



# Armazenamento de Energia

Ponto de Situação e Futuras Oportunidades



# Cleantech for Iberia

Cleantech for Iberia é uma iniciativa destinada a posicionar a Península Ibérica como líder europeia em tecnologias limpas, impulsionando a descarbonização e promovendo uma indústria sustentável e competitiva em Portugal e Espanha. A nossa missão é cultivar um ecossistema inovador que maximize o potencial da Península Ibérica.

A nossa coligação reúne mais de trinta investidores, inovadores, bancos, universidades, incubadoras, instituições filantrópicas e family offices a trabalhar em conjunto para apoiar o crescimento da indústria cleantech na região.

Esta iniciativa é impulsionada pelo Cleantech Group e apoiada por fundações como a Breakthrough Energy – fundada por Bill Gates ou European Climate Foundation e BBVA.

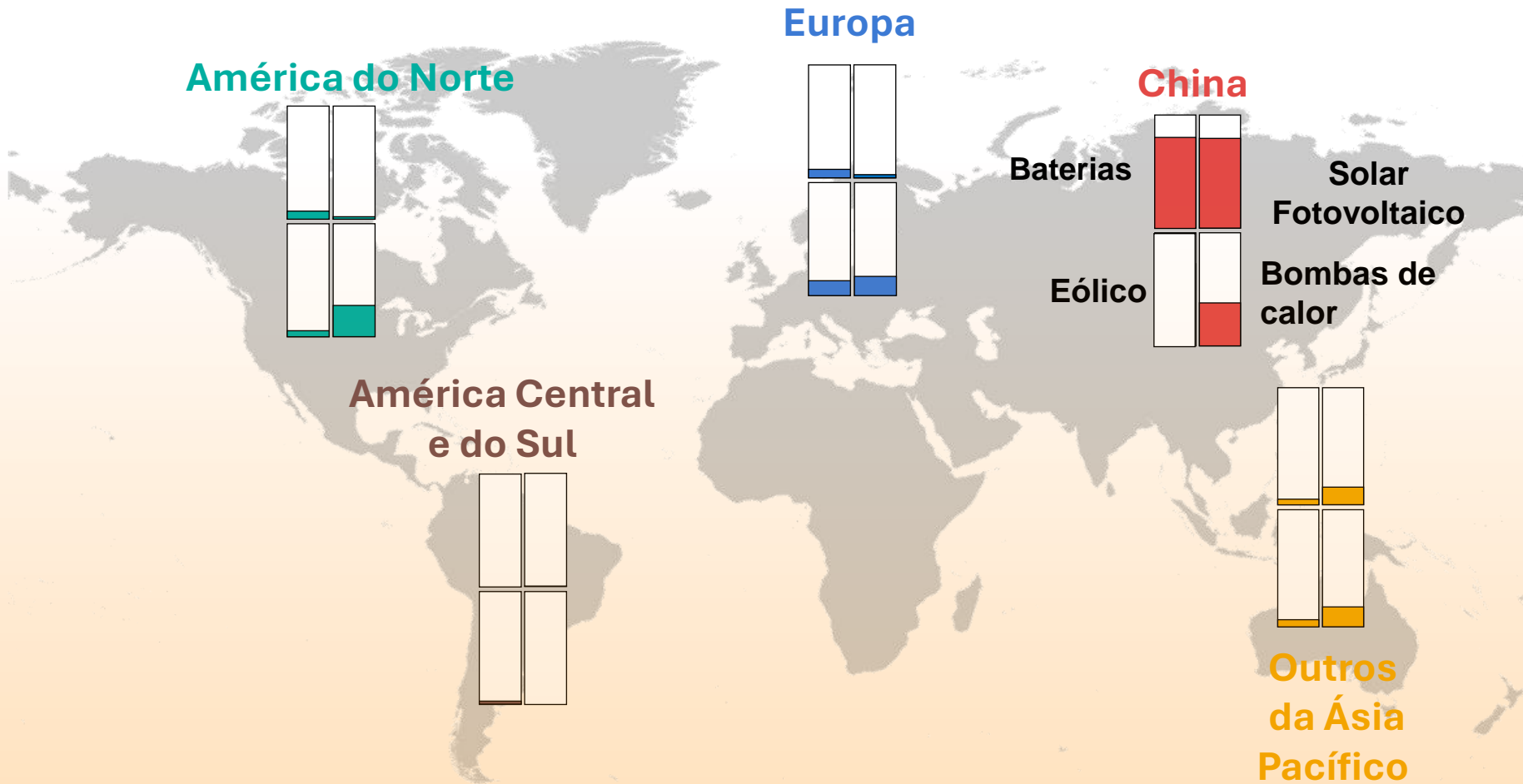


# Coligação

Cleantech investidores, inovadores, bancos, universidades, incubadoras, fundações e family offices de Espanha e Portugal



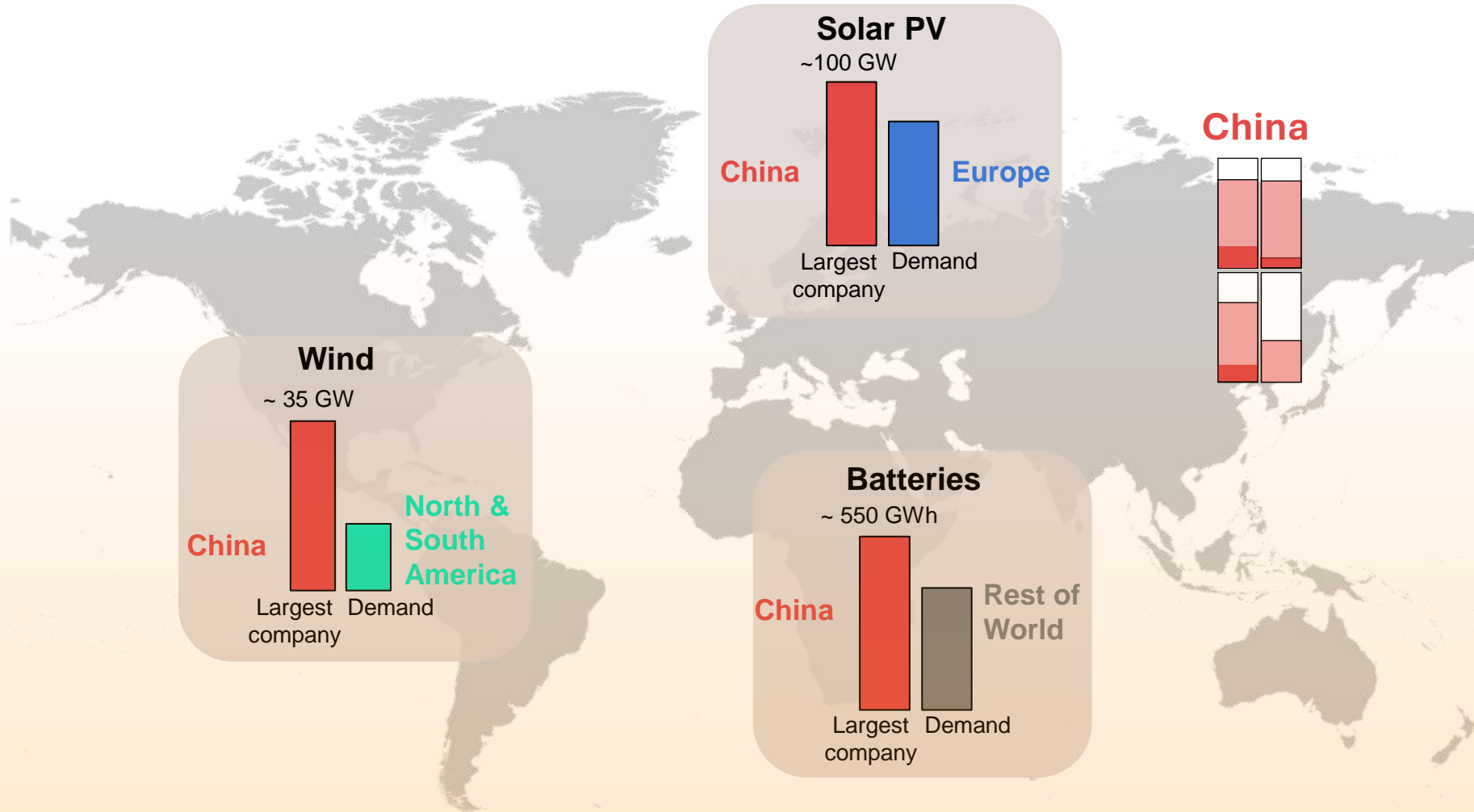
# A produção de tecnologias limpas está distribuída, porém concentrada



A China apresenta um peso desproporcional nas cadeias de valor das tecnologias limpas

A produção de tecnologias limpas está distribuída, porém concentrada

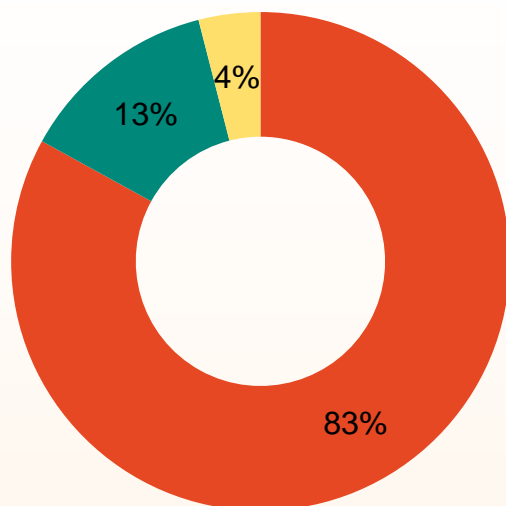
Potencial de produção da maior empresa em comparação com a procura regional



# Cadeias de Valor e Riscos Geopolíticos

Fontes: IEA ETP-2026 · IEA Global Battery Markets 2026 · IEA Batteries & Secure Energy Transitions 2024

Quota de produção global de baterias (2025)



■ China ■ UE + EUA ■ Coreia + Japão

## Dependência de LFP

>90% das BESS usam baterias LFP, quase exclusivamente fabricadas na China

## Cadeia de abastecimento

China controla >80% da produção global; precursores de minerais críticos altamente concentrados

## Preços regionais

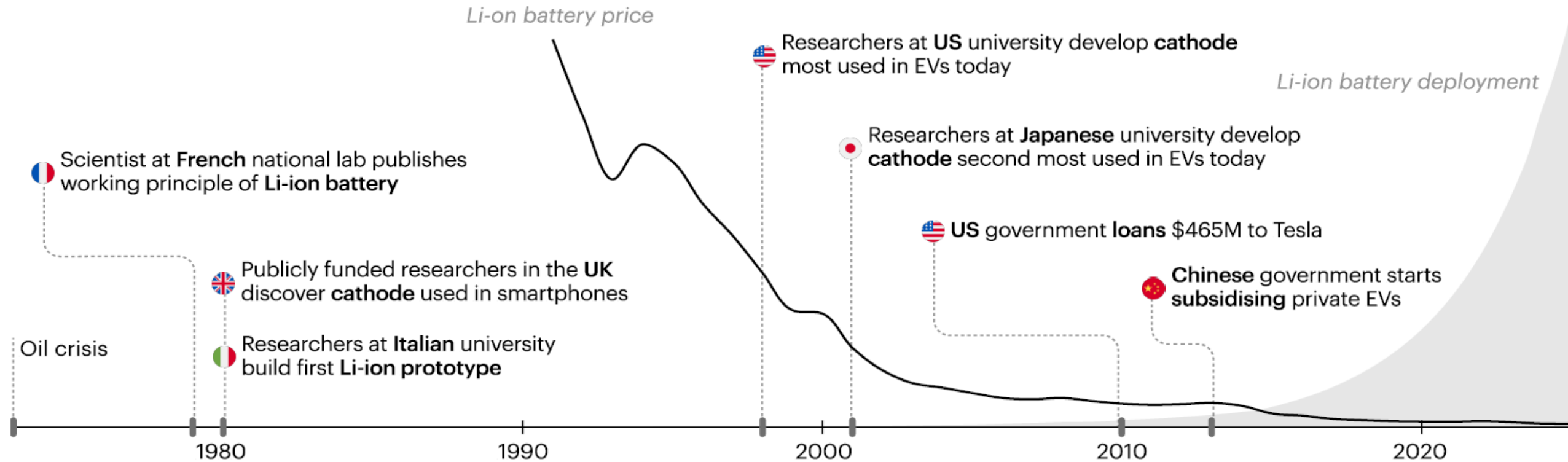
Baterias na China 30% mais baratas que EUA e 35% mais baratas que Europa em 2025

## Resposta europeia

40% da nova capacidade de produção anunciada em UE + EUA, mas enfrenta concorrência intensa

# Investimento público em I&D potenciou os grandes saltos tecnológicos

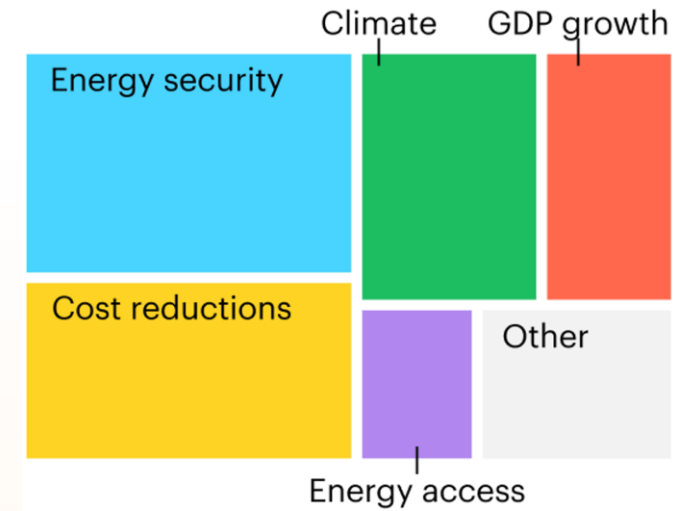
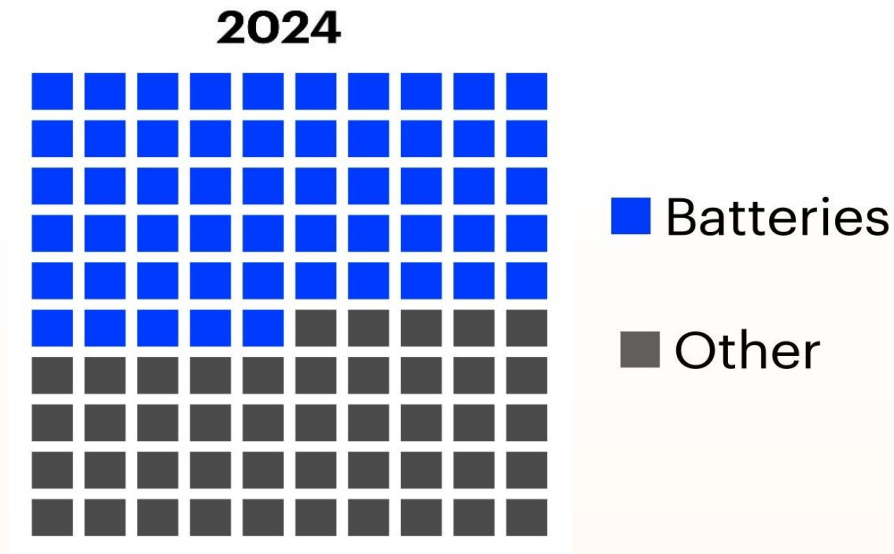
Preço e momentos chave para baterias de iões de lítio, 1973-2025



- O desenvolvimento da bateria de iões de lítio foi apoiada por I&D desenvolvida por programas de investigação com apoio público. O valor anual deste mercado é de 150 mil milhões de dólares.

# A inovação nas baterias está a acelerar

## Proporção de patentes no setor energético

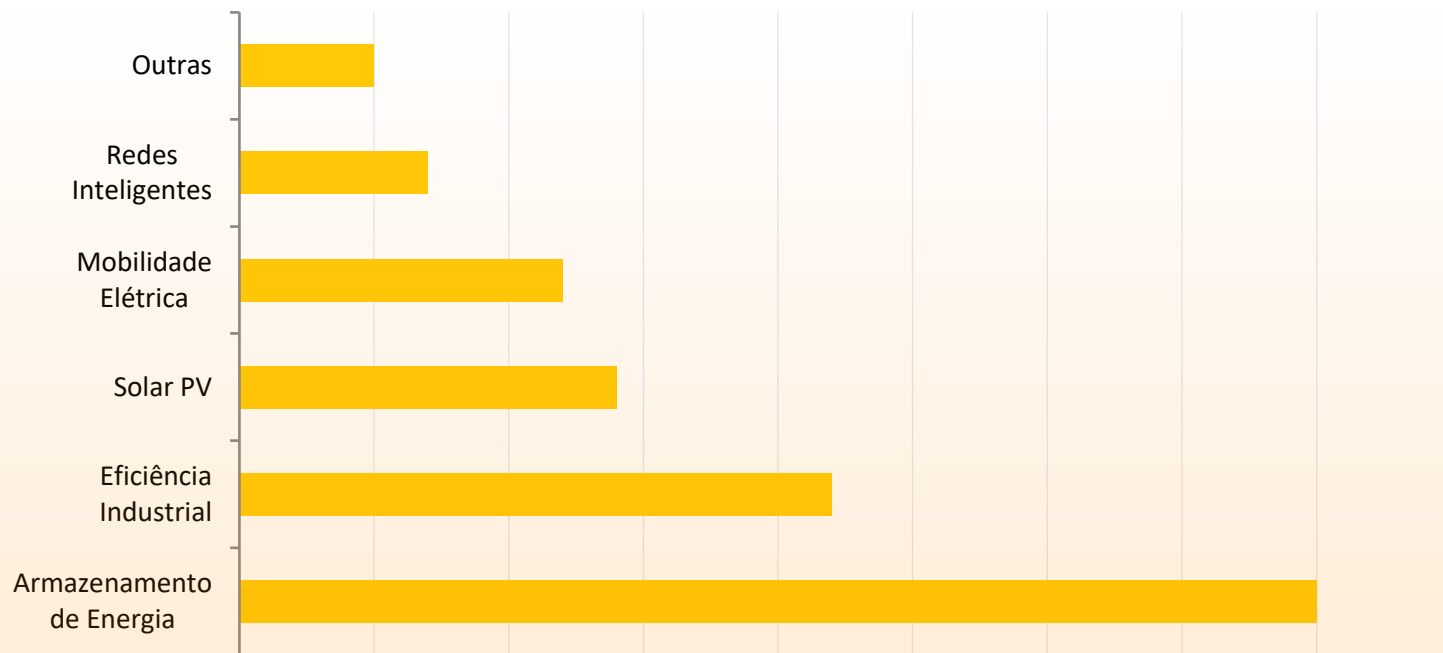


- As patentes de baterias representam uma proporção sem precedentes para uma tecnologia.
- O setor energético é uma potência em inovação: uma em cada dez patentes em todo o mundo está relacionada com energia.
- Os dados da IEA mostram que a inovação energética é motivada por múltiplos objetivos estratégicos, com a segurança energética em destaque.

# Inovação e Patentes: Baterias no Centro

Fonte: IEA State of Energy Innovation 2026

Quota de patentes energéticas por área tecnológica (%)



**Quase 50%**

das patentes energéticas referem-se a armazenamento de energia

**x2**

pedidos de patentes internacionais da China em 2023 vs 2020; supera EUA, Japão e Europa

**60%**

do I&D corporativo em energia a nível global é realizado por empresas chinesas

# Existem cinco tipos comuns de tecnologias de armazenamento de energia disponíveis comercialmente para aplicações no setor energético

## Diferentes tipos de tecnologias de armazenamento de energia



1

### Sistemas Electroquímicos

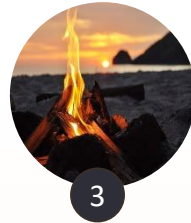
Estas tecnologias armazenam energia através de reações químicas que podem ser revertidas, convertendo energia elétrica em potencial químico e vice-versa.



2

### Sistemas Mecânicos

Estas tecnologias armazenam energia usando potencial mecânico ou energia cinética, como hidrelétrico de bomba, volante de inércia, areia e outros sistemas de armazenamento mecânico.



3

### Sistemas Térmicos

Estas tecnologias armazenam energia sob a forma de calor, utilizando materiais que mudam de temperatura quando a energia é absorvida ou libertada.



4

### Sistemas Químicos

Estas tecnologias armazenam energia em moléculas, convertendo energia elétrica em combustíveis químicos (power-to-gas) como hidrogénio ou metano, que mais tarde podem ser reconvertidos em eletricidade.



5

### Sistemas Eléctricos

Estas tecnologias armazenam energia em campos elétricos, normalmente utilizando condensadores ou supercondensadores.

# O PNEC revisto de Portugal reforça a estratégia energética do país ao prever metas mais ambiciosas para 2030, visando a sua neutralidade carbónica até 2050

## Metas-chave do PNEC 2030



**51%**

**Renováveis no consumo final bruto** (vs. 47%)



**93%\***

**Renováveis na eletricidade (vs 80%)\*96%** incluindo produção H2



**20.8 GW**

**Solar FV - capacidade instalada** (vs. 9.0 GW)



**5.9 GW**

**Capacidade de armazenamento**



**15%**

**Interligações Elétricas**



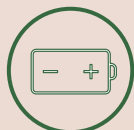
**12.4 GW**

(10.4GW onshore / 2GW offshore)  
**Capacidade instalada de energia eólica** (vs. 9.3 GW)



**3.9 GW**

**Armazenamento hídrico**



**2 GW**

**Baterias**

**Os stakeholders ouvidos no estudo promovido pela CFI e BE em 2025 consideram metas insuficientes para:**

- 1 - Apoiar o aumento das energias renováveis e cumprir as metas de 2030**
- 2 – Reforçar a resiliência do sistema e melhorar o controlo de frequência e tensão**

O sistema energético português tem uma grande oportunidade para desenvolver armazenamento e fornecer soluções para os seguintes desafios:



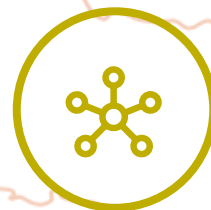
#### CURTAILMENT / IMPORTAÇÕES

- Curtailment significativo ocorrerá durante as horas de maior intensidade solar, enquanto enfrentam dependência das importações em períodos não solares, criando uma oportunidade para os sistemas de armazenamento capturarem o excesso de geração para uso durante as horas de déficit



#### SERVIÇOS DE SISTEMA

- A quota crescente de renováveis exigirá serviços auxiliares e necessidades de equilíbrio, que os sistemas de armazenamento podem fornecer através de capacidades de resposta rápida e operação flexível



#### CONGESTIONAMENTO DAS INTERLIGAÇÕES

- A capacidade de interligação planeada com Espanha enfrentará congestionamento, enquanto certas áreas geográficas contribuirão mais para os serviços de equilíbrio da rede, tornando os sistemas de armazenamento essenciais para gerir fluxos de energia e proporcionar flexibilidade local



#### PICOS E NOVAS FONTES DE PROCURA

- Novas fontes de procura criarão picos localizados significativos, particularmente em zonas urbanas e industriais, exigindo sistemas de armazenamento estrategicamente posicionados para gerir estes períodos de alta procura

➤ **O armazenamento aumenta a independência energética do mercado português, tendo em conta que Espanha também está sujeita à intermitência das renováveis.**



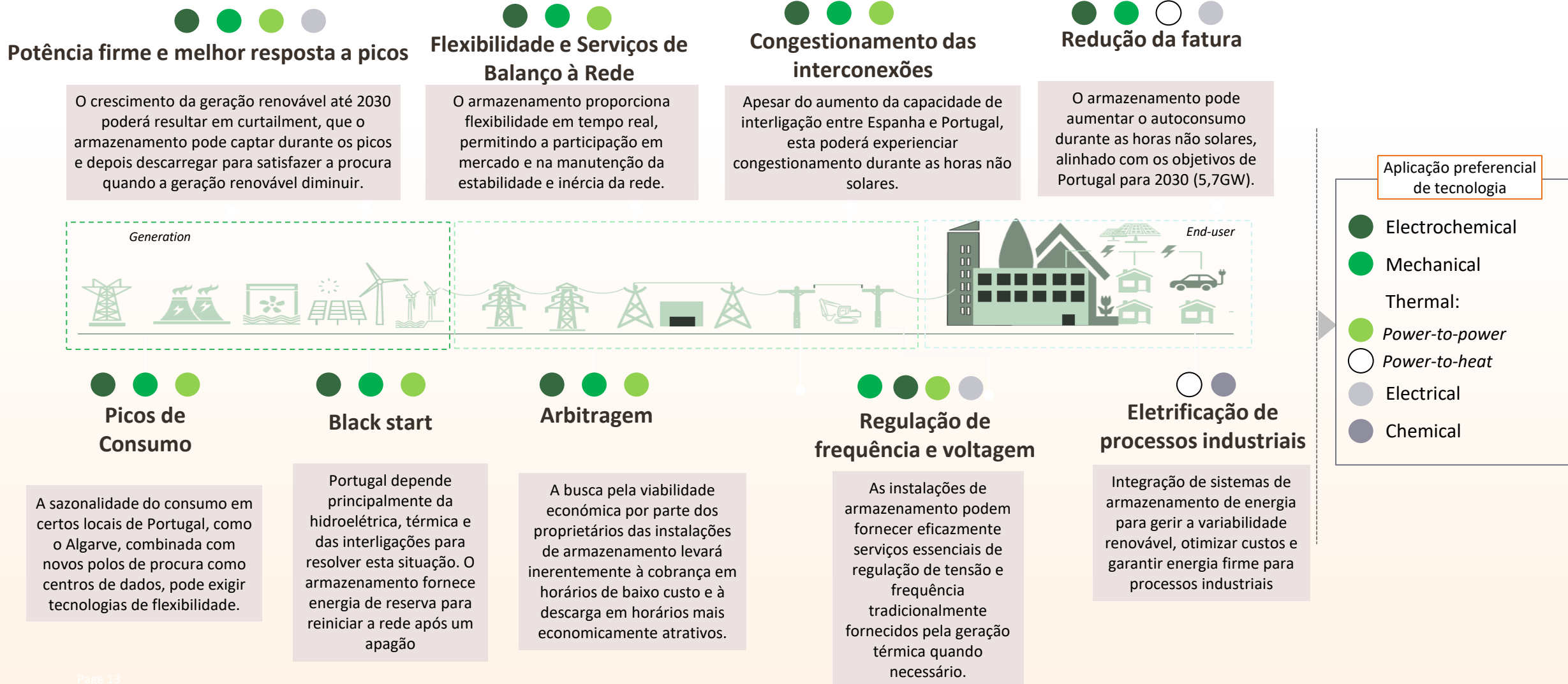
2040  
2050

Até 2040 e 2050, o sistema elétrico português poderá ver estes problemas agravarem-se se não forem desenvolvidas tecnologias de armazenamento, pois o encerramento planeado das centrais térmicas limita a energia disponível proveniente de fontes despacháveis.

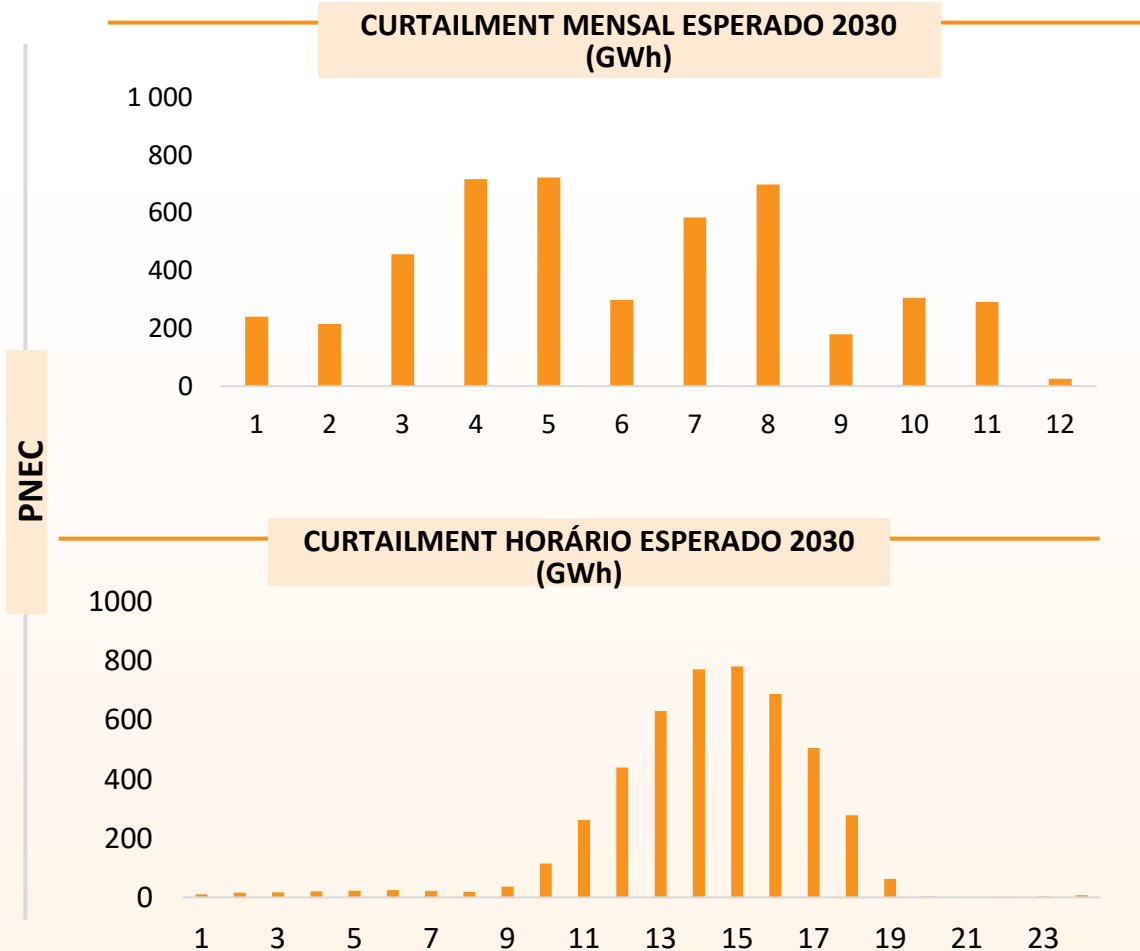
# Porque é que o armazenamento é relevante para Portugal?

Pode satisfazer uma ampla gama de necessidades específicas do sistema elétrico, ao mesmo tempo que contribui para metas de renováveis

## Aplicações do armazenamento em toda a rede



Com base na análise do PNEC, as projeções indicam que o curtailment de renováveis em 2030 representará um desafio significativo



➤ Portugal poderá **não utilizará >10% da energia solar e eólica em 2030**

➤ **Exportar** essa energia renovável **será difícil**

➤ A introdução de armazenamento no sistema pode evitar que estes valores aumentem e aumentar a estabilidade.

# As tecnologias de armazenamento mais adequadas para Portugal foram analisadas

## Tecnologias de Armazenamento Consideradas

|                 |                                 |
|-----------------|---------------------------------|
| Electroquímicas | 1 Baterias de sódio             |
|                 | 2 Baterias de iões de lítio     |
|                 | 3 Baterias de fluxo de vanádio  |
| Mecânicas       | 4 Baterias de CO2               |
|                 | 5 Hidroelétrico                 |
|                 | 6 Tecnologias de Gravidade      |
|                 | 7 Ar comprimido                 |
|                 | 8 Volante de Inércia            |
| Térmicas        | 9 Calor Latent - Power to power |
|                 | 10 Calor Latente -Power to heat |
|                 | 11 Termo-química                |
|                 | 12 Sais Fundidos                |
|                 | 13 Calor Sensível               |
| Elétricas       | 14 SMES                         |
|                 | 15 Super- capacitores           |
| Químicas        | 16 Hydrogen                     |
|                 | 17 Metanol                      |

## 13 VARIÁVEIS CHAVE

### DESEMPENHO TÉCNICO

Capacidade de armazenamento (MWh)  
 Eficiência energética (%)  
 Duração de Armazenamento (horas)  
 Tempo de Resposta  
 Tempo de carga/descarga  
 Número de ciclos

### VIABILIDADE ECONÓMICA

CAPEX (€/kWh)  
 Vida estimada (anos)

### IMPACTO AMBIENTAL

Impacto Ambiental  
 Área geográfica (kWh/m<sup>2</sup>)

### MATURIDADE

Status  
 Nível de Maturidade TRL

### NECESSIDADES DO SISTEMA

Solução para as Necessidades do Sistema

○ Curta Duração   ○ Longa duração   ○ Power-to-heat

## SCORECARD

### Tecnologias de curta duração

As baterias de iões de lítio e iões de sódio destacam-se pelo contributo para a estabilidade da rede e impulsionadas por avanços tecnológicos rápidos e custos decrescentes.

Tudo isto faz delas uma das soluções mais maduras comercialmente.

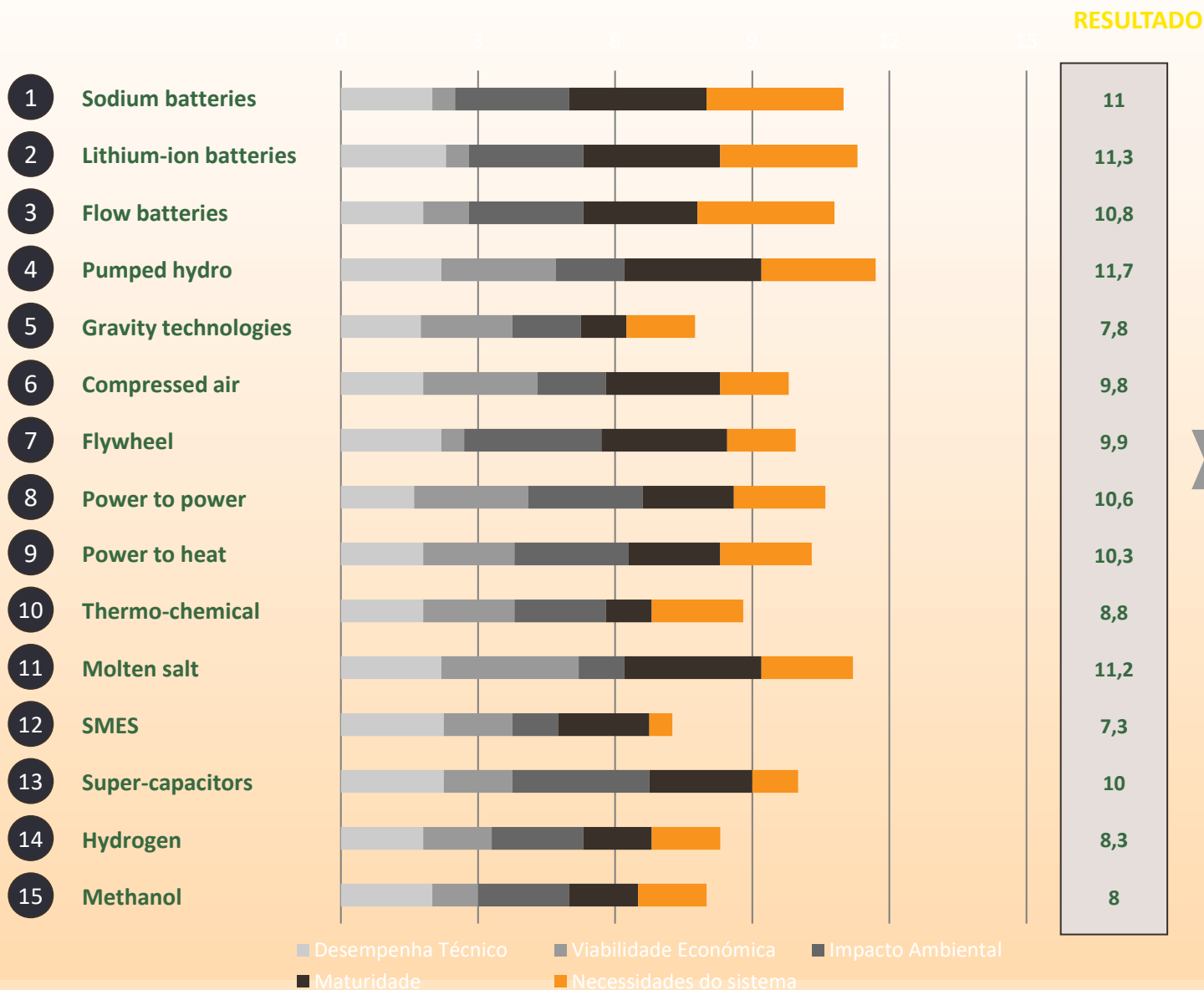
### Tecnologias Power-to Power Longa Duração

Entre as tecnologias de ponto, o armazenamento hidroelétrico destaca-se não só pela sua integração existente no sistema energético português, mas também pelo seu papel crucial como solução de armazenamento de longa duração.

### Tecnologias Power-to-Heat Longa Duração

As tecnologias de armazenamento térmico – sal fundido, calor latente e calor sensível – provaram ser soluções maduras e económicas para armazenamento de energia de longa duração em aplicações power-to-heat.

Com base nos resultados obtidos a partir dos scorecards, estabelecemos esta classificação das diferentes tecnologias de armazenamento.



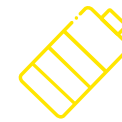
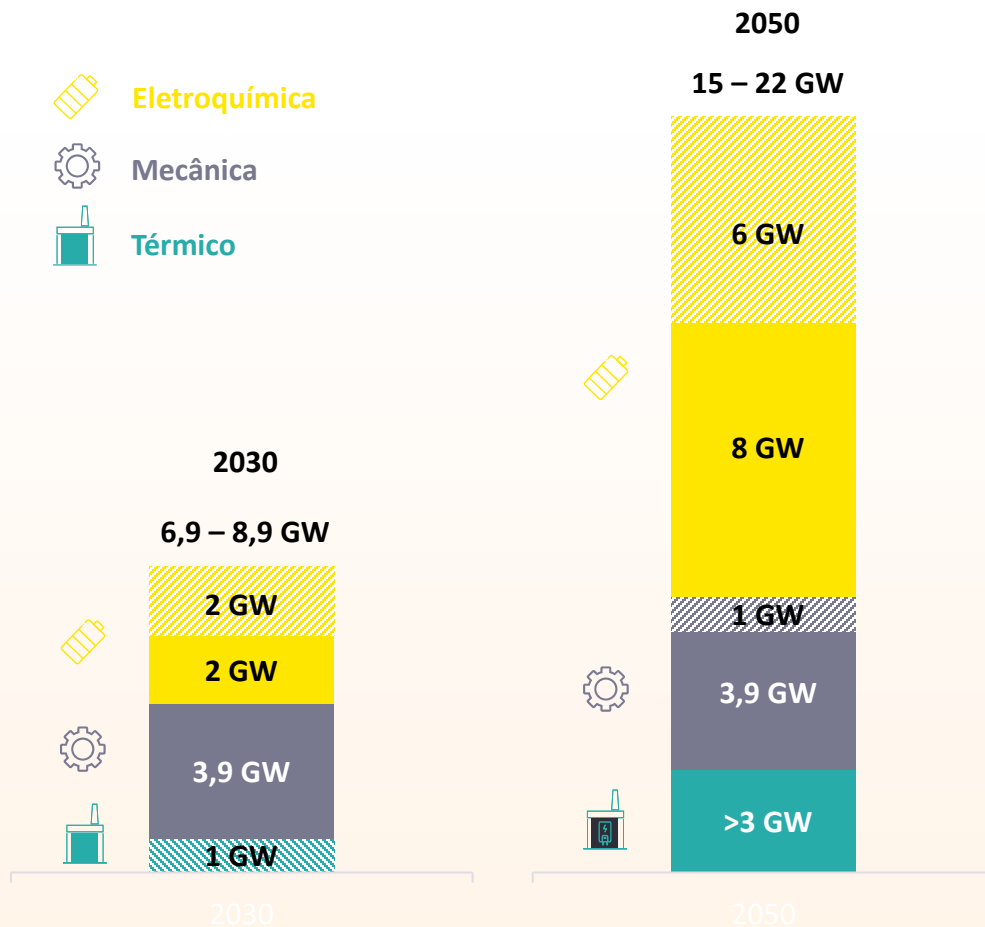
### CONCLUSÕES PRINCIPAIS

Entre as tecnologias de pontuação, o armazenamento hidroelétrico com bombagem destaca-se não só pela sua integração existente no sistema energético português, mas também pelo seu papel crucial como solução de armazenamento de longa duração. A sua maturidade e escalabilidade tornam-no um componente chave para satisfazer as futuras necessidades energéticas.

As baterias de íões de lítio alcançam uma pontuação quase idêntica, destacando-se na sua capacidade de suportar a estabilidade da rede e integração de renováveis. O seu rápido avanço tecnológico e a diminuição dos custos posicionaram-nos como uma das soluções mais escaláveis para as necessidades energéticas em constante evolução de Portugal.

As tecnologias de armazenamento térmico mostram um potencial significativo devido à sua elevada maturidade e custo-benefício. No entanto, espera-se que soluções inovadoras como os sistemas power-to-power evoluam rapidamente, aumentando a sua relevância e impacto no setor energético nos próximos anos. O carácter inovador e o potencial de redução do consumo de gás.

Oportunidades: Após analisar os desafios futuros que Portugal enfrentará e as suas metas de descarbonização, poderá antecipar-se um crescimento necessário da capacidade de armazenamento de até 50%



**Sistema de armazenamento eletroquímico de energia**

- A meta de 2GW NECP poderia ser expandida para 4GW para manter níveis de curtailment de 5%
- Para 2050, crescimento de 8 para 14GW com base no crescimento renovável, potencial térmico e evolução do mercado



**Sistema mecânico de armazenamento de energia**

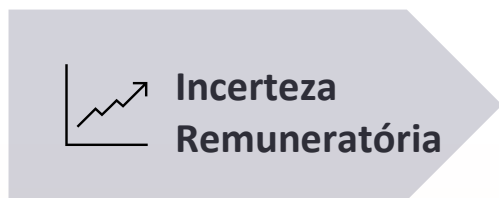
- Seria positivo armazenamento hídrico adicional seria útil para compensar o aumento das renováveis e manter a geração síncrona no sistema



**Sistema de armazenamento de energia térmica**

- As tecnologias power-to-heat estão a posicionar-se como uma solução de alto potencial com múltiplos benefícios
- Até 2030, até 1GW se os processos industriais abaixo dos 400°C se eletrificarem, procurando reduzir as emissões
- Até 2050, pelo menos 3GW, como se espera de uma capacidade aumentada, com metas de eletrificação eficiente e redução de emissões

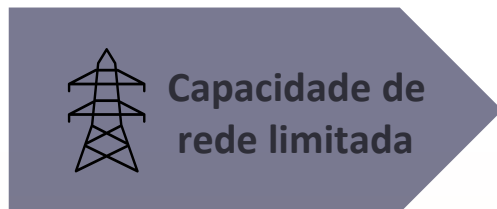
# Desafios: Embora Portugal planeie aumentar a capacidade de armazenamento em 2030, o país enfrenta vários desafios que põem em risco o desenvolvimento de soluções de armazenamento



Ausência de um quadro regulatório que permita a aquisição de capacidade e necessidade de regras claras de mercados



**Incerteza sobre receitas diminui potencial de investimento**



Desafios em garantir o acesso atempado à rede e obter aprovações para Renováveis e Sistemas de Armazenamento, devido a limitações de rede



**Cerca de 40% dos nós da rede de distribuição em Portugal atualmente não têm capacidade disponível**



Longos processos de licenciamento ambiental dificultam a escalabilidade das soluções de armazenamento



**12-24 meses Duração média para licenciamento ambiental de projetos de renováveis**

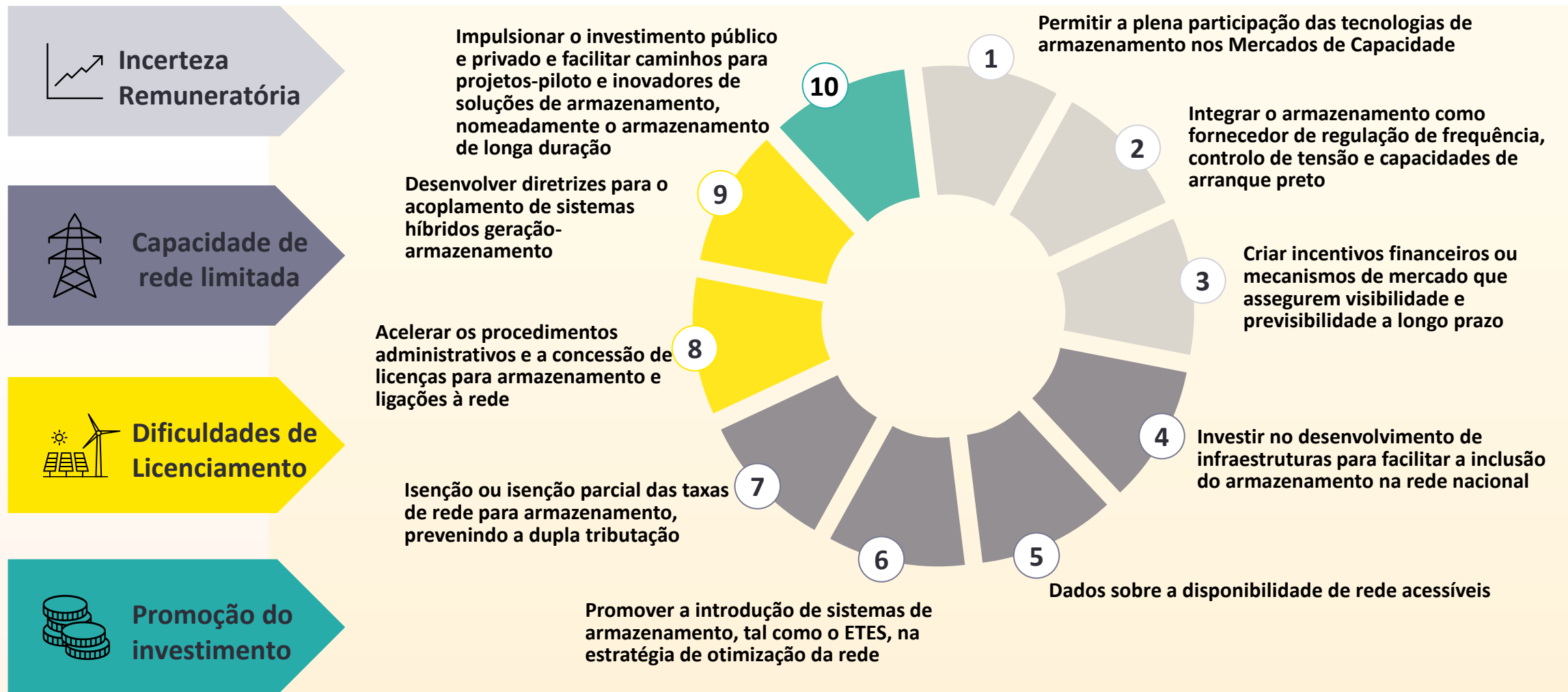


Os investidores enfrentam incerteza regulatória e de mercado, embora os modelos estejam a evoluir para o Investimento em Armazenamento de Energia



**Apoios ao armazenamento, em particular a tecnologias inovadoras são fundamentais**

# Das barreiras à Ação: Medidas para desbloquear o potencial de mercado e simplificar a integração





**Muito obrigado**

