de 38 mil milhões de euros, e que apoiará os projetos de investimento de parceiros financeiros como o Grupo do Banco Europeu de Investimento (BEI) e outros, reforçando a sua capacidade de absorção de riscos. É esperado que, conjuntamente com o setor bancário, se possa alavancar pelo menos 650 mil milhões de euros de investimento.

Esta garantia orçamental é dividida entre os domínios de intervenção do seguinte modo: Infraestruturas sustentáveis, com 11,5 mil milhões de euros; Investigação, inovação e digitalização, com 11,25 mil milhões de euros; pequenas e médias empresas, com 11,25 mil milhões de euros; Investimento social e competências em 4 mil milhões de euros.

#### **Mecanismo Interligar a Europa (*Connecting Europe Facility - CEF*)**<sup>29</sup>

A Comunicação da Comissão Europeia COM(2018) 438 final, de 6 de junho de 2018, propõe a revisão do “Mecanismo Interligar a Europa” (Mecanismo CEF, atualmente definido nos Regulamentos (UE) 1316/2013 e (UE) 283/2014), para o período 2021-2027, que permitirá o financiamento de projetos da área de infraestruturas no setor da energia, transportes e digital.

No setor da energia, este mecanismo de financiamento está diretamente relacionado com os Projetos de Interesse Comum (PIC) da União Europeia, no âmbito do Regulamento UE 347/2013, relativo às redes transeuropeias de energia (Regulamento TEN-E). Esta revisão do mecanismo CEF prevê ainda uma nova temática no setor da energia, relativa a projetos transfronteiriços de energias renováveis.

A dotação orçamental total prevista para o novo mecanismo CEF para o horizonte 2021-2027, é de cerca de 43 mil milhões de euros distribuídos pelos três setores, nomeadamente: 31 mil milhões de euros no setor dos transportes; 9 mil milhões de euros no setor da energia; e 3 mil milhões de euros no setor digital.

Está previsto que 60% da despesa financiada pelo CEF esteja diretamente relacionada com objetivos climáticos. O CEF permitirá a adoção de programas conjuntos com outros fundos e fontes de financiamento, com a possibilidade e aumento da taxa de cofinanciamento em mais 10 pontos percentuais. Irá prever também a possibilidade de sinergias entre transportes, energia e digital, garantindo que essas sinergias não ultrapassam 20% das despesas elegíveis em cada operação, mas adaptando os critérios de avaliação em conformidade.

<sup>28</sup> [https://europa.eu/investeu/home\\_pt](https://europa.eu/investeu/home_pt)

<sup>29</sup> <https://ec.europa.eu/inea/en/connecting-europe-facility>

Na área da mobilidade, as taxas máximas de cofinanciamento a fundo perdido para novas tecnologias e inovação, onde se incluem os combustíveis alternativos, serão aumentadas para 50% no próximo Quadro Financeiro Plurianual.

### **Horizon Europe<sup>30</sup>**

Programa dedicado à investigação e inovação com um orçamento indicativo de 97,6 mil milhões de euros. Tem como objetivo apoiar políticas de transição para uma economia de baixo carbono, proteção do ambiente e ação climática. As suas principais linhas de ação são: (i) reforçar a ciência e a tecnologia da UE graças ao aumento do investimento em pessoas altamente qualificadas e pesquisa inovadora; (ii) promover a competitividade industrial da UE e o seu desempenho em inovação, nomeadamente apoiando a criação de Inovação através do Conselho Europeu da Inovação e do Instituto Europeu de Inovação e Tecnologia; (iii) cumprir as prioridades estratégicas da UE, como o Acordo de Paris sobre as alterações climáticas, e enfrentar os desafios que afetam a qualidade de vida dos europeus

O Fundo está estruturado em três pilares, destacando-se neste contexto o Pilar 2 - Desafios Globais e Competitividade Industrial (52,7 mil milhões de euros) que apoia diretamente a investigação relativa a desafios sociais, reforça as capacidades tecnológicas e industriais e estabelece missões a nível da UE com o objetivo ambicioso de enfrentar alguns dos maiores problemas da EU, destacando-se, entre os *clusters* selecionados, o Digital e Indústria, o Clima, Energia e Mobilidade e Alimentos e recursos naturais.

### **Fundo de Inovação (Innovation Fund)<sup>31</sup>**

O Fundo de Inovação é um dos maiores programas de financiamento de projetos de demonstração de tecnologias inovadoras de baixo carbono e foca-se em:

- Tecnologias e processos inovadores de baixo carbono em indústrias intensivas em carbono, incluindo a substituição de produtos intensivos em carbono;
- Captura e utilização de carbono (CCU);
- Construção e manutenção de captura e armazenamento de carbono;
- Produção de eletricidade renovável inovadora;
- Armazenamento de energia.

As receitas deste fundo têm origem nos leilões de licenças de emissão no âmbito do CELE, tendo sido alocadas para este efeito 450 milhões de licenças entre 2020 e 2030. Serão ainda alocados a este fundo as verbas não utilizadas pelo programa NER 300. Estima-se que o valor deste fundo possa ascender a 10 mil milhões de euros, dependendo do preço de carbono. Para além do fundo, o CELE constituiu o maior incentivo de longo prazo para a aplicação de tecnologias inovadoras e de baixo carbono.

### **InnovFin Energy Demo Projects<sup>32</sup>**

Mecanismo de financiamento através de empréstimos, garantias de empréstimo ou financiamento do tipo património, normalmente entre os 7,5 e os 75 milhões de euros, para projetos inovadores de transformação de sistemas de energia, incluindo, entre outros: tecnologias de energia renovável, sistemas de energia inteligente, armazenamento de energia, captura e armazenamento de carbono ou captura e uso de carbono. Este mecanismo de financiamento é complementado pelo Banco Europeu de Investimento. Este, como outros mecanismos de financiamento suportados pelo orçamento Europeu, deverá ser substituído por um mecanismo semelhante sobre a alçada do *InvestEU*.

### **EEA Grants 2014-2021 – Crescimento Azul, Inovação e PME**

<sup>30</sup> [https://ec.europa.eu/info/horizon-europe-next-research-and-innovation-framework-programme\\_en](https://ec.europa.eu/info/horizon-europe-next-research-and-innovation-framework-programme_en)

<sup>31</sup> [https://ec.europa.eu/clima/policies/innovation-fund\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/innovation-fund_en)

<sup>32</sup> <https://www.eib.org/en/products/blending/innovfin/products/energy-demo-projects.htm>

O programa “Crescimento Azul, Inovação e PME” tem como principais objetivos aumentar a criação de valor e promover o crescimento sustentável na Economia Azul de Portugal, assim como o desempenho da investigação nacional, promover a educação e formação nas áreas marinhas e marítimas e reforçar a cooperação entre os países doadores e beneficiários. Este instrumento financeiro poderá financiar projetos que fomentem a Economia Azul no que concerne à energia offshore, biotecnologia e monitorização do meio marinho com impacto na Estratégia Nacional para o Hidrogénio.

### **Mecanismo para a Transição Justa - Fundo para a Transição Justa**

O Pacto Ecológico Europeu prevê um Mecanismo para a Transição Justa como parte do Plano de Investimento para uma Europa Sustentável, incluindo um Fundo para a Transição Justa. Este mecanismo destina-se a apoiar a transição das regiões mais afetadas pela necessidade de ser abandonado um modelo económico sustentado em combustíveis fósseis, num quadro de uma transição para a neutralidade carbónica, sendo dirigido a regiões intensivas em carbono ou mais dependentes de combustíveis fósseis.

O apoio a conceder visa a transição para uma economia de baixo carbono e aumento da resiliência das atividades, bem como proteção dos cidadãos e dos trabalhadores mais vulneráveis à transição. Apesar dos critérios de elegibilidade e da tipologia de projetos a apoiar ainda estarem em discussão, espera-se que algumas regiões de Portugal possam vir a ser elegíveis, como é o caso de Sines e de Abrantes onde se localizam as atuais centrais termoelétricas a carvão que em breve serão descomissionadas e onde o hidrogénio poderá representar uma solução para permitir a requalificação de trabalhadores ligados ao setor energético.

### **Fundo de Recuperação Europeu**

O fundo de recuperação, em processo de desenvolvimento, será criado para fazer face aos efeitos na economia, e nos setores mais afetados, provocados pela covid-19, poderá constituir uma oportunidade para o setor energético no contexto da descarbonização. Poderá constituir um instrumento financeiro de apoio ao desenvolvimento do hidrogénio como via preferencial para a promoção da redução da intensidade carbónica, bem como da recuperação económica, congregando recursos para se conciliar o plano económico e ambiental.

### **Banco Europeu de Investimento**

O Banco Europeu de Investimento (BEI) é a instituição financeira da União Europeia e a maior instituição multilateral do mundo, sendo das entidades com maior peso no financiamento climático. Nessa qualidade, contribui para a integração, o desenvolvimento e a coesão à escala europeia, financiando projetos destinados a apoiar políticas da EU. Assumiu-se recentemente como Banco Europeu do Clima, na sequência da aprovação de uma política de empréstimos na área de energia que explicitamente assumiu o fim do financiamento a infraestruturas de combustíveis fósseis, a partir de 2021. É igualmente o maior acionista do Fundo Europeu para Investimentos Estratégicos (*European Fund for Strategic Investments* - FEIE), que financia investimentos em pequenas e médias empresas.

O FEIE, é um dos três pilares do Plano de Investimentos para a Europa e tem como objetivo superar as atuais falhas de mercado, abordando as lacunas do mercado e mobilizando o investimento privado. Ajuda a financiar investimentos estratégicos em áreas-chave como infraestrutura, pesquisa e inovação, educação, energia renovável e eficiência energética, bem como financiamento de risco para pequenas e médias empresas (PME).

## **INSTRUMENTOS NACIONAIS**

A nível nacional existem Fundos para apoiar a descarbonização da economia e a transição energética que cofinanciam projetos públicos e privados. Para que esta nova Estratégia setorial tenha concretização material, os critérios de elegibilidade dos Programas Operacionais e os instrumentos financeiros de suporte aos fundos comunitários devem ser concebidos de forma a garantir que os investimentos contribuem para cumprir os objetivos para os quais foram construídos. Entre os instrumentos nacionais de financiamento com potencial para apoiar projetos no domínio do hidrogénio, destacam-se:

### **Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (PO SEUR)<sup>33</sup>**

Estando o atual Acordo Parceria – Portugal 2020 em fase final de execução, importa que a intervenção dos Fundos Europeus e em particular do Fundo de Coesão, seja colocada, desde já, na trajetória para o cumprimento das metas 2030. O hidrogénio permite alcançar níveis mais elevados de incorporação de fontes renováveis de energia no consumo final de energia, pelo que se considera vantajoso concentrar os recursos existentes para aumentar a eficácia e cumprimento de metas e objetivos da política energética e, portanto, apoiar a produção de hidrogénio e de outros gases renováveis.

Considerando a importância que os projetos assumem no contexto do Acordo de Parceria — Portugal 2020, designadamente no que se refere ao Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos, o qual prevê financiamento comunitário para projetos enquadrados na “Promoção da produção e distribuição de energia proveniente de fontes de energia renovável”, deverá ser avaliada a aplicação da dotação do Fundo de Coesão que atualmente ainda está disponível neste âmbito e alargar o âmbito de intervenção a prever em futuro Aviso neste domínio, abrangendo a produção de gases renováveis.

Neste sentido, durante o ano de 2020, está prevista a preparação e lançamento de um aviso destinado a apoiar projetos de produção, distribuição e consumo de energia proveniente de fontes renováveis, que incluirá a componente do hidrogénio, com uma verba que deverá rondar os 40 milhões de euros.

### **Fundo de Apoio à Inovação (FAI)<sup>34</sup>**

Este fundo tem como objetivos o apoio à inovação, ao desenvolvimento tecnológico e ao investimento nas áreas das energias renováveis e eficiência energética. O FAI pode apoiar os projetos nas modalidades de subsídio não reembolsável e reembolsável, podendo apresentar candidaturas a apoio do FAI quaisquer entidades públicas ou privadas.

No imediato, durante 2020, estarão disponíveis cerca de 6 milhões de euros para atribuição de incentivos financeiros a projetos piloto ou de demonstração, de carácter inovador, estando previsto o lançamento de um aviso destinado a apoiar projetos de fontes renováveis, que incluirá a componente do hidrogénio.

### **Fundo Ambiental**

O Fundo Ambiental (FA) tem por finalidade apoiar políticas ambientais para a prossecução dos objetivos do desenvolvimento sustentável, contribuindo para o cumprimento dos objetivos e compromissos nacionais e internacionais, designadamente os relativos às alterações climáticas, aos recursos hídricos, aos resíduos e à conservação da natureza e biodiversidade.

Este instrumento financia a fundo perdido projetos que contribuem para as políticas públicas ambientais, através de candidaturas que são realizadas à luz dos avisos. O FA tem tido um importante papel no apoio a projetos de descarbonização da economia, destacando-se o facto de ter como principal fonte de receita os leilões de licenças de emissão no âmbito do Comércio Europeu de Licenças de Emissão.

### **Plano de Promoção de Eficiência no Consumo (PPEC)**

O PPEC visa promover medidas que visem melhorar a eficiência no consumo de energia elétrica, através de ações empreendidas pelos diversos agentes do setor (dos comercializadores até aos consumidores), apoiando as medidas de eficiência energética que permitem maximizar os benefícios do programa para o orçamento disponível.

Atualmente, está em discussão a integração no PPEC da promoção da eficiência energética em todos os setores regulados pela ERSE, onde se inclui o gás natural, configurando uma oportunidade para apoiar projetos de eficiência no consumo por via do hidrogénio.

---

<sup>33</sup> <https://poseur.portugal2020.pt/>

<sup>34</sup> <https://www.fai.pt/>

## Portugal 2030

O Quadro Financeiro Plurianual 2021-2027, ainda em discussão, será uma das principais fontes de financiamento para a descarbonização da economia, designadamente porque é estabelecido o compromisso (ainda em negociação) de alocar 25% do orçamento global da despesa à ação climática, onde se inclui a transição energética. Neste sentido, a preparação do quadro de financiamento para o período 2021-2027 deverá traduzir as orientações estabelecidas a nível europeu e constituir-se como uma importante fonte de financiamento da presente Estratégia.

Para o período 2021-2027, e para garantir a concretização dos objetivos, será necessário tirar pleno partido do Quadro Financeiro Plurianual para orientar o próximo ciclo de financiamento para a transição energética, evitando financiar os investimentos que não estejam em linha com este objetivo. De entre as áreas a financiar encontra-se a produção e o consumo de gases renováveis, que incluirá o domínio do hidrogénio.

Em linha com os objetivos desta Estratégia, a prioridade para o período 2021-2027 no que toca ao apoio a projetos de hidrogénio deverá passar, numa primeira fase, pelo apoio a projetos de produção e projetos relacionados com infraestruturas associadas ao transporte e distribuição. Numa segunda fase, a prioridade deverá passar pelo apoio a projetos nos domínios da descarbonização por via do hidrogénio nos vários setores (indústria, transportes).

Acrescenta-se a importância de os fundos comunitários serem mobilizados logo que estejam disponíveis, o que não será possível sem a existência de ações e projetos prioritários, bem concebidos e justificáveis à luz da estratégia definida e com mérito suficiente para poderem ser aprovados com facilidade, mostrando ainda o caminho para outros projetos do mesmo cariz.

### Instituição Financeira de Desenvolvimento (IFD)

Enquanto banco de fomento nacional, esta instituição estará dotada de recursos para disponibilizar às empresas portuguesas os meios de financiamento adequados à sua transformação. Irá funcionar como um Banco Verde, apoiando os investimentos necessários ao esforço de descarbonização da Economia e ao combate às alterações climáticas.

### Fundo Azul

O Fundo Azul tem por finalidade o desenvolvimento da economia do mar, a investigação científica e tecnológica, a proteção e monitorização do meio marinho e a segurança marítima, através da criação ou do reforço de mecanismos de financiamento de entidades, atividades ou projetos. Este instrumento financia políticas públicas na área do mar através de candidaturas que são realizadas através de avisos temáticos. O Fundo Azul tem tido um importante papel no apoio a *start-ups* tecnológicas da nova economia do mar, de investigação científica e tecnológica e da monitorização e proteção do ambiente marinho e terá um papel a desempenhar no apoio à inovação para esta Estratégia.

## 4.2. MECANISMOS DE APOIO

Para além dos mecanismos de financiamento, que constituem importantes instrumentos de apoio a novos projetos, importa desde já prever outros mecanismos de apoio que incentivem novos investimentos, em diversas escalas e setores de atividade, mecanismos esses que tenham na sua base de conceção e adoção todas as vantagens que o hidrogénio verde providencia à economia nacional, ao sistema energético – substituto de combustíveis fósseis, promove o armazenamento, fornece serviços de sistema, entre outros – e para a sustentabilidade financeira a longo prazo do sistema nacional de gás natural, uma vez que o hidrogénio atuará como agente preventivo de ativos ociosos. Entre os mecanismos a adotar, os quais serão ainda sujeitos a uma avaliação e discussão mais detalhada durante 2020, destacam-se:

### Principais mecanismos

#### Tratamento tarifário diferenciado

- A injeção de hidrogénio nas redes de gás natural (transporte e distribuição) poderá beneficiar de uma isenção, parcial ou total, do pagamento das tarifas de acesso às redes durante um período inicial, na medida em que não constitua um encargo excessivo para o sistema. Para este efeito, e do ponto de vista regulatório, deverá ser avaliado o impacto da evolução da injeção do hidrogénio nas redes a fim de garantir o equilíbrio financeiro do sistema.
- A flexibilidade que o hidrogénio traz para o sistema energético nacional – nomeadamente pelo facto de possibilitar o armazenamento de energia a preços mais baixos por via da absorção de excedentes de energia da rede em períodos de menor procura e elevada produção, e posteriormente colocar essa energia no mercado em horas de maior procura; e também pelo facto de permitir reduzir o número de situações em que, por via da operação técnica do sistema se tem de proceder ao deslastre de volumes de produção renovável para garantir o equilíbrio das redes – sugere que poderá ser adotado o mesmo tratamento tarifário que atualmente é aplicado à bombagem nas centrais hidroelétricas reversíveis, feitas as devidas adaptações.

### Apoio à produção

- De forma a dinamizar um mercado de hidrogénio em Portugal no curto prazo, e em particular no horizonte 2020-2030, durante o qual a curva de preço do hidrogénio poderá não alcançar a paridade equivalente com o preço do gás natural (a principal alternativa que se pretende substituir), importa desenhar um mecanismo de apoio claro e transparente à produção de hidrogénio verde que se adegue à realidade nacional, contribua para alcançar os objetivos a que nos propomos nesta Estratégia, não distorça o mercado, não onere os consumidores e promova o uso eficiente e racional dos recursos financeiros disponíveis. Esta é, aliás, uma forma de apoio público que a própria Comissão Europeia defende para dinamizar o mercado de hidrogénio, tomadas as devidas preocupações em matéria de auxílios de estado. Este mecanismo, que será estudado e apresentado em detalhe até ao final de 2020, terá como objetivo apoiar a produção de hidrogénio, previsivelmente, no período 2020-2030 através da atribuição de um apoio que cubra a diferença entre o preço de produção do hidrogénio verde e o preço do gás natural no mercado ibérico de gás natural (MIBGAS).

Este apoio consiste na atribuição de um prémio variável sobre o preço de gás natural que permita igualar o preço de produção do hidrogénio verde. A atribuição deste apoio deve ser compatível com as regras do mercado interno, nomeadamente em matéria de auxílios de estado, razão pela qual o apoio a conceder seguirá um procedimento concursal competitivo, com base em critérios claros, transparentes, não discriminatórios e aberto a todos os produtores de gases renováveis. No âmbito das regras do procedimento, poderá ficar previsto um mecanismo de ajustamento periódico do apoio concedido (e.g., taxa fixa regressiva ou taxa variável indexada a um determinado parâmetro), com o intuito de mitigar eventuais riscos de sobrecompensação pela redução dos custos de produção do hidrogénio verde.

O FA já transfere hoje cerca de 150 milhões de euros/ano para o SEN. Com o decréscimo das necessidades financeiras no SEN, por saída de alguns custos relevantes do sistema (CAEs, CMECs, Dívida Tarifária) e por redução sustentada dos preços da eletricidade (maior penetração de renováveis com baixos custos de produção de eletricidade), torna-se possível redirecionar essas verbas para onde elas são mais necessárias e eficazes. Essas verbas devem apoiar a descarbonização da rede de gás natural, área onde o mercado por si só ainda não permite, por um lado, uma aceleração robusta dos investimentos em produção de hidrogénio renovável e, por outro, que essa produção seja feita a um nível de preços que assegure simultaneamente o escoamento da produção e a remuneração adequada dos investimentos garantindo custos energéticos competitivos para os consumidores. A mobilização de verbas do FA para apoiar a produção de hidrogénio verde, sem alterar o volume financeiro agregado deste fundo no apoio à descarbonização do sistema energético, permite desenhar um sistema de apoio financeiro à produção e assegurar a neutralidade dos custos para os consumidores decorrente da fixação de metas de incorporação no consumo. Através deste mecanismo de apoio, os consumidores ficam a pagar exatamente o mesmo que pagariam ao consumir gás natural, com o FA a financiar a diferença entre os dois valores. Isto elimina um forte entrave à promoção do hidrogénio, uma vez que se elimina um dos principais bloqueios à expansão da sua integração no sistema: os custos energéticos associados quando comparados com a alternativa fóssil existente, que é o gás natural.

Este mecanismo, por oposição a alguns mecanismos implementados no passado que se traduziram em aumento dos custos energéticos para os consumidores, pretende ser um investimento na transição energética e um mecanismo de apoio a um vetor energético que promove e viabiliza novos investimentos numa fase de arranque do hidrogénio verde, não devendo, por isso, ser pago pelos consumidores e refletido nas tarifas. Desta forma, o “sobrecusto” que em muitos casos é inevitável numa fase de arranque de novas tecnologias, e que se traduz na diferença entre o preço da alternativa que se pretende substituir (gás natural) e o preço de referência que se entende adequado para viabilizar e incentivar o arranque da produção de hidrogénio, em vez de ser suportado pelos consumidores e constituir um ónus para o sistema, será financiando pelos atuais fundos ao serviço da transição energética, transferindo apoios que estão atualmente alocadas ao sistema elétrico e que serão crescentemente desnecessários, transferindo-os para onde são fundamentais enquanto mecanismo de apoio à descarbonização e a uma economia de hidrogénio.

Considerando a importância do hidrogénio no setor dos transportes, será avaliado um mecanismo semelhante para produção cujo destino não seja a injeção na rede de gás natural, mas a sua distribuição em postos de abastecimento para utilização em veículos que utilizem pilhas de combustível.

### **Participação no mercado de serviços de sistema**

- O mercado de serviços de sistema, de acordo com a regulamentação em vigor, destina-se a assegurar o funcionamento do sistema elétrico nacional em condições técnicas adequadas. Dadas as características do hidrogénio, em particular a complementaridade que cria entre os sistemas de gás e de eletricidade (*sector coupling*) e o seu potencial para armazenar energia, existe a oportunidade de os sistemas associados, nomeadamente os eletrolisadores (equipamentos flexíveis e reativos, adequados a providenciar tais serviços), participarem no mercado de serviços de sistema e assim contribuírem para assegurar uma melhor operação do sistema energético num cenário com cada vez maior incorporação de fontes renováveis. A participação neste mercado configura uma oportunidade de remuneração acrescida, em regime de mercado, para os operadores destes ativos.

### **Substituição de tarifas *feed-in***

- Os ativos de produção de eletricidade renovável existentes e em operação e a vender eletricidade o CUR, nomeadamente os eólicos ou fotovoltaicos, que estejam operacionais e que beneficiem de uma tarifa *feed-in* (cerca de 6,8 GW) podem ser, total ou parcialmente, convertidos para a produção de hidrogénio verde, adicionando tecnologia de produção de hidrogénio (eletrolisador) no local onde está instalado e licenciado o centro electroprodutor.

Para operacionalizar este mecanismo, que será estudado e apresentado em detalhe até ao final de 2020, para que seja ao mesmo tempo economicamente atrativo para os detentores dos ativos de produção e venda de eletricidade renovável, benéfico e financeiramente sustentável para o sistema energético, a mudança para a produção de hidrogénio seria através de um mecanismo de “compra” única, em que o proprietário do ativo recebe um pagamento equivalente ao valor presente líquido dos fluxos de caixa esperados equivalentes à duração da tarifa *feed-in* em vigor para parte ou a totalidade desse ativo. Após ressarcidos dessa compensação, os ativos de produção de eletricidade renovável, sem direito tarifa *feed-in* resultante da produção e venda de eletricidade, poderão dedicar-se em exclusivo à produção e venda de hidrogénio verde, e aceder aos restantes mecanismos de apoio em vigor. A verba recebida pelo “resgate” da *feed-in* elétrica deve ser inteiramente aplicada no investimento em produção de hidrogénio.

### **Fiscalidade**

- Num enquadramento mais abrangente, e sendo o hidrogénio um importante agente da descarbonização, importa prosseguir com uma política fiscal alinhada com os objetivos de transição energética e descarbonização da sociedade, introduzindo os sinais certos à economia e promovendo comportamentos mais sustentáveis. Prosseguir uma fiscalidade verde, que incida sobre a utilização dos recursos, que internalize os impactos ambientais e que discrimine positivamente os produtos e serviços de elevado

desempenho ambiental é fundamental para assegurar uma transição justa e o cumprimento dos objetivos nacionais em matéria de energia e clima. Mais concretamente, deverão ser implementados mecanismos fiscais que incentivem uma maior substituição de gás natural por hidrogénio verde, alterando os preços relativos entre as duas alternativas, penalizando relativamente o gás natural e desagravando o hidrogénio.

Neste âmbito, e durante 2020, serão estudados, avaliados e propostos apoios por via da atribuição de benefícios fiscais ou através de uma discriminação positiva em sede de impostos aplicáveis, tendo por base as vantagens do hidrogénio verde.

## OUTROS MECANISMOS

### Garantias de origem

- As Garantias de Origem (GO) destinam-se a comprovarem ao consumidor final que uma dada quantidade de energia foi produzida a partir de uma determinada tecnologia ou fonte primária. A existência das GO cria as condições para que os produtores, em particular os mais pequenos, possam vender em mercado a sua energia de origem renovável. Para além de contribuírem para fomentar a produção e consumo de energia de fontes renováveis, as GO tem um valor económico associado, configurando um proveito adicional para os produtores.

Para o efeito, e durante 2020, serão dados os passos necessários para implementar um sistema de garantias de origem para os gases renováveis, incluindo o hidrogénio, que possibilite a emissão, transferência e utilização de garantias de origem, com vista à dinamização do mercado de GO atribuídas à produção de gases renováveis.

### PRINCIPAIS MENSAGENS



PARA DINAMIZAR UM MERCADO DE HIDROGÉNIO EM PORTUGAL, E EM LINHA COM AS REGRAS PARA OS AUXÍLIOS DE ESTADO, SERÃO DESENHADOS E IMPLEMENTADOS DIVERSOS MECANISMOS DE APOIO – TARIFÁRIO, PRODUÇÃO, MERCADO, FISCALIDADE – QUE INCENTIVEM NOVOS INVESTIMENTOS QUE TENHAM NA SUA BASE TODAS AS VANTAGENS QUE O HIDROGÉNIO VERDE PROVIDENCIA À ECONOMIA NACIONAL E AO SISTEMA ENERGÉTICO.



DURANTE 2020 ESTÁ PREVISTA UMA VERBA QUE RONDARÁ OS 40 MILHÕES DE EUROS DESTINADA A APOIAR PROJETOS DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA PROVENIENTE DE FONTES RENOVÁVEIS, QUE INCLUIRÁ A COMPONENTE DO HIDROGÉNIO.

# 5. PROCESSO DE ENVOLVIMENTO E CONSULTA

O processo de transição energética deve ser inclusivo, promovendo o envolvimento dos agentes do setor e da sociedade. A elaboração de um documento desta natureza e importância estratégica para o país, dada a sua transversalidade e impacto, deve ser acompanhado de um processo participativo na sua elaboração, pelo que está previsto um processo de auscultação da sociedade e de discussão técnica envolvendo os agentes do setor com vista à consolidação dos principais objetivos desta Estratégia, com particular foco na determinação das metas e objetivos setoriais.

Em concreto, está previsto um diálogo próximo com os principais agentes do setor – Energia, Transportes, Indústria – incluindo associações, que visa discutir e estabelecer as metas para a incorporação do hidrogénio nos vários setores. Só através deste diálogo e da troca de experiências, será possível determinar o grau de ambição, as necessidades de investimento atuais e futuras, os desafios que se colocam à adoção desta tecnologia e proposta de novas medidas de atuação com vista à criação de uma economia de hidrogénio que impacte positivamente no futuro da nossa indústria, das empresas e dos cidadãos.

Consolidados os resultados da interação com os agentes do setor, será promovido um processo de consulta pública aberto aos demais e à sociedade, que visa recolher novos contributos e abrir a discussão a uma audiência mais vasta.

Os contributos que resultarem destes dois momentos de interação, serão posteriormente avaliados e vertidos na Estratégia, incluindo um resumo dos principais contributos.

# ANEXOS

## ANEXO I – LISTA DE ACRÓNIMOS

AP - Acordo de Paris	METD – Ministério da Economia e da Transição Digital
AS – Armazenamento Subterrâneo	MCTES - Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior
BEI - Banco Europeu de Investimento	MP – Ministério do Planeamento
COM - Comissão Europeia	MIH – Ministério das Infraestruturas e Habitação
CEP - Consumo de Energia Primária	ORT – Operador da Rede de Transporte
CEF - Consumo de Energia Final	ORD – Operador da Rede de Distribuição
CEF - Mecanismo Interligar a Europa ( <i>Connecting Europe Facility</i> )	PCS – Poder Calorífico Superior
CEN - <i>European Committee for Standardization</i>	PNEC - Plano Nacional Energia e Clima
CQNUAC - Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas	PNPB - Plano Nacional de Promoção de Biorrefinarias
DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia	PO SEUR - Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos
ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais	PO Regionais - Programas Operacionais Regionais
FA - Fundo Ambiental	PDIRGN - Plano de Desenvolvimento e Investimento da RNTIAT
FAI - Fundo de Apoio à Inovação	PDIRD-GN - Plano de Desenvolvimento e Investimento da Rede de Distribuição de Gás Natural
FEDER - Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional	PIC - Projeto de Interesse Comum
FER-E - Renováveis no setor da Eletricidade	PNI – Plano Nacional de Investimentos
FER-A&A - Renováveis setor do Aquecimento e Arrefecimento	RNC - Roteiro para a Neutralidade Carbónica
FER-T - Renováveis no setor dos Transportes	RNT - Rede Nacional de Transporte
GO - Garantias de Origem	RNTIAT - Rede Nacional de Transporte, Infraestruturas de Armazenamento e Terminais de GNL
GEE - Gases com Efeito de Estufa	SEN - Sistema Elétrico Nacional
IMT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres	SNGN – Sistema Nacional de Gás Natural
IPCEI – Projeto Importante de Interesse Europeu Comum	tcma - Taxa de crescimento média anual
IW - Índice de Wobbe	tep - Tonelada equivalente de petróleo
LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia	TRL – Nível de Maturidade Tecnológica
MIBEL - Mercado Ibérico de Eletricidade	UE – União Europeia
MAAC – Ministério do Ambiente e da Ação Climática	

## ANEXO II – PROJETOS DE HIDROGÉNIO EM CURSO EM PORTUGAL

### 1. PRODUÇÃO DE HIDROGÉNIO

#### TECNOLOGIA DC-PEHG

Tecnologia de produção de hidrogénio por via da utilização da concentração fotovoltaica

A tecnologia desenvolvida pela Fusion Fuel, denominada de DC-PEHG, corresponde, em termos gerais, à utilização da concentração fotovoltaica em simultâneo com o calor que naquela tecnologia é dissipado, para proceder ao eletrólise da água de uma forma descentralizada, evitando-se todas as perdas de transmissão pelo facto da eletrólise ser realizada fisicamente acoplada à produção da energia e do calor.

A utilização desta metodologia permite obter taxas reais de conversão de energia de cerca de 27% (energia solar para H<sub>2</sub>), que compara com soluções atuais de mercado com taxas de conversão entre 8 e 10%. Esta alta eficiência associada ao reduzido custo dos equipamentos permite assegurar baixos custos de produção de hidrogénio, competitivos com as atuais soluções, dependendo da radiação solar do local das instalações.

Das principais características desta tecnologia, salienta-se: (i) taxa de eficiência muito superior às verificadas nos sistemas de eletrólise existentes; (ii) Produção de H<sub>2</sub> diretamente no local de produção de energia sem utilização de infraestruturas de ligação, transporte, transformação, entre outro; (iii) *time to market* competitivo, decorrente dos reduzidos tempos de instalação e implementação do processo produtivo, associados às competências, experiência e capacidade instalada; (iv) inovação ao nível da engenharia de construção dos painéis, pensada para a rápida industrialização e produção em larga escala.

---

#### DESENVOLVIDO POR

Fusion Fuel

---

#### SETOR

Indústria (produção de equipamentos), Energia

---

#### DATA PREVISTA

Em curso

---

#### INVESTIMENTO PREVISTO

n.d.

---

#### CENTRAL SOLAR DE PRODUÇÃO DE HIDROGÉNIO

Projeto de demonstração da tecnologia DC-PEHG

Está prevista a construção imediata de uma Central Solar de produção de hidrogénio, com recurso à tecnologia DC-PEHG, a instalar no sul do país e que terá como principais objetivos: (i) confirmação dos custos de produção; (ii) demonstrar todo o sistema constituído por produção, armazenamento, e entrega de energia no ponto de ligação de uma central fotovoltaica já existente; (iii) demonstração da produção e injeção direta na rede de distribuição de gás em exploração.

---

#### DESENVOLVIDO POR

Fusion Fuel

---

#### SETOR

Energia

---

#### DATA PREVISTA

2020

---

#### INVESTIMENTO PREVISTO

n.d.

---

## PRODUÇÃO DE HIDROGÉNIO A PARTIR DE ENERGIA OFFSHORE

Desenvolvimento de novas oportunidades de mercado na área do hidrogénio

Desenvolvimento e comercialização de um sistema modular e padronizado que visa produzir hidrogénio por eletrólise com recurso a eletricidade gerada a partir de energia offshore. Este sistema permitirá abrir novos mercados e aumentar a competitividade do setor de energia offshore de forma sustentável e inovadora. O desenvolvimento e a comercialização conjuntos desta tecnologia permitirão que os parceiros envolvidos se posicionem estrategicamente na cadeia de valor do hidrogénio, concretamente através de oferta de engenharia e serviços a nível mundial e pela capacidade de reprodução deste modelo de negócio.

---

**DESENVOLVIDO POR**

EDP

---

**SETOR**

Energia

---

**DATA PREVISTA**

n.d.

---

**INVESTIMENTO PREVISTO**

n.d.

---

## 2. ARMAZENAMENTO, TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO

### PRODUÇÃO, ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE HIDROGÉNIO VERDE

Múltiplos projetos de produção, armazenamento e distribuição de hidrogénio verde nas várias vertentes da cadeia de valor

Estão em curso vários projetos em Portugal, com destaque para:

1. Produção de hidrogénio verde a partir de painéis solares fotovoltaicos: Dimensionamento e instalação de um eletrolisador com uma potência de 50 kW, para produção de cerca de 1 kg/hora de H<sub>2</sub>.
2. Armazenagem e compressão para uso em *fuel-cell*: Fornecimento e instalação de um reservatório para armazenamento de H<sub>2</sub> resultante da produção com recurso a painéis fotovoltaicos. O H<sub>2</sub> será usado para fornecer energia elétrica em sítios remotos com recurso a *fuel-cells*. Uma outra possibilidade é a utilização da tecnologia *fuel-cell* para a instalação de unidades de backup de energia.
3. Injeção na rede: Encontra-se em fase de estudo os detalhes técnicos para a injeção de H<sub>2</sub> na rede de baixa pressão de gás natural. O H<sub>2</sub> excedente de projetos dedicados de produção, é uma oportunidade para se instalar um projeto piloto para injeção de uma pequena percentagem na rede de gás. Desta forma poderá tirar-se conclusões de quais os efeitos práticos da presença de hidrogénio na rede, bem como valorizar um ativo já existe.
4. Estações de enchimento de H<sub>2</sub>: Encontram-se em fase de discussão para implementação discutir vários concursos para soluções “chave na mão” de estações de abastecimento de H<sub>2</sub>. As soluções incluem a vertente de apenas armazenagem e enchimento e outras com produção local por via de eletrólise.

---

**DESENVOLVIDO POR**

PRF - Gás Tecnologia e Construção

---

**SETOR**

Energia

---

**DATA PREVISTA**

Em curso

---

**INVESTIMENTO PREVISTO**

n.d.

---

### **MOBILIDADE E INJEÇÃO NO GASODUTO DE GÁS NATURAL**

Investigação do papel do hidrogénio na descarbonização da economia nacional

Promover, em conjunto com diversas autarquias e empresas, a realização de estudos de viabilidade capazes de avaliar o impacto técnico, económico, ambiental e social do hidrogénio nos vários setores de atividade nacionais, mais concretamente nas áreas de mobilidade de longa distância e transporte pesado de longa distância e injeção na rede de gás natural. Estes estudos deverão promover numa fase posterior a demonstração do conceito nas áreas de interesse.

**DESENVOLVIDO POR**

EDP

**SETOR**

Energia

**DATA PREVISTA**

n.d.

**INVESTIMENTO PREVISTO**

n.d.

### **PROJETO-PILOTO DE INJEÇÃO DE HIDROGÉNIO NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL**

Desenvolver a injeção de hidrogénio verde na rede de distribuição de gás natural a partir de energia elétrica proveniente fontes renováveis.

O projeto piloto visa estudar o impacto da injeção de H<sub>2</sub> na gestão da infraestrutura de distribuição e nos equipamentos de queima dos consumidores. Neste sentido identificou-se um projeto que tem como objetivo desenvolver a injeção de hidrogénio verde (capacidade de produção de 10 m<sup>3</sup>/h), produzido a partir de um eletrolisador que utiliza energia elétrica proveniente de painéis solares fotovoltaicos.

A localização do potencial produtor e a configuração da rede de distribuição de gás natural no local permitirá limitar a cerca de 80 o número de instalações de utilização abrangidas no projeto piloto, com características essencialmente residenciais. Haverá, contudo, a necessidade de construir um novo troço de rede (1400 metros), no qual circulará 100% de H<sub>2</sub> e que ligará o produtor ao ponto selecionado na infraestrutura de distribuição para fazer a injeção.

As quantidades em causa visam promover a injeção de H<sub>2</sub> até um limite máximo de 20%, perspetivando-se, numa primeira fase, a mistura até 5%.

Este projeto permitirá adquirir know-how em relação aos seguintes aspetos: Comportamento da rede de polietileno (PE) para veicular H<sub>2</sub> a 100%; Adequação do dispositivo de controlo da mistura H<sub>2</sub>/GN; Adequação dos procedimentos de operação à veiculação de misturas de GN e H<sub>2</sub>; Desenvolvimento da metodologia de atribuição do Poder Calorífico Superior (PCS), a utilizar na determinação da energia a faturar em cada ponto de consumo, na zona abrangida; Desenvolvimento da metodologia a aplicar aos balanços e repartições de energia na zona abrangida.

Os principais benefícios deste projeto consubstanciam: (i) a aquisição de conhecimento e na avaliação de soluções que contribuam para o desenvolvimento e adequação do SNGN, no que respeita à injeção de H<sub>2</sub>; (ii) a preparação da GGND para os desafios definidos no PNEC 2030 para as infraestruturas de distribuição de GN.

**DESENVOLVIDO POR**

GALP Gás Distribuição

**SETOR**

Energia

**DATA PREVISTA**

Em estudo

**INVESTIMENTO PREVISTO**

~0,5 M€

### 3. DESCARBONIZAÇÃO DOS TRANSPORTES

#### POWER-TO-MOBILITY

Produção de hidrogénio verde para abastecer estações de abastecimento de veículos

Estão em curso dois projetos em Portugal, nomeadamente:

1. Conceção, desenvolvimento e implementação de uma estação de reabastecimento de H<sub>2</sub> para viaturas ligeiras e pesadas associadas a um centro de logística, tendo por base uma instalação de produção de H<sub>2</sub> verde com recurso a um parque solar. A instalação de produção de H<sub>2</sub> terá uma capacidade média de cerca de 300 kg/H<sub>2</sub>/dia.
2. Conceção, desenvolvimento e implementação de uma estação de reabastecimento de H<sub>2</sub> para navios de cruzeiro que operam no Rio Douro, tendo por base uma instalação de produção de H<sub>2</sub> verde com recurso a um parque solar. A instalação de produção de H<sub>2</sub> terá uma capacidade média de cerca de 1 000 kg/H<sub>2</sub>/dia.

---

**DESENVOLVIDO POR**

n.d.

**SETOR**

Mobilidade e Transportes

**DATA PREVISTA**

n.d.

**INVESTIMENTO PREVISTO**

n.d.

---

#### MOBILIDADE A HIDROGÉNIO

Fabrico de autocarros a hidrogénio em Portugal

O autocarro desenvolvido pela CaetanoBus (H2.City Gold), em parceria com a Toyota, é o novo autocarro elétrico a hidrogénio que está equipado com uma célula de combustível Toyota (a mesma célula de hidrogénio do Toyota Mirai) e tem uma autonomia para 400 km com um só carregamento. Os tanques de hidrogénio estão armazenados no tejadilho, o que permite otimizar o interior do veículo, tornando-o mais espaçoso. O H2.City Gold está ainda equipado com sensores de fuga de hidrogénio e sensores de colisão, para que no caso de fuga ou acidente o fornecimento de hidrogénio seja cortado nos tanques.

---

**DESENVOLVIDO POR**

CaetanoBus

**SETOR**

Mobilidade e Transportes

**DATA PREVISTA**

Em curso

**INVESTIMENTO PREVISTO**

n.d.

---

### 4. DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

#### OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

Otimização da combustão contínua em unidades industriais, como é o caso de fábricas de cimento, incineração de resíduos sólidos urbanos, vidro, pasta de papel, siderurgia, grandes centrais de energia, entre outras aplicações. O princípio-base da tecnologia é a injeção de reduzidas quantidades de hidrogénio (H<sub>2</sub>) e de oxigénio (O<sub>2</sub>) no sistema de combustão. O H<sub>2</sub> é produzido localmente (1 to 10 m<sup>3</sup>/h), em unidades dedicadas e adaptadas para a utilização de vários tipos de fontes de energia.

---

**DESENVOLVIDO POR**

UTIS – Ultimate Technology To Industrial Savings

**SETOR**

Indústria

---

**DATA PREVISTA**

Em curso

**INVESTIMENTO PREVISTO**

n.d.

## 5. DESCARBONIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE E CALOR

### HIDROGÉNIO NA CENTRAL TERMOELÉTRICA DO RIBATEJO

Novas soluções power-to-X-to-power (P2X2P) integradas em centrais térmicas de ciclo combinado (CCGT)

Será desenvolvido um projeto-piloto de produção de hidrogénio com armazenamento, na Central de Ciclo Combinado do Ribatejo, com apoio da União Europeia, no âmbito do Programa H2020. Está prevista a instalação de um eletrolisador com capacidade instalada de 1 MW e 12 MWh de capacidade de armazenamento.

O projeto tem como principal objetivo desenvolver novas soluções power-to-X-to-power (P2X2P) integradas em centrais térmicas de ciclo combinado (CCGT) e em turbinas de queima dedicada de hidrogénio e amoníaco, pretende-se demonstrar também a eventual injeção de hidrogénio nos gasodutos de gás natural, solução que permitirá no futuro ganhar economias de escala na geração, transporte e distribuição de hidrogénio. O piloto de demonstração será testado à escala industrial na Central de ciclo combinado do Ribatejo. A solução com o “carrier” de amoníaco será demonstrada à escala laboratorial.

O hidrogénio será produzido localmente num eletrolisador PEM de 1 MW, comprimido a 300 bar e armazenado em tanque quando o grupo está em descida de carga (“ramp-down”), e será posteriormente queimado na turbina, juntamente com o gás natural para produzir eletricidade, quando o grupo tem condições favoráveis (“ramp-up”).

Pretende-se: (i) testar em contexto real a integração do conceito P2H2P (power-to-hydrogen-to-power); (ii) aumentar a flexibilidade da Central CCGT; (iii) explorar o conceito de armazenamento de energia através do hidrogénio; (iv) determinar os benefícios em termos de redução do desgaste, diminuindo os arranques e paragens da Grupo; (v) determinar os benefícios em termos de eficiência e redução de emissões de gases de efeito estufa.

**DESENVOLVIDO POR**

EDP

**SETOR**

Energia

**DATA PREVISTA**

Em curso

**INVESTIMENTO PREVISTO**

12,6 M€

### HIDROGÉNIO VERDE NA CENTRAL TERMOELÉTRICA DA TAPADA DO OUTEIRO

Produção de hidrogénio verde e sua introdução no processo na central de ciclo combinado da Tapada do Outeiro

O objetivo principal do projeto de conversão da central é o da produção local e co-combustão de hidrogénio de origem verde, com o gás natural utilizado na combustão das três turbinas de gás que integram cada uma das três unidades de ciclo combinado instaladas na Tapada do Outeiro, numa proporção de até 5% de H<sub>2</sub> em volume. Em conformidade foi definido como objetivo para a introdução de hidrogénio na queima, a gama dos 5% atrás referida, com uma taxa de utilização entre os 10 a 20% da Central.

A energia elétrica destinada a alimentar o eletrolisador (15 MW) para a produção do H<sub>2</sub>, será, numa primeira fase, de origem renovável provinda da rede nacional com os respetivos certificados de Garantia de Origem. No entanto, está considerado um projeto híbrido, associado à Central de Ciclo Combinado da Tapada do Outeiro e a desenvolver ao abrigo da legislação específica vertida no DL 76/2019 e aplicável às novas unidades de produção que utilizem diversa fonte primária, vulgarmente designada por projetos híbridos, que poderá alimentar diretamente o eletrolisador.

**DESENVOLVIDO POR**

Turbogás

**SETOR**  
Energia

**DATA PREVISTA**  
2024

**INVESTIMENTO PREVISTO**  
n.d.

## 6. COMBUSTÍVEIS SINTÉTICOS E OUTROS USOS

### COMBUSTÍVEL SINTÉTICO PARA A AVIAÇÃO

Instalação à escala industrial de produção de combustível sintético com base em hidrogénio verde

Produção de hidrocarbonetos líquidos que utiliza eletricidade de origem renovável (solar) para produzir hidrogénio verde por via de eletrólise (tecnologia PEM) e CO<sub>2</sub> capturado de fontes biogénicas (ex.: biomassa e biogás), como recursos para sintetizar um combustível alternativo sustentável que se assemelha quimicamente ao combustível de aviação convencional. A produção deste combustível sintético deverá rondar 10 mil toneladas/ano.

**DESENVOLVIDO POR**  
Solabelt e a Akuo Energy

**SETOR**  
Indústria, Transportes

**DATA PREVISTA**  
Em curso

**INVESTIMENTO PREVISTO**  
90 M€

## 7. AÇÕES TRANSVERSAIS

### LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ECO-DESIGN

Apoio às empresas na exploração das oportunidades decorrentes da economia do hidrogénio

A grande especialização no domínio dos ensaios dos equipamentos que utilizam combustíveis sólidos e gasosos acarreta a obrigação de acompanhar as empresas no esforço com vista à utilização do hidrogénio, que se avizinha como uma fonte de energia de primordial importância. No caso dos aparelhos de aquecimento, está a iniciar-se a nível europeu, o trabalho de desenvolver referenciais normativos que contemplem a possibilidade do hidrogénio ser utilizado em misturas com gases combustíveis fósseis, admitindo-se no prazo de dois anos, a necessidade dos primeiros ensaios de avaliação de pré-conformidade. A primeira preocupação é desenvolver um referencial normativo para avaliar a capacidade dos equipamentos existentes poderem ser alimentados por misturas enriquecidas com hidrogénio, em percentagens a determinar quer em termos de hidrogénio quer no tipo de “gás natural” que neste momento varia de país para país.

Será desenvolvido um laboratório de ensaios de eficiência energética e eco-design que apoie as empresas na exploração das oportunidades decorrentes da economia do hidrogénio, da digitalização (IoT) e da economia circular, quer na fase dos ensaios preliminares/desenvolvimento da tecnologia, quer nos ensaios de pré-conformidade de acordo com o draft das normas. As características do novo laboratório impõem requisitos relativamente ao espaço (elevado pé-direito por requisitos de instalação de equipamentos, elevado volume por requisitos de pouca turbulência do ar interior e condicionamento de temperatura e humidade).

Os requisitos associados ao novo paradigma de economia circular, que imporá muito provavelmente requisitos de produtos orientados para esse fim e, portanto, com conceção e tecnologias (IoT/IA/AM) diferentes das atuais, permitindo novas abordagens que terão de ser incluídas na perspetiva dos ensaios.



---

A existência de um laboratório nacional que, no contexto do novo paradigma do hidrogénio, esteja habilitado a realizar todos os ensaios de verificação da conformidade dos aparelhos com as normas harmonizadas, e com a legislação comunitária relativa à Marcação CE, é de extrema importância para o sucesso do hidrogénio.

---

**DESENVOLVIDO POR**

CATIM - Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica

---

**SETOR**

Indústria

---

**DATA PREVISTA**

2021

---

**INVESTIMENTO PREVISTO**

n.d.

---

## ANEXO IV – RESULTADOS DA MODELAÇÃO

Tabela - Principais resultados da modelação em 2030 [Fonte: DGEG]

INDICADOR	UNIDADE	2030				
		PNEC_MA	H2_BASE	H2_BASE_Export+	H2_BASE_Export-	H2_BASE_Duplo
<b>POTÊNCIA INSTALADA</b>	-	-	-	-	-	-
Centrais elétricas a biomassa	MW	-	262	262	262	262
Centrais elétricas a biogás	MW	85	16	16	16	16
Centrais de eletrólise (H <sub>2</sub> )	MW	0	2200	2200	2200	4400
Solar PV associado a produção de H <sub>2</sub>	MW	0	2640	2640	2640	5280
Eólica associada a produção de H <sub>2</sub>	MW	0	2200	2200	2200	4400
Eletrolisadores dispersos (suporte à rede)	MW	20	30	30	30	30
Células de combustível estacionárias (suporte à rede)	MW	87	84	84,154	84	84
Simples limpeza de biogás	MW	200	100	100	100	100
Metanação de biogás <i>in situ</i> biológica	MW	0	150	150	150	150
Gasificação de biomassa e metanação catalítica	MW	0	100	100	100	100
Gasificação de biomassa para H <sub>2</sub>	MW	160	100	100	100	100
CCUS e metanação catalítica	MW	0	100	100	100	200
<b>PRODUÇÃO DE GÁS NATURAL SINTÉTICO (CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>)</b>	-	-	-	-	-	-
Simples limpeza de biogás	kton H <sub>2</sub>	38	19,7	19,7	19,7	19,7
Metanação de biogás <i>in situ</i> biológica	kton H <sub>2</sub>	0	21,7	21,7	21,7	21,7
Gasificação de biomassa e metanação catalítica	kton H <sub>2</sub>	0	15,8	15,8	15,8	15,8
CCUS e metanação catalítica	kton H <sub>2</sub>	0	10,5	10,5	10,5	21,0
TOTAL	kton H <sub>2</sub>	38	67,7	67,7	67,7	78,2
<b>PRODUÇÃO DE H<sub>2</sub></b>	-	-	-	-	-	-
Centrais de eletrólise	kton H <sub>2</sub>	0	301	301	301	601
Eletrolisadores dispersos	kton H <sub>2</sub>	22,0	2,5	2,5	2,5	2,5
Gaseificação de biomassa	kton H <sub>2</sub>	2,5	14,5	14,5	14,5	14,5
TOTAL	kton H <sub>2</sub>	24,5	318	318	318	618
<b>CONSUMOS INTERMÉDIOS DE H<sub>2</sub></b>	-	-	-	-	-	-
em células de combustível de suporte à rede	kton H <sub>2</sub>	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
para metanação de biogás por via biológica	kton H <sub>2</sub>	0	6,6	6,6	6,6	6,6
para metanação catalítica de biomassa gaseificada	kton H <sub>2</sub>	0	10,8	10,8	10,8	10,8
para metanação catalítica de CO <sub>2</sub> de CCUS	kton H <sub>2</sub>	0	11,7	11,7	11,7	23,4
TOTAL	kton H <sub>2</sub>	2,5	31,6	31,6	31,6	43,2
<b>CONSUMOS FINAIS DE H<sub>2</sub></b>	-	-	-	-	-	-
Veículos de passageiros	kton H <sub>2</sub>	10,1	12,7	12,7	12,7	12,7
Veículos de mercadorias	kton H <sub>2</sub>	11,9	14,9	14,9	14,9	14,9
Ferrovia	kton H <sub>2</sub>	0	0,4	0,4	0,4	0,4
Navegação doméstica	kton H <sub>2</sub>	0	1,5	1,5	1,5	1,5
Navegação internacional	kton H <sub>2</sub>	0	13,4	13,4	13,4	13,4
Uso direto na indústria	kton H <sub>2</sub>	0	26,1	1,4	72,4	44,2
Injeção na Rede Nacional de GN	kton H <sub>2</sub>	0	74,5	27,6	151,7	201,0
Presença na Rede Nacional de GN	% vol	0	19,0	7,5	35,4	42,5
TOTAL	kton H <sub>2</sub>	22,0	143	72	267	288
<b>IMPORTAÇÃO/EXPORTAÇÃO DE H<sub>2</sub></b>	-	-	-	-	-	-
Importação	kton H <sub>2</sub>	0	0	0	0	0
Exportação	kton H <sub>2</sub>	0	143	214	19	287

Tabela - Principais resultados da modelação em 2040 [Fonte: DGEG]

INDICADOR	UNIDADE	2040				
		PNEC_MA	H2_BASE	H2_BASE_Export+	H2_BASE_Export-	H2_BASE_Duplo
<b>POTÊNCIA INSTALADA</b>	-	-	-	-	-	-
Centrais elétricas a biomassa	MW	-	282	282	282	282
Centrais elétricas a biogás	MW	16	16	16	16	16
Centrais de eletrólise (H <sub>2</sub> )	MW	500	6600	6600	6600	8800
Solar PV associado a produção de H <sub>2</sub>	MW	500	7920	7920	7920	10560
Eólica associada a produção de H <sub>2</sub>	MW	500	6600	6600	6600	8800
Eletrolisadores dispersos (suporte à rede)	MW	30	50	50	50	50
Células de combustível estacionárias (suporte à rede)	MW	320	320	320	320	320
- Simples limpeza de biogás	MW	200	100	100	100	100
- Metanação de biogás <i>in situ</i> biológica	MW	0	250	250	250	250
- Gaseificação de biomassa e metanação catalítica	MW	-	150	150	150	150
- Gaseificação de biomassa para H <sub>2</sub>	MW	160	150	150	150	150
- CCUS e metanação catalítica	MW	-	1000	1000	1000	1500
<b>PRODUÇÃO DE GÁS NATURAL SINTÉTICO (CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>)</b>	-	-	-	-	-	-
- Simples limpeza de biogás	kton H <sub>2</sub>	37,8	19,7	2,4	19,7	19,7
- Metanação de biogás <i>in situ</i> biológica	kton H <sub>2</sub>	0	36,1	4,3	36,1	36,1
- Gaseificação de biomassa e metanação catalítica	kton H <sub>2</sub>	0	23,7	2,8	23,7	23,7
- CCUS e metanação catalítica	kton H <sub>2</sub>	0	105,1	12,6	105,1	157,7
TOTAL	kton H <sub>2</sub>	0	184,6	22,2	184,6	237,2
<b>PRODUÇÃO DE H<sub>2</sub></b>	-	-	-	-	-	-
Centrais de eletrólise	kton H <sub>2</sub>	29	902	902	902	1203
Eletrolisadores dispersos	kton H <sub>2</sub>	38	9,3	9	9,3	9,3
Gaseificação de biomassa	kton H <sub>2</sub>	7	21,7	22	21,7	21,7
TOTAL	kton H <sub>2</sub>	74	933	933	933	1234
<b>CONSUMOS INTERMÉDIOS DE H<sub>2</sub></b>	-	-	-	-	-	-
em células de combustível de suporte à rede	kton H <sub>2</sub>	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3
- para metanação de biogás por via biológica	kton H <sub>2</sub>	0	11,0	11,0	11,0	11,0
- para metanação catalítica de biomassa gaseificada	kton H <sub>2</sub>	0	16,3	16,3	16,3	16,3
- para metanação catalítica de CO <sub>2</sub> de CCUS	kton H <sub>2</sub>	0	116,8	116,8	116,8	175,2
TOTAL	kton H <sub>2</sub>	9,3	153,4	153,4	153,4	211,8
<b>CONSUMOS FINAIS DE H<sub>2</sub></b>	-	-	-	0,0	-	-
Veículos de passageiros	kton H <sub>2</sub>	39,3	65,5	65,5	65,5	65,5
Veículos de mercadorias	kton H <sub>2</sub>	50,8	83,8	83,8	83,8	83,8
Ferrovias	kton H <sub>2</sub>	0	1,6	1,6	1,6	1,6
Navegação doméstica	kton H <sub>2</sub>	0	5,8	5,6	5,6	5,6
Navegação internacional	kton H <sub>2</sub>	0	57,6	57,6	57,6	57,6
Uso direto na indústria	kton H <sub>2</sub>	15,5	42,4	1,5	181,5	56,0
Injeção na Rede Nacional de GN	kton H <sub>2</sub>	72,7	134,3	19,3	304,2	253,6
Presença na Rede Nacional de GN	% vol	56,7	30,1	5,1	59,6	49,0
TOTAL	kton H <sub>2</sub>	235	391	235	700	524
<b>IMPORTAÇÃO/EXPORTAÇÃO DE H<sub>2</sub></b>	-	-	-	-	-	-
Importação	kton H <sub>2</sub>	171	0	0	0	0
Exportação	kton H <sub>2</sub>	0	389	545	80	498

**Tabela - Principais resultados da modelação nos indicadores macro em 2030 [Fonte: DGEG]**

INDICADOR	UNIDADE	2030				
		PNEC_MA	H2_BASE	H2_BASE_Export+	H2_BASE_Export-	H2_BASE_Duplo
Importação	face a 2015	-33%	-35%	-34%	-36%	-35%
Exportação	face a 2015	-30%	-29%	-27%	-32%	-25%
Consumo bruto de energia primária	face a 2015	-9%	-9%	-9%	-9%	-8%
Consumo bruto de energia final	face a 2015	1%	0%	0%	0%	0%
Consumo bruto de eletricidade	face a 2015	28%	27%	27%	27%	27%
Consumo bruto de gás da Rede de GN	face a 2015	-29%	-26%	-25%	-30%	-27%
Consumo bruto de energia térmica	face a 2015	-1%	-2%	-3%	-3%	-3%
Consumo bruto nos transportes terrestres	face a 2015	-10%	-10%	-10%	-10%	-10%
Dependência energética	face a 2015	-22 p.p.	-24 p.p.	-24 p.p.	-24 p.p.	-27 p.p.
Energia renovável no consumo bruto de energia final	%	48	51	49	55	55
Energia renovável no consumo bruto de eletricidade	%	90	89	88	89	85
Energia renovável nos transportes terrestres <sup>35</sup>	%	20	20	20	20	20
Energia renovável no aquecimento e arrefecimento	%	45	49	46	54	54
Energia renovável na Rede Nacional de GN	%	4	11	6	19	23
Emissões de GEE	face a 2015	-53%	-59%	-59%	-59%	-59%

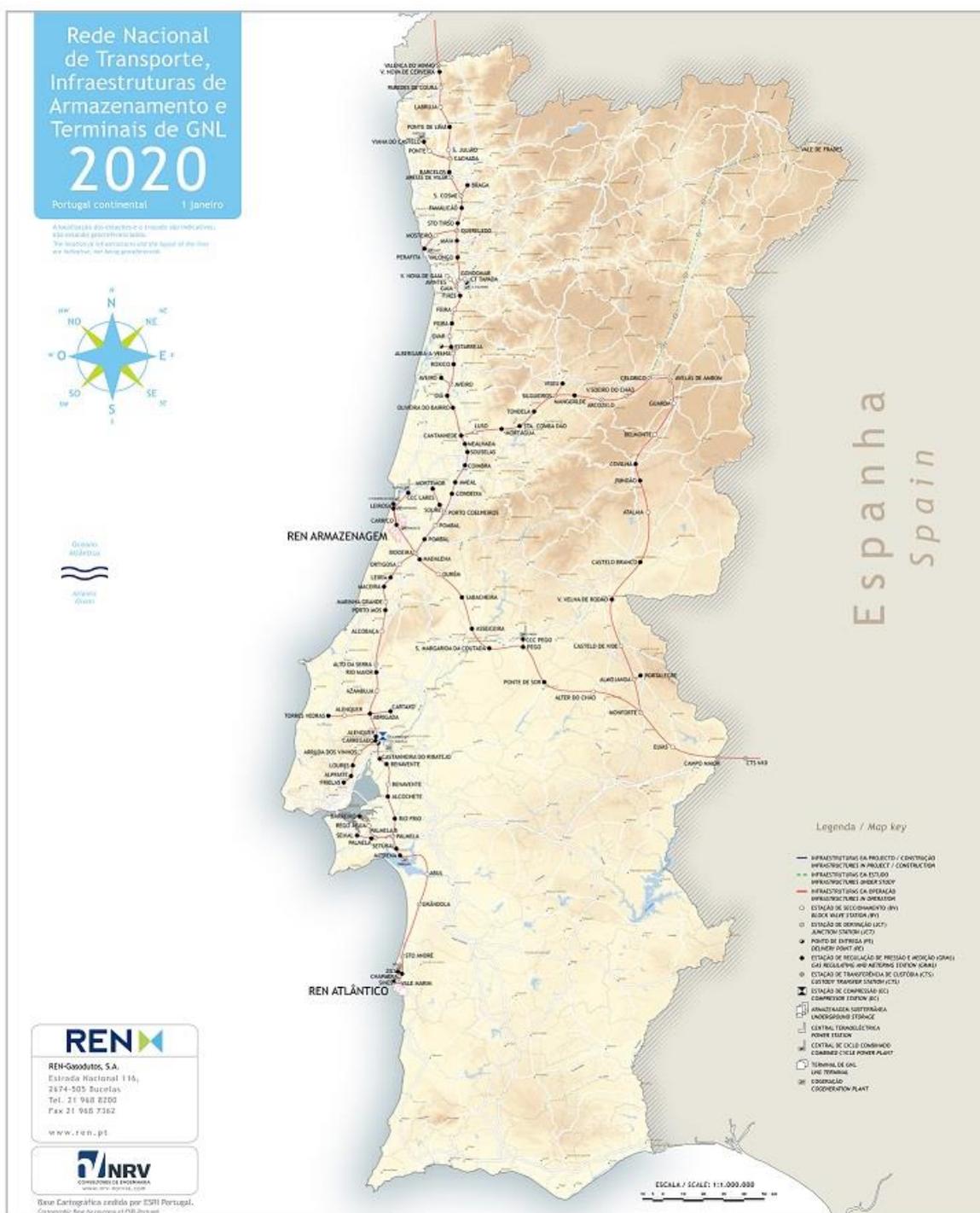
**Tabela - Principais resultados da modelação nos indicadores macro em 2040 [Fonte: DGEG]**

INDICADOR	UNIDADE	2040				
		PNEC_MA	H2_BASE	H2_BASE_Export+	H2_BASE_Export-	H2_BASE_Duplo
Importação	face a 2015	-47%	-49%	-47%	-52%	-50%
Exportação	face a 2015	-33%	-21%	-15%	-29%	-18%
Consumo bruto de energia primária	face a 2015	-15%	-14%	-14%	-14%	-12%
Consumo bruto de energia final	face a 2015	-6%	-6%	-7%	-7%	-6%
Consumo bruto de eletricidade	face a 2015	58%	56%	54%	54%	55%
Consumo bruto de gás da Rede de GN	face a 2015	-25%	-23%	-21%	-34%	-25%
Consumo bruto de energia térmica	face a 2015	-3%	-4%	-4%	-4%	-4%
Consumo bruto nos transportes terrestres	face a 2015	-37%	-37%	-37%	-37%	-37%
Dependência energética	face a 2015	-35 p.p.	-46 p.p.	-46 p.p.	-46 p.p.	-49 p.p.
Energia renovável no consumo bruto de energia final	%	65	69	65	79	74
Energia renovável no consumo bruto de eletricidade	%	93	86	86	86	84
Energia renovável nos transportes terrestres <sup>36</sup>	%	60	58	58	58	57
Energia renovável no aquecimento e arrefecimento	%	49	53	47	67	59
Energia renovável na Rede Nacional de GN	%	10	17	7	38	29
Emissões de GEE	face a 2005	-68%	-75%	-74%	-76%	-75%

<sup>35</sup> Sem multiplicadores

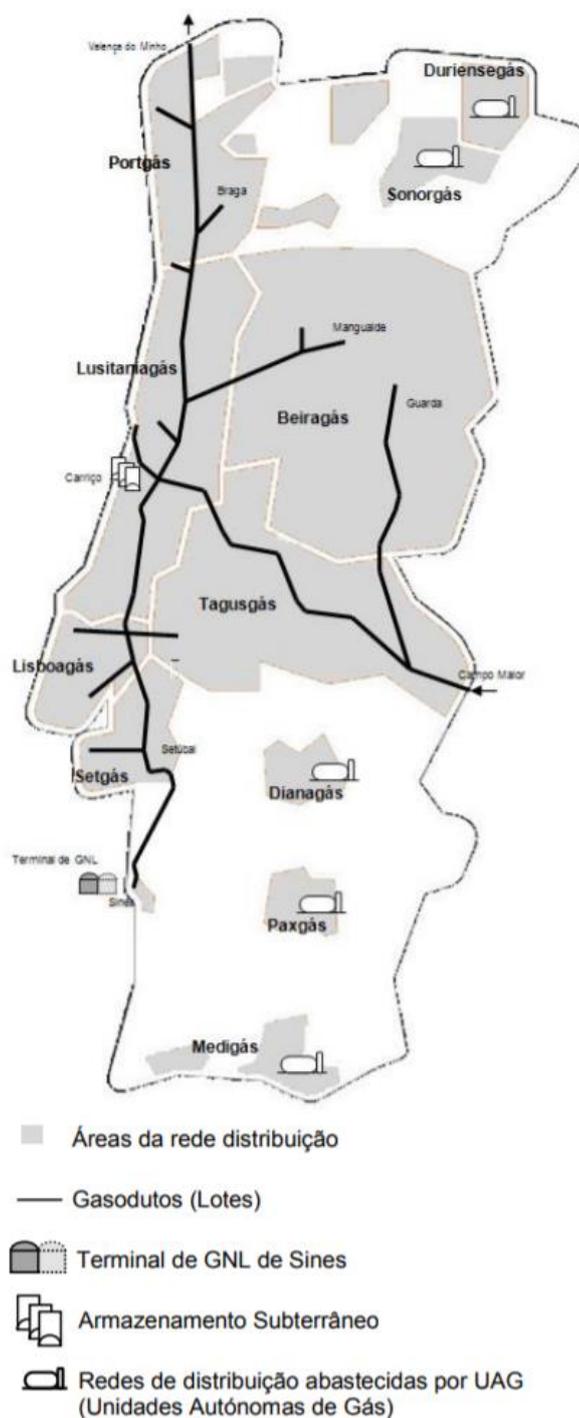
<sup>36</sup> Sem multiplicadores

# ANEXO V – MAPA DA REDE NACIONAL DE TRANSPORTE DE GÁS NATURAL



[FONTE: REN]

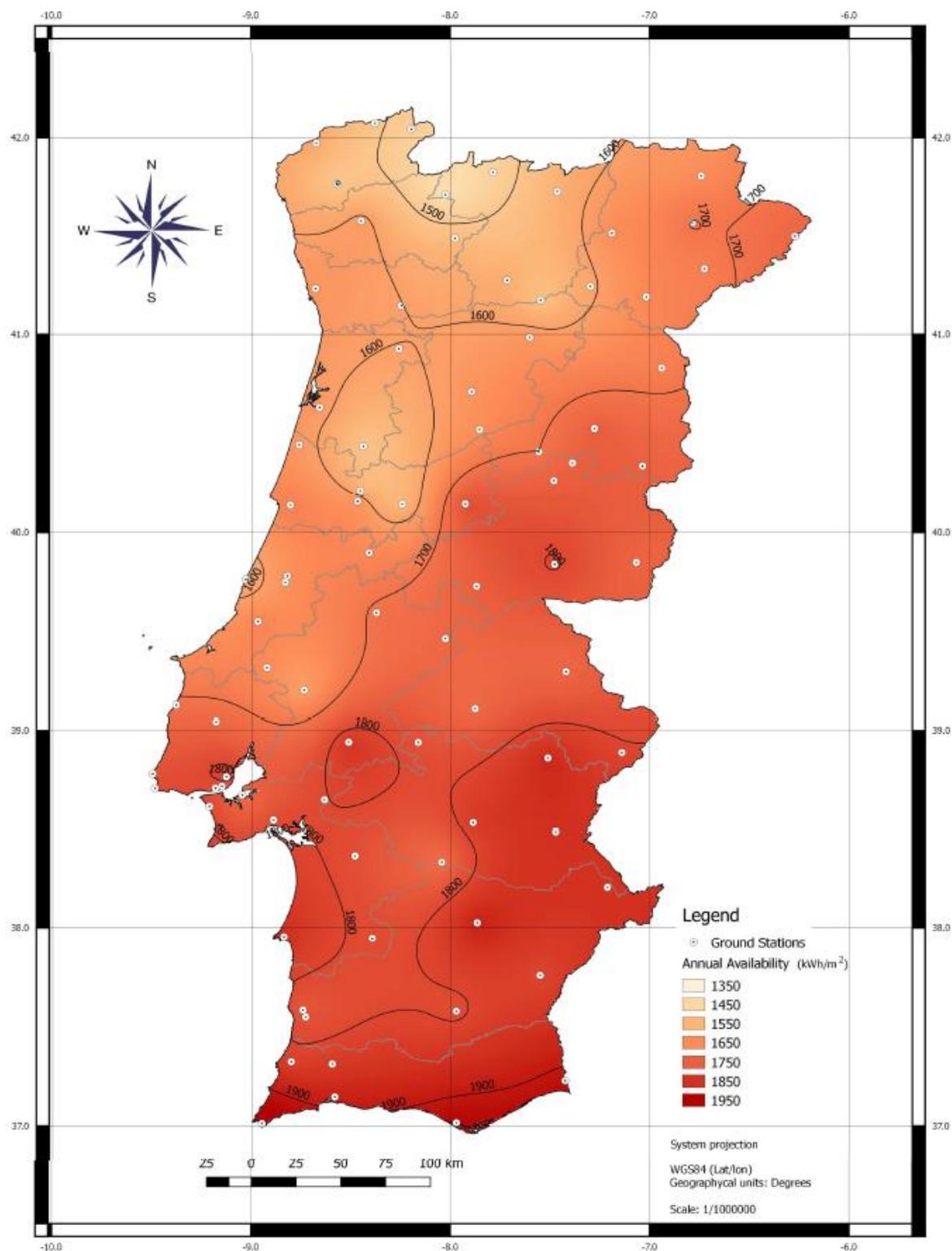
## ANEXO VI - MAPA DA REDE NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL



[FONTE: ERSE]

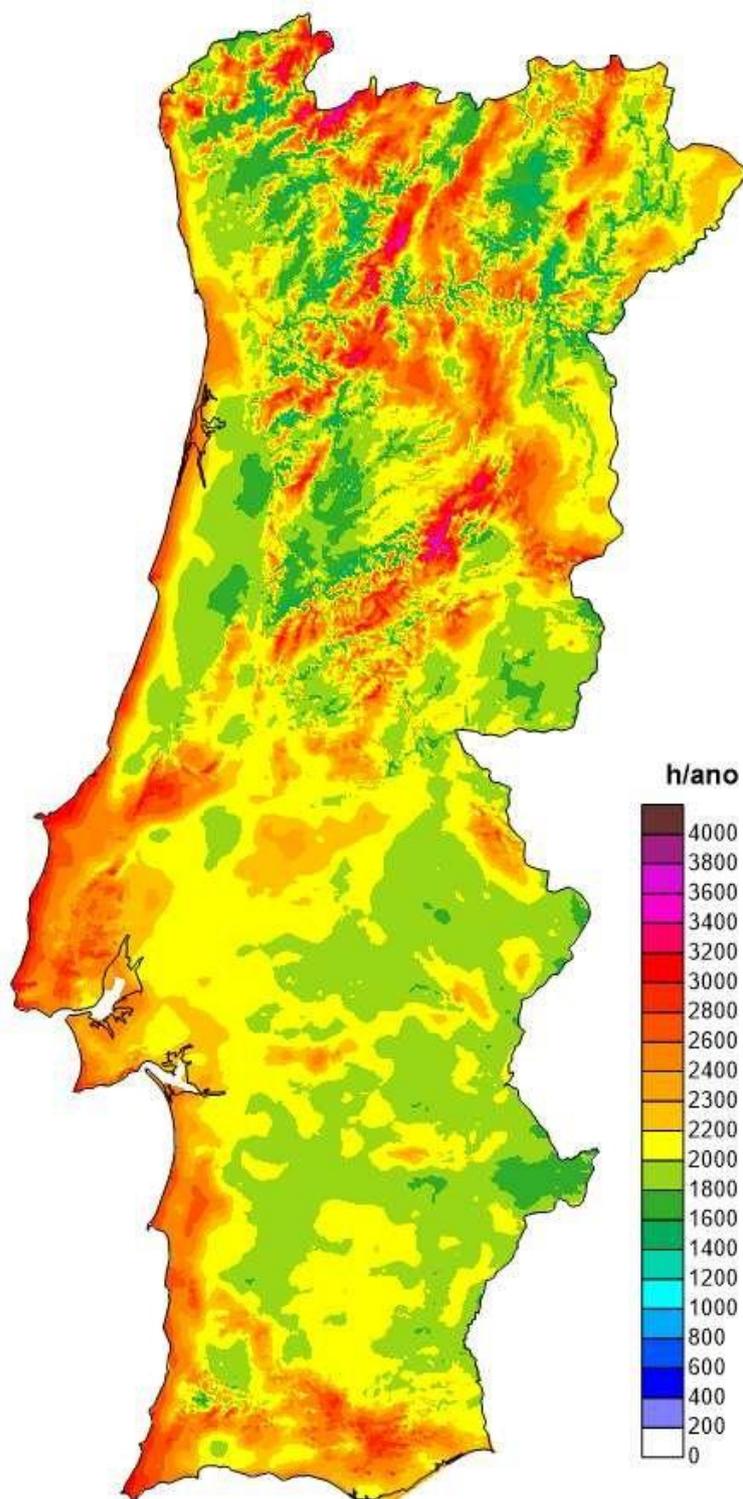
## ANEXO VII – MAPAS DO POTENCIAL DE DISPONIBILIDADE DE RECURSOS EM PORTUGAL

Mapa da disponibilidade anual de radiação solar global (kWh/m<sup>2</sup>) [FONTE: IPES<sup>37</sup>]

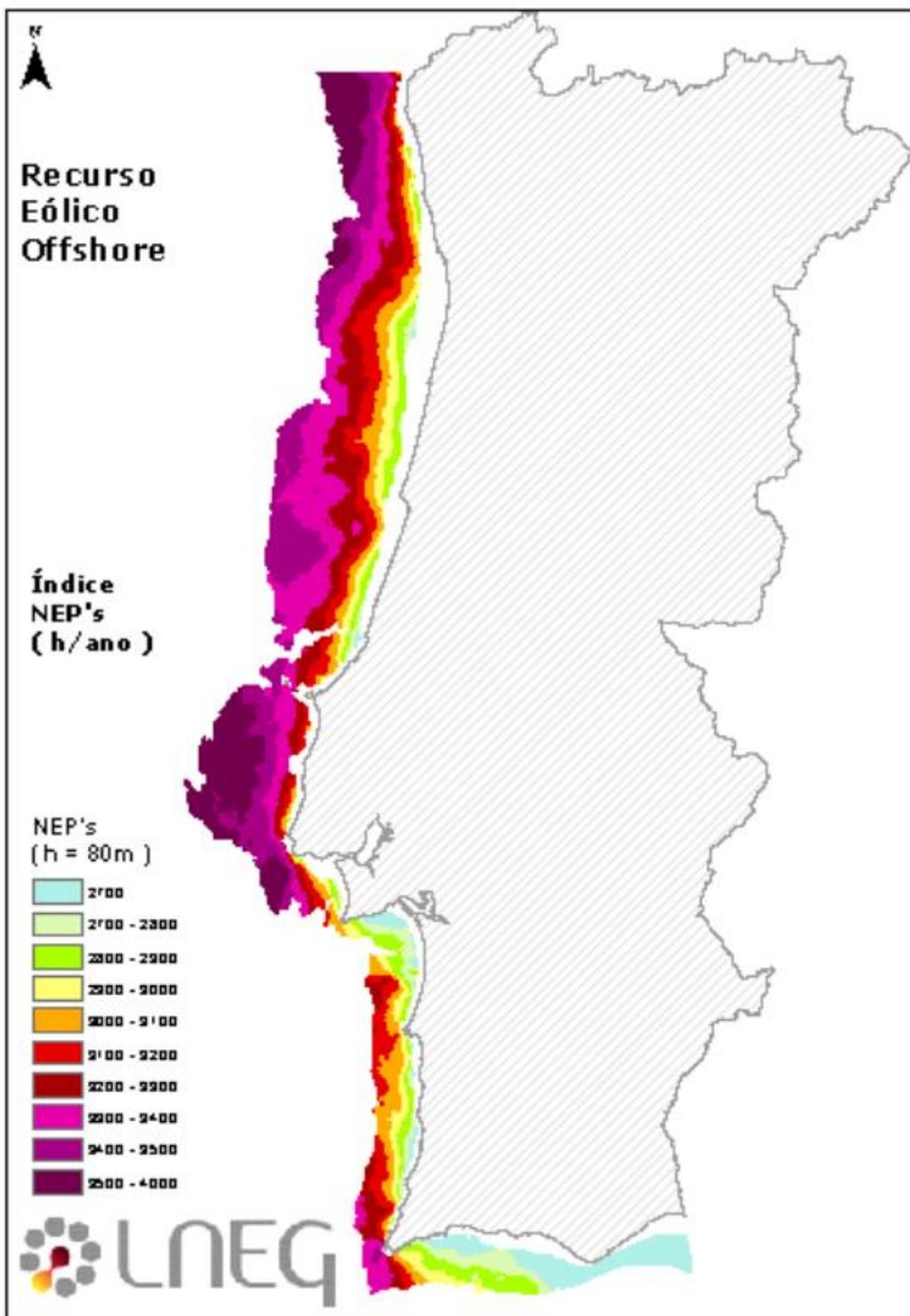


<sup>37</sup> "Radiação Solar Global em Portugal e a sua variabilidade, mensal e anual", dezembro de 2016

Mapa *onshore* do número de horas equivalentes de funcionamento à potência nominal (h/ano) [FONTE: LNEG<sup>38</sup>]



<sup>38</sup> "REAVLIAÇÃO DO POTENCIAL EÓLICO SUSTENTÁVEL EM PORTUGAL CONTINENTAL (2018)"

Mapa offshore do número de horas equivalentes de funcionamento à potência nominal (h/ano) [FONTE: LNEG<sup>39</sup>]

<sup>39</sup> "REAVIAÇÃO DO POTENCIAL EÓLICO SUSTENTÁVEL EM PORTUGAL CONTINENTAL (2018)"

Mapa da Localização das ETARs [FONTE: SNIAmb, APA]





REPÚBLICA  
PORTUGUESA

AMBIENTE E AÇÃO CLIMÁTICA



HIDROGÉNIO