Deloitte.





Decisions that matter

Impacto da eletricidade de origem renovável

Setembro 2021



ÍNDICE

- 0. Sumário executivo
- 1. Penetração das FER
- 2. Política energética
- 3. Sistema Elétrico Nacional
- 4. Impacto no mercado de eletricidade
- 5. Impacto socioeconómico
- 6. Impacto ambiental
- 7. Impacto na dependência energética
- 8. Impacto do H₂ verde e aumento da ambição climática

Glossário

Anexos



0. Sumário executivo

APRESENTAÇÃO DO ESTUDO



Objetivo da análise

O estudo tem o objetivo de avaliar o impacto da eletricidade de origem renovável, no sistema elétrico e na economia nacional, entre 2016 e 2020 e projetar esses impactos de acordo com as metas do Plano Nacional de Energia e Clima 2030, bem como analisar o impacto adicional do hidrogénio verde e nova ambição climática

O presente estudo tem por âmbito atualizar a versão anterior publicada em 2019, com o intuito de projetar o impacto da eletricidade de origem renovável em Portugal, tendo em consideração um novo contexto político e socioeconómico.

O Plano nacional de Energia e Clima (PNEC) 2030 foi aprovado em maio de 2020 e publicado na sua versão final a 10 de julho de 2020, consolidando as metas nacionais e medidas de descarbonização e confirmando a proeminência do setor da eletricidade renovável. Ainda antes da sua publicação, a Comissão Europeia reconhecia a necessidade de aumentar a sua ambição, com a declaração de emergência climática pelo Parlamento Europeu, com o alerta aos Estados Membros da necessidade de todos assumirem o esforço da necessidade de reposta.

Em agosto de 2020, Portugal aprova a Estratégia Nacional para o Hidrogénio – EN-H2, dando um passo adicional para o caminho da descarbonização e colocando o hidrogénio verde como vetor fundamental para a descarbonização da economia nacional rumo à neutralidade carbónica, mas com a premissa de que Portugal não irá aumentar a ambição espelhada no PNEC 2030 de 45 % a 55 % de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) face a 2005.

Consolidando o objetivo de neutralidade climática até 2050 para a economia e sociedade europeias, a Europa estabelece o Pacto Ecológico Europeu e a Lei Europeia do Clima, visando também a recuperação económica para dar resposta à crise pandémica decorrente da COVID-19.

A 14 de julho de 2021, surge o pacote Fit for 55 desenhado com vista ao alcance da nova ambição climática europeia de redução de GEE em 55% em 2030, face a 1990.

Neste panorama, o presente estudo, para além de atualizar os dados históricos referentes ao horizonte temporal de 2016-2020 relativos às vertentes socioeconómicas, ambientais e de dependência energética para o país, bem como no mercado diário de eletricidade, analisa também as projeções de 2030 considerando a ambição do PNEC 2030 definida pelo governo e dois cenários alternativos que visam analisar o impacto do hidrogénio verde e da necessidade de dar reposta ao aumento da ambição climática estabelecida no Fit for 55.

APRESENTAÇÃO DO ESTUDO



Objetivo da análise

São analisados os impactos de acordo com as metas do Plano Nacional de Energia e Clima 2030, bem como o impacto adicional do hidrogénio verde e nova ambição climática numa base de benefícios adicionais às componentes socioeconómicas e ambiente

As projeções elaboradas para 2030 foram efetuadas para 3 cenários:

- Cenário PNEC 2030, sobre o qual se debruçam os capítulos 5 a 7 deste documento.
- Cenário alternativo Base, que assenta num aumento de ambição climática para 55 % de redução de emissões de GEE face a 1990 e que assume um custo de H₂ no mercado internacional de 1,4-2,0 \$/kg em 2030, estando em linha com os objetivos e metas setoriais e de exportação espelhados na EN-H2.
- Cenário alternativo Exportação, que assenta num aumento de ambição climática para 55 % de redução de emissões de GEE face a 1990 e que assume um valor unitário superior para o H₂ de 3,0-3,5 \$/kg no mercado internacional, conducente com um aumento mais acentuado na procura global por H₂ verde.

Os dois cenários alternativos foram desenvolvidos pelo CENSE – FCT NOVA, com recurso ao modelo TIMES-PT, que contemplam diferentes volumes de produção de $\rm H_2$ verde e, consequentemente, diferentes necessidades de capacidade adicional de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis.

Os resultados destes cenários são apresentados numa perspetiva de benefícios adicionais ao cenário PNEC 2030 e são apresentados no capítulo 8.

Os impactos analisados do foro socioeconómico e de mercado contemplam exclusivamente a vertente da componente da eletricidade de origem renovável para geração direta de eletricidade para diversos usos e para consumo nos eletrolisadores, não introduzindo o impacto ou cadeia da produção de H₂. Contudo, há que acrescentar que a análise ao impacto ambiental dos cenários Base e de Exportação são avaliados tanto ao nível das emissões globais do país, como ao nível das emissões inerentes ao sistema energético, espelhando a importância e impacto do H₂ verde na descarbonização de outros setores.



Principais impactos

A análise realizada permitiu a identificação dos impactos em quatro vertentes: socioeconómica, ambiental, dependência energética e no mercado de eletricidade

Impacto socioeconómico do setor

Inclui-se nesta análise a avaliação da contribuição direta do setor de eletricidade de origem renovável no PIB, o efeito indireto noutros setores da economia e o emprego gerado direta e indiretamente.

Relativamente ao **PIB**, a análise revela que a contribuição das FER cifrou-se numa média de \sim 3,7 mil milhões de euros por ano no período 2016-2020, representando cerca de 1,9% do PIB. Estima-se que, em 2030, este valor ascenda a \sim 12,8 mil milhões de euros (\sim 5% do PIB). Com o acréscimo de produção renovável resultante do H₂ verde e do aumento da ambição climática, estima-se que possa acrescentar entre 1,9 a 6,7 mil milhões de euros anuais adicionais ao valor total de impacto no PIB no ano de 2030.

Quanto ao **emprego**, conclui-se que em 2020 o impacto do setor de produção renovável era de ~51 mil colaboradores, gerando um PIB por trabalhador de ~77,2 mil €. Entre 2020 e 2030, com a concretização das estimativas de capacidade adicional, as FER deverão gerar um adicional de mais de 90 mil colaboradores, chegando aos cerca de 160 mil empregos em 2030. Uma maior ambição climática a par com a introdução do H₂ verde poderá ainda acrescentar entre 24 a 83 mil empregos a estas estimativas para 2030.

Em linha com estes resultados, estima-se que, em média, entre 2020 e 2030, a contribuição anual para a **Segurança Social** seja superior a 1.000 milhões de euros, estimando-se cerca de 1.600 milhões de euros para 2030. Estima-se que o H_2 verde e o aumento da ambição climática possam ainda acrescentar entre 243 a 842 milhões de euros anuais ao total de contribuições para a Segurança Social em 2030.

Adicionalmente, estima-se que no período 2020-30, o setor represente cerca de 10.000 milhões de euros de contribuições acumuladas para o **IRS**.

Face ao crescimento previsto, no período 2020-30 o setor deverá gerar um total acumulado de cerca de 4,2 mil milhões de euros com **IRC e Derrama Municipal**, atingindo um valor anual de 482 milhões de euros em 2030. Os cenários associados ao H₂ verde e aumento da ambição climática poderão significar 81 a 161 milhões adicionais anuais em IRC e Derrama no ano de 2030.

No que toca o **IVA**, no ano de 2030 deverá atingir cerca de 1.900 milhões de contribuição líquida anual (valor 4x superior a 2020). A este valor poderão acrescer entre 350 a 1.139 milhões de euros anuais ao saldo líquido do IVA em 2030, como resultado da concretização dos cenários relacionados com o H₂ verde e o aumento da ambição climática.

Perspetiva-se que entre 2020 e 2030 o **investimento privado em centros electroprodutores** de FER ascenda a 20 mil milhões de euros. Os investimentos associados ao H₂ verde e aumento da ambição climática poderão representar um acréscimo de 4,3 a 5,4 mil milhões de euros até 2030.



Principais impactos

Impacto ambiental do setor

Nesta dimensão foi analisada a contribuição da produção elétrica através de fontes de energia renovável para o ambiente, expresso na redução das emissões de ${\rm CO_2}$ que se teriam verificado se essa produção tivesse sido assegurada através das fontes convencionais (carvão e gás natural).

Da análise realizada, verifica-se que a produção de energia renovável, entre 2016 e 2020, permitiu:

- i. Evitar a emissão de mais de 76 milhões de toneladas equivalentes de CO₂;
- ii. Poupar mais de 1.842 milhões de euros com licenças de CO₂.

Entre 2020 e 2030, estima-se que as emissões evitadas de CO_2 com a produção de eletricidade renovável continuem a aumentar atingindo os 25,5 milhões de toneladas equivalentes de CO_2 anuais no ano de 2030, com as poupanças com o custo das licenças a chegar a mais de 2,3 mil milhões de euros em 2030, fruto do aumento esperado para o preço das licenças (108 ℓ /t em 2030).

Numa perspetiva mais abrangente, os cenários de maior ambição climática analisados têm por objetivo a redução de GEE de 55 % em 2030 face a 1990, o que representa o equivalente a uma redução de 65 % para o sistema energético face a 2005.

Este objetivo representa uma redução de emissões em 2030 quantificada em 41,6 Milhões de toneladas equivalentes de ${\rm CO_2}$ relativamente a 2005, um adicional de 4,3% relativamente ao cenário mais ambicioso do PNEC 2030.

Impacto do setor na dependência energética

O impacto da dependência energética foi analisado com base na quantificação do efeito de substituição de importações de energia elétrica e de combustíveis fósseis para geração de eletricidade, nomeadamente carvão e gás natural, bem como na determinação do impacto dessa substituição na taxa de dependência energética.

Com base na análise realizada, estima-se que em 2020 se evitaram ~514 mil milhões de euros em importações de combustíveis fósseis para a produção de eletricidade.

Entre 2020 e 2030, estima-se que estas poupanças ascendam a mais de 19 mil milhões de euros, relativamente a importações evitadas de combustíveis fósseis, sendo atingido o valor anual de 2.688 milhões de euros em 2030.



Principais impactos

Devido à redução do consumo de energia com o contexto atípico da pandemia, em 2020 a dependência energética ao exterior atingiu quase os 66%, com a eletricidade FER a contribuir com uma redução de 12,6 p.p., contudo espera-se que, em 2030, a dependência em combustíveis fósseis importados seja de 67%, com a contribuição da eletricidade FER a chegar a mais de 22 p.p..

Impacto no mercado de eletricidade

A existência de eletricidade produzida a partir de fontes renováveis, tem impacto em diferentes parcelas das tarifas de eletricidade, destacando-se nesse contexto (i) o efeito que estas tecnologias têm na formação do preço de mercado grossista diário de eletricidade, pelo facto de apresentarem custo marginal zero ou próximo de zero; e (ii) os diferenciais de custo associados às tarifas feed-in existentes para alguns destes produtores, quando comparadas com valores de mercado.

Da análise realizada resultaram as seguintes principais conclusões:

- a. Se não existisse PRE de natureza renovável, o preço de venda por MWh da eletricidade no mercado diário ibérico teria sido, em média, 24€ superior, entre 2016 e 2020;
- b. Considerando o diferencial de custo da PRE renovável e o seu impacto no preço do mercado diário de eletricidade, verifica-se um efeito líquido positivo para o sistema, com um valor acumulado de cerca de 1,7 mil milhões de euros entre 2016 e 2020.

Resumo dos principais impactos

	kesumo dos prin	Cenário PNEC 2030			Adicional dos cenários de H ₂ verde e aumento da ambição climática	
		2020	2025	2030	Cenário Base	Cenário Exportação
	Contribuição para o PIB	3.940 M€	9.459 M€	12.820 M€	+1.986 M€	+6.665 M€
ÄÄÄ	Emprego gerado	50.996	119.639	160.937	+23.943	+82.842
0	Contribuição SS	518 M€	1.212 M€	1.638 M€	+243 M€	+842 M€
	Contribuição IRC	249 M€	368 M€	482 M€	+81 M€	+365 M€
€	Investimento privado	118 M€	1.523 M€	927 M€	+1.648 M€	+5.444 M€
Î	Emissões de CO ₂ evitadas	19,9 MtCO ₂ -eq	19,5 MtCO ₂ -eq	25,5 MtCO ₂ -eq		
	Importações evitadas	514 M€	1.965 M€	2.668 M€		



1. Penetração das FER



Consumo de energia primária

Análise da evolução no consumo de energia primária no Mundo

 $(X10^3)$

O seguinte gráfico apresenta a evolução no consumo de energia primária no Mundo, especificando os valores referentes a cada tecnologia.

Neste caso:

- Verifica-se um aumento do consumo de energia primária no período 2016-2019 de 4,8%. Em 2020, verificou-se o impacto da pandemia da COVID-19, que se repercutiu numa quebra do consumo de 4,2% face a 2019;
- É evidente a grande prevalência das tecnologias não renováveis face às renováveis;
- Em relação às não renováveis, o petróleo e seus derivados constituem a parcela mais representativa, não se verificando uma alteração significativa desde 2016. O carvão sofreu um ligeiro decréscimo, enquanto o gás natural segue uma tendência de crescimento;
- As renováveis registaram um crescimento nestes 5 anos de 25,4%. Contudo, apresentam valores ainda muito reduzidos face às tecnologias fósseis.

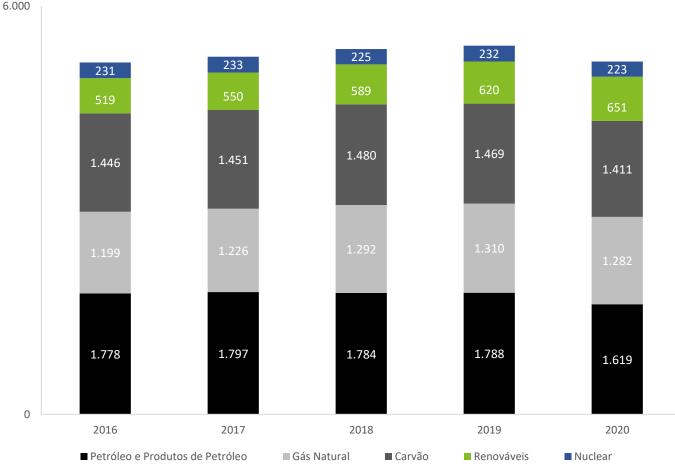


Figura 1. Consumo de energia primária no Mundo (PWh)
Fonte: BP , Análise APREN

Nota – Para a conversão para PWh, é utilizado o fator de conversão disponibilizado pela DGEG: 1 GWh = 86 tep.



Consumo de energia primária

Análise da evolução no consumo de energia primária referente à União Europeia

Analisando agora a situação europeia no que diz respeito ao consumo de energia primária:

- Constata-se um crescimento do consumo de energia primária entre 2016 e 2017 e uma inversão dessa tendência a partir desse ano, até 2020. Nota mais uma vez para a acentuada quebra do consumo no último ano, influenciado pela COVID-19;
- Tal como no contexto mundial, há uma grande prevalência das tecnologias não renováveis face às renováveis;
- No caso das não renováveis, o petróleo e seus derivados constituem a parcela mais representativa. O carvão sofreu um decréscimo relevante, enquanto o gás natural não sofreu uma alteração significativa;
- As renováveis registaram um crescimento nestes 5 anos de 10,7%. Novamente, seguindo a situação mundial, os valores referentes às tecnologias renováveis são ainda muito baixos.

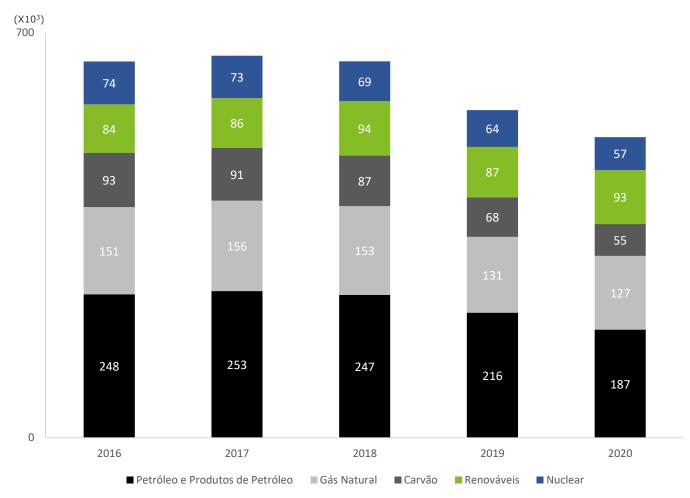


Figura 2. Consumo de energia primária na União Europeia (PWh)

Fonte: BP, Análise APREN

Nota – Para a conversão para PWh, é utilizado o fator de conversão disponibilizado pela DGEG: 1 GWh = 86 tep.



Consumo de energia primária

Análise da evolução no consumo de energia primária em Portugal

O cenário em Portugal permite perceber, com detalhe, a distribuição do consumo, tendo em conta as diferentes tecnologias. Em concreto:

- Há uma tendência de estabilização do consumo nos 4 primeiros anos em análise, tendo existido um aumento de apenas 0,75% desde 2016. Em 2020, pelo efeito da COVID-19, constatou-se uma quebra do consumo, principalmente no petróleo, no carvão e no gás natural;
- Destaca-se a prevalência das tecnologias não renováveis face às renováveis;
- Nas não renováveis, o petróleo e seus derivados constituem a parcela mais representativa. O consumo de carvão sofreu um acentuado decréscimo entre 2018 e 2020 de 79%. Em sentido inverso, o gás natural segue uma tendência crescente, tendo o consumo agregadamente aumentado 19,6% entre 2016 e 2020;
- As renováveis, por consequência, têm-se mantido nos mesmos valores (com oscilações ligeiras) neste intervalo de 5 anos, uma realidade que se espera que venha a mudar na presente década.

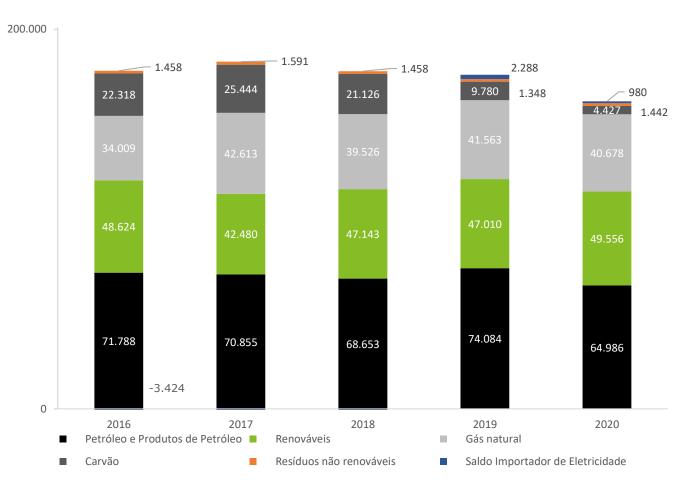


Figura 3. Consumo de energia primária em Portugal (TWh)
Fonte: DGEG, Análise APREN

Nota - Renováveis inclui: Eólicas, Biomassa, Hidroeletricidade, Biocombustíveis e Bombas de calor. Para a conversão para TWh é utilizado o fator de conversão disponibilizado pela DGEG: 1 GWh = 86 tep.



Análise da evolução no consumo de energia final em Portugal

Relativamente ao consumo de energia final, é de realçar o seguinte:

- Há uma tendência crescente entre 2016 e 2019, tendo-se verificado, neste período, um aumento de 4,2%. O crescimento é transversal a todas as tecnologias (exceto o parâmetro "Outros"). O impacto da COVID-19 é evidente na acentuada descida verificada em 2020;
- Tal como no consumo de energia primária, a tecnologia em destaque é o petróleo e seus derivados, notando-se um ligeiro crescimento ao longo dos anos, até 2020, ano em que se denota uma quebra significativa. A eletricidade é a segunda tecnologia que apresenta valores mais elevados, registando um crescimento residual até 2019. Em 2020, apresentou um valor de 31 235 TWh em 120 035 TWh, 26,0% do valor total de consumo, uma quebra bastante significativa face a 2019;
- A energia renovável (excluindo a eletricidade renovável), apresentou um valor no último ano de 13 635 TWh em 120 035 TWh, 11,4% do total.

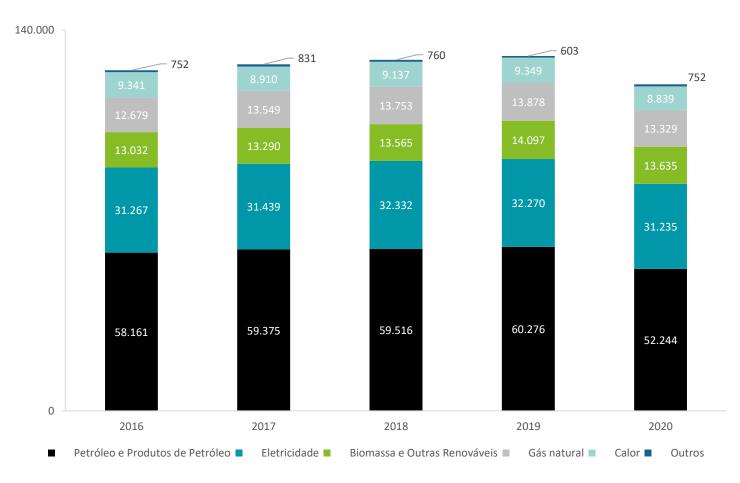


Figura 4. Consumo de energia final em Portugal (TWh)

Fonte: DGEG, Análise APREN

Nota - Renováveis inclui: Eólicas, Biomassa, Biocombustíveis, Bombas de calor. Outros inclui: Carvão, Resíduos Industriais e Outros Gases. Para a conversão para TWh é utilizado o fator de conversão disponibilizado pela DGEG: 1 GWh = 86 tep.



Peso das FER no consumo

Análise da incorporação renovável no consumo de eletricidade, no aquecimento e arrefecimento, nos transportes e no consumo final bruto de energia

A incorporação de energia renovável depende de três setores distintos de consumo final de energia: a eletricidade, o aquecimento & arrefecimento e os transportes. Assim, é importante destacar o seguinte:

- De um ponto de vista global, estes parâmetros apresentam uma tendência de estagnação, nos 5 anos em questão;
- Para o aquecimento e arrefecimento e para o consumo final bruto, de 2016 a 2019, verifica-se uma clara estagnação. Na eletricidade verifica-se uma subida de 3,0%, incluindo 2020;
- Constata-se ainda o caso positivo dos transportes, com um aumento de 1,5% (até 2019) mas, é preciso ter em conta, que no ano inicial era o elemento com menos incorporação renovável, somente 7,6%.

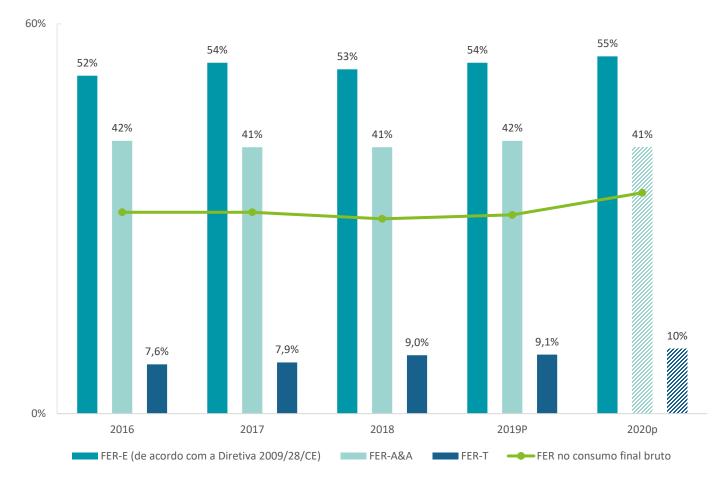


Figura 5. Incorporação renovável no consumo de eletricidade, no aquecimento e arrefecimento, nos transportes e no consumo final bruto de energia

Fonte: DGEG, Análise APREN

Nota: Os valores relativos ao aquecimento e arrefecimento e aos transportes em 2020 são as metas presentes no PNEC. Não existem, à data da elaboração deste estudo, dados publicados relativos a estes parâmetros.



Dependência energética nacional

Análise da dependência energética nacional em conjunto com a quota de renováveis na produção de eletricidade

Em relação à dependência energética, é de notar que a partir de 2017 há uma clara tendência decrescente, com grande destaque para a diminuição prevista para 2020, 66%, um valor que ficou bastante próximo da meta do PNEC para 2030. É necessário ter em conta que 2020 foi um ano atípico que conjuga uma série de fatores que permitiram a redução da importação de combustíveis fósseis, pelo abaixamento verificado no consumo (uma quebra de 8%).

No gráfico à direita, mostra-se a variabilidade intra-anual da dependência energética, o que se explica pela variabilidade dos recursos renováveis, nomeadamente do hídrico.

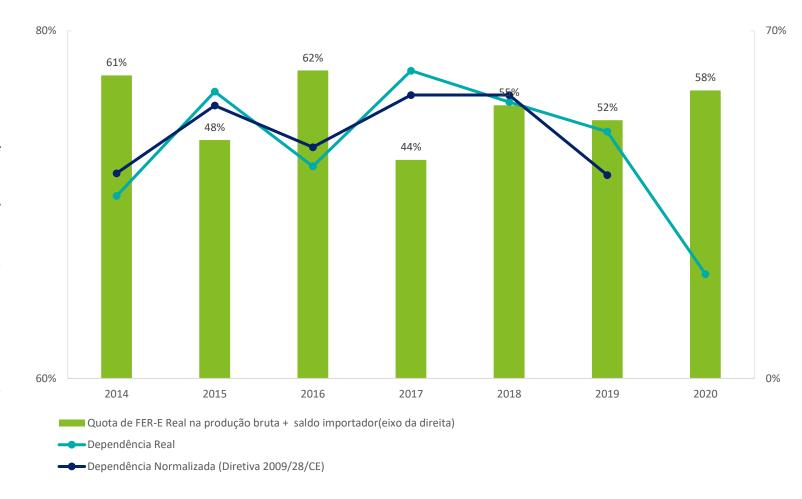


Figura 6. Dependência energética nacional e quota de renováveis no consumo de eletricidade

Fonte: DGEG, Análise APREN

Nota: Não existe à data da elaboração deste estudo, valor para a Dependência Normalizada em 2020.



Análise da evolução da potência instalada relativa a fontes de energia renovável e fontes de energia não renovável

Em termos de potência instalada destacam-se os seguintes pontos:

- A potência instalada em Portugal para geração de eletricidade aumentou 4,8% entre 2016 e 2020;
- Relativamente à potência instalada não renovável, constata-se uma ligeira redução desde 2016, mas com o phase-out previsto para a eletricidade proveniente do carvão, pelo encerramento das duas centrais em operação em Portugal (Pego e Sines), perspetiva-se um decréscimo ainda maior da potência proveniente de fontes não renováveis nos próximos anos;
- Em sentido inverso ao ponto anterior, a potência renovável apresenta um crescimento médio anual de 2%, traduzindo-se num aumento global em 5 anos de 8,4%.

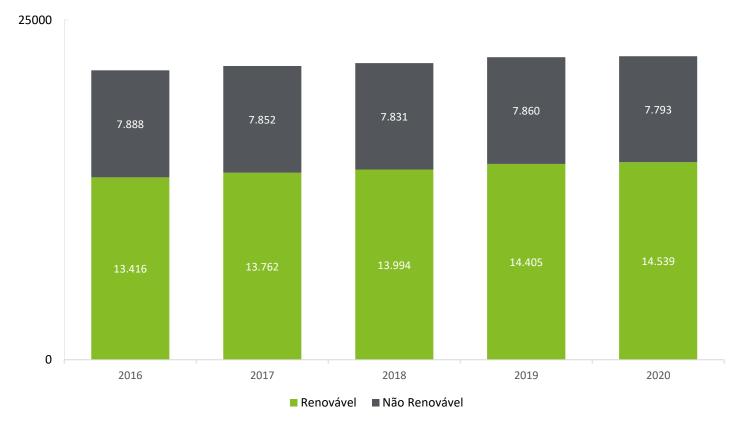


Figura 7. Evolução da potência instalada (MW)
Fonte: DGEG, Análise APREN

Nota: Devido à ausência de dados o valor não renovável para 2020 é resultado de uma progressão linear.



Análise da potência instalada relativa a fontes de energia renovável por tecnologia

16.000

Focando na componente renovável, o gráfico seguinte apresenta a distribuição da potência instalada por tecnologia. Analisando em detalhe:

- Verifica-se um aumento anual da potência renovável instalada, no período em análise. Se analisarmos a evolução de 2019 para 2020, foram instalados, somente, 134 MW de potência renovável, resultando num total acumulado de 14,5 GW de potência instalada em Portugal, um aumento de 0,9%, o que fica aquém da meta prevista para esse ano no PNEC;
- A tecnologia hídrica suporta cerca de metade da potência instalada para cada ano, sendo a energia solar a que teve uma evolução maior em percentagem desde 2016, um aumento de 98% (ainda assim ficámos 1 GW atrás da meta definida no PNEC). Por outro lado, há uma evidente estagnação do setor eólico, em 2020 foram instalados somente 19 MW.

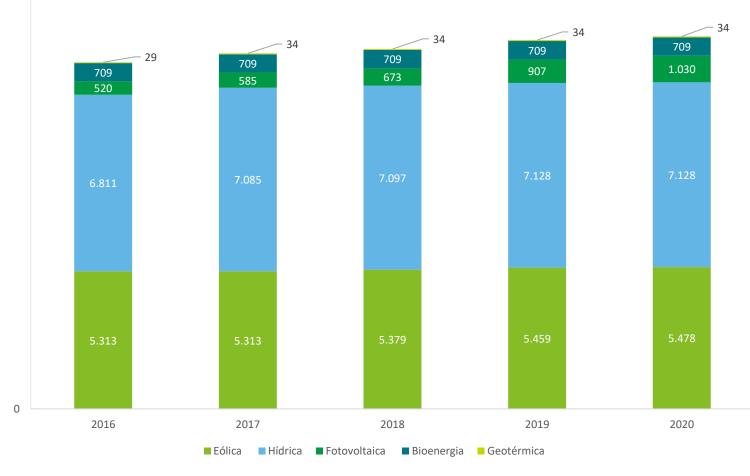


Figura 8. Evolução da potência instalada renovável (MW)

Fonte: DGEG, Análise APREN

Nota: Hídrica inclui PCH e Grande Hídrica. Bioenergia inclui biomassa, biogás e resíduos sólidos urbanos.



Análise da evolução da produção de eletricidade proveniente de fontes de energia renovável e fontes de energia não renovável em conjunto com a produção bruta e saldo importador

Fazendo agora a análise para a produção de eletricidade, discriminando entre produção renovável e não renovável, importa realçar o seguinte:

- Dos 5 anos em questão, há três (2016, 2017 e 2018) em que a produção de eletricidade atingiu valores tão elevados, que permitiram um saldo importador negativo, ou seja, Portugal exportou eletricidade;
- Por regra tem-se verificado uma maior incorporação renovável, exceto em 2017, um ano muito seco em Portugal e Espanha;
- Tal como já mencionado com o phase-out das centrais a carvão e por consequência da diminuição da potência instalada de tecnologias fósseis, bem como o aumento de potência renovável previsto no PNEC, nos próximo anos perspetiva-se uma diferença cada vez maior na percentagem de produção renovável face à produção fóssil.

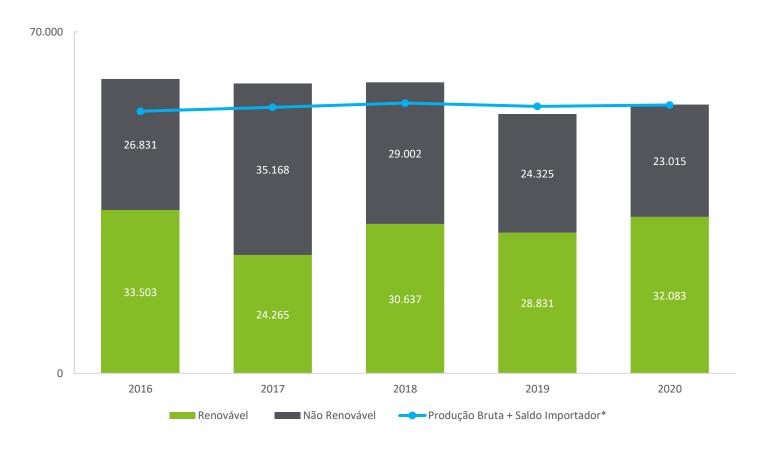


Figura 9. Evolução da produção de eletricidade (GWh)
Fonte: REN, DGEG, Análise APREN

*Exclui a Bombagem.



Análise da evolução da produção de eletricidade por fontes de energia renovável por tecnologia e o valor total normalizado. Perspetiva da taxa de produção renovável entre 2016 e 2020.

O gráfico da direita representa a evolução da produção renovável, e da sua análise realça-se o seguinte:

- As duas tecnologias renováveis com maior representatividade na geração de eletricidade são a hídrica e eólica;
- Observa-se uma grande variabilidade intra-anual da hídrica, resultante da variação do nível de pluviosidade dos respetivos anos. Destaca-se o ano de 2017, que foi um ano excecionalmente seco, com fraca produtibilidade hidroelétrica.
- O ano com maior valor absoluto de produção, 2016, distingue-se dos outros, essencialmente, pela elevada geração hidroelétrica, o que se entende por ser um ano húmido;
- Considerando as curvas relativas ao total normalizado e à % de incorporação renovável na produção bruta + saldo importador, podemos afirmar que nos últimos 5 anos há um aumento residual destes parâmetros, mas estamos, claramente, perante uma situação de estagnação da incorporação renovável.

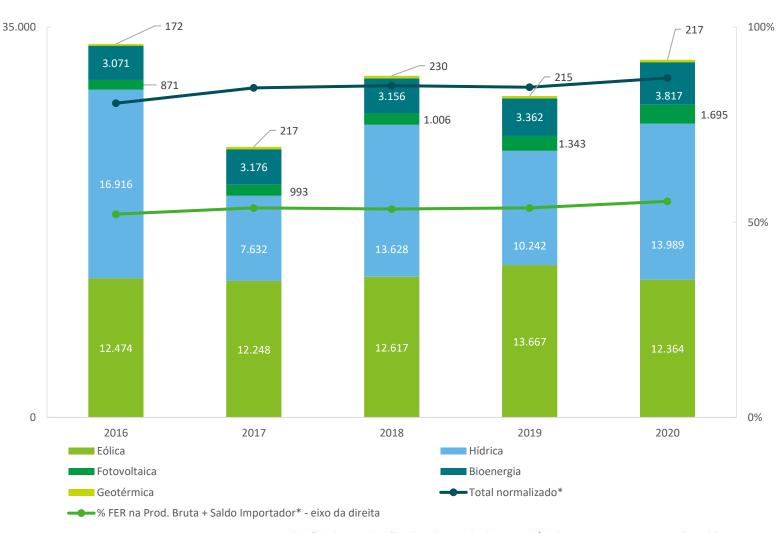


Figura 10. Evolução da produção de eletricidade renovável entre 2014 e 2020 (GWh)
Fonte: DGEG, Análise APREN

*Valores normalizados - de acordo com a Diretiva 2009/28/CE.



2. Política energética



Análise das principais políticas levadas a cabo a nível europeu

A 15 de janeiro de 2020, o Parlamento Europeu votou e aprovou o Pacto Ecológico Europeu, um acordo que elabora um plano de ação para alavancar o uso eficiente de recursos, na transição para uma economia limpa e circular e o restauro da biodiversidade associada à redução da poluição. Destaque também para a Lei Europeia do Clima proposta a 4 de março, do mesmo ano, com o intuito de consagrar na lei o objetivo de neutralidade climática até 2050 para a economia e sociedade europeias, estabelecido no Pacto Ecológico Europeu.

A 14 de julho de 2021, surge o pacote *Fit for 55* desenhado com vista ao alcance da nova ambição climática europeia de redução de GEE em 55% em 2030, face a 1990. Inclui a proposta de uma nova meta de incorporação renovável de 40% e a revisão de várias peças legislativas para alinhamento com a nova meta climática, com especial relevância: o Comércio Europeu de Licenças de Emissão, a Diretiva da Tributação de Energia, a Diretiva das Energias Renováveis, Diretiva da Eficiência Energética e a Diretiva da Infraestrutura para Combustíveis Alternativos. O pacote inclui ainda o novo Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira.

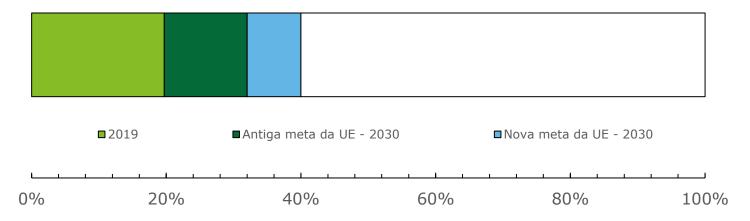


Figura 11. Incorporação de renováveis no consumo final bruto de energia Fonte: CE, Análise APREN

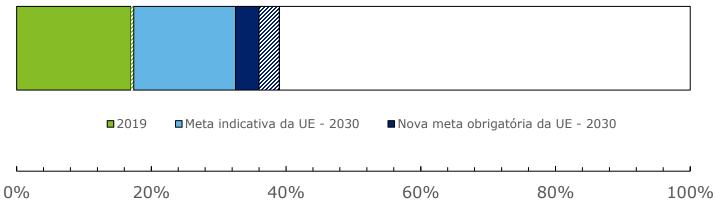


Figura 12. Ganhos de eficiência energética para o consumo de energia final e primária.

Fonte: CE, Análise APREN

Nota: Em relação à eficiência energética a nova meta para 2030 não é precisa (36-39%), havendo 3% de margem como se constata pelo gráfico.



Análise das principais políticas levadas a cabo a nível nacional

A 10 de julho de 2020, foi aprovado o PNEC 2030. O documento que já tinha sido submetido à CE em dezembro de 2019 e que está alinhado com o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050, estabelecendo, este último, o compromisso e estratégia nacionais de longo prazo rumo à neutralidade carbónica do país em 2050. O PNEC 2030 define as metas da quota setorial de potência e incorporação renovável no consumo final de energia no horizonte 2030, como se pode constatar no gráfico ao lado.

Verifica-se um crescimento, na incorporação renovável, para todos os setores, com particular destaque para o consumo de eletricidade, um aumento de 11% entre 2025 e 2030.

O PNEC 2030 ainda não traduz a contribuição para a nova meta climática europeia, nem para as metas da EN-H2 publicada em agosto de 2020.

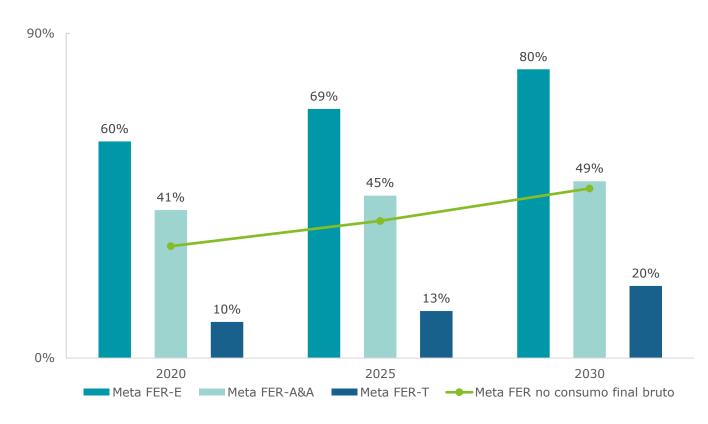


Figura 13. Meta do PNEC para incorporação renovável no consumo de eletricidade, no aquecimento e arrefecimento, nos transportes e no consumo final bruto de energia

Fonte: PNEC, Análise APREN

Nota: Tal como mencionado na legenda, o gráfico diz respeito às metas do PNEC. Previamente já tinham sido apresentados alguns valores reais para 2020. Neste caso ficámos aquém na meta FER-E, o valor real foi de 55%, mas superámos a meta FER no consumo final bruto, o valor real foi de 34%.



Análise das principais políticas levadas a cabo a nível nacional

Analisando o que se perspetiva vir a ser a potência instalada, o PNEC apresenta as metas para 2020, 2025 e 2030. Em concreto:

- Destaca-se, como é esperado, a grande prevalência das renováveis, havendo uma tendência clara para a descarbonização. Um exemplo prático disso é a ausência do carvão, a partir de 2025, e a previsão da redução até ao final da década do gás natural.
- De 2020 para 2030 prevê-se um crescimento na potência instalada renovável de 12,67 GW, um aumento de 85,2%.
- A tecnologia, em termos de crescimento de capacidade instalada ao longo dos próximos 10 anos em maior destaque, será o solar, que se prevê já em 2025 que esteja praticamente a par com a eólica. Ao nível da eólica, o desenvolvimento será maioritariamente pela via do sobreequipamento e reequipamento.

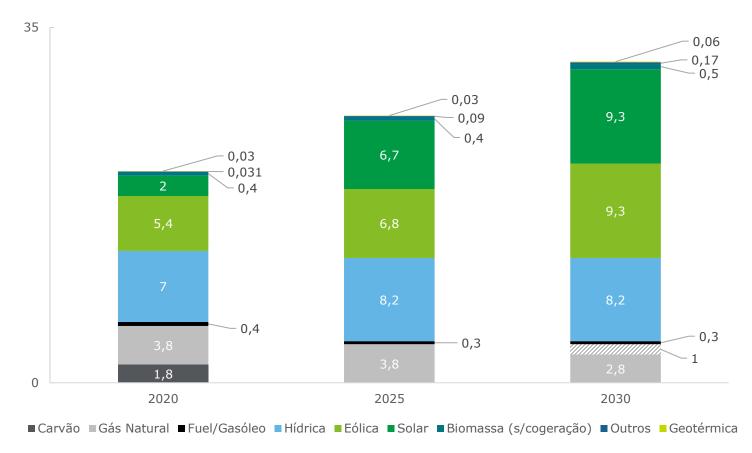


Figura 14. Metas do PNEC para evolução da potência instalada para a produção de eletricidade por tecnologia em Portugal no horizonte 2030 (GW)

Fonte: PNEC, Análise APREN

Nota: Hídrica inclui PCH e Grande Hídrica. Solar inclui fotovoltaico (mais de 96%) e solar térmico concentrado. Outros inclui ondas e outras renováveis. Em relação ao gás natural, em 2030 o valor não é preciso (2,8-3,8 GW), havendo 1GW de margem como se constata pelo gráfico. Novamente, os valores de 2020 correspondem às metas do PNEC, tendo os valores reais sido apresentados anteriormente.



Análise das principais políticas levadas a cabo a nível nacional

A 14 de agosto de 2020, como referido, foi também, aprovada a EN-H2, que prevê a instalação de 2 a 2,5 GW de eletrolisadores até 2030, para produção de hidrogénio com recurso a eletricidade gerada a partir de fontes de energia renovável (FER), ou seja, hidrogénio verde.

Para garantir a concretização desta estratégia, sublinha-se a necessidade de reforçar o investimento e desenvolvimento de centros eletroprodutores renováveis, adicionais às metas no PNEC 2030 para capacidade instalada.

Está previsto um investimento de cerca de 9 mil milhões de euros, para atingir estas metas, sendo mais de 80 % investimento oriundo do sector privado.

Os principais objetivos a que o estado português se propõe, podem ser vistos nos seguintes indicadores.

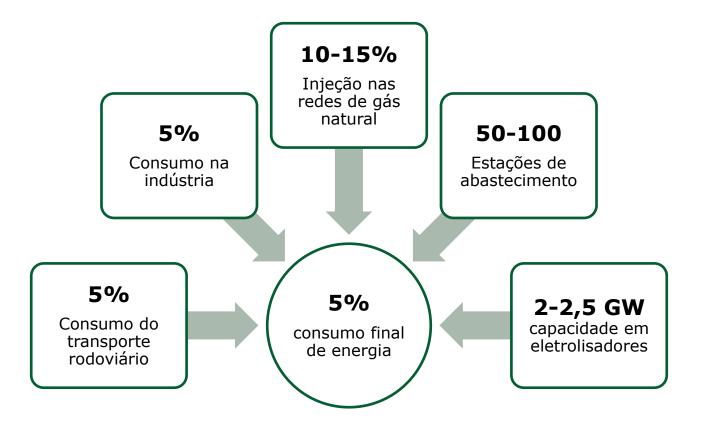


Figura 15. Objetivos para a década 2020-2030 previstas na Estratégia Nacional do Hidrogénio Fonte: EN-H2, Análise APREN



3. Sistema Elétrico Nacional

SISTEMA ELÉTRICO NACIONAL

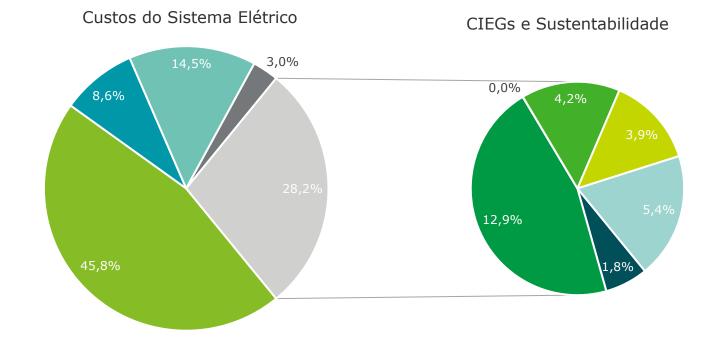


Custos do sistema elétrico

Análise dos custos do sistema elétrico em Portugal

A representação dos custos do sistema elétrico nacional, encontra-se no gráfico ao lado. Neste caso, é relevante destacar os seguintes factos:

- Os custos totais foram de 6 843 milhões de euros;
- O elemento mais relevante, 45,8%, corresponde à energia, com um valor de 3 135 milhões de euros;
- As redes, ou seja, a rede de transporte somada à rede distribuição perfizeram um valor de 1 577 milhões de euros (23,1%);
- A componente dos CIEGs representa 28,2% dos custos totais, totalizando um montante de custos de 1930 milhões de euros. A maior componente dos CIEGs diz respeito ao Diferencial PRE, que representa 12,9% do total, somando um custo de 884 milhões de euros em termos de custos.



■ Energia ■ Transporte ■ Distribuição ■ CUR ■ RA's ■ Diferencial PRE ■ CMEC ■ CAE ■ Rendas de Conc. BT ■ Outros

Figura 16. Custos do sistema elétrico Fonte: ERSE, Análise APREN

SISTEMA ELÉTRICO NACIONAL



Custos de atividade regulada

Análise dos custos de atividade regulada

Os custos das atividades reguladas, nomeadamente:

- Compra e Venda de Energia Elétrica do Agente Comercial (CVEEAC);
- Operação Logística de Mudança de Comercializador (OLMC);
- Gestão Global do Sistema (GGS);
- Transporte de Energia Elétrica (TEE);
- Distribuição de Energia Elétrica (DEE);
- Tarifa Social.

Relativamente ao balanço de energia, os custos e os investimento das empresas com atividades reguladas (REN Trading, ADENE, REN e EDP Distribuição e EDP Universal) são apresentadas nos proveitos permitidos anualmente publicados pela ERSE, por forma a determinar os ajustamentos necessários a repercutir nas Tarifas de 2020.

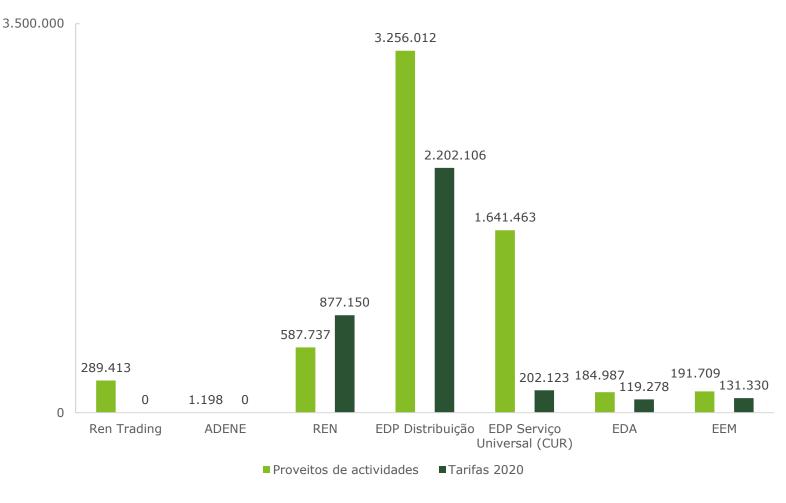


Figura 17. Custos de atividade regulada (M€) Fonte: ERSE, Análise APREN



4. Impacto no mercado de eletricidade

MERCADO DA ELETRICIDADE EM PORTUGAL



Estrutura de preço para o consumidor

O preço da eletricidade suportado pelas empresas e consumidores particulares advém dos custos relacionados com a produção e venda de energia elétrica, redes de transporte e distribuição, e a comercialização de eletricidade

As atividades reguladas no âmbito de fornecimento de eletricidade são:

- · Gestão global do sistema;
- · Transporte de energia elétrica;
- Distribuição de energia elétrica;
- Operação Logística de Mudança de Comercializador;
- · Compra e venda de energia elétrica;
- Comercialização de energia elétrica.

Apenas no comercializador de último recurso

Genericamente o preço de fornecimento de eletricidade pago pelo consumidor final pode ser separado em três parcelas:

- Redes;
- Energia;
- Taxas e impostos.

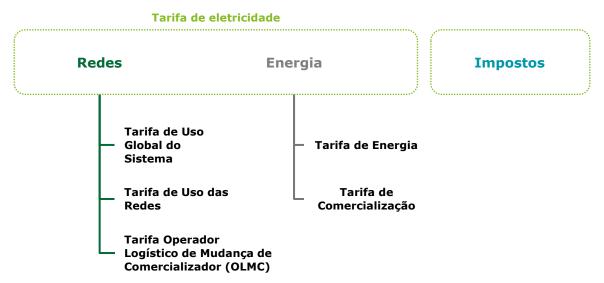


Figura 18. Encargos com eletricidade em Portugal Fonte: ERSE, Análise Deloitte

O valor das redes representa o montante relacionado com as infraestruturas que transportam a energia elétrica desde a sua produção até ao ponto de consumo. O valor da energia está relacionado com o custo da energia elétrica produzida e sua comercialização. Por fim, as taxas e impostos designam os vários tipos de tributação, designadamente o IVA (Imposto sobre Valor Acrescentado), IEC (Imposto Especial de Consumo de Eletricidade) e a CAV (Contribuição Audiovisual).

A soma das tarifas reguladas para as redes e para a energia é designada por **Tarifa de Venda a Clientes Finais**.

PRODUÇÃO EM REGIME ESPECIAL



Impacto da PRE na tarifa

Os principais impactos na tarifa de eletricidade oriundos da utilização de FER são repercutidos na tarifa de uso global de sistema através dos CIEG e no custo de compra e comercialização de eletricidade no Mercado Ibérico

Para promover e atrair investimento no setor das energias renováveis, a UE criou um quadro regulatório de renumeração baseado em *feed-in-tariffs* (FIT) como mecanismo de estabilidade para preconizar desde cedo uma transição para as energias endógenas, tendo este sido adotado em Portugal, bem como por toda a Europa. A incorporação do diferencial de custo destas tarifas face ao preço de mercado transita para a Tarifa de Venda a Clientes Finais.

Assim, os principais impactos na tarifa para o consumidor da promoção e utilização de FER são dois:

- 1) Na Tarifa de Uso Global do Sistema consideram-se os custos decorrentes de medidas de política energética, ambiental e de Interesse Económico Geral (CIEG), entre os quais, se inclui o diferencial de custo da PRE.
- 2) Por outro lado a utilização de FER tem uma influência de redução no preço marginal da eletricidade em mercado, uma vez que o custo marginal de produção de eletricidade a partir de FER em Regime Especial é tendencialmente menor do que de outras fontes.

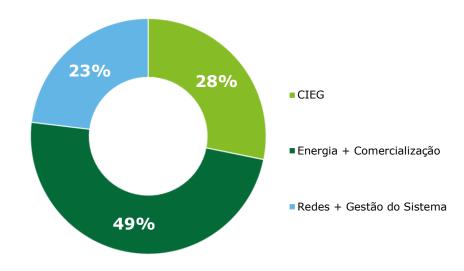


Figura 19. Composição do preço da eletricidade em 2020

Fonte: APREN, Análise Deloitte

Existem ainda outros impactos, nomeadamente investimentos associados à adequação da rede de transporte e distribuição à crescente preponderância de eletricidade oriunda de FER, que não foram analisados no presente estudo.

PRODUÇÃO EM REGIME ESPECIAL



Diferencial de custo com a PRE renovável

O diferencial de custo da PRE renovável é uma componente significativa dos CIEG e repercute-se na tarifa de venda a clientes finais. Este manteve a tendência decrescente em 2019 e 2020, tendo atingido o valor mais baixo desde 2016

De forma a promover a Produção em Regime Especial (PRE) de origem renovável, a tarifa contempla uma parcela relativa ao diferencial de custo da PRE face aos valores de mercado, que depois se repercute na Tarifa de Venda a Clientes Finais.



Figura 20. CIEG recuperados nas tarifas de 2020

Fonte: ERSE, Análise APREN

Este diferencial de custo face a valores de mercado (PRE renováveis e não renováveis) correspondeu, em 2020, a cerca de 52% do valor total do encargo em tarifa relativo aos CIEG.

Entre 2016 e 2020, os custos relacionados com a PRE renovável foram cerca de 4,4 mil milhões de euros.

Em 2020, este valor foi de cerca de 773 milhões de euros, que reflete uma **tendência decrescente** desde 2017, em que foi registado o valor máximo.

Adicionalmente, é necessário ter ter em consideração um outro efeito positivo devido ao montante proveniente do diferencial de custo da PRE renovável, visto que este incentiva o investimento no setor, contribuindo para o cumprimento das metas estabelecidas para 2030.

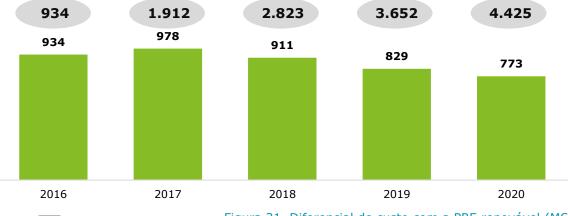


Figura 21. Diferencial de custo com a PRE renovável (M€)

Fonte: ERSE, Análise APREN, Análise Deloitte

Nota: O valor do diferencial apresentado corresponde à diferença direta entre os custos reais de aquisição (FiT) e o preço de referência de mercado, não incluindo medidas de sustentabilidade e ajustamentos de anos anteriores a repercutir nas tarifas.

Acumulado

MERCADO DA ELETRICIDADE EM PORTUGAL



Impacto no Mercado Ibérico

O impacto das fontes renováveis influencia positivamente o preço de mercado da eletricidade transacionada no Mercado Ibérico devido ao seu baixo custo marginal, o que permitiu poupanças acumuladas de 6,1 mil milhões de euros entre 2016 e 2020

No MIBEL (Mercado Ibérico de Eletricidade) são agregadas as ofertas de compra e venda de energia elétrica por parte dos comercializadores e produtores, permitindo a formação das curvas da oferta e da procura. A interseção destas curvas define o ponto de equilíbrio do mercado - o preço em mercado diário da eletricidade para a respetiva hora.

A PRE renovável tem, de um modo geral, um custo marginal zero (ou muito próximo do mesmo), o que contribui para a inserção de ofertas de eletricidade a um custo inferior no mercado, reduzindo assim o preço em mercado diário da eletricidade para uma determinada hora.

Entre 2016 e 2020 o preço de venda da eletricidade sem PRE renovável foi, em média, 24 €/MWh superior ao preço de venda com PRE renovável.

Estima-se que as poupanças acumuladas obtidas desde 2016 sejam cerca de **6,1 mil milhões de euros**, dos quais cerca de **2,5 mil milhões de euros correspondem aos anos de 2019 e 2020**. É de realçar que em 2020 o valor da poupança é bastante superior por impacto da quebra do consumo devido à pandemia.

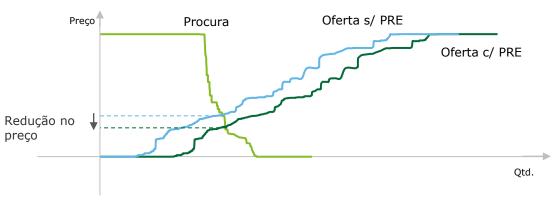
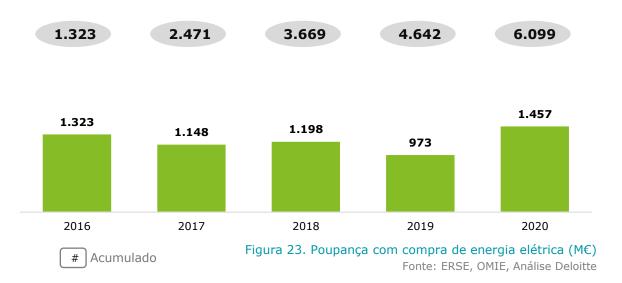


Figura 22. Impacto da produção FER no preço do mercado diário de eletricidade

Fonte: Análise Deloitte



IMPACTO ECONÓMICO DA PRE RENOVÁVEL



Balanço Diferencial de custo PRE vs. Poupança no Mercado Ibérico

Considerando o diferencial de custo da PRE renovável e o seu impacto no preço do mercado diário de eletricidade, verifica-se um efeito líquido positivo para o sistema, com um valor acumulado de cerca de 1,7 mil milhões de euros entre 2016 e 2020

Sem a PRE renovável o preço do diferencial de custo com a PRE não existiria

Importa analisar os méritos da introdução de eletricidade produzida a partir de FER no mercado diário de eletricidade, face ao seu diferencial de custo, avaliado como o diferencial entre as FIT e o preço do mercado diário de eletricidade.

Adotou-se como pressuposto simplificativo a ausência de variações noutras parcelas da tarifa (e.g. custos associados à rede de transporte e distribuição).

Ao analisar os valores do diferencial de custo com a PRE renovável, verifica-se que para o período de 2016-2020 se atingiu um balanço acumulado positivo de 1.674 milhões de euros.

No ano de 2020, o impacto positivo para o sistema atingiu os 684 milhões de euros, o valor mais elevado do período analisado.



Figura 24. Diferencial entre a poupança obtida com a presença da PRE renovável e do sobrecusto da PRE renovável (M€)

Fonte: ERSE, Análise Deloitte

IMPACTO NA FATURA DO CONSUMIDOR



Efeito líquido para o Consumidor do diferencial de custo PRE renovável vs. Poupança no Mercado Ibérico

As FER podem gerar poupanças anuais na fatura da eletricidade, em média, de até cerca de 50 euros para um consumidor doméstico e de até 4.500 euros para um consumidor não-doméstico

Para a elaboração da comparação de preços de eletricidade entre Portugal e os restantes países da União Europeia, considera-se como sendo representativas da maioria dos consumidores domésticos e não-domésticos Portugueses as seguintes bandas de consumo:

- Domésticos (Banda DC): 2.500 a 5.000 kWh;
- Não-Domésticos (Banda IB): 20.000 kWh a 500.000 kWh;

Considerando que o diferencial entre a poupança obtida com a presença da PRE renovável em mercado e o sobrecusto da PRE renovável é de 0,009 €/kWh, significa que as PRE-FER podem gerar poupanças anuais na fatura da eletricidade de até 50 euros para um consumidor doméstico e de até 4.500 euros para um consumidor não-doméstico.

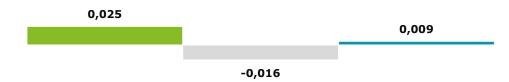


Figura 25. Diferencial entre a poupança obtida com a presença da PRE renovável e do sobrecusto da PRE renovável (€/KWh)

Fonte: ERSE, Análise Deloitte

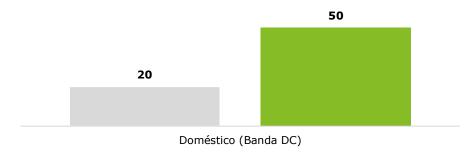


Figura 26. Valores mínimos e máximos de poupança anual na com consumo de energia elétrica (€) para um consumidor doméstico

Fonte: ERSE, OMIE, Análise Deloitte

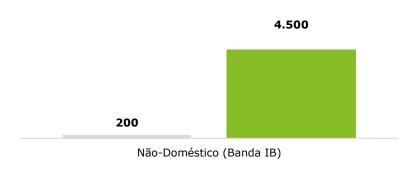


Figura 27. Valores mínimos e máximos de poupança anual na com consumo de energia elétrica (€) para um consumidor não-doméstico

Fonte: ERSE, OMIE, Análise Deloitte

POUPANÇAS DO CONSUMIDOR



- O preço da eletricidade suportado pelas empresas e consumidores particulares advém dos custos relacionados com a produção e venda de energia elétrica, redes de transporte e distribuição, e a comercialização de eletricidade;
- Os principais impactos na tarifa de eletricidade oriundos da utilização de PRE-FER são repercutidos na tarifa de uso global de sistema através dos CIEG e no custo de compra e comercialização de eletricidade no Mercado Ibérico;
- O diferencial de custo da PRE renovável é uma componente significativa dos CIEG e repercute-se na tarifa de venda a clientes finais. Este manteve a tendência decrescente em 2019 e 2020, tendo atingido o valor mais baixo desde 2016;
- O impacto das fontes renováveis influencia positivamente o preço de mercado da eletricidade transacionada no Mercado Ibérico devido ao seu baixo custo marginal, o que permitiu poupanças acumuladas de 6,1 mil milhões de euros entre 2016 e 2020;
- Considerando o diferencial de custo da PRE renovável e o seu impacto no preço do mercado diário de eletricidade, verifica-se um efeito líquido positivo para o sistema, com um valor acumulado de cerca de 1,7 mil milhões de euros entre 2016 e 2020;
- As FER podem gerar poupanças anuais na fatura da eletricidade de até 50 euros para um consumidor doméstico e de até 4.500 euros para um consumidor não-doméstico, em média.



7. Impacto socioeconómico



Contribuição para o PIB das FER entre 2016 e 2020

A contribuição acumulada das FER para o PIB superou os 15 mil milhões de euros no período 2016-2020, correspondente a um valor médio anual de ~3,7 mil milhões de euros

O peso, no Produto Interno Bruto (PIB), da **criação de riqueza no setor da produção de eletricidade a partir das FER manteve-se relativamente estabilizado** entre 2016 e 2020. O ano de 2017 é, no entanto, um ano de exceção, uma vez que foi afetado por condições meteorológicas adversas ("ano seco").

Embora exista uma tendência estabilizada de crescimento da capacidade instalada, destaca-se que 2020, ano marcado pela crise pandémica, apenas registou uma ligeira quebra na tendência de crescimento dos dois anos anteriores.

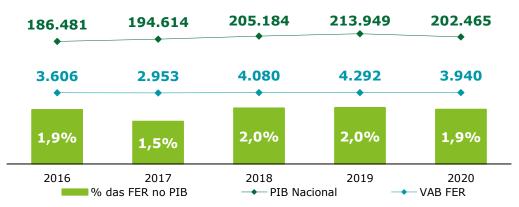


Figura 28. Evolução do PIB e VAB das Renováveis em Portugal (M€)

Fonte: *Players* do setor das FER, SABI, Análise Deloitte

O investimento na produção de eletricidade proveniente de fontes renováveis tem resultado na contribuição significativa do setor na geração de riqueza para o país.

Apesar de se terem verificado condições menos propícias no ano de 2017, os anos de 2018, 2019 e 2020 representaram uma forte contribuição das FER para o PIB, apresentando valores em torno dos 4 mil milhões de euros em cada ano.

Verifica-se que a maior parte da contribuição para o PIB, provém na sua maioria do impacto direto resultante da contribuição dos produtores de eletricidade a partir de FER.

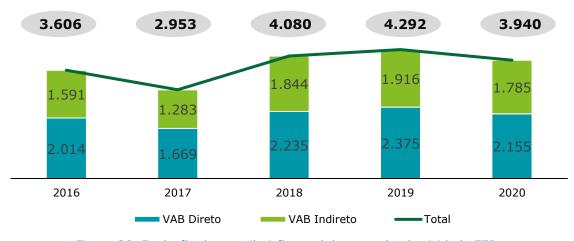


Figura 29. Evolução da contribuição total do setor de eletricidade FER para o PIB (M€) Fonte: *Players* do setor das FER, SABI, Análise Deloitte



Detalhe da contribuição para o PIB por FER entre 2016 e 2020

No contexto das FER, o setor eólico foi o que mais impacto teve no PIB em 2020. Relativamente à contribuição por MW, a solar destaca-se, com uma contribuição média anual de 958k €/MW, entre 2016 e 2020

A eólica foi a fonte de energia que registou uma maior contribuição para o PIB (42%), seguida da hídrica (34%). No total, estima-se que estas geraram mais de 3.500 milhões de euros de VAB (Direto + Indireto) em 2020.

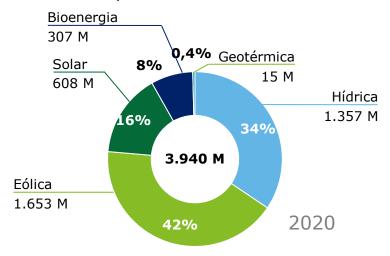


Figura 30. Distribuição da contribuição total para o PIB por FER em 2020 (M€)

Fonte: Players do setor das FER, SABI, Análise Deloitte

A fonte que mais contribui para o PIB por MW instalado é a solar, com uma contribuição média anual de 958k €/MW. A energia eólica surge em terceiro lugar com 330k €/MW.

Analisando os últimos 5 anos, verifica-se que o setor hídrico está estabilizado. Já o setor eólico apresenta uma ligeira trajetória decrescente, enquanto que o solar teve um pico em 2019, com uma quebra acentuada em 2020. Esta deve-se essencialmente à redução do preço do mercado MIBEL, provocada pela redução do consumo e consequentemente redução do preço médio diário do mercado em 2020 (a maioria das centrais que entram em operação nos últimos anos, encontram-se em regime de mercado).

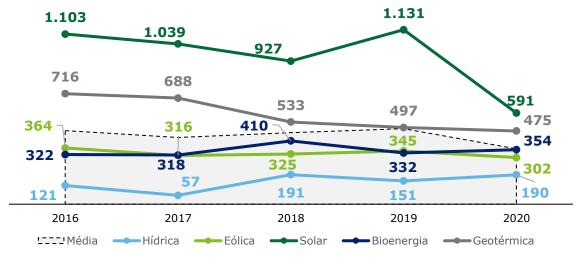


Figura 31. Evolução do rácio de k€ gerados para o PIB por MW instalado



Contribuição FER para o PIB - Cenário PNEC 2030

De acordo com os objetivos estabelecidos até 2030, estima-se que o VAB total proveniente das FER cresça, atingindo ~12,8 mil milhões de euros em 2030, o que representará 5% do PIB

Na rota do crescimento verificado no período em análise, perspetivase que o VAB Total do setor das energias renováveis continue a progredir, **alcançando cerca de 5% do PIB em 2030**.

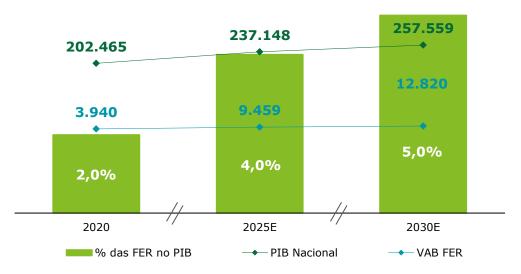


Figura 32. Estimativa de evolução do PIB e VAB das FER em Portugal (M€)

Fonte: Players do setor das FER, INE, SABI, Análise Deloitte

Esta progressão representa uma **taxa de crescimento média anual de 10,6%**, que está relacionada com o aumento da potência instalada e consequente aumento da produção.

Assim, em 2030, estima-se que a contribuição das FER para o PIB represente ~12,8 mil milhões de euros, sendo a contribuição direta de ~7,1 mil milhões de euros e a indireta de 5,7 mil milhões de euros.



Figura 33. Estimativa da contribuição total do setor de eletricidade FER para o PIB (M€)



Mix de contribuição FER para o PIB - Cenário PNEC 2030

Em 2030, a eletricidade produzida a partir da fonte solar será a que irá contribuir mais para o PIB, representando cerca de 62% do total, seguindo-se a eólica com cerca de 23%

Relativamente ao *mix* da contribuição total para o PIB das FER (calculado através da soma do VAB Direto com o VAB Indireto), perspetiva-se que até 2030 **a fonte solar ultrapasse a energia eólica** no que respeita à contribuição para o PIB (62%). As fontes eólica (23%) e hídrica (12%), mantêm-se com valores de contribuição para o PIB relevantes.

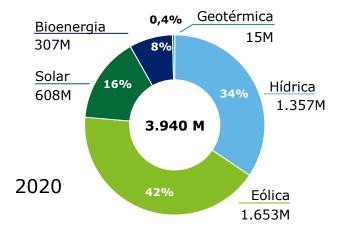


Figura 34. Distribuição da contribuição total para o PIB por FER em 2020 (M€)

Fonte: Players do setor das FER, SABI, Análise Deloitte

Comparando os dados previstos entre 2020 e 2030, verificase que a contribuição total das FER para o PIB mais que triplicará, pelo que será necessário o devido planeamento territorial, a concretização das políticas definidas e o envolvimento dos diferentes setores da sociedade portuguesa, para garantir uma transição capaz de concretizar os objetivos definidos.

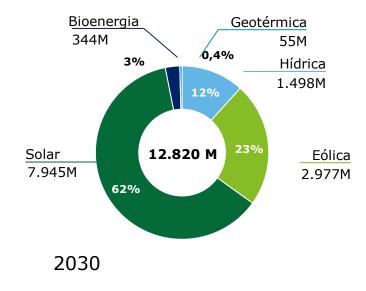


Figura 35. Distribuição da contribuição total para o PIB por FER em 2030 (M€)



Emprego nas FER entre 2016 e 2020

Entre 2016 e 2020, as FER geraram cerca de 45 mil empregos (em média), com um valor acrescentado por colaborador muito superior à média nacional

No período em análise, o emprego gerado pelas FER cresceu para valores acima dos 45 mil empregos, tendo atingido o seu pico máximo dos últimos 5 anos em 2019. Os valores de 2017 foram afetados pelas condições menos favoráveis registadas, que se traduziram em menos emprego direto e indireto.

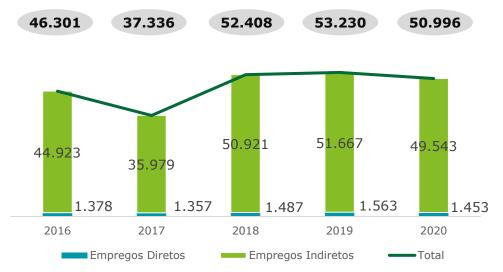


Figura 36. Evolução do emprego gerado direta e indiretamente pelo setor das FER

Fonte: Players do setor das FER, SABI, Análise Deloitte

Com a ligeira quebra em 2020, perceciona-se o impacto da crise pandémica, ano que apesar do aumento da geração renovável, registou uma redução do emprego, eventualmente criada pela paragem e atraso no desenvolvimento de projetos em curso com impacto em toda a cadeia de valor.

Entre 2016 e 2020, estima-se que a contribuição total para o PIB de cada colaborador (considerando emprego direto e indireto) no setor das FER registou um valor médio anual de ~75 mil €, valor mais de 2 vezes superior à média nacional que representou neste período ~39 mil €.

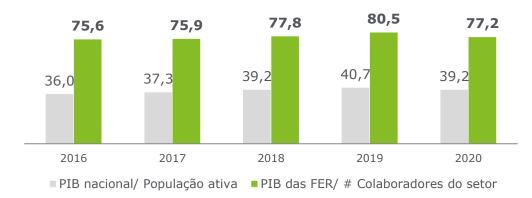


Figura 37. Evolução do rácio PIB por trabalhador com base no emprego total (K $\mathfrak E$)

Fonte: Players do setor das FER, Sabi, INE, Pordata, Análise Deloitte



Detalhe de emprego por FER entre 2016 e 2020

As fontes eólica e hídrica são as que geraram o maior volume de emprego (76%, em média, do total das FER) entre 2016 e 2020, no entanto é a solar que gera mais emprego por MW instalado

As fontes eólica e hídrica registam o maior número de colaboradores no setor, contribuindo conjuntamente em cerca de 76% do valor total (38.753).

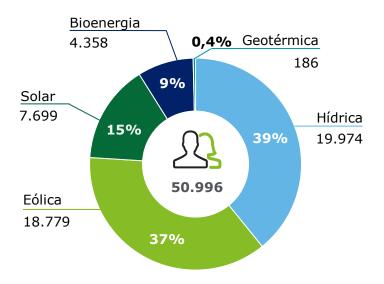


Figura 38. Distribuição da contribuição total para a geração de emprego por FER em 2020

Fonte: Players do setor das FER, SABI, Análise Deloitte

A fonte solar foi a que gerou mais empregos (considerando emprego direto e indireto) por capacidade instalada, registando em média cerca de 12 colaboradores por MW instalado, valor 6x superior ao da fonte hídrica.

A fonte hídrica tem registado um crescimento de colaboradores por MW instalado (1,8 em 2016 e 2,8 em 2020). De forma semelhante, também a bioenergia registou uma tendência de crescimento entre 2016 e 2018. Já a fonte eólica registou um decréscimo do número médio de colaboradores por MW instalado.

Quanto ao Solar, que verifica a quebra mais acentuada, esta deve-se ao facto de o emprego ter aumentado menos que a capacidade instalada, o que reflete o aumento de escala deste setor.

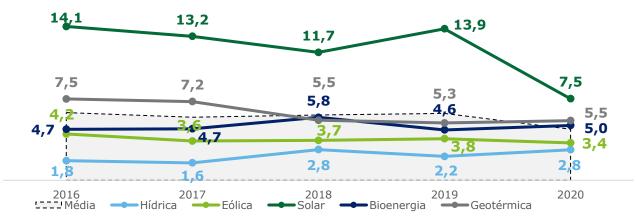


Figura 39. Evolução do rácio do emprego (direto e indireto) por MW instalado



Emprego nas FER - Cenário PNEC 2030

Com o crescimento previsto da potência instalada e da geração de eletricidade de fonte renovável para os próximos anos, o impacto do setor das FER no emprego continuará a acentuar-se, em particular devido ao crescimento da solar

Entre 2020 e 2030, o impacto das FER no emprego irá mais do que triplicar, gerando um **adicional de mais de 90 mil colaboradores** no setor.

Estes valores devem-se ao crescimento do setor, em particular da fonte solar. Estima-se que esta será responsável por cerca de 62% dos colaboradores associados, direta e indiretamente, ao setor em 2030.



Figura 40. Estimativa da geração de emprego do setor de eletricidade FER

Fonte: Players do setor das FER, SABI, Análise Deloitte

O emprego irá crescer em todas as fontes de energia, embora a ritmos diferentes. Devido ao elevado crescimento do solar, o peso da hídrica reduzir-se-á para 14% em 2030. No entanto, todas as fontes de energia irão incrementar o número de colaboradores, entre 2025 e 2030 (e.g. a eólica irá crescer cerca de 8 mil empregos).

O aumento acentuado dos colaboradores do setor até 2030, deverá ser acompanhado do reforço da capacitação profissional para o setor num contexto de aumento de complexidade do sistema energético, cada vez mais integrado com uma elevada participação renovável. Para tal, é necessária uma aposta no aumento das competências ao nível das tecnologias digitais, de novos modelos de negócio para a geração descentralizada e do planeamento, gestão e eficiência da geração, transporte, distribuição e consumo, por forma a se garantir um sistema confiável e custo-eficaz.

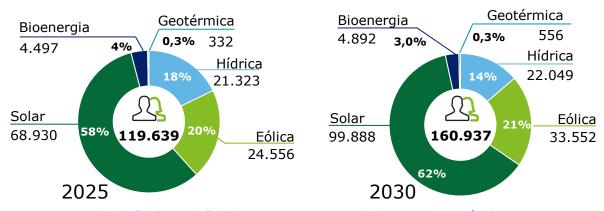


Figura 41. Distribuição da geração de emprego por Fonte de Energia Renovável em 2020 e 2030



Contribuição FER para a Segurança Social - Cenário PNEC 2030

Em 2030 as contribuições para a Segurança Social provenientes das FER alcançarão cerca de 1,6 mil milhões de euros

Tendo em consideração o crescimento estimado para o emprego no período em análise, estima-se que a contribuição total do setor das FER para a Segurança Social acompanhe uma tendência semelhante.

Assumindo a remuneração base média mensal dos trabalhadores por conta de outrem do setor da eletricidade, gás e água (2.087 €, em 2019, crescendo à taxa de inflação), estima-se que, entre 2020 a 2030, o setor represente um total acumulado de cerca de 12 mil milhões de euros de contribuições, entre contribuição de beneficiários e de empresas.

O valor médio anual de contribuições estimado entre 2020 e 2030 é de cerca de mil milhões de euros, que seria suficiente para assegurar cerca de 300 mil pensões mínimas pensionistas¹.

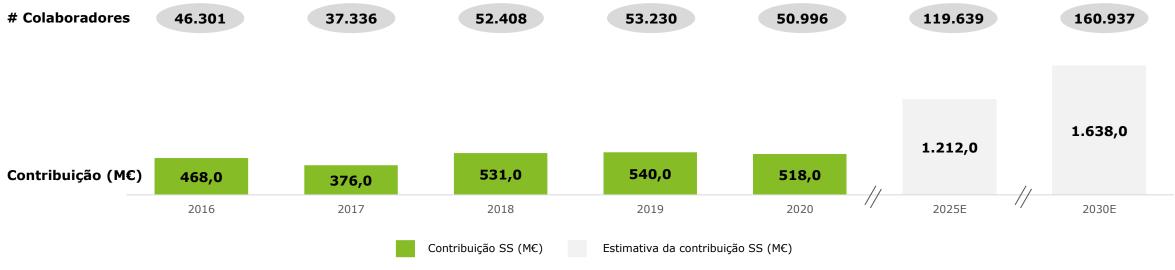


Figura 42. Impacto das FER na Segurança Social



Contribuição FER para o IRS - Cenário PNEC 2030

Em 2030 o valor de IRS provenientes dos colaboradores associados às FER será de mais de 1,3 mil milhões de euros

Considerando o mesmo crescimento para o número de colaboradores, também a contribuição para o IRS por estes irá aumentar, em linha com a Segurança Social (SS).

Assumindo, a mesma remuneração base média mensal dos trabalhadores por conta de outrem do setor da eletricidade, gás e água (2.087 €, em 2019, crescendo à taxa de inflação), e as taxas médias verificadas neste escalão de rendimento em 2020, estimase que, entre 2020 a 2030, os colaboradores do setor contribuam com um total acumulado de mais de 10 mil milhões de euros de IRS.

Assim, o valor médio anual de IRS estimado entre 2020 e 2030 é cerca de 920 milhões de euros.

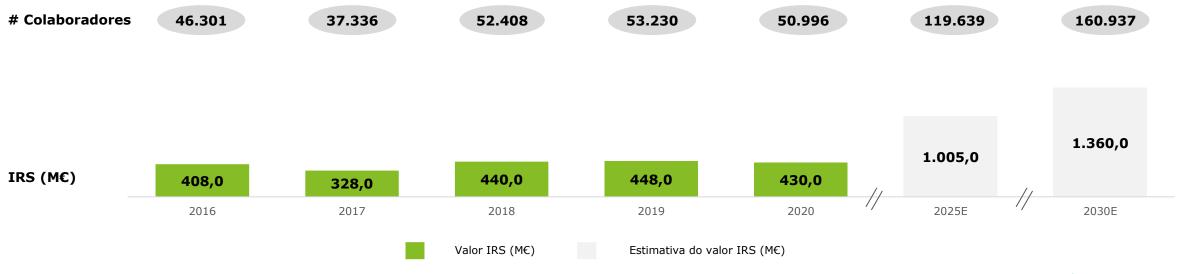


Figura 43. Impacto das FER no IRS

³ Assumindo um valor mínimo mensal das pensões de velhice e invalidez, em 2020, de 273,4€

IMPACTO NOS IMPOSTOS



225

Evolução do IRC e Derrama Municipal no setor das Renováveis - Cenário PNEC 2030

Entre 2016 e 2020, o Estado português arrecadou em média, em cada ano, cerca de 228 milhões de euros de IRC e cerca de 16 milhões de euros com a Derrama provenientes do setor das FER. Estima-se que, em 2030, o valor total anual cresça para mais de 515 milhões de euros

Em 2020, os centros electroprodutores das FER contribuíram com mais de 225 milhões de euros de IRC, com os setores hídrico e eólico a contribuírem cada um com cerca de 38% desse valor. Relativamente à Derrama Municipal, estima-se que, no mesmo período, o Estado arrecadou 17 milhões de euros.

Em 2030, prevê-se que o setor passe a contribuir com 482 milhões de euros de IRC.

16,0

2017

155

11,0

2018

233

283

2019

■ IRC ■ Derrama Municipal

No caso da Derrama Municipal, estima-se que o setor passe a contribuir com 34 milhões de euros.

Entre 2020 e 2030, prevê-se que o setor gere um total acumulado de cerca de 4,2 mil milhões de euros com IRC e Derrama.

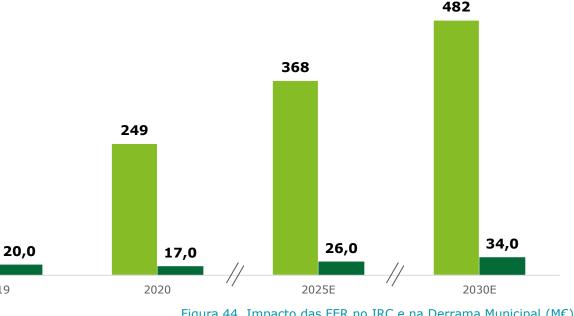


Figura 44. Impacto das FER no IRC e na Derrama Municipal (M€)

Fonte: Players do setor das FER, ERSE, SABI, Análise Deloitte

11,0

2016

IMPACTO NOS IMPOSTOS



Impacto no IVA - Cenário PNEC 2030

Em 2020 os electroprodutores tiveram uma contribuição líquida de 496 milhões de euros para o IVA, sendo expectável que o valor anual ascenda a 1,9 mil milhões de euros em 2030

Em 2020, os centros electroprodutores das FER registaram cerca de 682 milhões de Euros a liquidar, proveniente dos seus proveitos operacionais, e 186 milhões de euros a deduzir dos seus custos operacionais.

No período entre 2016 e 2020, considera-se que o saldo acumulado entre o IVA a liquidar e a deduzir gerado pelos centros foi de 2,4 mil milhões de euros.

Em 2030, prevê-se que o IVA a liquidar e o IVA a deduzir anualmente sejam de cerca de 2.392 e 441 milhões de euros, respetivamente, traduzindo-se um saldo anual de cerca de 1,9 mil milhões de euros – valor quase 4x superior ao registado em 2020.

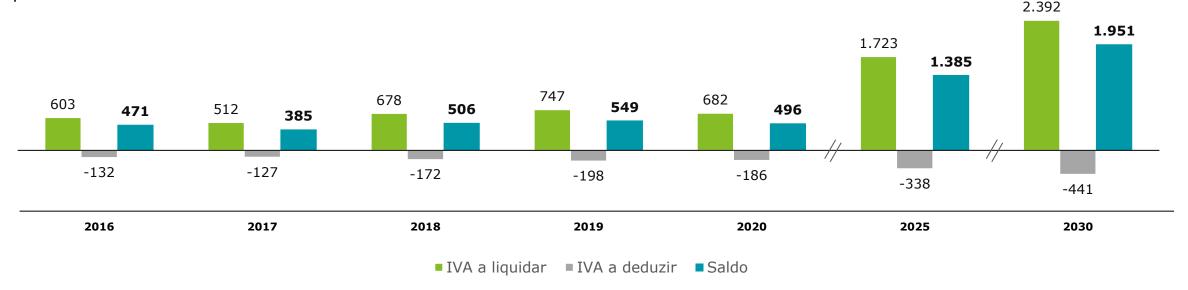


Figura 45. Impacto das FER no IVA (M€)

INVESTIMENTO ANUAL



Investimento privado direto nos centros electroprodutores com base em FER entre 2011 e 2020

Entre 2011 e 2020 o investimento privado direto nos centro electroprodutores com base em FER teve uma média anual de cerca 745 milhões de euros, sendo na energia eólica e a hídrica onde se realizou o maior volume de investimentos

Entre 2011 e 2020 o **investimento privado direto nos centros electroprodutores** com base em fer ascendeu a cerca de **7,4 mil milhões de euros**, representando uma **média anual de cerca de 745 milhões de euros**. O pico de investimento deste período foi atingido em 2016, devido à inauguração das centrais hídricas Salamonde II, Baixo Sâbor, Venda Nova III e Foz Tua.

A energia hídrica absorveu a maior fatia de investimento, com um investimento total acumulado de cerca de 3,2 mil milhões de euros, representando uma média anual de cerca de 323 milhões de euros. A energia eólica foi a fonte renovável com a segunda maior fatia de investimento, com um total acumulado de cerca de 2,4 mil milhões de euros, representando uma média anual de cerca de 248 milhões de euros. A energia solar foi a terceira maior fatia de investimento, com um total acumulado de cerca de 1,3 milhões de euros, representando uma média anual de cerca de 131 milhões de euros.

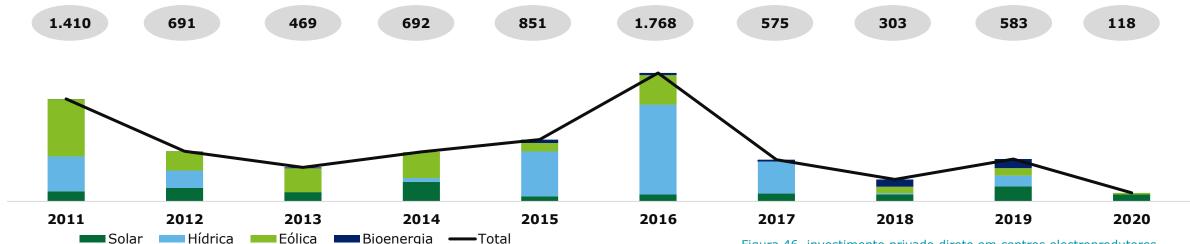


Figura 46. investimento privado direto em centros electroprodutores com base em FER entre 2011 e 2020 (M€)

Fonte: IRENA, DGEG, Análise APREN, Análise Deloitte

INVESTIMENTO ANUAL



Evolução do investimento privado direto nos centros electroprodutores com base em FER até 2030 - Cenário PNEC 2030

fim de 20 anos de operação.

Perspetiva-se que até 2030 continue o investimento privado direto nos centro electroprodutores com base em FER atinja a uma média de cerca de 2 mil milhões de euros anuais, sendo a energia solar e a eólica os principais focos de investimento

De 2021 a 2030 o investimento privado direto nos centros electroprodutores com base em FER e o repowering das centrais eólicas deverá ascender a cerca de 20 mil milhões de euros, representando uma média anual de cerca de 2 mil milhões de euros. O pico de investimento deverá ser atingido em 2027.

A energia solar absorverá a maior fatia de investimento privado, com um investimento total acumulado de cerca de 8,2 mil milhões de euros até 2030, representando uma média anual de cerca de 821 milhões de euros.

A aposta na energia eólica continuará, com um investimento privado total acumulado de cerca de 5,4 mil milhões de euros até 2030, representando uma média anual de cerca de 542 milhões de euros. Nesta, destaca-se ainda o investimento associado ao repowering das centrais eólicas*, o qual deverá totalizar cerca de 4,8 mil milhões de euros entre 2021 e 2030, representando uma média anual de 483 milhões de euros de investimento.

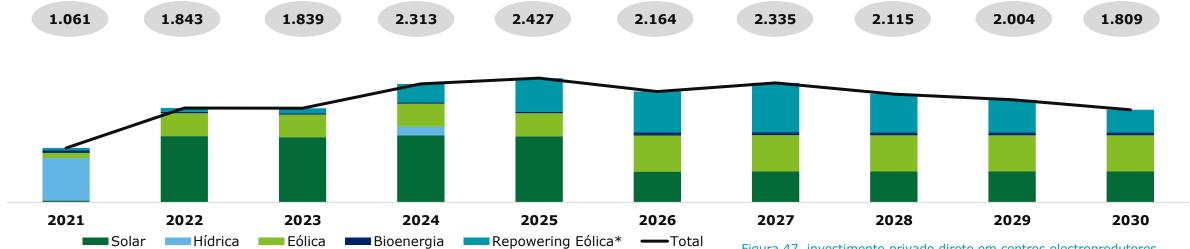


Figura 47. investimento privado direto em centros electroprodutores com base em FER entre 2021 e 2030 (M€)

Fonte: IRENA, PNEC 2030, Análise APREN, Análise Deloitte

50

IMPACTO ECONÓMICO/SOCIAL DO SETOR



- A contribuição acumulada das FER para o PIB superou os 15 mil milhões de euros no período 2016-2020, correspondente a um valor médio anual de ~3,7 mil milhões de euros;
- No contexto das FER, o setor eólico foi o que mais impacto teve no PIB em 2020. Relativamente à contribuição por MW, a solar destaca-se, com uma contribuição média anual de 958k €/MW, entre 2016 e 2020;
- De acordo com os objetivos estabelecidos até 2030, estima-se que o VAB anual proveniente das FER cresça, atingindo ~927 milhões de euros em 2030;
- Em 2030, a eletricidade produzida a partir da fonte solar será a maior contribuinte das FER para o PIB, representando cerca de 62% do total, seguindo-se a eólica com cerca de 23%;
- Entre 2016 e 2020, as FER geraram mais de 45 mil empregos (em média), com um valor acrescentado por colaborador muito superior à média nacional;
- As fontes eólica e hídrica são as que geraram o maior volume de emprego (76%, em média, do total das FER) entre 2016 e 2020, no entanto é a solar que gera mais emprego por MW instalado.



IMPACTO ECONÓMICO/SOCIAL DO SETOR



- Com o crescimento previsto da potência instalada e da geração de eletricidade de fonte renovável para os próximos anos, o impacto do setor das FER no emprego continuará a acentuar-se, em particular devido ao crescimento da solar;
- Em 2030 as contribuições anuais para a Segurança Social e IRS provenientes das FER alcançarão mais de 1,6 mil milhões de euros e 1,3 mil milhões de euros, respetivamente;
- Entre 2016 e 2020, o Estado português arrecadou em média, em cada ano, cerca de 228 milhões de euros de IRC e cerca de 16 milhões de euros com a Derrama provenientes do setor das FER. Estima-se que, em 2030, o valor total anual cresça para cerca de 515 milhões de euros;
- Em 2020 os electroprodutores tiveram uma contribuição líquida de 496 milhões de euros para o IVA, sendo expectável que o valor anual ascenda a 1,9 mil milhões de euros em 2030;
- Entre 2011 e 2020 foram investidos diretamente cerca de 7,4 mil milhões de euros de fundos privados em centros electroprodutores com base em FER. Perspetiva-se que entre 2021 e 2030 o investimento direto em centros electroprodutores seja cerca de 20 mil milhões de euros em fontes de energia renovável para cumprir os objetivos estabelecidos no PNEC.





5. Impacto ambiental

EMISSÕES EVITADAS



Emissões de CO₂ evitadas

A eletricidade de fonte renovável, ao substituir fontes mais poluentes, permitiu evitar a emissão de 19,9 milhões de toneladas equivalentes de CO₂, em 2020

O aumento da produção de energia renovável permitiu, entre 2016 e 2020, evitar a emissão de mais de 50 milhões de toneladas equivalentes de CO_2 .

A partir de 2017, verifica-se um acréscimo anual das emissões de evitadas, como resultado do aumento da produção proveniente de fontes renováveis e consequente redução da produção de fontes de energia fóssil.

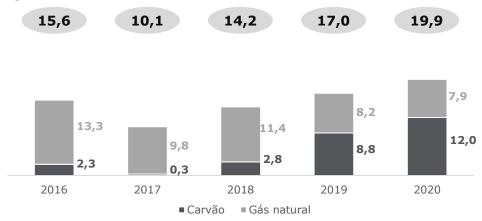


Figura 48. Emissões de CO₂ Evitadas (MtCO₂-eq) entre 2016 e 2020 Fonte: DGEG, ERSE, RMSA, Sendeco₂, Análise Deloitte

Com o fecho da central termoelétrica de Sines em Janeiro de 2021 e fecho da central de Pego previsto para o último trimestre de 2021, Portugal deixará de ter em operação centrais termoeletricas para produzir eletricidade a partir de carvão.

No âmbito do Cenário PNEC 2030, apesar da quebra nas emissões evitadas associadas à substituição do carvão pelo gás natural, perspetiva-se que as emissões evitadas continuem aumentar até 2030, com o crescimento da produção renovável.

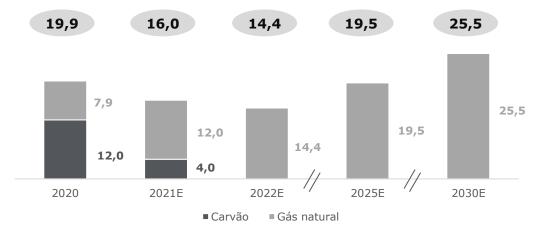


Figura 49. Emissões de CO₂ Evitadas (MtCO₂-eq) até 2030

Fonte: DGEG, ERSE, Sendeco2, Análise Deloitte

EMISSÕES EVITADAS



Custos com licenças de CO₂ evitadas

Para 2030, perspetiva-se que a poupança total anual ascenda a cerca de 2.416 milhões de euros com licenças de CO_2 , associado a 25,5 milhões de toneladas equivalentes de CO_2 evitadas e um preço $108 \mbox{\em C}/\mbox{t}$ previsto para 2030

Nos últimos dois anos, a produção de energia elétrica por FER permitiu uma **poupança acumulada de mais de 819 milhões de euros** – valor 2,5x superior ao acumulado dos 3 anos anteriores (2016-2018), como resultado do aumento do volume de emissões evitadas e do crescimento do preço das licenças de emissões de CO₂ transacionadas no Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE) (de 5,35€/t em 2016 para 24,75€/t em 2020).

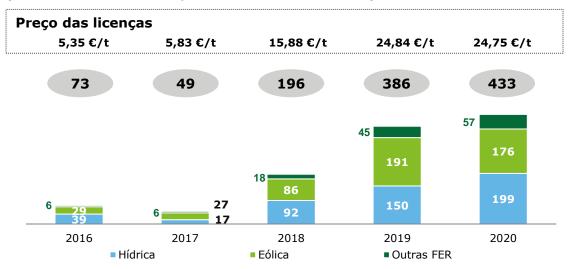


Figura 50. Total de custos evitados com licenças de CO₂ devido à produção FER (M€)

Para o cenário PNEC 2030, prevê-se um aumento significativo da contribuição das FER nos custos evitados com licenças, que será 2x a 2025 e mais de 5x superior a 2020. Este resultado deve-se ao aumento da produção de eletricidade FER mas sobretudo ao aumento previsto dos preços das licenças ($69 \mbox{\'e}/t$ de CO_2 em 2025 e $108 \mbox{\'e}/t$ em 2030). O mix de poupança passará a ser em grande parte representado, na sua globalidade, por 3 fontes renováveis (eólica, hídrica e solar).

Em 2030, as FER que mais contribuirão para a poupança em licenças de CO₂ serão a eólica e a solar, estimando-se a poupança em 1.006 milhões de euros e 708 milhões com estas duas fontes, respetivamente.

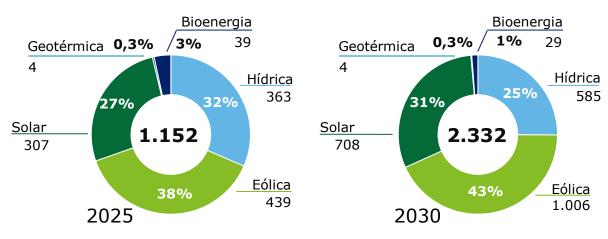


Figura 51. Estimativa de custos evitados com licenças de ${\rm CO_2}$ devido à produção FER em 2025 e 2030 (M€)

Fonte: DGEG, ERSE, RMSA, Bloomberg, Análise Deloitte

IMPACTO AMBIENTAL DO SETOR

Conclusão

- A eletricidade de fonte renovável, ao substituir fontes mais poluentes, permitiu evitar a emissão de 19,9 milhões de toneladas equivalentes de CO₂ em 2020, a que corresponde uma poupança de 433 milhões de euros em licenças de emissão de CO₂;
- No cenário PNEC 2030 perspetiva-se que a poupança total anual ascenda a cerca de 2.416 milhões de euros com licenças de CO₂, associado a 25,5 milhões de toneladas equivalentes de CO₂ evitadas e um preço 108€/t previsto para 2030





6. Impacto na dependência energética

IMPACTO NAS IMPORTAÇÕES EVITADAS



Importações evitadas de combustíveis fósseis entre 2016 e 2020

Entre os anos de 2016 e 2020, a produção de eletricidade de origem renovável permitiu poupar aproximadamente 4,1 mil milhões de euros em importação de carvão e gás natural

A produção de eletricidade renovável permitiu evitar em importações de combustíveis fósseis, um valor médio anual equivalente a 28.236 GWh, entre 2016 e 2020, tendo-se evitado um total de cerca de 141 mil GWh de combustíveis fósseis importados nesse período.

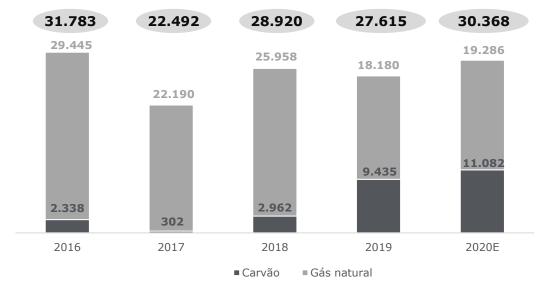


Figura 52. Evolução das importações evitadas (GWh)

Fonte: DGEG, Análise Deloitte

Em 2020, estima-se que tenham sido evitados ~514 milhões de euros em importações de combustíveis fósseis para a produção de eletricidade, menos 727 milhões que em 2018. Esta diferença é explicada pela queda dos preços do carvão e gás natural neste período e também quebra de consumo em 2020 em resultado da crise pandémica, o que conduziu a uma menor necessidade de fóssil para assegurar o abastecimento.

Entre 2016 e 2020, poupou-se cerca de 4,1 mil milhões de euros em importação de combustíveis fósseis, decorrente da capacidade de produção de eletricidade de origem renovável.

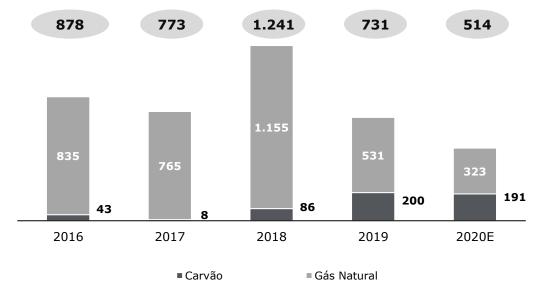


Figura 53. Total de custos de importações evitados por tipo de combustível fóssil importado (M€)

Fonte: DGEG, Análise Deloitte

IMPACTO NAS IMPORTAÇÕES EVITADAS

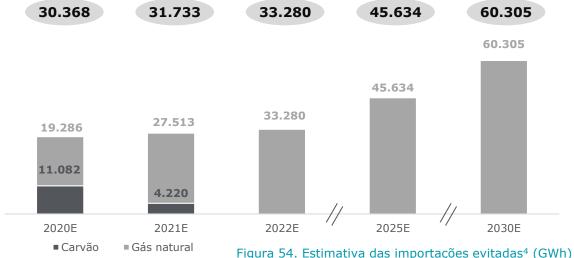


Importações evitadas de combustíveis fósseis - Cenário **PNEC 2030**

Com o aumento da produção de eletricidade através de FER previsto no PNEC, o volume importações de combustíveis fósseis evitadas irá também aumentar até 2030, ano em que será evitada a importação de cerca de 60 TWh

A produção de eletricidade de origem renovável tem um impacto positivo na balança comercial e na diminuição da taxa de dependência energética.

Como resultado do aumento previsto para a produção FER, estimase que, em 2030, as importações evitadas ascendam a 60.305 GWh, cerca de 2x superior ao de 2020.



Fonte: DGEG, Análise Deloitte

A produção de eletricidade renovável resultará em poupanças acumuladas de mais de 19 mil milhões de euros entre 2020 e **2030**, referentes a importações de combustíveis fósseis evitadas.

A produção de eletricidade a partir de carvão irá cessar em 2021 e o papel do gás natural na matriz energética diminuirá (e.g. está previsto o fecho da central de ciclo combinado da Tapada do Outeiro em 2029).

Assim, em 2030, as importações evitadas deverão alcançar valores de ~2.668 milhões de euros, cerca de 5,2x superior ao valor verificado em 2020.

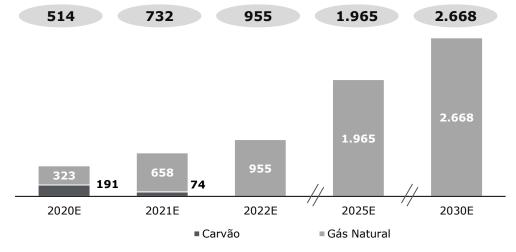


Figura 55. Estimativa do total de custos de importações evitados por tipo de combustível fóssil importado (M€) Fonte: DGEG, Análise Deloitte

IMPACTO NA TAXA DE DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA

₩,

Impacto das FER na dependência energética – Cenário PNEC 2030

A aposta na produção de eletricidade a partir de fontes endógenas e renováveis tenderá a reduzir a dependência energética no exterior em valores que representarão mais de 22 p.p. em 2030

Em 2020, estima-se que a dependência energética tenha atingido o valor mais baixo dos últimos anos, em grande parte devido à redução do consumo de eletricidade decorrente da situação pandémica.

Em 2030 estima-se que os níveis de produção FER permitam reduzir o valor da dependência energética para 67,8%. Este valor é representativo do peso que as energias renováveis têm na redução da dependência energética: quanto maior o consumo de FER, menor a dependência energética do exterior.

Caso não existissem renováveis em 2030, seria expectável que a taxa de dependência energética ascendesse a 90,3%, 22,4 p.p. superior ao valor estimado com as FER.

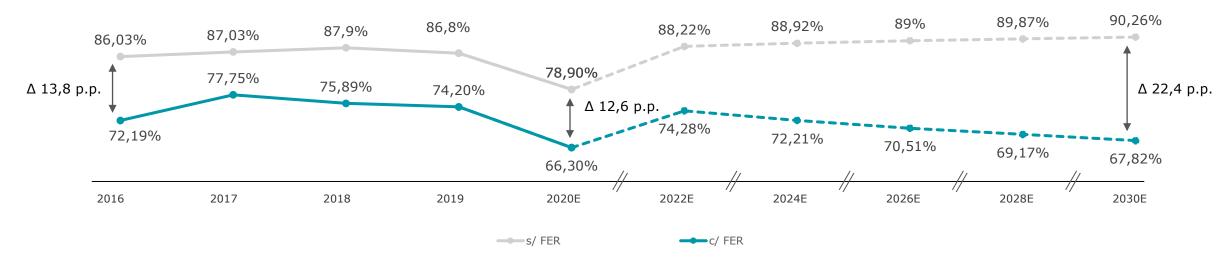


Figura 56. Impacto na evolução da taxa de dependência energética (taxa real vs taxa estimada s/FER)

Fonte: DGEG, Análise Deloitte

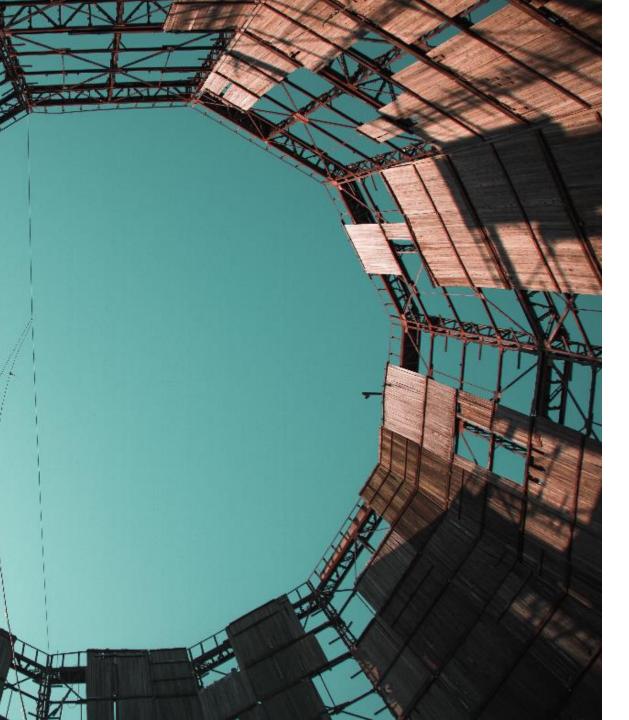
Nota: Os valores relativos ao histórico (2016-2019) foram ajustados de acordo com as revisões feitas pela DGEG ao Balanço Energético Sintético, face ao disponível em 2018

IMPACTO DO SETOR NA DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA

Conclusão

- Entre os anos de 2016 e 2020, a produção de eletricidade de origem renovável permitiu poupar aproximadamente 4,1 mil milhões de euros em importação de carvão e gás natural;
- Com o aumento da produção de eletricidade através de FER definido no PNEC 2030, o volume de importações de combustíveis fósseis evitadas irá também aumentar até 2030, ano em que será evitada a importação de cerca de 60 TWh;
- A aposta na produção de eletricidade a partir de fontes endógenas e renováveis tenderá a reduzir a dependência energética no exterior em valores que representarão mais de 22 p.p. em 2030.





8. Impacto do H₂ verde e aumento da ambição climática

IMPACTO DO H₂ VERDE E AUMENTO DA AMBIÇÃO CLIMÁTICA



Capacidade instalada em 2030 considerando o H_2 verde e o aumento da ambição climática

Foram analisados dois cenários alternativos em que se consideram acréscimos à capacidade instalada das FER visionando uma redução de emissões de GEE de 55% face a 1990 e a concretização da EN-H2

Até ao presente capítulo, os resultados foram apresentados numa perspetiva única de concretização do PNEC 2030. Contudo, há que ter em consideração que este cenário, não só não inclui o papel do Hidrogénio (H₂) verde na descarbonização de setores para os quais a eletrificação direta não constitui uma opção custo-eficaz, como não se ajusta à nova ambição climática da União Europeia, que perspetiva uma redução de emissões de GEE de 55 % face a 1990.

Por sua vez, e tendo já em consideração a concretização da EN-H2, assumindo uma capacidade instalada de eletrolisação de 2,5 GW, e tendo por base um aumento de ambição para Portugal de 55 % de redução de GEE face aos valores de 1990, foram efetuadas estimativas do impacto socioeconómico e ambiental em 2030 de dois cenários desenvolvidos pelo CENSE – FCT NOVA, com recurso ao modelo TIMES-PT, que contemplam diferentes volumes de produção de H₂ verde e, consequentemente, diferentes necessidades de capacidade adicional de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis. Estes impactos serão apresentados como adicionais aos impactos descritos nos capítulos anteriores deste documento.

Há que ter em consideração que o modelo utilizado simula o sistema energético, numa ótica de custo-eficácia, e que constitui um modelo exclusivamente nacional, que não considera explicitamente o mercado externo, tendo sido necessário atribuir um custo unitário de exportação para o $\rm H_2$.

É nesta ótica que **foram considerados dois cenários distintos, que se distinguem pelo preço de exportação do H₂**, ambos em linha com as previsões da IRENA para 2030, nomeadamente:

- Cenário Base, que assume um custo de H₂ no mercado internacional de 1,4-2,0 \$/kg em 2030, estando em linha com os objetivos e metas setoriais e de exportação espelhados na EN-H2.
- **Cenário de Exportação**, que assume um valor unitário superior para o H₂ de 3,0-3,5 \$/kg no mercado internacional, conducente com um aumento mais acentuado na procura global por H₂ verde.

Em ambos os cenários foi colocada a imposição de uma capacidade instalada mínima de 2,5 GW de eletrólise, sem impedimento que exista um aumento da mesma caso seja considerado custo-eficaz pelo modelo para atingir ambição climática.

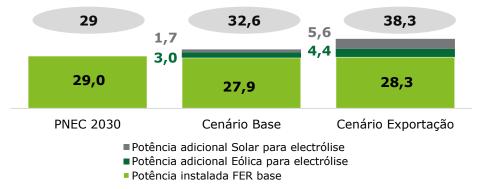


Figura 57. Potência instalada em 2030 (GW) para os 2 cenários alternativos

Fonte: CENSE – FCT NOVA, IRENA (2020), Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5°C Climate Goal, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.



Contribuição para o PIB e Emprego em 2030 considerando o H₂ verde e o aumento da ambição climática

O acréscimo de capacidade de produção FER resultante dos cenários Base e Exportação poderá acrescentar entre 2 e 6,5 mil milhões de euros ao PIB em 2030. Ao nível do emprego, o aumento poderá representar entre cerca de 24 e 83 mil empregos em 2030

Impacto no PIB

O aumento de capacidade de geração renovável estimado no Cenário Base poderá acrescentar cerca de 2 mil milhões de euros nesse ano ao impacto no PIB em 2030. No Cenário de Exportação, esse valor ascenderia a 6,5 mil milhões de euros, mais de 50% do impacto do cenário PNEC.

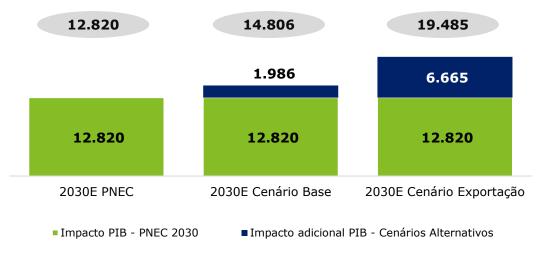


Figura 59. Estimativa contribuição para o PIB (M€) com o Cenário Base e Cenário de Exportação

Impacto no emprego

Quanto à estimativa do impacto dos cenários Base e Exportação na geração de emprego resultante da produção de eletricidade renovável em 2030, o Cenário Base poderá acrescentar um total de cerca de 24 mil empregos nesse ano. No caso do Cenário de Exportação, o acréscimo seria de cerca de 83 mil empregos ao setor em 2030.

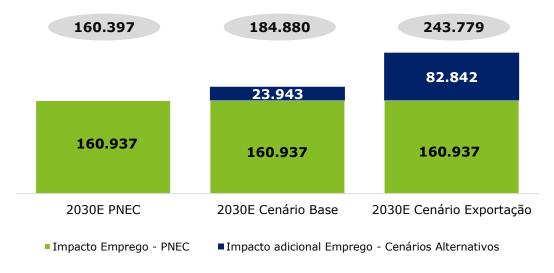


Figura 60. Estimativa contribuição das FER para o emprego nacional com o Cenário Base e Cenário de Exportação



Contribuição das FER para a Segurança Social e IRS em 2030 considerando o H₂ verde e o aumento da ambição climática

Em 2030, o H₂ verde poderá adicionar ao impacto resultante do PNEC 2030 entre 243 e 842 milhões de euros para a Segurança Social, e entre 201 e 698 milhões de euros para o IRS

Impacto na Segurança Social

Assumindo o pressuposto de manutenção da remuneração base média mensal dos colaboradores do setor (2.087 €, em 2019, evoluindo à taxa de inflação), estima-se que em 2030 os colaboradores adicionais resultantes da incorporação de H₂ verde poderão contribuir nesse ano com um adicional entre 243 a 842 milhões de euros para a Segurança Social.



Figura 61. Estimativa contribuição para a Segurança Social (M€) para o Cenário Base e Cenário de Exportação

Impacto no IRS

No mesmo contexto, estima-se que em 2030 os colaboradores adicionais resultantes da incorporação de H₂ verde poderão gerar entre 201 a 698 milhões de euros adicionais de IRS.

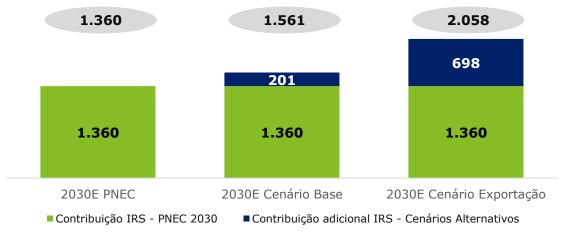


Figura 62. Estimativa contribuição para o IRS (M€) para o Cenário Base e Cenário de Exportação



IRC e IVA no setor das Renováveis em 2030 considerando o H₂ verde e o aumento da ambição climática

Em 2030, os cenários Base e Exportação poderão contribuir com um adicional de entre 81 e 165 milhões de euros para o IRC, e de entre 350 e 1.139 milhões de euros de contribuição líquida para o IVA

Impacto no IRC

No que toca à contribuição para o **IRC**, estima-se que em 2030, com o surgimento do **H**₂ **verde**, o setor das FER **poderá acrescentar entre 81 a 165 milhões de euros nesse ano.**

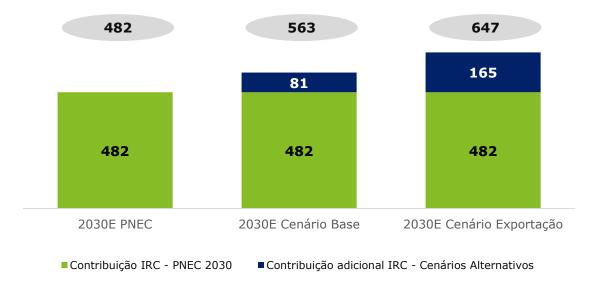


Figura 63. Estimativa da contribuição para o IRC (M€) com o Cenário Base e Cenário de Exportação

Fonte: Análise APREN, Análise Deloitte

Impacto no IVA

Quanto ao IVA, estima-se que em 2030, o H₂ verde poderá gerar um aumento da contribuição líquida deste imposto entre 350 e 1.139 milhões de euros.

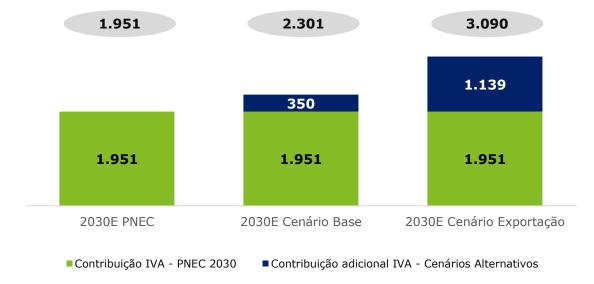


Figura 64. Estimativa da contribuição líquida para o IVA (M€) com o Cenário Base e Cenário de Exportação



Investimento privado em FER em 2030 considerando o H₂ verde e o aumento da ambição climática

Prevê-se que o investimento privado em centros electroprodutores com base em FER aumente entre 4.300 e 8.000 milhões de euros no período 2020 a 2030, como resultado dos diferentes cenários analisados do impacto do H_2 verde e aumento da ambição climática

Com a incorporação do H₂ verde e aumento da ambição climática, o **investimento privado direto** em centros electroprodutores com base em FER, para o **período 2020-2030 poderá aumentar entre 4.300 e 8.000 milhões de euros.**



- Ivestimento privado acumulado adicional 2020-2030 Cenários Alternativos
- ■Investimento privado acumulado 2020-2030 PNEC 2030

Figura 65. Estimativa do aumento de investimento privado direto em centros electroprodutores com base em FER (M€) com o Cenário Base e Cenário de Exportação

APREN I Impacto da eletricidade da origem renovável

IMPACTO AMBIENTAL



Redução de emissões resultante do do H2 Verde e aumento da ambição climática

Os novos cenários que refletem o impacto do H2 verde e aumento da ambição climática resultam numa redução de emissões globais em 2030 de 60,1 MtCO $_2$ -eq relativamente a 2005, mais 4,7 % que as previstas no PNEC 2030

Como referido anteriormente, os novos cenários alternativos foram calculados numa ótica de aumento da ambição climática, ambos visando uma redução de GEE de 55 % em 2030 face a 1990, o equivalente a uma redução de 65 % para o sistema energético face a 2005. Ressalva-se que o Cenário de Exportação, por diferenciar do Cenário Base exclusivamente no que respeita ao total de H₂ verde para exportação, não se traduz num aumento da redução das emissões, uma vez que a exportação não é contabilizada no total das emissões do país exportador para alcance da meta climática.

Esta nova cenarização, mais ambiciosa que a transcrita no PNEC 2030, que visa a redução de emissões de GEE entre 45 % e 55 %, excluindo as emissões de alteração do uso do solo e florestas (LULUCF), face a 2005, resulta num potencial de redução de emissões acrescido.

Em ambos os cenários de maior ambição climática, obtém-se uma redução em emissões globais de GEE em 2030 equivalente a 60,1 MtCO₂-eq relativamente a 2005, um reforço em 4,7 % em comparação com o cenário mais ambicioso do PNEC 2030.

Olhando exclusivamente para o sistema energético, os novos cenários resultam numa **redução de emissões em 2030 quantificada em 41,6 Mt CO₂-eq relativamente a 2005**, um adicional de 4,3 % relativamente ao cenário mais ambicioso do PNEC 2030.

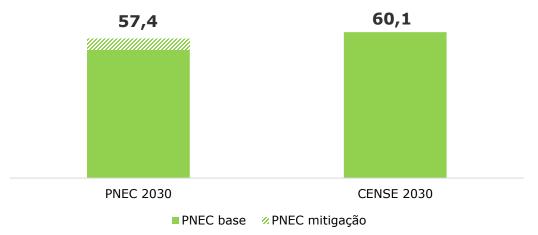


Figura 66. Redução global de emissões de GEE face a 2005 pelos cenários do PNEC 2030 e do CENSE, com aumento de ambição climática (MtCO₂-eq) Fonte: CENSE – FCT NOVA, PNEC 2030, NIR, Análise APREN

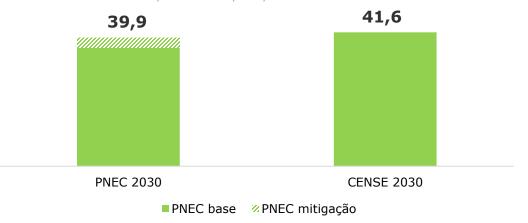


Figura 67. Redução de emissões de GEE no sistema energético face a 2005 pelos cenários do PNEC 2030 e do CENSE, com aumento de ambição climática ($MtCO_2$ -eq) Fonte: CENSE – FCT NOVA, PNEC 2030, NIR, Análise APREN

Nota: Os dois cenários do PNEC 2030 (PNEC base e PNEC mitigação), representam o intervalo de redução de emissões transcrito no PNEC, cujo cenário mais ambicioso consititui um cenário de políticias adicionais coerentes com a neutralidade carbónica.

CENÁRIOS CONSIDERANDO O IMPACTO DO H_2 VERDE E A NOVA AMBIÇÃO CLIMÁTICA



Conclusão

- O acréscimo de capacidade de produção FER resultante dos cenários Base e Exportação poderá acrescentar entre 2 e 6,5 mil milhões de euros ao PIB em 2030. Ao nível do emprego, o aumento poderá representar entre cerca de 24 e 83 mil empregos em 2030;
- Em 2030, o H₂ verde poderá adicionar ao impacto resultante do PNEC 2030 entre 243 e 842 milhões de euros para a Segurança Social, e entre 201 e 698 milhões de euros para o IRS;
- Em 2030, os cenários Base e Exportação poderão contribuir com um adicional de entre 81 e 165 milhões de euros para o IRC, e de entre 350 e 1.139 milhões de euros de contribuição líquida para o IVA;
- Prevê-se que o investimento privado direto em centros electroprodutores com base em FER aumente entre 4.300 e 8.000 milhões de euros no período 2020 a 2030, como resultado dos diferentes cenários analisados da EN-H2;
- Os novos cenários que refletem o impacto do H₂ verde e aumento da ambição climática resultam numa redução de emissões globais em 2030 de 60,1 MtCO₂-eq relativamente a 2005, mais 4,7 % que as previstas no PNEC 2030.



Deloitte.

"Deloitte" refere-se a uma ou mais firmas membro e respetivas entidades relacionadas da rede global da Deloitte Touche Tohmatsu Limited ("DTTL"). A DTTL (também referida como "Deloitte Global") e cada uma das firmas membro são entidades legais separadas e independentes. A DTTL não presta serviços a clientes. Para mais informação aceda a www.deloitte.com/pt/about.

Esta comunicação é exclusivamente para distribuição interna e uso dos profissionais da Deloitte Touche Tohmatsu Limited, das suas firmas membro e das suas entidades relacionadas (em conjunto a "Rede Deloitte"). Em conformidade, nenhuma entidade da Rede Deloitte é responsável por quaisquer danos ou perdas sofridos pelos resultados que advenham da tomada de decisões baseada nesta comunicação.

ESTRUTURA DE ANÁLISE E PRINCIPAIS RESULTADOS



Documentos e hiperligações consultados

Na elaboração do presente relatório foram consultados os seguintes documentos:

- DGEG (2020), Balanço Energético Sintético 2020
- DGEG (2021), Estatísticas Rápidas Renováveis maio de 2021
- DGEG (2021), Estatísticas Rápidas Combustíveis Fósseis maio de 2021
- DGEG (2020), Relatório de Monitorização da Segurança de Abastecimento do Sistema Elétrico Nacional 2021-2040
- PNEC 2030 Plano Nacional de Energia-Clima, 07-05-2019
- Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050, Resultados Preliminares – Versão para consulta pública; Vol1: Trajetórias para a neutralidade carbónica da Economia Portuguesa em 2050 | Opções Tecnológicas
- IRENA (2020) Renewable Power Generation Costs in 2020
- IRENA (2020) Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5°C Climate Goal

Foram utilizadas as seguintes hiperligações:

- Acordo de Paris consultado https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/climate-change/timeline/
- ERSE consultado <u>https://www.erse.pt/media/heddnoqc/estrutura-tarif%C3%A1ria-se-2021.pdf</u>
- Plano Nacional de Energia e Clima consultado <u>https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=0eada7c4-4f17-4d13-a879-6700f302b7e0</u>

Adicionalmente, foram consultada as bases de dados Pordata, SABI e Sendeco2.

Foram ainda partilhados dados relativos ao preço em mercado diário da eletricidade dos *players* do mercado, nomeadamente ERSE, OMIE e REN. Foi, igualmente, elaborado e partilhado um questionário com os associados da APREN.

GLOSSÁRIO

Acrónimos

- CIEG Custos decorrentes de medidas de política energética, ambiental e de Interesse Económico Geral
- CO₂ Dióxido de Carbono
- **E** Utilizado para períodos cujos dados se encontram estimados (estimativas futuras ou ausência de dados reais)
- FER Fonte de Energia Renovável
- **FIT** Feed-in-tariffs
- **GEE** Gases de Efeito de Estufa
- **GW** Igual a 1.000 MW
- GWh Gigawatt-hora; medida de energia elétrica produzida e que corresponde à quantidade de energia utilizada para alimentar uma carga com potência de um gigawatt pelo período de uma hora; 1 gigawatt = 1.000.000.000 watt
- MIBEL Mercado Ibérico de Eletricidade
- MW Megawatt; medida de potência instalada para produção de energia elétrica; 1 megawatt = 1.000.000 watt

- OLMC Operador Logístico de Mudança de Comercializador
- p.p. Pontos percentuais
- **PIB** Produto Interno Bruto
- PNEC Plano Nacional Energia e Clima
- PNI Programa Nacional de Investimentos
- PRE Produção em Regime Especial
- **RFI** Request For Information
- RMSA Relatório de Monitorização da Segurança de Abastecimento do Sistema Elétrico Nacional
- RNC Roteiro para a Neutralidade Carbónica
- **TWh** Iqual a 1.000 GWh
- VAB Valor Acrescentado Bruto

Descrição metodológica

Abrangência da recolha de dados através de RFIs e bases de dados

A contribuição do setor das FER para o PIB foi baseada em dados obtidos através da realização de questionários às empresas pertencentes ao setor, com vista a assegurar a maior abrangência possível dos dados utilizados no estudo. Para complementar a informação recolhida nos questionários, foi levantada diretamente informação relativa às demonstrações financeiras das empresas que integram o setor das FER (bases de dados e relatórios e contas). O dados recolhidos permitiram a seguinte abrangência em percentagem da potência instalada:

Tabela 1 - Abrangência de recolha de dados através de questionários e bases de dados

FER	Hídrica	Eólica	Solar	Bioenergia	Geotérmica
Abrangência de dados recolhidos (% potência instalada)	97	87	14	48	91

Matriz de input/ouput para cálculo do PIB Indireto

A metodologia de análise input-output (coeficientes de Leontief) foi desenvolvida por Wassily Leontief em 1936. O uso principal desta ferramenta centra-se na interpretação das interdependências dos diferentes setores da economia.

Todas as indústrias compram matérias-primas e/ou serviços a outras indústrias. Estas interações entre indústrias encontram-se refletidas em tabelas de origem e destino, que indicam quem produz e quem utiliza a produção de todos os setores da economia.

A partir da tabela de destino é possível obter a matriz de coeficientes técnicos. Esta matriz expressa, em percentagem, as compras realizadas por um setor às restantes indústrias. Cada coeficiente técnico representa os consumos do setor e a quantidade necessária para produzir uma unidade de produto.

Descrição metodológica

Cálculo do VAB Direto e Indireto

O VAB Direto corresponde à riqueza gerada pela venda de energia pelos produtores de energia renovável. Este foi calculado com base nas Receitas Operacionais, CMVMC, FSE e Outros Custos Operacionais das empresas produtoras de energia renovável, tendo estes dados sido obtidos via RFI aos associados da APREN. O VAB Direto também pode ser designado como a "contribuição direta das FER para o PIB".

O VAB Indireto corresponde à riqueza gerada na restante economia devido à atividade dos produtores de energia renovável. Este foi calculado tendo por base o VAB Direto, ao qual é aplicado uma matriz de input/output específica para cada tipo de FER. O VAB Indireto também pode ser designado como a "contribuição indireta das FER para o PIB".

O Valor Acrescentado Bruto Total (também pode ser designado por "contribuição total das FER para o PIB") foi calculado através da soma do Valor Acrescentado Bruto Direto e Indireto.

Cálculo do Emprego Direto e Indireto

O Emprego Direto corresponde aos empregos criados diretamente pela operação dos produtores de energia renovável. Este foi calculado com base no volume de empregados reportados via RFI aos associados da APREN.

O Emprego Indireto corresponde aos empregos gerados na restante economia devido à atividade dos produtores de energia renovável. Este foi calculado considerando coeficientes # empregos gerados / € de VAB, os quais foram aplicados ao VAB Indireto de cada tipo de FER.

O Emprego Total foi calculado através da soma do Emprego Direto e Indireto.

Descrição metodológica

Cálculo do Investimento Privado em FER

Para o cálculo do investimento privado em FER para o período de 2011 a 2020, recorreram-se a rácios de custo / MW de nova potência instalada da IRENA, específicos para cada tipo de FER. A estes foi aplicada a evolução da potência instalada para cada tipo de FER.

Para a estimativa do investimento privado em FER até 2030, recorreram-se a rácios de custo /MW de nova potência instalada até 2030 estimados pela IRENA, específicos para cada tipo de FER, aos quais foram aplicados a evolução da potência instalada que consta no PNEC 2030 para cada tipo de FER.

Descrição metodológica

Impacto ambiental do setor

No capítulo sobre o impacto ambiental do setor das FER são estimadas as emissões evitadas de CO₂. Para esse efeito foram considerados os seguintes fatores de emissão de CO₂ por fonte de geração de eletricidade:

Tabela 2 - Emissões de CO₂ por fonte de geração de eletricidade (Ton/GWh)

Fonte	2016	2017	2018	2019	2020 20	21-2030
Carvão	995	892	920	933	933	933
Gás Natural	386	370	371	371	371	371

Tabela 3 - Preço das licenças de emissão de CO₂ (€/tonelada)

	2016	2017	2018	2019	2020	2030E
Preço (€/t)	5,35	5,83	15,88	24,84	24,74	108

Descrição metodológica

Impacto do setor na dependência energética

Para cálculo dos custos evitados com a redução das importações de combustíveis fósseis teve-se em consideração os seguintes preços:

Tabela 4 - Preco dos combustíveis fósseis

Fonte	2016	2017	2018	2019	2020	2030E
Carvão (€/t)	50,85	75,76	80,30	58,91	47,87	69,62
Gás Natural (€/MBtu)	4,16	5,05	6,53	4,29	2,46	6,49

Simulação Simplificada do Mercado

Para o cálculo da simulação simplificada do mercado, com base nos dados disponibilizados pela OMIE, substituiu-se a quantidade de PRE renovável colocada no mercado, pelas ofertas de eletricidade seguintes com preço mais elevado disponíveis.

A poupança marginal por MWh no mercado é a diferença entre o preço no mercado diário de eletricidade efetivamente verificado em determinado período e o novo equilíbrio entre oferta e procura com a entrada das ofertas com preço mais elevado, decorrente da retirada da PRE Renovável do mercado.

Descrição metodológica

Modelo de cálculo do potencial custo-eficaz do hidrogénio

O estudo Hidrogénio em Portugal – Avaliação do Impacte do H_2 verde no Sistema Eletroprodutor, desenvolvido pelo CENSE- FCT NOVA, que pretende explorar qual o papel custo-eficaz do H_2 verde no sistema energético nacional assumindo uma meta de mitigação em linha com a nova ambição Europeia para o médio prazo e avaliar como o H_2 irá impactar o sistema energético nacional, com enfase no sistema electroprodutor, deu origem aos Cenários Base e Cenário Exportação.

O potencial custo-eficaz do H₂ verde foi avaliado através da ferramenta de modelação TIMES_PT, já usada anteriormente em estudos técnicos de apoio à política pública, como foi o caso dos estudos de apoio ao Roteiro de Neutralidade Carbónica 2050, Roteiro Nacional de Baixo Carbono, Reforma da Fiscalidade Verde ou ao Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030.

Sempre que possível o presente estudo apresenta uma análise comparativa entre o potencial custo eficaz do H₂ verde e os cenário base de suporte à EN-H2.

O estudo encontra disponível para consulta, mediante solicitação à APREN.

Caraterização individual de cada fonte de energia renovável

Hídrica

No cenário PNEC 2030, Estima-se que a capacidade da fonte hídrica aumente 1.408 MW, entre 2020 e 2030. Relativamente à produção, estima-se que em 2030, esta equivale a 14.598 GWh.

Nos cenários alternativos considerando o hidrogénio, estima-se que em 2030 a potência seja de 8.540 MW, com uma produção de 14.754 GWh.



Figura 68. Capacidade da hídrica (MW) Fonte: DGEG, PNEC 2030, Análise Deloitte

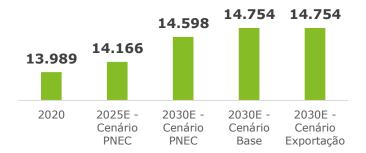


Figura 69. Produção da hídrica (GWh) Fonte: DGEG, PNEC 2030, Análise Deloitte

Eólica

No cenário PNEC 2030, é expectável que a capacidade da fonte eólica aumente 3.822 MW, entre 2015 e 2030. Relativamente à produção, estima-se que em 2030, esta equivale a 32.400 GWh.

Nos cenários alternativos considerando o hidrogénio, estima-se que em 2030 a potência esteja entre 12.020 e 12.000 MW, com uma produção entre 32.400 e 32.454 GWh.

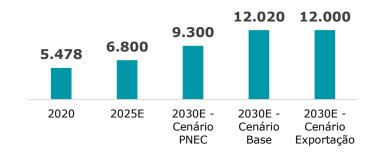


Figura 70. Capacidade da eólica (MW) Fonte: DGEG, PNEC 2030, Análise Deloitte

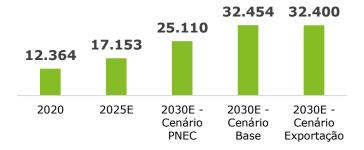


Figura 71. Produção da eólica (GWh) Fonte: DGEG, PNEC 2030, Análise Deloitte

Caraterização individual de cada fonte de energia renovável

Solar

No cenário PNEC 2030, estima-se que a capacidade aumente 7.700 MW, entre 2020 e 2030, dado a aposta na solar descentralizada. Relativamente à produção, estima-se que em 2030, esta equivale a 17.670 GWh.

Nos cenários alternativos considerando o hidrogénio, estima-se que em 2030 a potência esteja entre 10.870 e 16.600 MW, com uma produção entre 20.653 e 31.540 GWh.

Bioenergia

No cenário PNEC 2030, estima-se que a capacidade da fonte da bioenergia aumente 258 MW, entre 2020 e 2030. Relativamente à produção, estima-se que em 2030, esta equivale a 3.997 GWh.

Nos cenários alternativos considerando o hidrogénio, estima-se que em 2030 a potência esteja entre 1.050 e 1.060 MW, com uma produção entre 4.444 e 4.490 GWh.

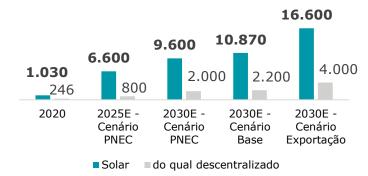


Figura 72. Capacidade da solar (MW) Fonte: DGEG, PNEC 2030, Análise Deloitte

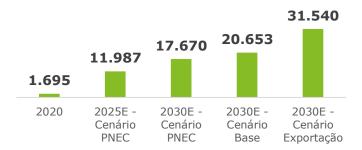


Figura 73. Produção da solar (GWh) Fonte: DGEG, PNEC 2030, Análise Deloitte

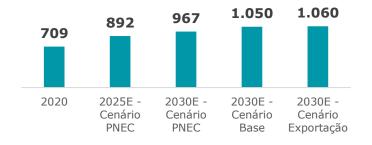


Figura 74. Capacidade da bioenergia (MW)

Fonte: DGEG, PNEC 2030, Análise Deloitte

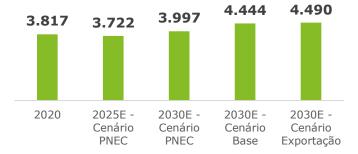


Figura 75. Produção da bioenergia (GWh)

Fonte: DGEG, PNEC 2030, Análise Deloitte

Caraterização individual de cada fonte de energia renovável

Geotérmica

No cenário PNEC 2030, é expectável que a capacidade da fonte da geotermia aumente 266 MW, entre 2020 e 2030. Relativamente à produção, estima-se que em 2030, esta equivale a 642 GWh.

Nos cenários alternativos considerando o hidrogénio, mantém-se a mesma estimativa ao nível da potência e da produção.



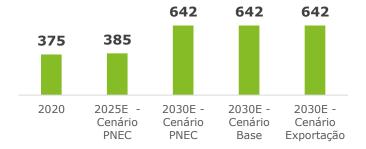


Figura 76. Capacidade da geotérmica (MW)

Fonte: DGEG, PNEC 2030, Análise Deloitte

Figura 77. Produção da geotérmica (GWh)

Fonte: DGEG, PNEC 2030, Análise Deloitte