



Os Desafios da Transição Energética

João Bernardo, DGEG

Clique para adicionar texto



Nations Unies

Conférence sur les Changements Climatiques 2015

COP21/CMP11

Paris, France





A transição da União Europeia para emissões líquidas de carbono zero até 2050 é um grande desafio, mas também uma grande oportunidade para modernizar a economia do continente europeu e promover o crescimento, o emprego, o avanço tecnológico e a inclusão social. **A transição é económica e tecnicamente viável e vai-se tornando mais fácil à medida que o custo das tecnologias de baixo carbono diminui.**

EIB, European Investment Bank

As vantagens da Transição Energética para a Europa

1. Criação de Emprego

A energia sustentável é responsável por mais de 4 milhões de empregos na Europa. Se a transição energética for ambiciosa pode ser responsável pela criação de 1% de todos os novos empregos na Europa.

7. RES à prova de crises

O investimento em energia renovável cresceu substancialmente nas últimas duas décadas e foi menos afetado pela crise financeira do que qualquer outro tipo de investimento.

6. Lidera a descarbonização

A Europa começou a dissociar sua economia das emissões de carbono há duas décadas, e a sua economia é agora 20% menos intensiva em carbono do que em 2000. Em termos de intensidade de carbono é 20% menor que a dos EUA e 70% menor que a da China .



2. Reindustrialização

Até à recente crise o preço dos combustíveis permanecia baixo e o nível de subsidiação na indústria muito elevado, prejudicando a competitividade das Energias Renováveis.

3. Menor dependência

A dependência da União Europeia das importações de energia deverá diminuir de 55% para 20% até 2050, aumentando a segurança de abastecimento de energia.

4. Competitividade

As energias renováveis são uma forma de reduzir a intensidade energética nos processos, para os quais também contribui uma maior digitalização e automação.

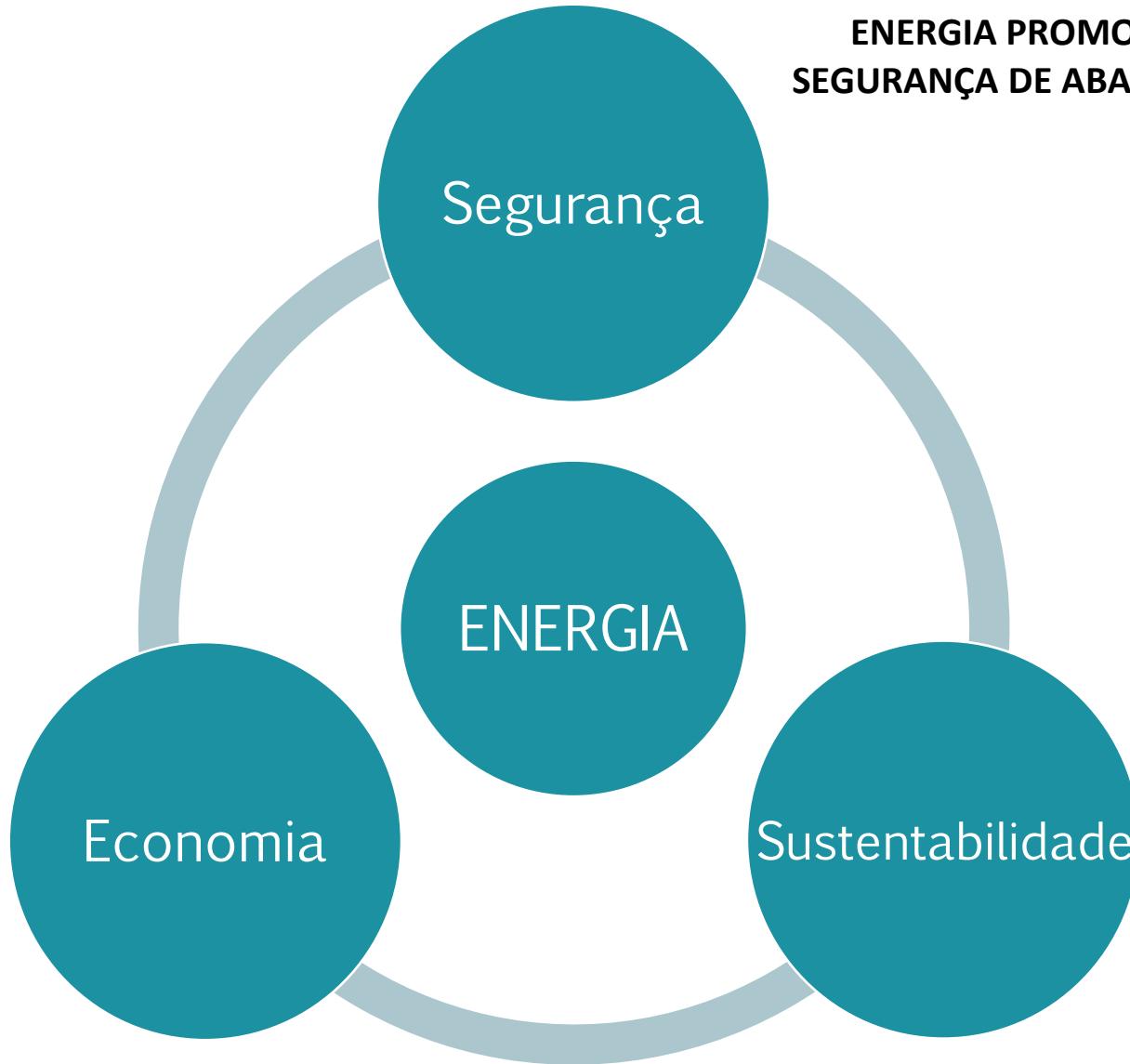
5. Consumidores

Consumidores no centro das decisões, agindo simultaneamente como produtores de energia e vendendo o excesso à rede.

“Portugal reafirma o seu firme compromisso de ser neutro em emissões de GEE até ao final da primeira metade do século”

António Costa
Primeiro-Ministro de Portugal
@COP22, dezembro 2016

**ENERGIA COMO CONTRIBUTO
DA COMPETITIVIDADE
ECONÓMICA DAS EMPRESAS E
DO BEM ESTAR DAS FAMÍLIAS**



**ENERGIA PROMOTORA DA
SEGURANÇA DE ABASTECIMENTO**

**ENERGIA RESPEITADORA
DOS VALORES AMBIENTAIS E
E DA SUSTENTABILIDADE DO
PLANETA**

PARA ATINGIR O OBJETIVO DA NEUTRALIDADE CARBÓNICA EM 2050 SERÁ NECESSÁRIO CUMPRIR COM TRAJETÓRIAS QUE CONDUZAM AO OBJETIVO DA NEUTRALIDADE CARBÓNICA DA UE ATÉ 2050

EMISSÕES TOTAIS (Mt CO_{2e})



EMISSÕES DE GEE (sem sumidouros)

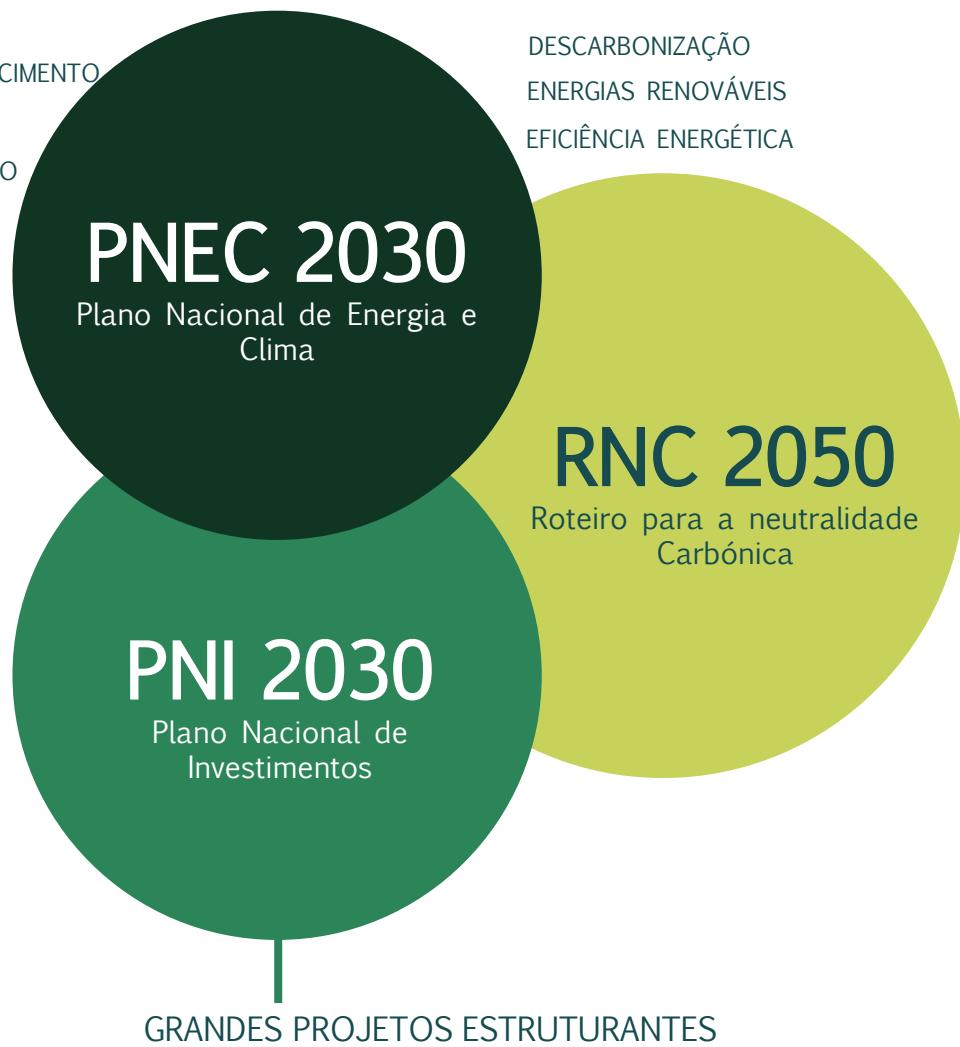
2030	-45% a -55%
2040	-65% a -75%
2050	-85% a -90%

(% face a 2005)

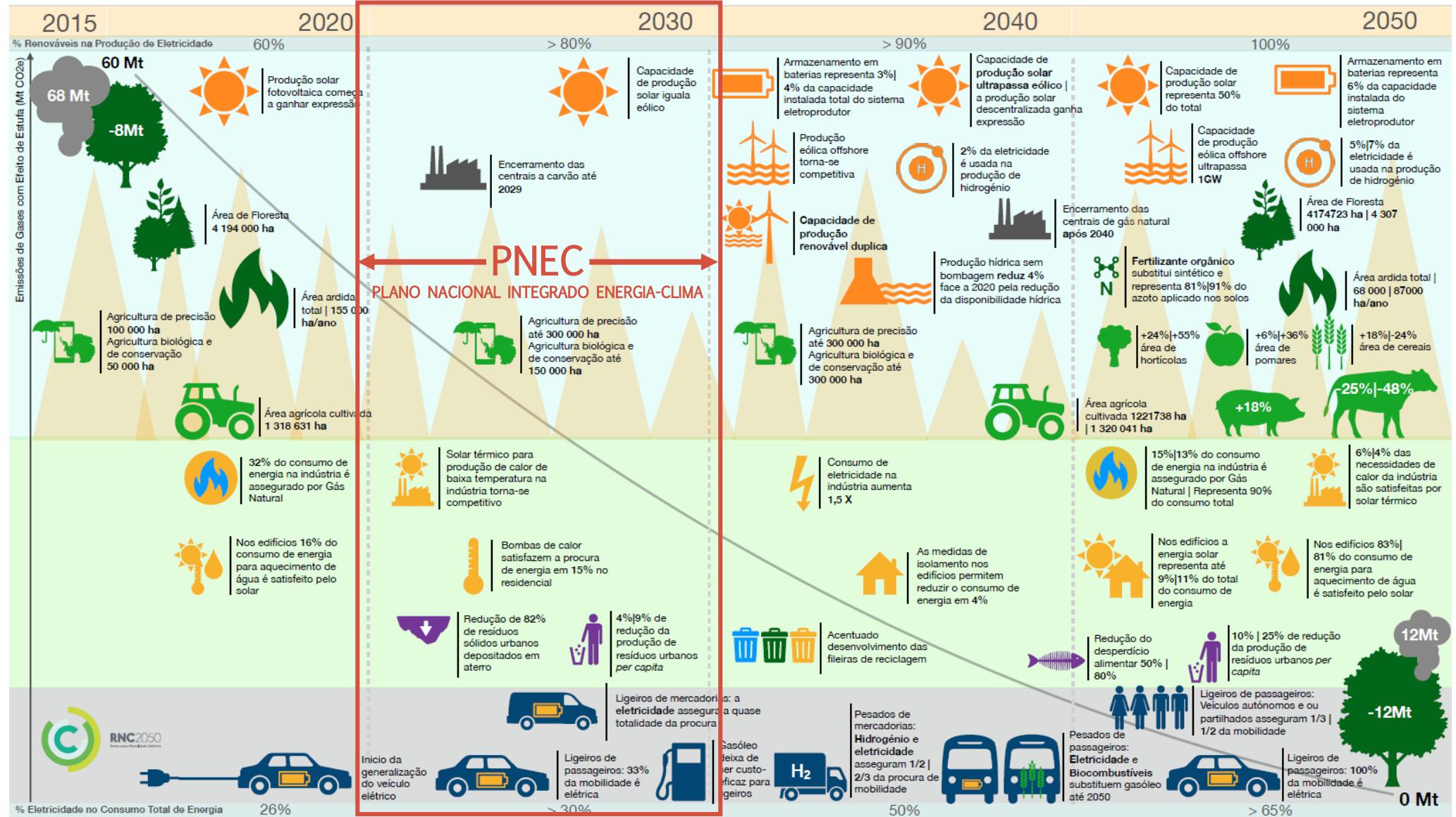
É na década de 2020-2030 que deverá verificar-se uma redução de emissões mais significativa.

OS PRINCIPAIS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA NACIONAL PARA O CLIMA E ENERGIA ESTÃO ALINHADOS PARA AS PRÓXIMAS DÉCADAS

SEGURANÇA DO ABASTECIMENTO
MERCADO INTERNO
INVESTIGAÇÃO, INOVAÇÃO
E COMPETITIVIDADE



O RNCP 2050 CONSTITUI UMA VISÃO DE LONGO PRAZO DE NATUREZA TRANSVERSAL A TODOS OS SETORES DE ATIVIDADE



FONTE: RNC 2050

PARA ATINGIR OS OBJETIVOS EUROPEUS DE ENERGIA E CLIMA FOI ADOTADO UM CONJUNTO DE METAS PARA A UNIÃO EUROPEIA EM 2030

PACOTE ENERGIA LIMPA PARA TODOS OS EUROPEUS

OBJETIVOS:

- Prioridade à **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**
- Liderança mundial em **ENERGIA DE FONTES RENOVÁVEIS**
- Condições equitativas para os **CONSUMIDORES**

METAS ENERGIA UE 2030:

	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA¹	32,5%
	RENOVÁVEIS	32%
	RENOVÁVEIS NOS TRANSPORTES²	14%
	INTERLIGAÇÕES ELÉTRICAS	15%

PACOTE CLIMA

OBJETIVOS:

- **DESCARBONIZAÇÃO** da Economia
- **REDUÇÃO DAS EMISSÕES** pelos setores CELE e não-CELE
- Potenciar o contributo dos **SUMIDOUROS DE CARBONO**

METAS ENERGIA UE 2030:

	EMISSÕES (em relação a 1990)	-40%
	EMISSÕES CELE (em relação a 2005)	-43%
	EMISSÕES NÃO-CELE (em relação a 2005)	-30%

PLANO NACIONAL INTEGRADO ENERGIA E CLIMA 2021-2030

VISÃO ESTRATÉGICA

METAS

OBJETIVOS

LINHAS DE ATUAÇÃO

DIMENSÕES PNEC

DESCARBONIZAÇÃO

EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA

SEGURANÇA DO
ABASTECIMENTO

MERCADO
INTERNO

INVESTIGAÇÃO,
INOVAÇÃO E
COMPETITIVIDADE

OBJETIVOS ENERGIA E CLIMA PARA PORTUGAL NO HORIZONTE 2030

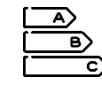
1. DESCARBONIZAR A ECONOMIA NACIONAL

Assegurar uma trajetória de redução de emissões nacionais de gases com efeito de estufa (GEE) em todos os setores de atividade, designadamente energia e indústria, mobilidade e transportes, agricultura e florestas e resíduos e águas residuais, e promover a integração dos objetivos de mitigação nas políticas sectoriais (mainstreaming)



2. DAR PRIORIDADE À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Reducir o consumo de energia primária nos vários setores num contexto de sustentabilidade e custo eficácia, apostar na eficiência energética e no uso eficiente de recursos, privilegiar a reabilitação e a renovação do edificado, e promover edifícios de emissões zero



3. REFORÇAR A APOSTA NAS ENERGIAS RENOVÁVEIS E REDUZIR A DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA DO PAÍS

Reforçar a diversificação de fontes de energia através de uma utilização crescente e sustentável de recursos endógenos, promover o aumento da eletrificação da economia e incentivar I&D&I em tecnologias limpas



4. GARANTIR A SEGURANÇA DE ABASTECIMENTO

Assegurar a manutenção de um sistema resiliente e flexível, com diversificação das fontes e origens de energia, reforçando, modernizando e otimizando as infraestruturas energéticas, desenvolvendo as interligações e promovendo a integração, a reconfiguração e a digitalização do mercado da energia, maximizando a sua flexibilidade



5. PROMOVER A MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

Descarbonizar o setor dos transportes, fomentando a transferência modal e um melhor funcionamento das redes de transporte coletivo, promovendo a mobilidade elétrica e ativa e o uso de combustíveis alternativos limpos



6. PROMOVER UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL E POTENCIAR O SEQUESTRO DE CARBONO

Reducir a intensidade carbónica das práticas agrícolas e promover uma gestão agroflorestal eficaz contribuindo para aumentar a capacidade de sumidouro natural.



7. DESENVOLVER UMA INDÚSTRIA INOVADORA E COMPETITIVA

Promover a modernização industrial apostando na inovação, na descarbonização, digitalização (indústria 4.0) e na circularidade, contribuindo para o aumento da competitividade da economia

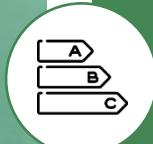


8. GARANTIR UMA TRANSIÇÃO JUSTA, DEMOCRÁTICA E COESA

Reforçar o papel do cidadão na descarbonização e na transição energética, criar condições equitativas para todos, combater a pobreza energética, criar instrumentos para a proteção dos cidadãos vulneráveis e promover o envolvimento ativo dos cidadãos e a valorização territorial



METAS DE PORTUGAL EM MATÉRIA DE ENERGIA E CLIMA

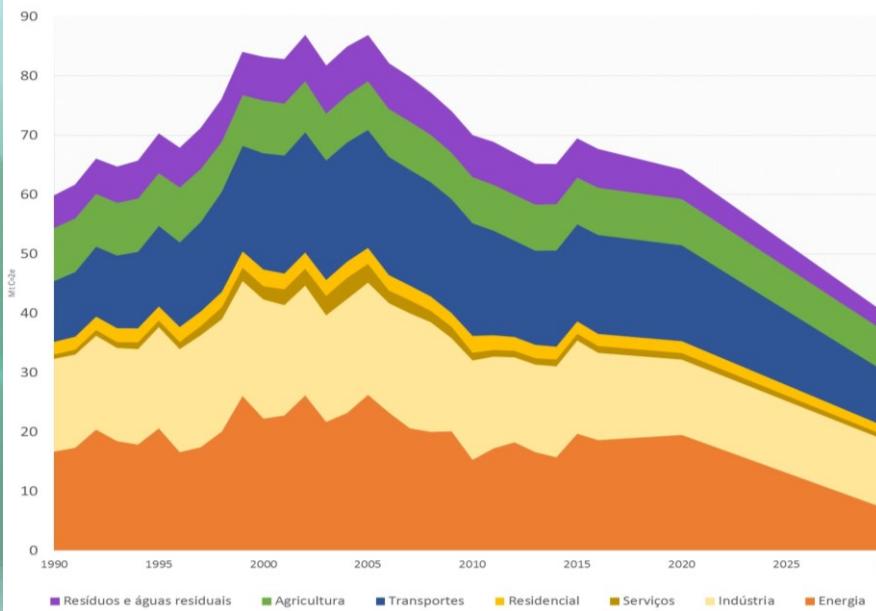
	RESULTADOS 2020	META 2020	META 2030
 EMISSÕES GEE 2030 ¹	-32,9%	-18% a -23%	-55%
 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ²	29,3%	25%	35%
 RENOVÁVEIS	33,9%	31%	47%
 RENOVÁVEIS NOS TRANSPORTES	9,7%	10%	20%
 INTERLIGAÇÕES ELÉTRICAS	11%	10%	15%

(1) sem LULUCF; face a 2005; (2) Redução no consumo de energia primária sem usos não energéticos. Por comparação com as projeções do modelo PRIMES de 2007.

TODOS OS SETORES POSSUEM POTENCIAL PARA REDUZIR EMISSÕES E NA PRÓXIMA DÉCADA A DESCARBONIZAÇÃO SERÁ MAIS ACENTUADA NA PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE, TRANSPORTES E EDIFÍCIOS

METAS SETORIAIS DE EMISSÕES DE GASES COM EFEITO DE ESTUFA NO HORIZONTE 2030

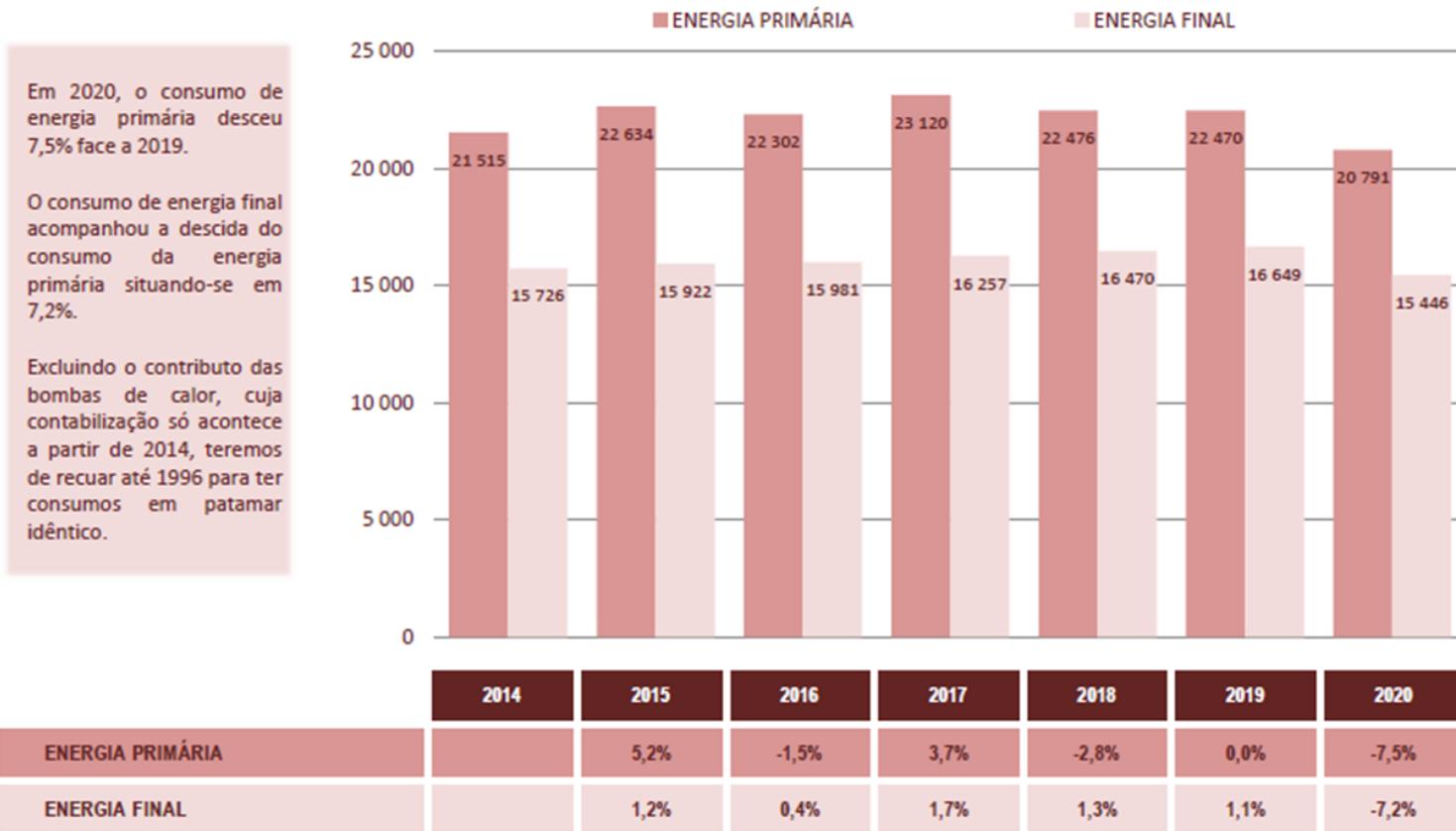
EMISSÕES TOTAIS (Mt CO₂e)



METAS SETORIAIS (FACE A 2005)	2020	2030 (atuais)	2030 (revistas)
SERVIÇOS	-65%	-69%	-70%
RESIDENCIAL	-14%	-15%	-35%
TRANSPORTES	-14%	-26%	-40%
AGRICULTURA	-8%	-11%	-11%
RESÍDUOS E ÁGUAS RESIDUAIS	-14%	-26%	-30%

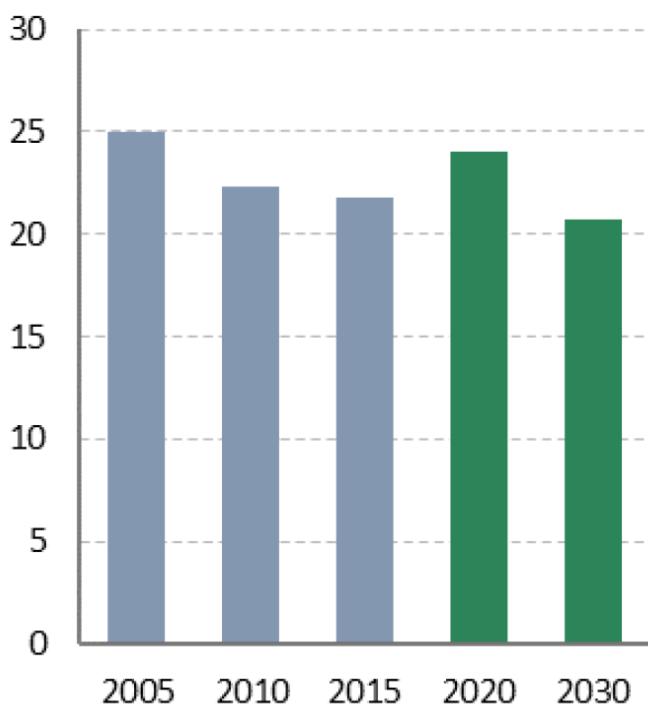
A evolução das emissões nacionais em diferentes trajetórias de neutralidade apontam para uma **DESCARBONIZAÇÃO MUITO SIGNIFICATIVA** da economia nacional no **HORIZONTE 2030**

A EVOLUÇÃO RECENTE DO CONSUMO DE ENERGIA EM PORTUGAL



Nota: os valores percentuais referem-se à variação percentual relativa ao ano anterior.

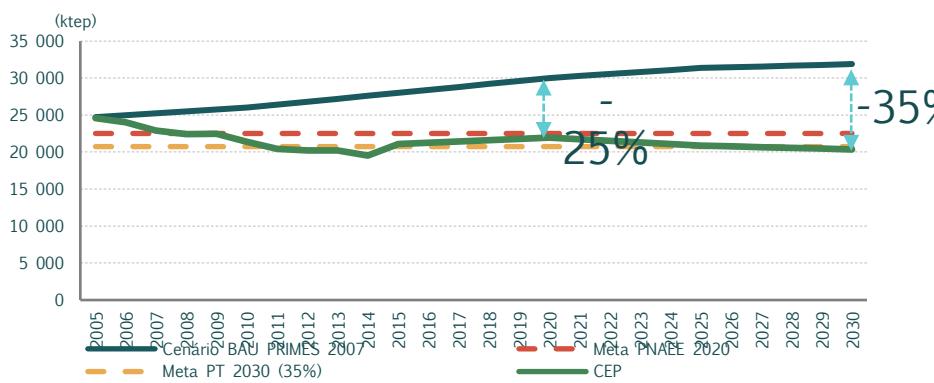
Figura 5 - Evolução do consumo de Energia Primária - meta EE (Mtep)



PORTUGAL DEVERÁ ATINGIR UM NÍVEL DE CONSUMO DE ENERGIA PRIMÁRIA DE 20,4 Mtep EM 2030 GARANTINDO ASSIM O CUMPRIMENTO DA META DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA¹

META DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO HORIZONTE 2030

META DA DIRETIVA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: CONSUMO DE ENERGIA PRIMÁRIA¹



META ARTIGO 7º DA DIRETIVA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: ECONOMIAS CUMULATIVAS DE ENERGIA DE ENERGIA FINAL²



PRINCIPAIS DRIVERS

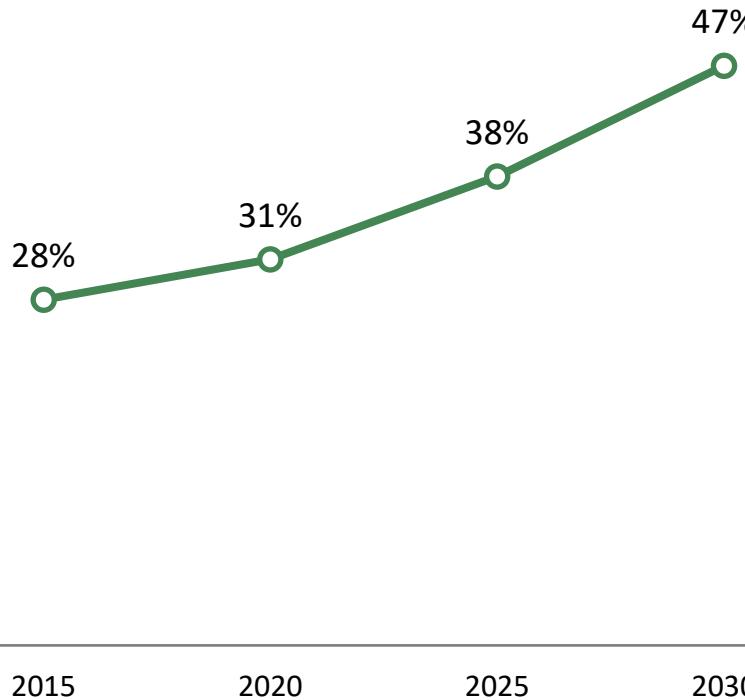
- Forte aposta na **REQUALIFICAÇÃO E RENOVAÇÃO DO EDIFICADO**
- Promoção de **EFICIÊNCIA NOS EQUIPAMENTOS, PRODUTOS E SERVIÇOS**
- Reforço da Eficiência Energética no setor industrial promovendo a competitividade das empresas
- Continuação da promoção da eficiência energética na **ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA**
- Enfoque no **COMBATE À POBREZA ENERGÉTICA**

(1) Consumo de energia primária sem usos não-energéticos. Meta relativa ao último exercício de modelação da COM onde não tiveram em consideração Planos de Eficiência Energética (ano de referência 2005). Para garantir o cumprimento da meta de 35% de Eficiência Energética em 2030, Portugal deverá ter um consumo de Energia Primária até 20,7 Mtep; (2) Artigo 7º da EED estabelece que todos os EM deverão obter economias cumulativas de energia final, equivalentes a novas economias anuais, de 1-jan-2021 a 31-dez-2030, de 0,8% do consumo médio anual de referência. Fonte: PNEC 2030, versão 1, lançamento de 2019.

NO HORIZONTE 2030 ESTIMA-SE QUE AS RENOVÁVEIS CONTRIBUAM COM 47% DO CONSUMO TOTAL DE ENERGIA EM PORTUGAL REDUZINDO A DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA

META DAS RENOVÁVEIS NO CONSUMO DE ENERGIA FINAL NO HORIZONTE 2030

CONTRIBUTO DAS RENOVÁVEIS NO CONSUMO FINAL BRUTO DE ENERGIA NO HORIZONTE 2030



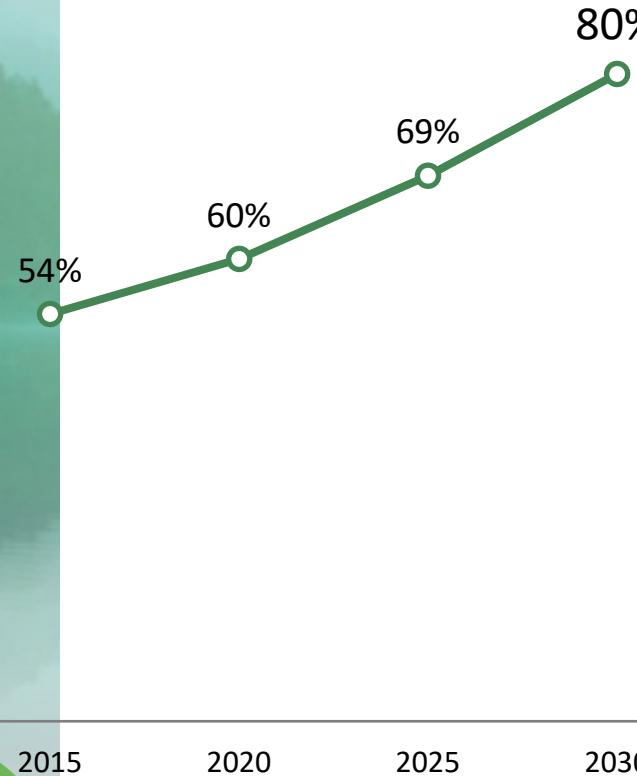
PRINCIPAIS DRIVERS

- **ELETRIFICAÇÃO** da economia e dos consumos
- Evolução na capacidade instalada e produção de eletricidade de **BASE RENOVÁVEL**
- Grande impulso à **PRODUÇÃO DESCENTRALIZADA**
- Promoção do **ARMAZENAMENTO** (Baterias, Hidrogénio)
- Reforço e otimização das **REDES DE TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO**
- Forte penetração do **VEÍCULO ELÉTRICO, BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS E OUTRAS SOLUÇÕES DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL E ATIVA**
- Promoção de renováveis no **AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO**
- **INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO** em novas tecnologias
- Novos **INVESTIMENTOS NA REDE** e outras infraestruturas elétricas

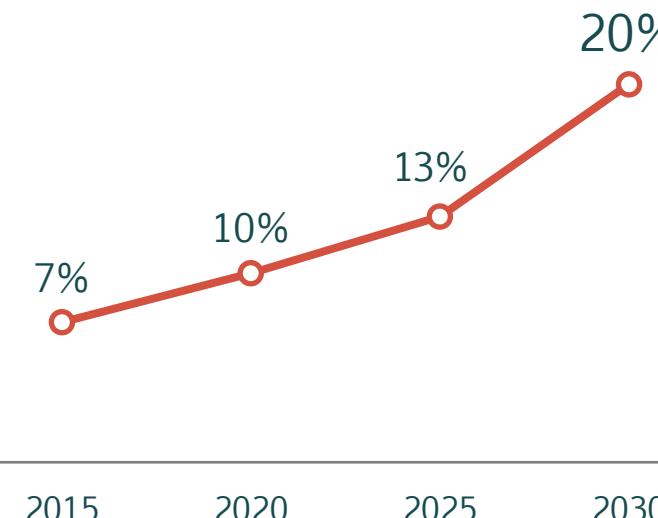
A NÍVEL SETORIAL, A ELETRIFICAÇÃO DO CONSUMO TERÁ UM IMPACTO MUITO SIGNIFICATIVO NO AUMENTO DA INCORPORAÇÃO DE RENOVÁVEIS

OBJETIVOS DE INCORPORAÇÃO DE RENOVÁVEIS NO CONSUMO DE ENERGIA FINAL POR SETOR NO HORIZONTE 2030

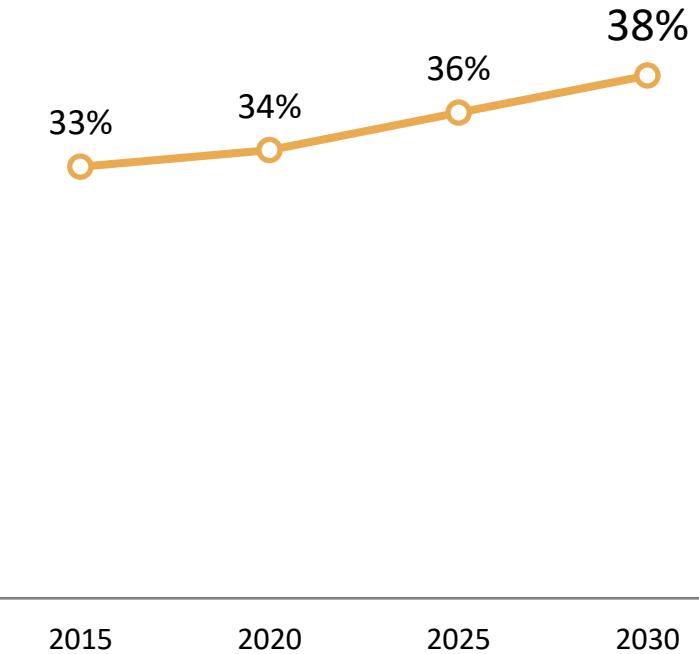
CONTRIBUTO DAS RENOVÁVEIS NO CONSUMO DE ELETRICIDADE NO HORIZONTE 2030



CONTRIBUTO DAS RENOVÁVEIS NO SETOR DOS TRANSPORTES NO HORIZONTE 2030



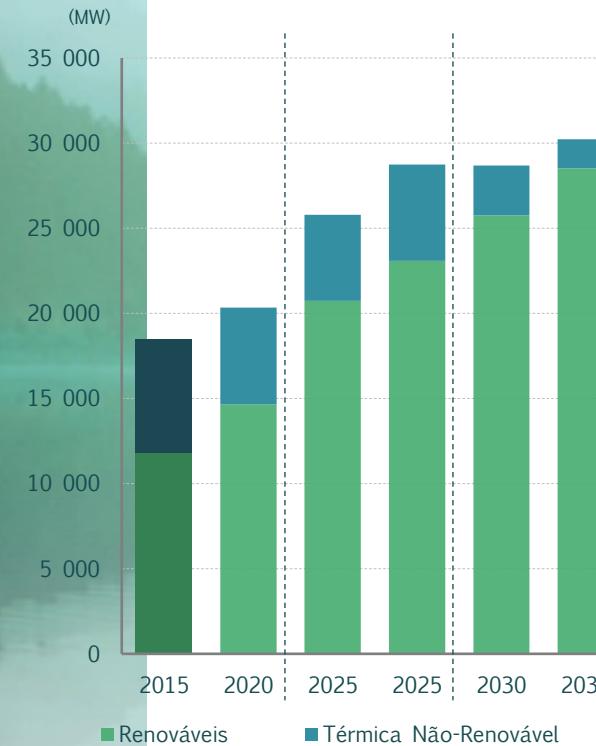
CONTRIBUTO DAS RENOVÁVEIS NO AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO NO HORIZONTE 2030



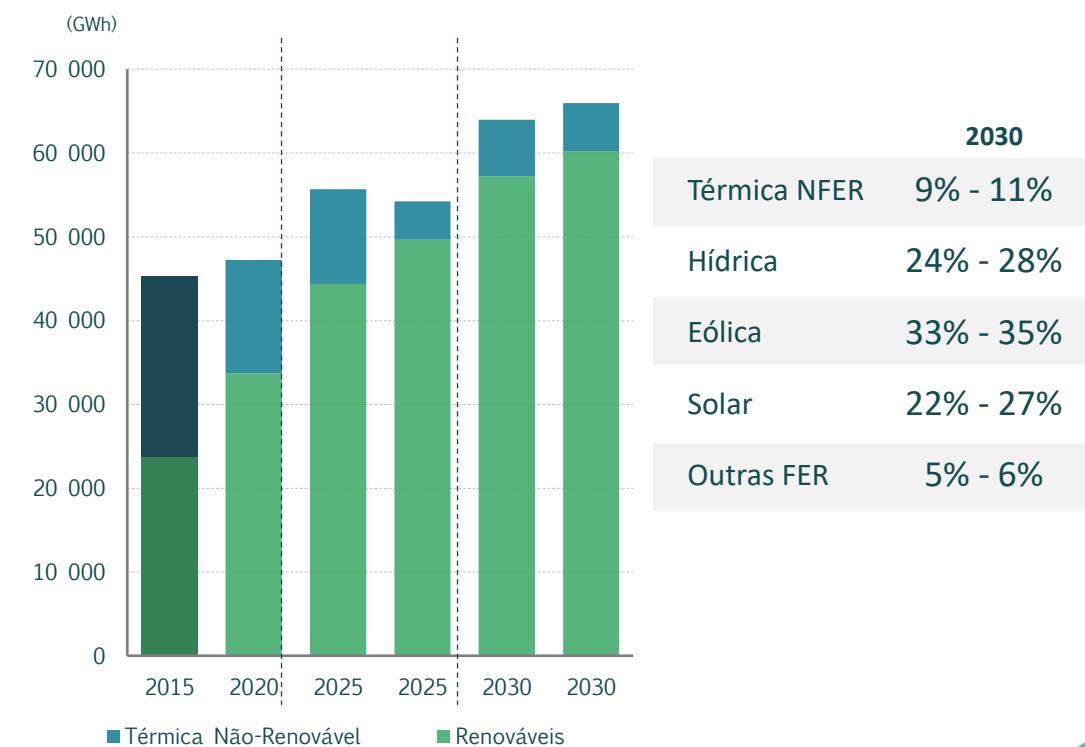
EM 2030 ESTIMA-SE QUE O SISTEMA ELECTROPRODUTOR TENHA UMA CAPACIDADE INSTALADA DE CERCA DE 30 GW (+10 GW FACE A 2015) ONDE AS RENOVÁVEIS REPRESENTARÃO CERCA DE +80% DA CAPACIDADE TOTAL

SETOR DA ELETRICIDADE EM PORTUGAL NO HORIZONTE 2030

EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA NO HORIZONTE 2030 (MW)

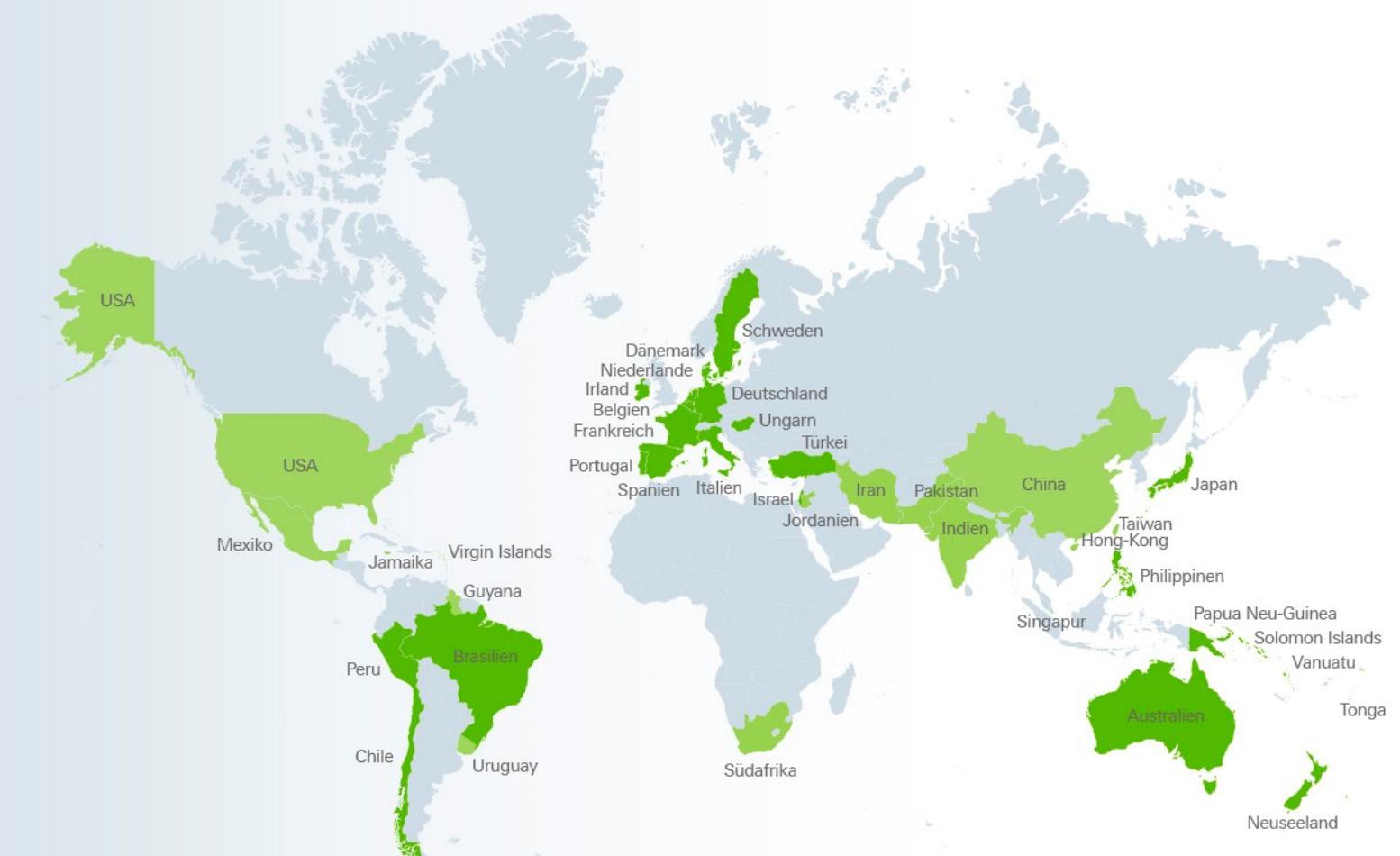


EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE NO HORIZONTE 2030 (GWh)



Em 2015 já existiam quase 40 países com grid parity no solar, i.e., com custos competitivos de mercado

Countries with regions of **Grid Parity**



Source: Deutsche Bank Estimates

OPORTUNIDADES ATUAIS E FUTURAS PARA SEREM SATISFEITAS COM SOLAR PV



Eletrificação do consumo (indústria, comércio e serviços, habitações:
Até 11,3 GW



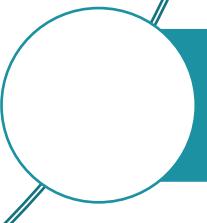
Produção de Hidrogénio com recurso a eletrolisadores: Até **5,2 GW**



Produção de eletricidade em redes dedicadas ao carregamento
de veículos elétricos: cerca de **0,5 GW**



Hibridização de parques eólicos e mini hídricas: **1,7 a 4,3 GW**



Outras aplicações, incluindo fornecimento a meios de transportes
marítimos e aéreos: **?? GW**

EM 6 ANOS A CAPACIDADE INSTALADA FÓSSIL PASSOU DE 1º PARA 3º LUGAR EM TERMOS DE PESO RELATIVO NO SISTEMA PRODUTOR NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

Evolução do cenário de referência do PNEC 2030 (ano de 2015) (GW)

Fonte de Energia	2015	2021	2030
Térmica não FER	6,7	4,8	2,9
Hídrica	6,0	7,1	9,0
Eólica	5,0	5,6	8,0 – 9,2
Solar	0,5	1,7	8,1 – 9,9
Biomassa s/cogeração	0,1	0,2	0,3 – 0,4
Outras FER	0,2	0,2	0,3 – 0,4
TOTAL	18,5	20,1	28,6 – 31,8
TOTAL FER	11,8	15,3	25,7 – 28,9
FER/TOTAL (%)	64%	76%	90 – 91 %



O principal fator limitante para o crescimento das renováveis é a reduzida disponibilidade de pontos de receção na rede

A produção variável das FER face à capacidade despachável das fósseis implica uma maior potência instalada para o mesmo consumo



GARANTIR A SEGURANÇA DO ABASTECIMENTO É UM ELEMENTO CRUCIAL PARA ASSEGURAR UMA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA SUSTENTÁVEL E UM SISTEMA RESILIENTE

EIXOS DE ATUAÇÃO PARA A GARANTIA DA SEGURANÇA DE ABASTECIMENTO



AUMENTO DA CAPACIDADE INSTALADA EM CENTRAIS HÍDRICAS (+3 GW face a 2015)



EXISTÊNCIA DE CAPACIDADE TÉRMICA A GÁS NATURAL EM 2030



SOLUÇÕES DE ARMAZENAMENTO, ENTRE OS QUAIS SISTEMAS ACOPLADOS A CENTROS ELETROPRODUTORES (ex.: SOLAR PV C\ ARMAZENAMENTO)



REFORÇO DA CAPACIDADE DE INTERLIGAÇÃO



REDES INTELIGENTES, CONTADORES INTELIGENTES E FLEXIBILIDADE



REVISÃO DO MODELO REGULATÓRIO, DO ENQUADRAMENTO E DOS MECANISMOS DE MERCADO



REFORÇAR E DIVERSIFICAR AS FONTES DE ENERGIA ENDÓGENAS DE ORIGEM RENOVÁVEL

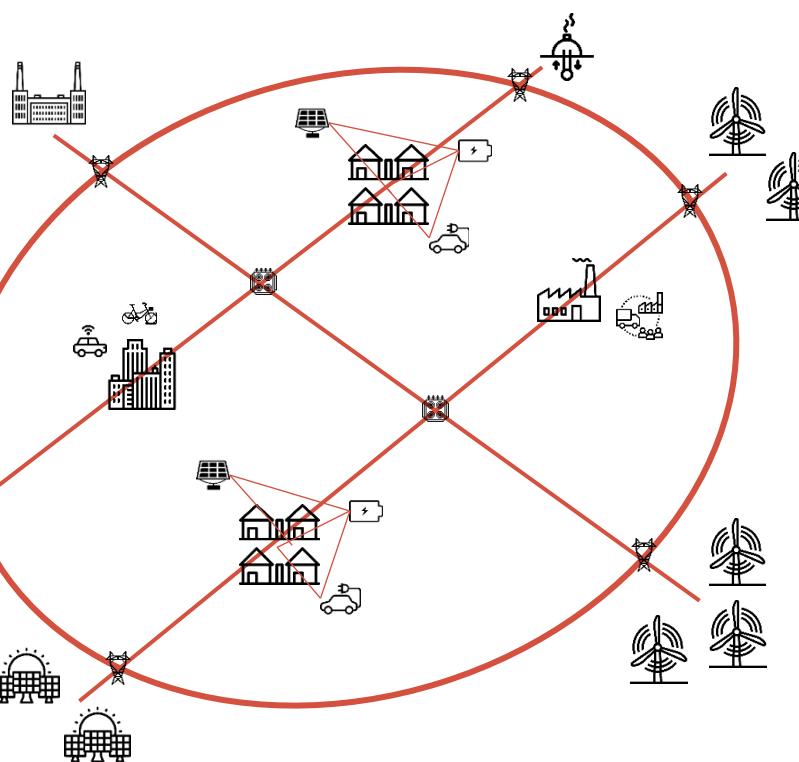


REFORÇO NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

É IMPORTANTE FORMAR UMA VISÃO ESTRATÉGICA DA REDE ELÉTRICA NACIONAL, QUE CONCORRA PARA O CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS E METAS NACIONAIS PARA O HORIZONTE 2030

SISTEMA ELÉTRICO

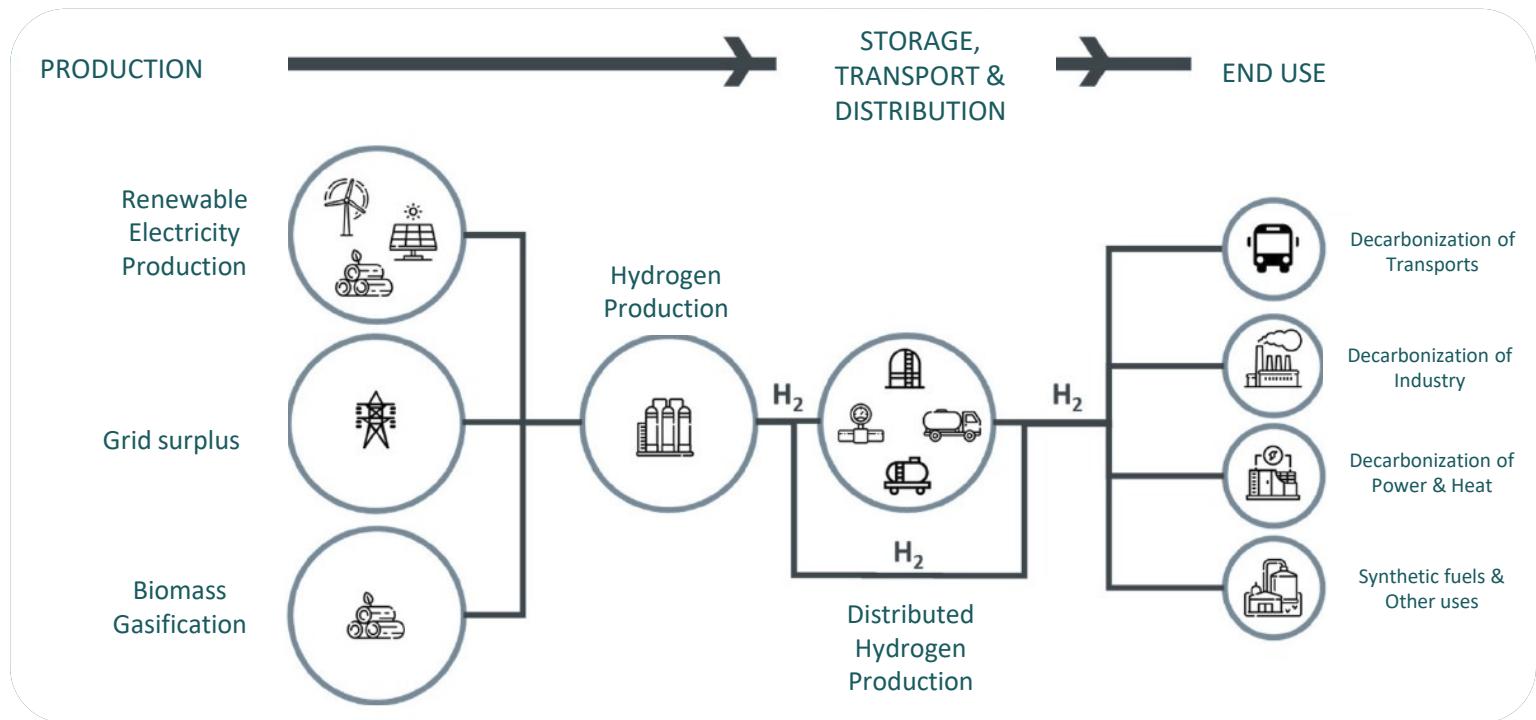
UMA VISÃO DO SISTEMA ELÉTRICO PARA AS PRÓXIMAS DÉCADAS



PRINCIPAIS
DRIVERS

- Promoção de **SISTEMAS INTELIGENTES**
- Roll-out dos **CONTADORES INTELIGENTES**
- Promoção de sistemas de **ARMAZENAMENTO**
- Forte impulso na **PRODUÇÃO LOCAL/DESCENTRALIZADA DE ENERGIA**
- Incentivo à participação dos consumidores no sistema
- Adoção de sistemas de **FLEXIBILIDADE OFERTA/PROCURA**
- Manutenção de níveis adequados de **QUALIDADE DE SERVIÇO E SEGURANÇA DE ABASTECIMENTO**

MID & LONG-TERM ANALYSIS – H₂ NATIONAL STRATEGY

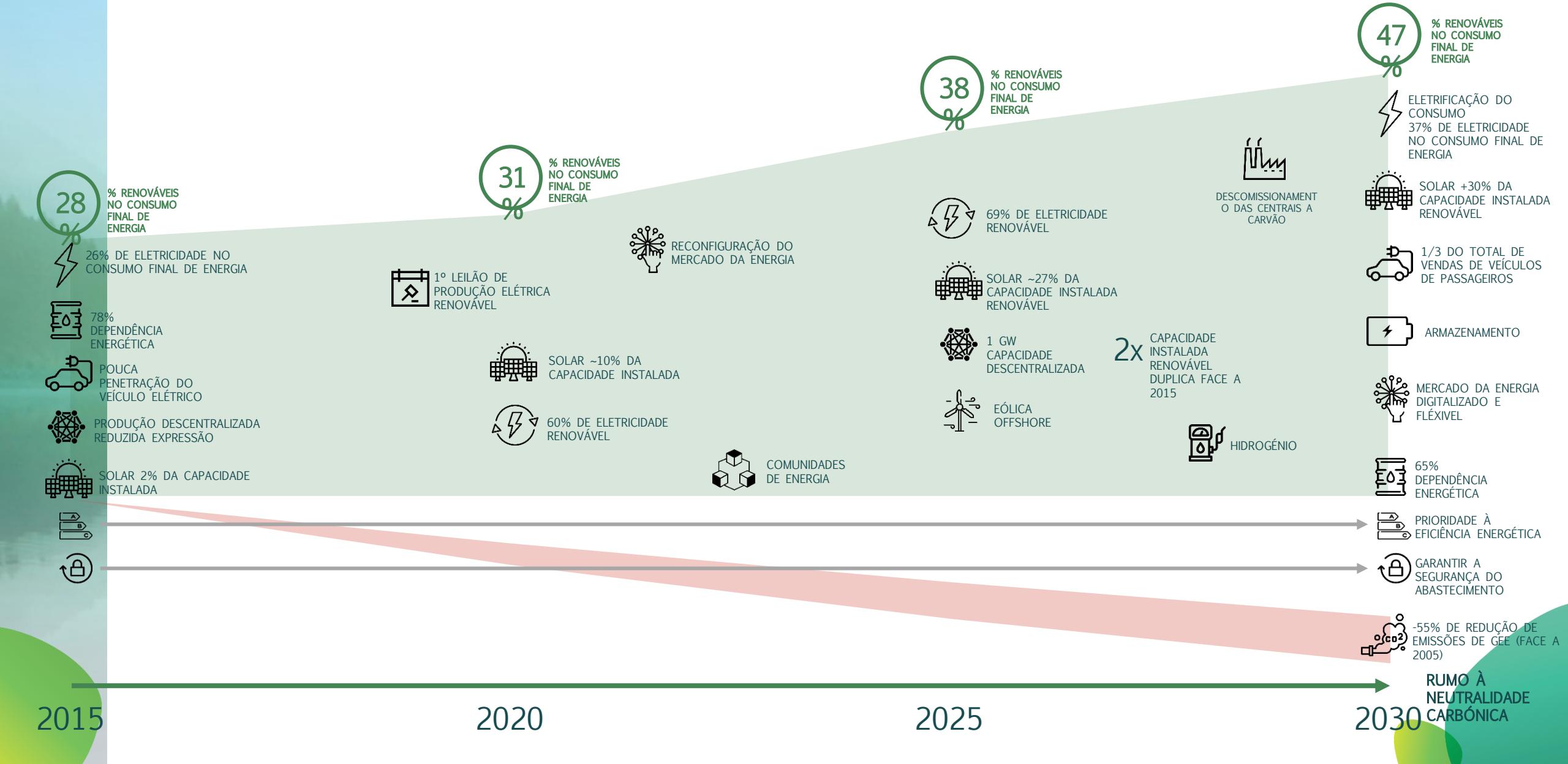


Objetivos da Estratégia Nacional do Hidrogénio (EN-H2)

SETOR/ÁREA	METAS		TRAJETÓRIA INDICATIVA	
	2025	2030	2040	2050
 CAPACIDADE PARA PRODUÇÃO DE H ₂ (PROJETO SINES)	250 - 300 MW	1 – 1,5 GW	3 GW	6 GW
 CAPACIDADE PARA PRODUÇÃO DE H ₂ DESCENTRALIZADA	150 – 200 MW	0,5 – 1 GW	2 GW	4 GW
 CAPACIDADE PARA PRODUÇÃO DE H ₂ UPP ²⁶ (<5 MW)	50 MW	100 MW	250 MW	500 MW
 N.º DE PONTOS DE ABASTECIMENTO	10 - 25	50 - 100	500 - 700	1 000 – 1 500
 N.º DE VEÍCULOS PESADOS DE PASSAGEIROS	25 - 50	200 – 350	1 500 – 2 500	4 500 – 6 000
 N.º DE VEÍCULOS PESADOS DE MERCADORIAS	25 - 50	250 - 400	4 000 – 5 000	10 000 – 12 000
 N.º DE VEÍCULOS LIGEIROS (PASSAGEIROS E MERCADORIAS)	400 - 500	750 – 1 000	4 000 – 5 000	25 000 – 30 000
 SUBSTITUIÇÃO DE AMÔNIA “FÓSSIL” POR AMÔNIA “VERDE” NACIONAL	25% - 30%	75% - 100%	100%	100%



PERSPECTIVA DE EVOLUÇÃO DO SISTEMA ENERGÉTICO NA PRÓXIMA DÉCADA



RECOVERY AND RESILIENCE PLAN : 3 DIMENSIONS



Resilience



Climate Transition



Digital Transition

RENOVATIONS + INVESTMENTS = 16,644 M€

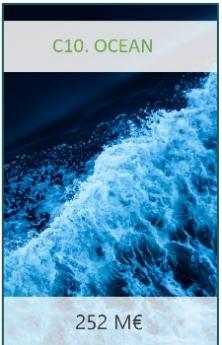
13,944 M€
subsidies
(84%)

2,700 M€
loans
(16%)

C10. Sea	252 M€
C11. Decarbonization in Industry	715 M€
C12. Sustainable Bioeconomy	145 M€
C13. Energy Efficiency of Buildings	610 M€
C14. Hydrogen and Renewables	370 M€
C15. Sustainable Mobility	967 M€
	3 059 M€

Climate Transition Dimension - Strategic Areas:

Ocean, Decarbonization in the Industry and Sustainable Bioeconomy

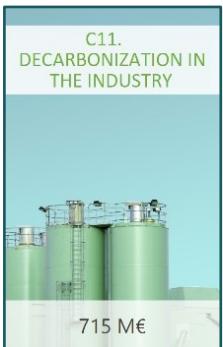


OBJECTIVE:

Competitive, more entrepreneurial, cohesive, inclusive, digital and sustainable sea economy

INVESTMENTS

- Blue Hub, Infrastructure Network for the Blue Economy 87 M€
- Green and digital Transition and security in Fisheries 21 M€
- Atlantic defense operations center and naval platform 112 M€
- Development of the “Azores sea cluster” 32 M€



OBJECTIVE:

Decarbonisation of the industrial sector and shift in the use of resources, to accelerate the transition to carbon neutrality

INVESTMENTS

- Industry decarbonization 715 M€



OBJECTIVE:

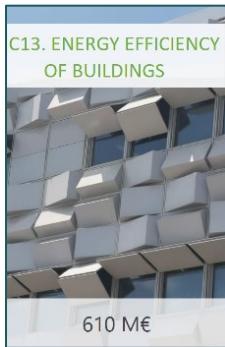
Accelerate the production of high added value from biological resources, promote climate transition and sustainable and efficient use of resources

INVESTMENTS

- Bioeconomy 145 M€

Climate Transition Dimension - Strategic Areas:

Energy Efficiency of buildings, H2 and Renewables and Sustainable Mobility



OBJECTIVE:

Energy rehabilitation and efficiency, energy and climate transition, job creation and national and social resilience

INVESTMENTS

- Energy Efficiency in residential buildings 300 M€
- Energy efficiency in central government buildings 240 M€
- Energy efficiency in service buildings 70 M€

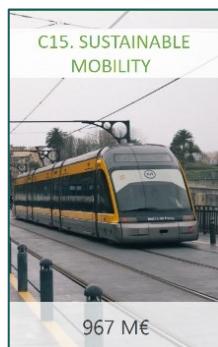


OBJECTIVE:

Promote the energy transition by supporting renewable energies, with focus on the production of hydrogen and gases of renewable origin

INVESTMENTS

- Hydrogen and renewable gases 185 M€
- Potentiation of renewable electricity in the Madeira 69 M€
- Energy transition in the Azores 116 M€



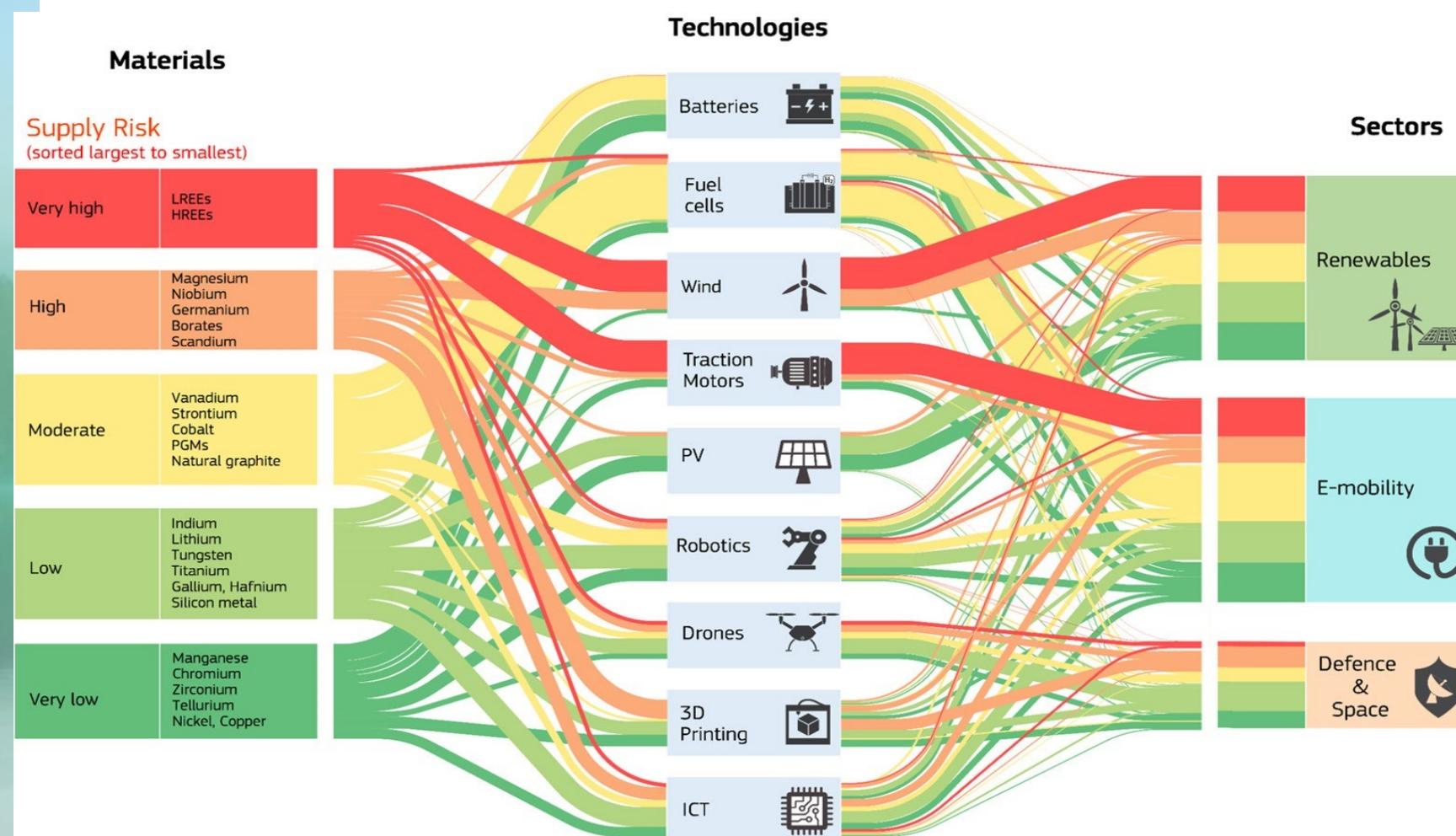
OBJECTIVE:

Projects with strong contribution to the improvement of public transport systems

INVESTMENTS

- Expansion of the Lisbon Metro Network 304 M€
- Expansion of the Porto Metro Network 299 M€
- Light Rail Odivelas-Loures 250 M€
- BRT Boavista Line – Empire 66 M€
- Decarbonisation of Public Transport 48 M€

Action Plan on Critical Raw Materials



The green and digital transitions will lead to a drastic increase in European demand for certain critical raw materials by 2050

Excessive dependence on single supplier countries makes Europe vulnerable

Clean and digital technologies are heavily dependent on critical raw materials

The European Raw Materials Alliance - Building a raw materials value chain in Europe

Renewable energy depends on Mineral Resources



A typical 3 MW wind turbine may contain about **120 kg of neodymium** in the generator's magnet.

Wind turbines are made of:

Rare earths, copper, niobium, borates, cobalt, manganese, chromium, amongst others



An average full electric vehicle may contain **2.6 kg of neodymium**.

Batteries rely on metals such as lithium, niobium, cobalt, natural graphite, titanium, nickel, copper, manganese, aluminum and silicon metal.

Wind turbines
of **rare earths**.



Solar panels rely on metals such as germanium, borates, tellurium and indium, silicon metal, gallium, silver, nickel, copper.







BOERI
STEFANO
BOERI
ARCHITETTI

Obrigado

João Bernardo

joao.bernardo@dgeg.gov.pt

<https://www.dgeg.gov.pt>

