

ELETRICIDADE RENOVÁVEL

NO SISTEMA ENERGÉTICO PORTUGUÊS ATÉ 2050

FICHA TÉCNICA

Título:

Eletricidade Renovável no Sistema
Energético Português até 2050

Edição:

APREN – Associação Portuguesa
de Energias Renováveis

Design:

Formas do Possível
www.formasdopossivel.com

Impressão:

Loures Gráfica

Depósito Legal:

441579/18

Tiragem:

1000 exemplares

Data:

maio de 2018

ÍNDICE

Desafios para a descarbonização até 2050	<u>03</u>
O papel da eletricidade renovável	<u>04</u>
Questões	<u>05</u>
Cenários 2050	<u>06</u>
Eletricidade renovável para a descarbonização do sistema energético nacional	<u>07</u>
Geração de eletricidade	<u>08</u>
Geração de eletricidade por tecnologia	<u>09</u>
Energia primária vs. Energia renovável	<u>10</u>
Dependência energética nacional	<u>11</u>
Custos unitários do setor elétrico	<u>12</u>
Poupanças com licenças de emissões	<u>13</u>
Fatura energética do setor eletroprodutor	<u>14</u>
Emprego gerado	<u>15</u>
Conclusões	<u>16</u>
Bibliografia	<u>17</u>

DESAFIOS PARA A DESCARBONIZAÇÃO ATÉ 2050



Até 2050

a UE, através do esforço conjunto dos estados membros, pretende atingir um grau de descarbonização entre 80 a 95% em relação aos níveis de 1990.



Portugal

assumiu o compromisso de atingir a neutralidade das emissões de gases com efeito de estufa até ao final da primeira metade deste século.



Transformar

a Europa numa economia hipocarbónica, altamente eficiente do ponto de vista energético.



Participação

ativa da sociedade como um todo, envolvendo os cidadãos, as empresas e a academia.

Por outro lado, o setor energético encontra-se numa transição de paradigma que perspetiva uma rutura associada a uma mudança profunda tecnológica:



Os grandes linhas de atuação consistem em:

- › Informar, capacitar e sensibilizar o decisor político, a indústria e os cidadãos.
- › Estabelecer quadros regulatórios adequados à mudança de paradigma.
- › Definir estratégias e planos que promovam estabilidade e incentivem o desenvolvimento concertado de tecnologias custo eficientes.

O PAPEL DA ELETRICIDADE RENOVÁVEL



Na eletrificação

A eletrificação do setor dos transportes, dos processos industriais e do aquecimento e arrefecimento é imprescindível para se atingir a neutralidade carbónica.



A incorporação de mais tecnologias,

renováveis no sistema dinamiza a investigação, o desenvolvimento e a inovação, bem como a cooperação da academia com a indústria em prol da competitividade.



As tecnologias renováveis

são o vetor mais custo-eficaz para a descarbonização do sector electroprodutor.



As tecnologias renováveis,

complementadas por soluções de armazenamento e de resposta ativa de procura, promovem a segurança do abastecimento e a redução da dependência energética de combustíveis fósseis.



A liderança em competência e tecnologia

são ainda a chave para uma economia sustentável e para a criação de emprego.

Questões

- 1** Qual a trajetória e o perfil tecnológico ótimo para que o setor eletroprodutor assegure uma economia hipocarbónica?
- 2** Quais os custos e os benefícios da transição para um sistema eletroprodutor com mais penetração renovável?
- 3** Qual o impacto desta transição no setor energético e na economia nacional?

Para responder a estas questões foi promovido um estudo que agora se apresenta elaborado pelo CENSE – Center for Sustainability and Environmental Research, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, solicitado pela APREN, que define trajetórias custo-eficazes para a transição do setor eletroprodutor até 2050.

Foram desenvolvidos cenários de descarbonização de 2015 a 2050, através de uma abordagem holística do sistema energético português, sustentada por um modelo energético de otimização que inclui: a oferta de energia primária; a geração de eletricidade; o consumo de energia final na indústria, habitação, serviços, agricultura, silvicultura e pescas e transportes.

Os principais resultados deste estudo são apresentados neste documento. Para mais informação pode consultar o relatório completo em www.apren.pt.

Cenários 2050



FER-E CONSERVADOR

Não há metas específicas de redução de emissões de GEE (Gases de Efeito de Estufa) do setor energético. A eletricidade renovável aumenta até 60% do *mix* da produção.



MITIGAÇÃO -60%

Redução das emissões de GEE do setor energético até -60% em 2050/1990. A entrada de eletricidade renovável no *mix* de produção está limitada ao potencial do recurso.



MITIGAÇÃO -75%

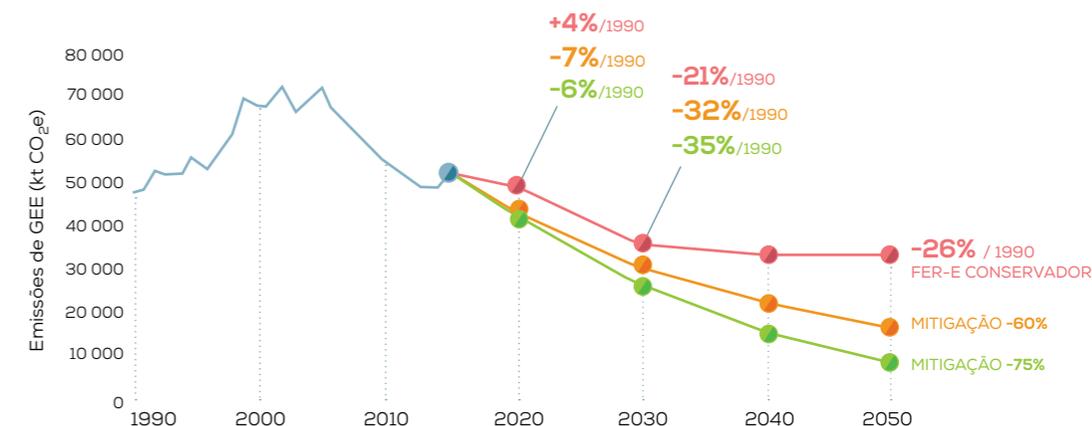
Redução das emissões de GEE do setor energético até -75% em 2050/1990¹. A entrada de eletricidade renovável no *mix* de produção está limitada ao potencial do recurso.

1. meta intermédia de -60% em 2040/1990.

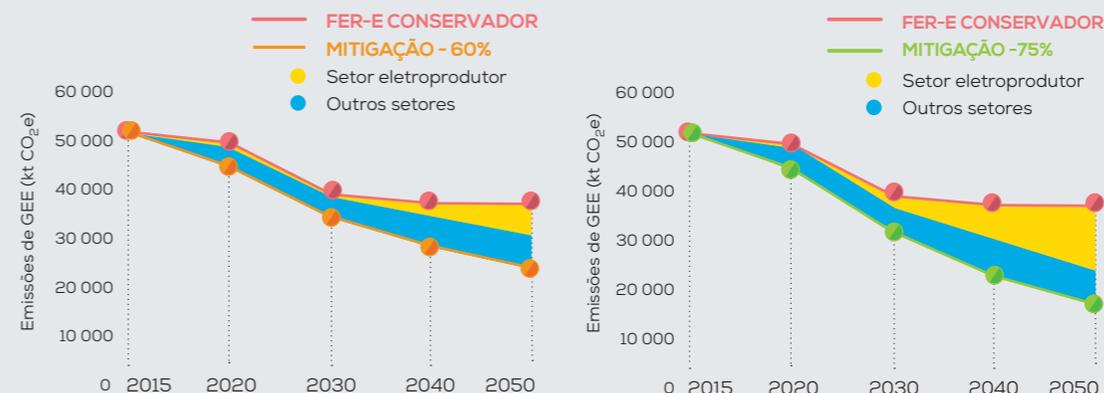
ELETRICIDADE RENOVÁVEL PARA A DESCARBONIZAÇÃO DO SISTEMA ENERGÉTICO NACIONAL

A trajetória de emissões do sistema energético nacional (incluindo as emissões dos processos industriais), mostra que sem qualquer meta específica de mitigação de GEE para um teto máximo de eletricidade renovável de 60%, atinge-se uma redução de -21% em 2030 e de -26% em 2050 face a 1990, muito aquém da mitigação necessária para atingir os objetivos a que o País se propõe.

Trajetória de Emissões de GEE do Sistema Energético Nacional



Descarbonização do Sistema Energético Nacional – Contribuição por Setores

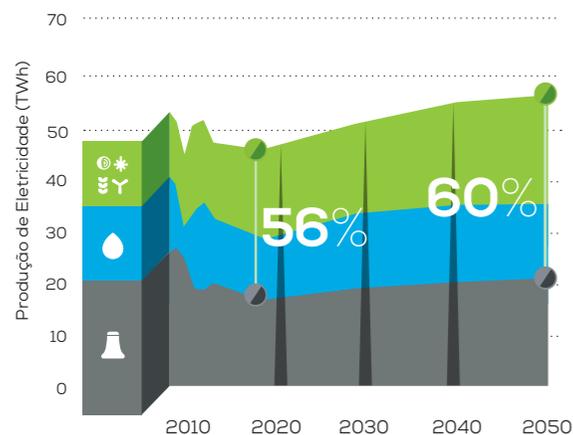


Mais de um 1/3 do esforço de redução das emissões de GEE será proveniente do setor eletroprodutor.

GERAÇÃO DE ELETRICIDADE

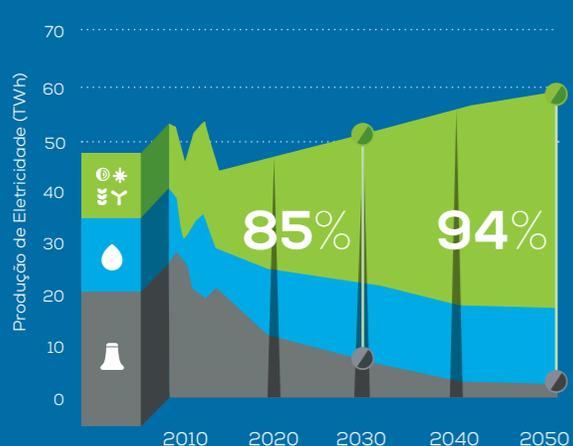
Para atingir os níveis de descarbonização necessários, a contribuição da eletricidade renovável deverá ser de 85% em 2030 e de 94% em 2050 (sem a cogeração incluída). Esta contribuição mostra o papel incontornável da eletricidade renovável.

FER-E Conservador

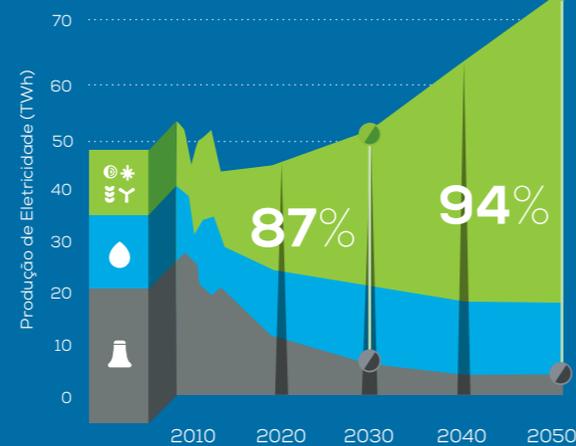


Para os níveis de descarbonização ambiciosos, a penetração de eletricidade renovável atinge 94% em 2050.

Mitigação -60%



Mitigação -75%



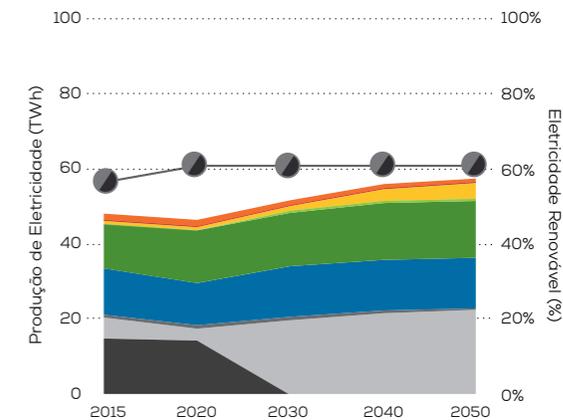
GERAÇÃO DE ELETRICIDADE POR TECNOLOGIA

A eólica *onshore* poderá ser responsável por cerca de 39% da eletricidade gerada em 2050 nos cenários de Mitigação.

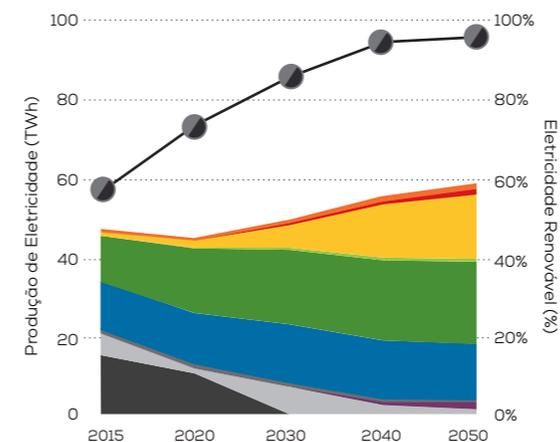
O solar PV passará dos atuais 2% da produção de eletricidade para cerca de 12% a 14% da eletricidade em 2030. Em 2050, poderá chegar a 30% da produção.

No cenário de Mitigação -75%, onde ocorre um aumento significativo do consumo de eletricidade, a eólica *offshore* torna-se custo-eficaz. Em ambos os cenários de descarbonização é necessário o recurso a tecnologias que assegurem a disponibilidade da oferta em situações de escassez de recurso renovável. Neste exercício o gás natural com CCS (*Carbon Capture and Sequestration*) revelou-se custo-eficaz. No entanto, esta solução tecnológica poderá a vir a ser substituída com vantagem por outras tecnologias como o armazenamento em larga escala em baterias e/ou a bombagem hidroelétrica.

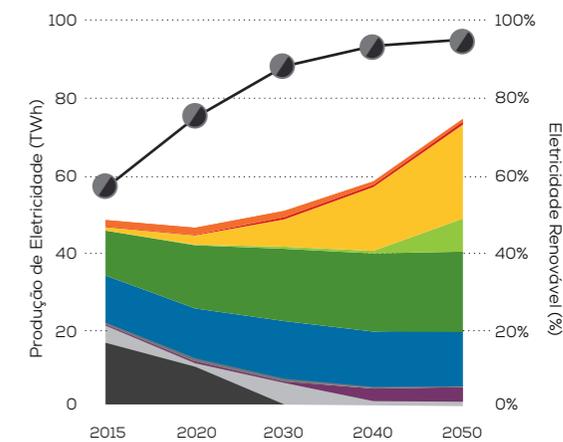
FER-E Conservador



Mitigação -60%



Mitigação -75%



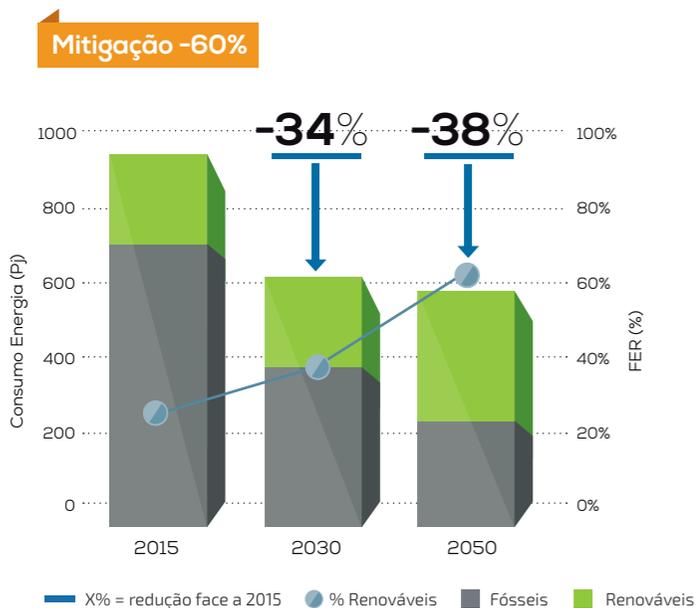
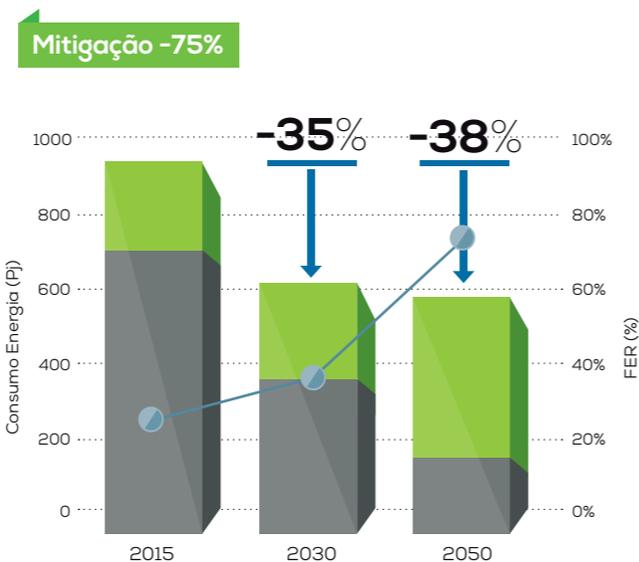
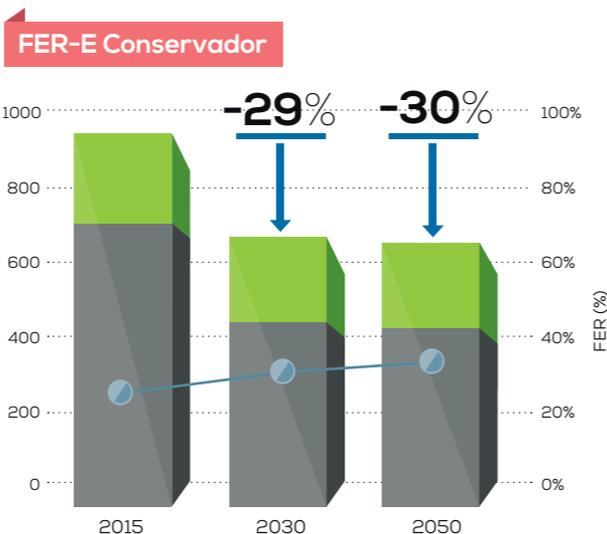
■ Biomassa
 ■ Geotérmica
 ■ Solar
 ■ Eólica Offshore
 ■ Eólica Onshore
 ■ Hídrica
 ■ Fuel
 ■ Gás Natural CSS
 ■ Gás Natural
 ■ Carvão
 ● FER-E (eixo direita)

Em 2050, a tecnologia solar fotovoltaica representará 30% do mix elétrico nacional, enquanto a tecnologia eólica atingirá 39%.

ENERGIA PRIMÁRIA VS. ENERGIA RENOVÁVEL

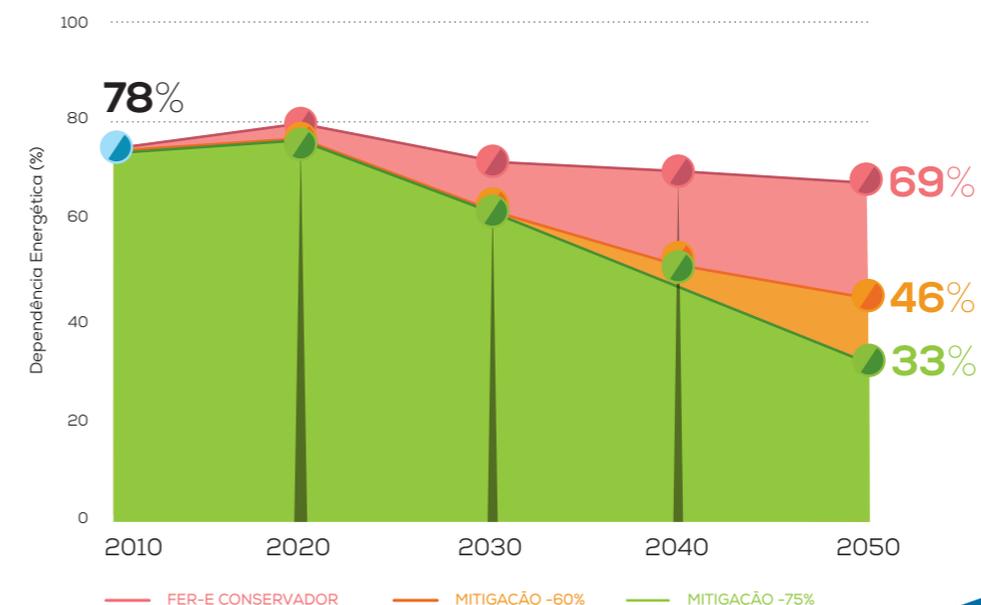
O consumo de energia primária reduz-se nos 3 cenários. No cenário FER-E Conservador, a redução é devida à adoção de tecnologias mais eficientes com elevado potencial de eficiência energética. Nos cenários de Mitigação -60% e -75%, a redução é mais significativa, consequência também de uma maior contribuição do consumo de eletricidade em diversas tecnologias de uso final, geralmente mais eficientes que as suas homólogas consumidoras de combustíveis fósseis.

Os cenários de mitigação asseguram uma redução do consumo de energia primária de 38%, comparativamente ao consumo atual devido, entre outros fatores, à maior contribuição de tecnologias elétricas de uso-final mais eficientes.



DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA NACIONAL

No cenário FER-E Conservador observa-se uma redução da dependência energética nacional, dos atuais 78% para 69% em 2050. Nos cenários de descarbonização acentuada, com a elevada presença de eletricidade renovável, a dependência energética poderá baixar, respetivamente, para 46% e 33%.



A dependência energética externa do País poderá atingir os 33% no cenário de mitigação -75%, menos de metade do valor atual.



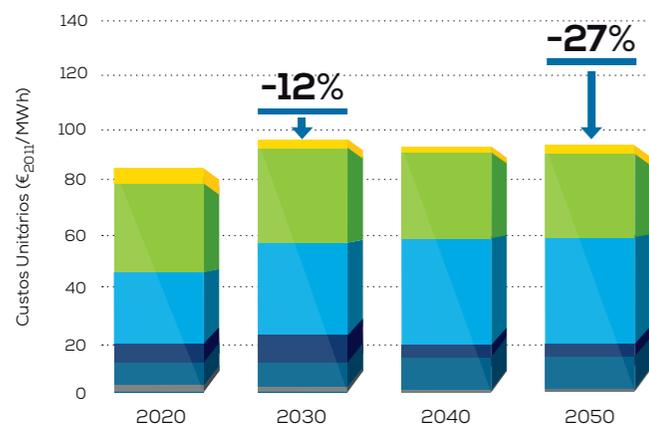
CUSTOS UNITÁRIOS DO SETOR ELÉTRICO

Os custos unitários do sistema elétrico (setor eletroprodutor + rede de transporte e distribuição (T&D)) com maior percentagem de eletricidade renovável são inferiores nos cenários de mitigação.

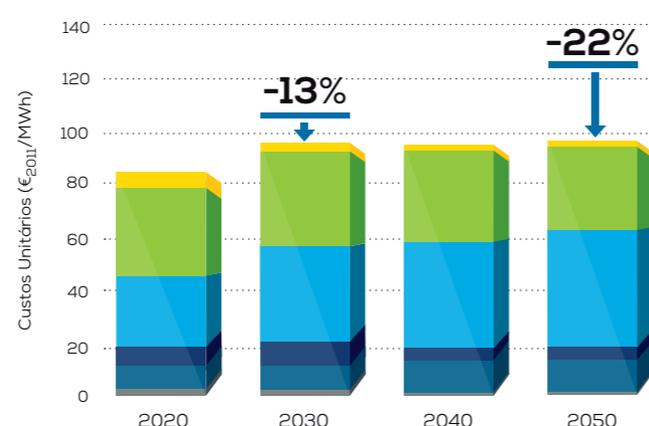
Independentemente do cenário ou ano, um perfil de produção com um maior peso de energia renovável poderá conduzir a custos unitários inferiores, entre 22 e 27% consoante os cenários de mitigação. Este facto ocorre sobretudo devido aos custos com combustíveis fósseis, nomeadamente o gás natural, e das licenças de emissão de CO₂, que representam mais de 30% do custo total em 2050 no cenário Conservador.

Os cenários de mitigação de GEE apresentam custos unitários inferiores ao cenário conservador em mais de 20%.

Mitigação -60%



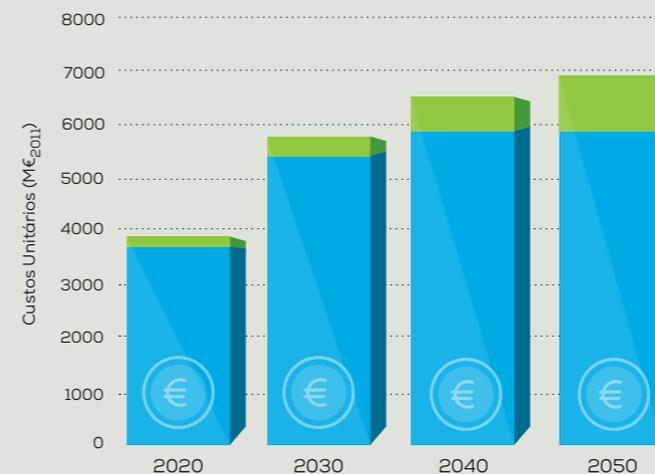
Mitigação -75%



■ O&M - Variáveis ■ O&M Fixos ■ Fuel ■ CAPEX ■ Redes T&D ■ CO₂
— X% = redução relativa ao custo unitário do mesmo ano do cenário FER-E Conservador

POUPANÇAS COM LICENÇAS DE EMISSÕES

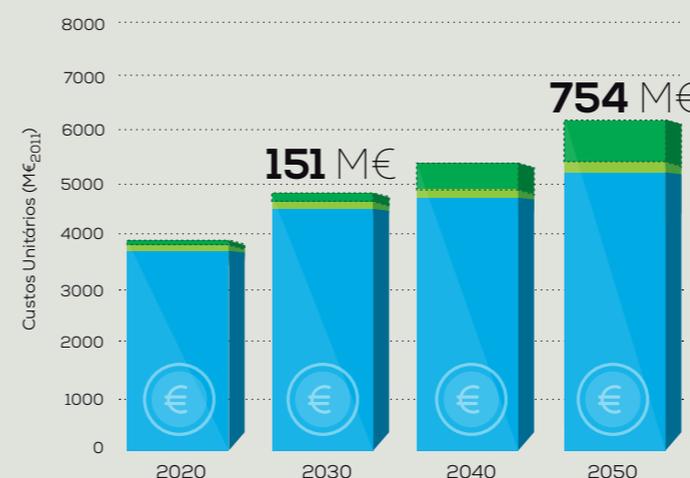
FER-E Conservador



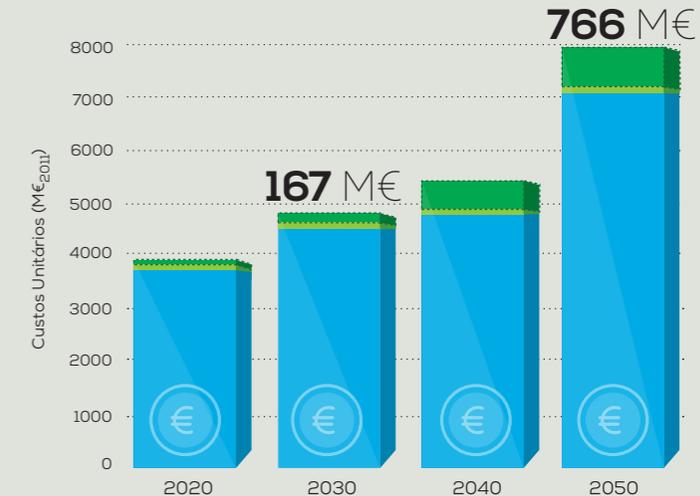
As poupanças inerentes à redução na compra de licenças de emissão podem representar um valor médio anual de 370 M€ no período entre 2030 e 2050, podendo atingir mais de 750 M€ em 2050.

É expectável uma poupança significativa em licenças de CO₂ nos cenários de mitigação, podendo atingir valores na ordem dos 750 M€ em 2050.

Mitigação -60%



Mitigação -75%

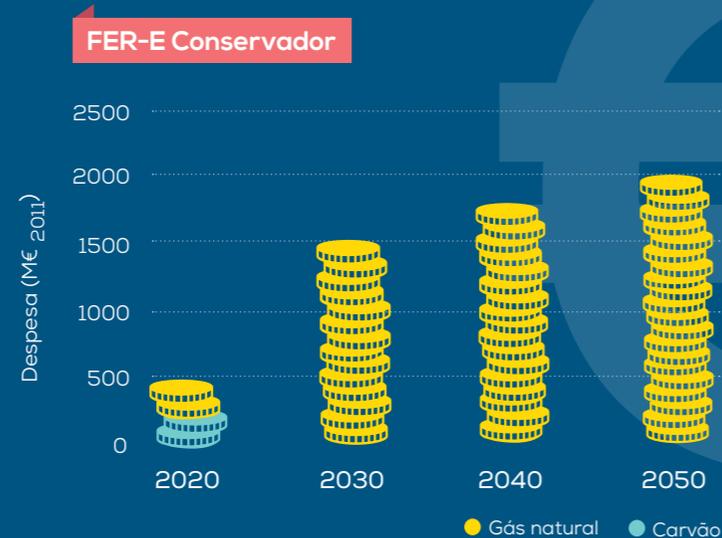


■ Outros Custos ■ Custos CO₂ ■ Custos evitados com licenças CO₂ relativos ao mesmo ano do cenário FER-E Conservador

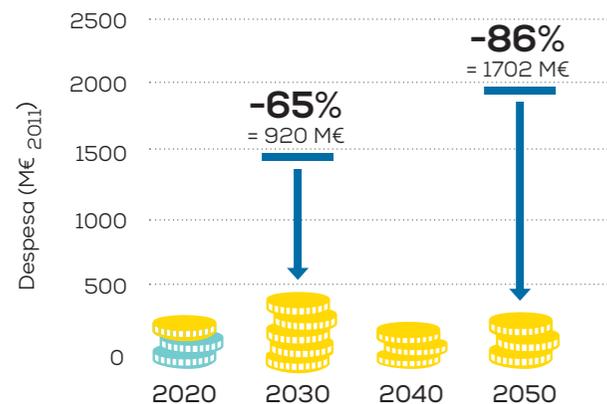
FATURA ENERGÉTICA DO SETOR ELETROPRODUTOR

As poupanças na fatura energética do setor eletroprodutor poderão atingir valores anuais acima dos mil milhões de euros nos cenários de mitigação, comparativamente ao cenário FER-E Conservador, o que equivale a 28% do saldo importador energético nacional atual, com impacto muito positivo para a balança comercial portuguesa.

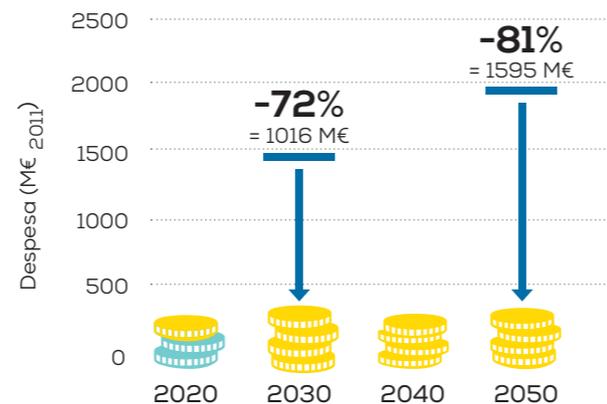
A diminuição na fatura energética do país, nos cenários de mitigação, pode ultrapassar 1 000 M€, a partir de 2030.



Mitigação -60%



Mitigação -75%



● Gás natural ● Carvão — X% relativa às despesas do mesmo ano do cenário FER-E Conservador

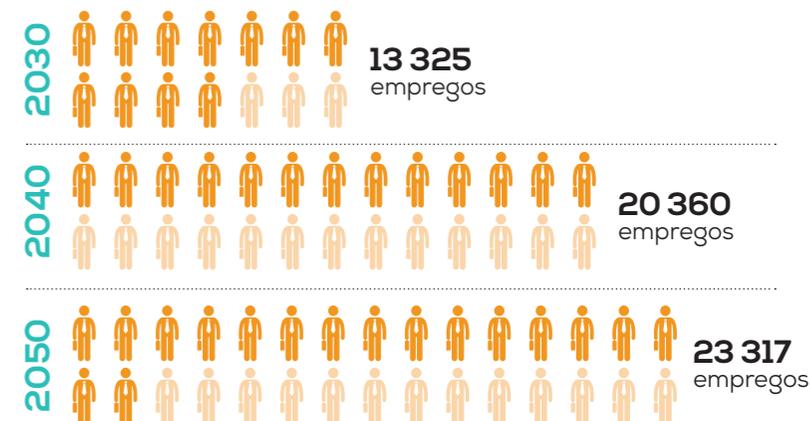
EMPREGO GERADO

Os cenários com mais eletricidade renovável são os que promovem maior número de empregos, atingindo em 2050 mais do dobro do verificado no cenário FER-E Conservador.

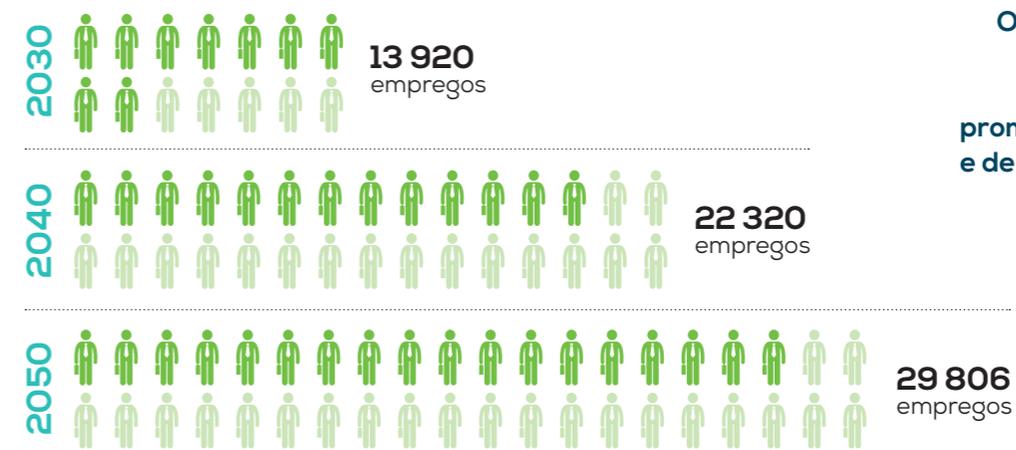
FER-E Conservador



Mitigação -60%



Mitigação -75%



Os cenários de mitigação dinamizam o tecido empresarial através da promoção de mais emprego e de maior competitividade.



👤 1000 empregos diretos fase de O&M 👤 1000 empregos diretos fase de fabrico, construção e instalação

CONCLUSÕES

- ▶ As renováveis na produção de eletricidade (FER-E) são o vetor de descarbonização mais custo-eficaz da economia Portuguesa;

- ▶ As renováveis assumem um papel dominante na geração de eletricidade (85% em 2030 e 90% em 2050 em cenários de descarbonização), com destaque para a hídrica, a eólica *onshore* e a solar PV. A eólica *offshore* surge como custo-eficaz em 2050 nos cenários de maior mitigação;

- ▶ As metas de descarbonização mais agressivas favorecem a eletrificação do consumo final, sustentado por tecnologias FER-E, as mais custo-eficazes para o sistema energético;

- ▶ Os cenários de mitigação apresentam benefícios face ao cenário FER-E Conservador, quer do ponto de vista económico, traduzido num menor custo unitário de geração de eletricidade, quer do ponto de vista ambiental com reduções de GEE muito significativas, quer ainda do ponto de vista social pela criação de mais emprego e desenvolvimento regional.

Bibliografia

AIE (2016). World Energy Outlook 2016, Agência Internacional de Energia, Paris.

ENTSO-E (2011). ENTSO-E Overview of Transmission Tariffs in Europe: Synthesis 2010. Maio 2011. ENTSO-E. 40 pp. Disponível em: https://www.entsoe.eu/publications/marketreports/Documents/TariffSynthesis_2010_updated_FINAL.PDF

Fortes, P., Alvarenga, A., Seixas, J. and Rodrigues, S. (2015). Long term energy scenarios: Bridging the gap between socio-economic storylines and energy Modeling. Technological Forecasting & Social Change. 91:161-178

Fundo Monetário Internacional (2016). 2016 World Economic Outlook. Disponível em: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/02/weodata/index.aspx>

Loulou, R., U. Remme, A. Kanudia, A. Lehtila, G. Goldstein (2005a). Documentation for the TIMES model - PART I. www.etsap.org/tools.htm.

Loulou, R., U. Remme, A. Kanudia, A. Lehtila, G. Goldstein (2005b). Documentation for the TIMES model - PART II. www.etsap.org/tools.htm

Nações Unidas (2015). 2015 Revision of World Population. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wpp/>

Seixas, J., Fortes, P., Dias, L., Dinis, R., Alves, B., Gouveia, J., Simões, S. (2012). Roteiro Nacional de Baixo Carbono:

Portugal 2050 - Modelação de gases com efeito de estufa, Energia e Resíduos. Lisboa. Disponível em: http://www.apambiente.pt/_zdata/RNCB/EnergiaResiduos_10_07.pdf

Seixas, J., P. Fortes, L. Dias, J. Carneiro, P. Mesquita, D. Boavida, R. Aguiar, F. Marques, Vitor Fernandes, J. Helseth, J. Ciesielska, K. Whiriskey (2015). CO₂ Capture and Storage in Portugal -A bridge to a Low Carbon Economy, Faculdade de Ciências e Tecnologia- Universidade Nova de Lisboa. Caparica, Portugal. Disponível em: <http://hub.globalccsinstitute.com/sites/default/files/publications/189763/co2-capture-storageportugal-bridge-low-carbon-economy.pdf>

UE – União Europeia (2016). EU Reference Scenario 2016: Energy, Transport and GHG Emissions Trends to 2050. European Commission: Directorate-General for Energy, Directorate-General for Climate Action and Directorate-General for Mobility and Transport. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Disponível em: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ref2016_report_final-web.pdf

Ueckerdt, F., Hirth, L., Luderer, G., Edenhofer, O (2013). System LCOE: What are the costs of variable renewables?, Energy, 63, pp. 61-75
Wei Max, Patadia Shana, M. Kammen Daniel (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US? Energy Policy 38(2), 919-931

CENSE

O CENSE - Centro de Investigação em Ambiente e Sustentabilidade - é um centro de investigação dedicado à promoção de investigação interdisciplinar em ciências e engenharia do ambiente, focando-se na interação entre os sistemas humanos e sociais, para promover o desenvolvimento sustentável. O centro é um dos ramos de investigação de uma organização mais vasta, que inclui investigadores, estudantes e funcionários do Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Universidade Nova de Lisboa, além de outras organizações afiliadas. O CENSE desenvolve a sua atividade através da realização de projetos de investigação, iniciativas na sociedade, programas de ensino, colaboração com organizações públicas e privadas e diálogos ciência-sociedade.

Disclaimer: A informação apresentada neste documento resulta de compilação e análise da APREN, que embora elaborada com o máximo de rigor, não garante a ausência de erros ou a ocorrência de omissões. A APREN não se responsabiliza pelas interpretações que possam ser dadas a esta informação, nem pela alteração de circunstâncias depois da sua publicação. Como consequência, a informação nova ou que venha a modificar pressupostos ou conclusões da publicação não será alvo de notificação, não procedendo a APREN a qualquer reedição ou reimpressão desta publicação. Sob nenhuma circunstância a APREN aceita qualquer responsabilidade pela omissão de informação, erro ou reclamação feita, assim como qualquer dano económico ou prejuízo resultante do uso ou da interpretação da informação constante nesta publicação.



Sobre a APREN

A Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN) é uma associação sem fins lucrativos, constituída em outubro de 1988, com a missão de coordenação, representação e defesa dos interesses comuns dos seus Associados.

A APREN desenvolve trabalho em conjunto com organismos oficiais e outras entidades congéneres, a nível nacional e internacional, constituindo um instrumento de participação na elaboração das políticas energéticas para Portugal, promovendo o aproveitamento e valorização dos recursos renováveis nacionais para produção de eletricidade.