





**Discutir a importância dos
Sistemas de Armazenamento
de Energia (ESS) para os
desafios atuais e futuros do
Sistema Elétrico**

Por que Armazenar?

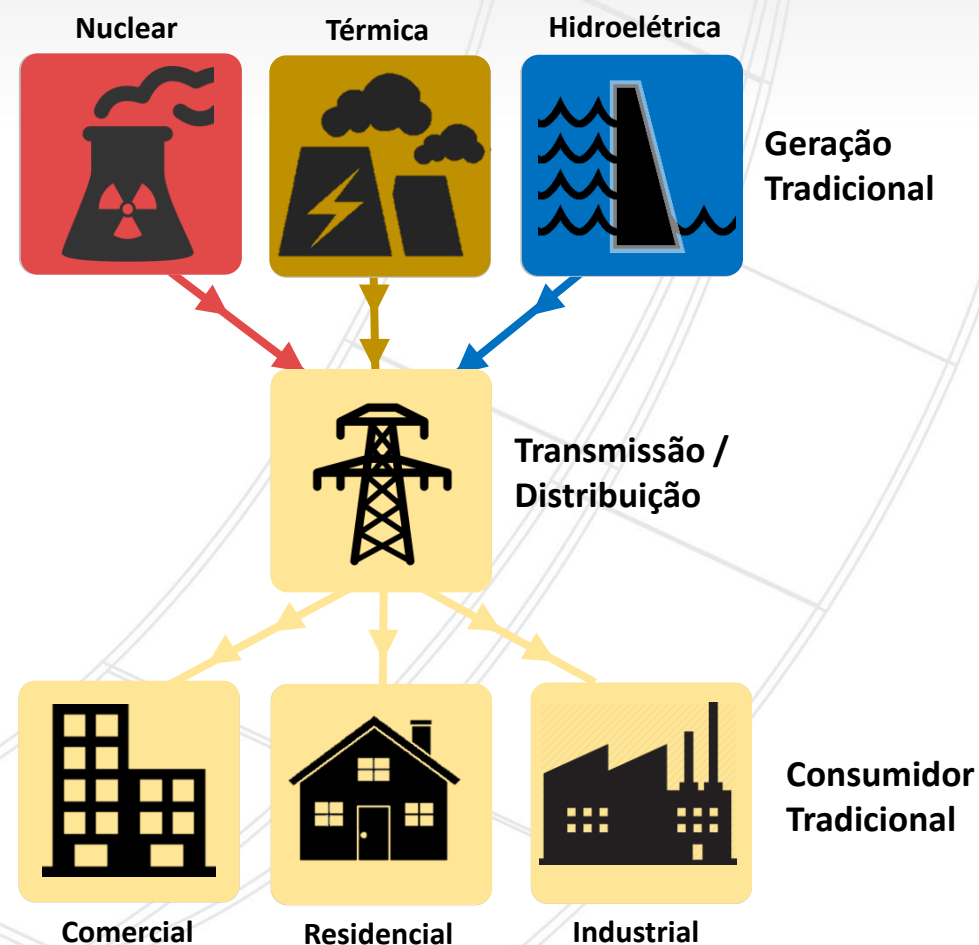
O Sistema Elétrico Tradicional

Nos sistemas de potência tradicionais a energia é gerada em grandes centrais e levada aos consumidores.

O fluxo de energia é unidirecional.

Para garantir estabilidade, tudo que é gerado deve ser consumido.

Arquitetura tradicional mudou pouco no Brasil em quase 100 anos, mas passa por uma evolução significativa especialmente na última década.



Por que Armazenar?

A Revolução do Sistema Elétrico

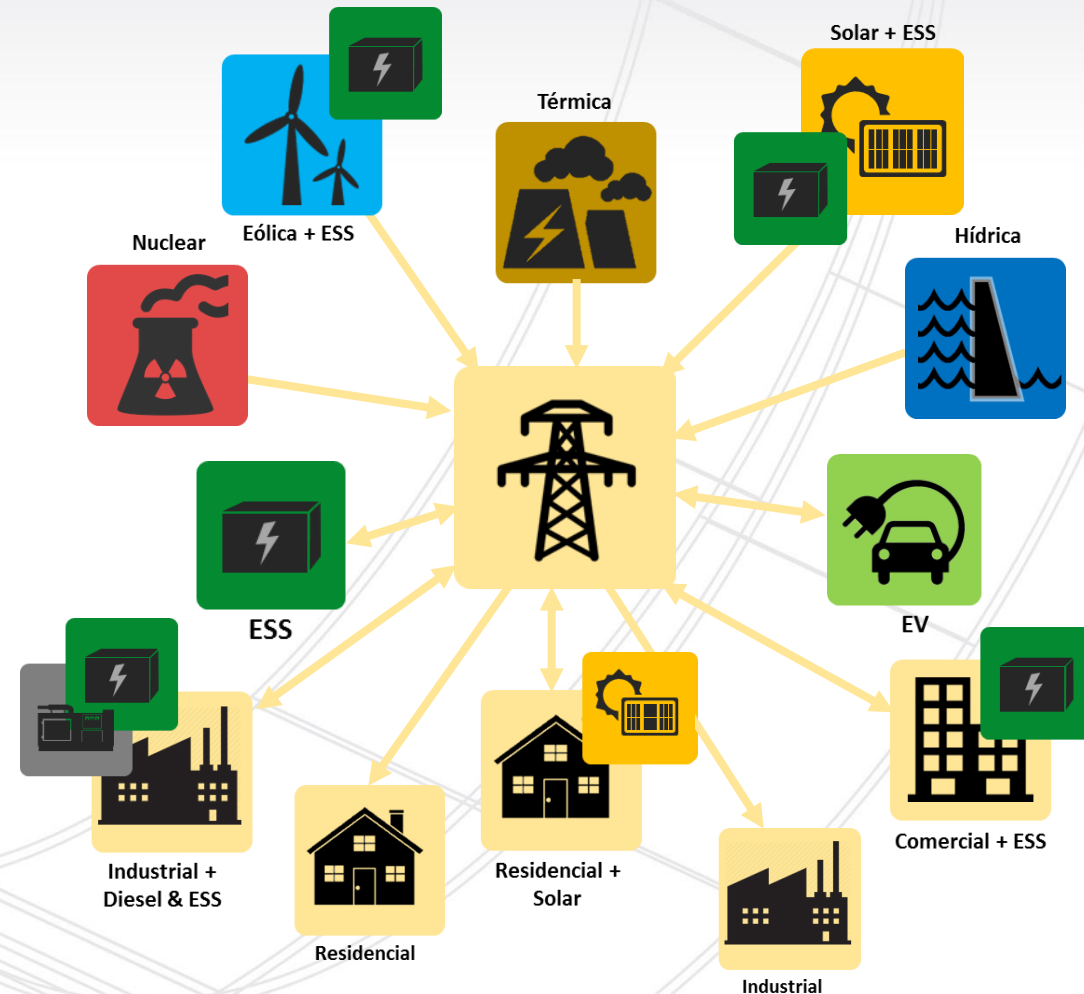
Uma evolução desencadeada pela crescente conscientização ambiental e acentuada pela crise hídrica

Novas fontes de geração

- Renováveis (como eólica e solar)

Novos modelos de consumidores

- “Prossumidores” → consumidores que utilizam e produzem energia para a rede.
- Veículos híbridos e elétricos.



Por que Armazenar?

A Revolução do Sistema Elétrico

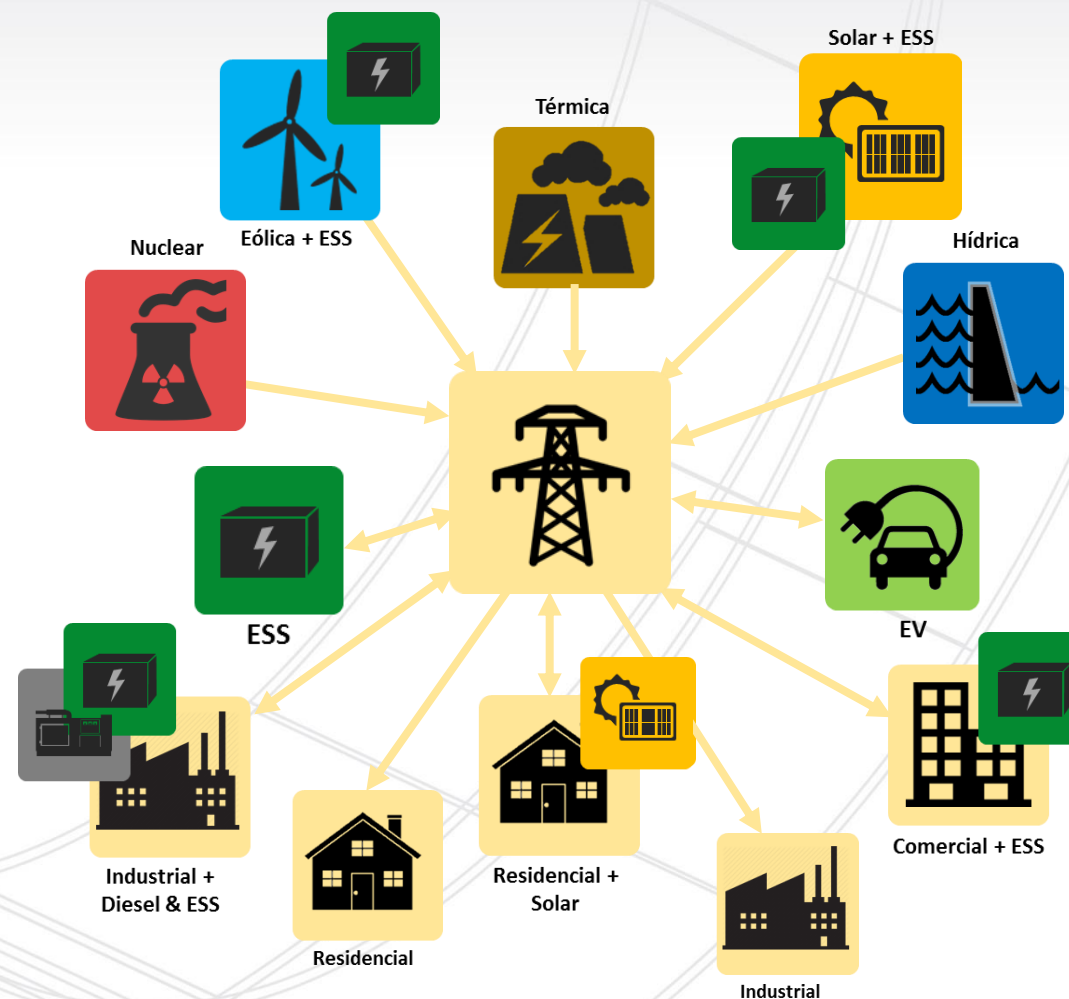
Fornecer subsídios para um futuro melhor e sustentável.

- Rede elétrica mais eficiente.
- Redução nas emissões de CO₂.

O fluxo de energia é multidirecional.

Evolução que agrega novos desafios.

- Intermitência das fontes renováveis.
- Balanço entre geração e “prossumidor”.
- Sistema com maior variabilidade.



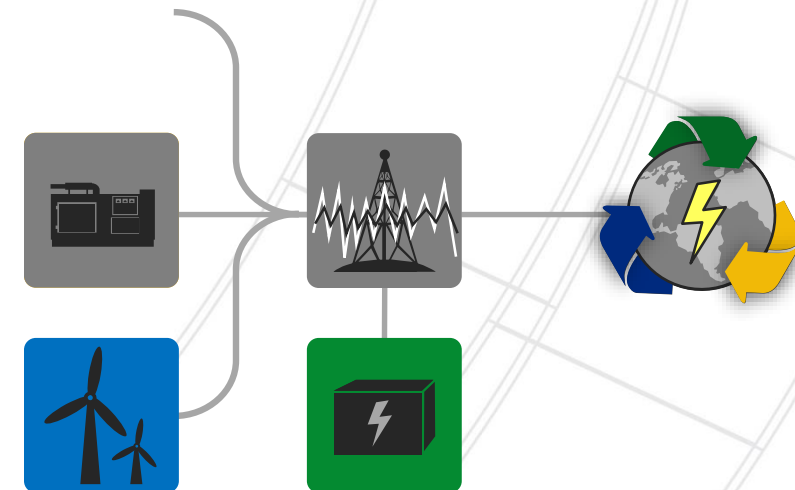
Por que Armazenar?

Contribuição do Armazenamento

O armazenamento de energia pode absorver a intermitência da rede funcionando como um entreposto.

Um exemplo é o armazenamento de energia para suporte aos sistemas de transmissão e distribuição.

Existem vários outros serviços e benefícios para a geração e consumidores!

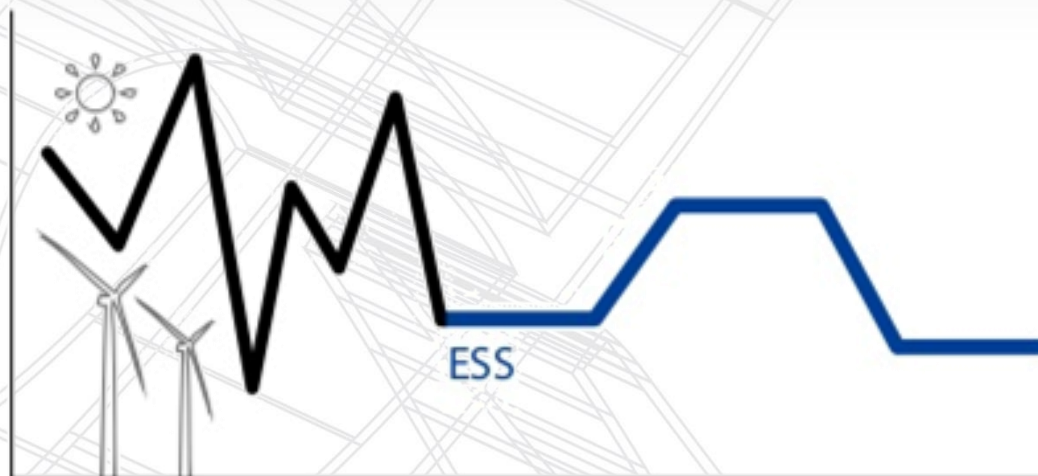


Flexibilidade

Por que Armazenar?

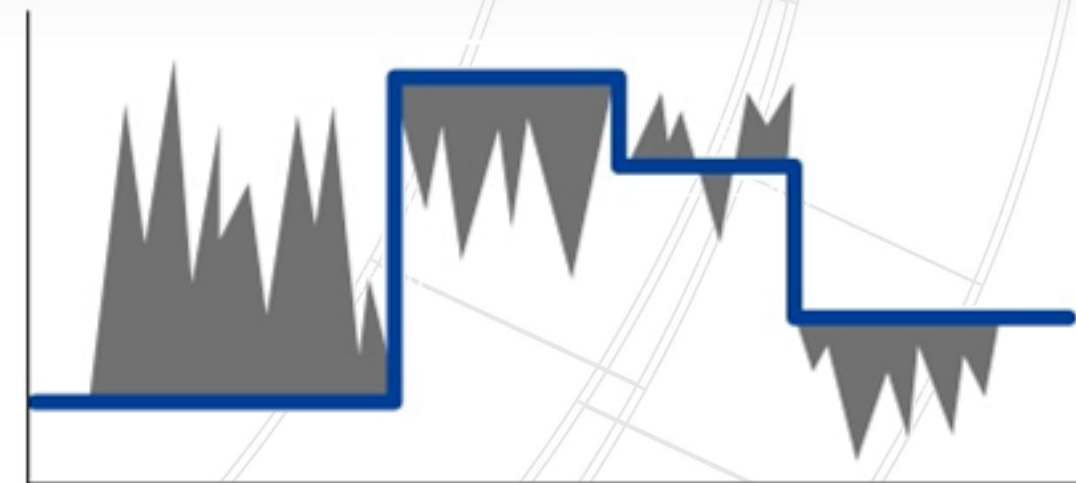


Suporte à Geração Intermitente



- **Armazena a energia produzida em excesso**
 - Maximiza a geração das fontes renováveis
 - Maior eficiência dos sistemas solar e eólico
- **Suaviza a produção das fontes renováveis**
 - Reduz a variabilidade injetada na rede

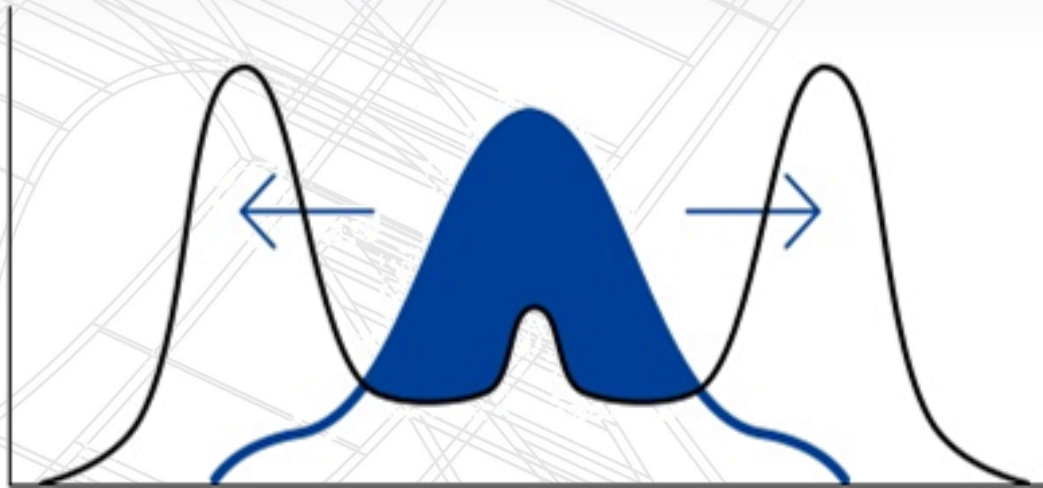
Qualidade de Energia



- **Absorve variações rápidas**
- **Promove serviços ancilares**
 - Regulação de tensão
 - Regulação de frequência

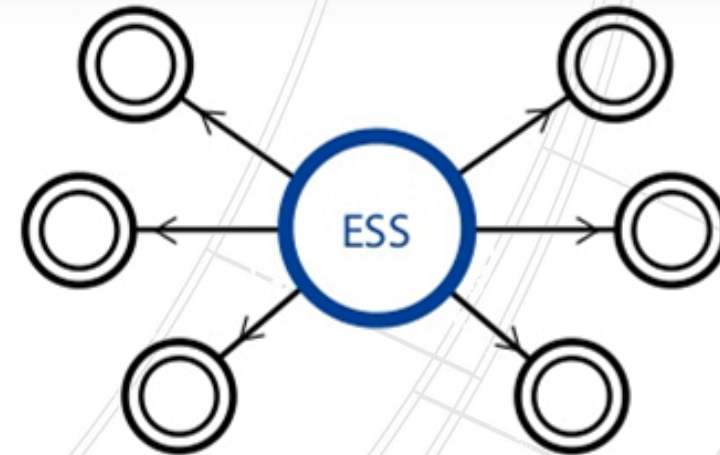
Por que Armazenar?

Deslocamento de Energia



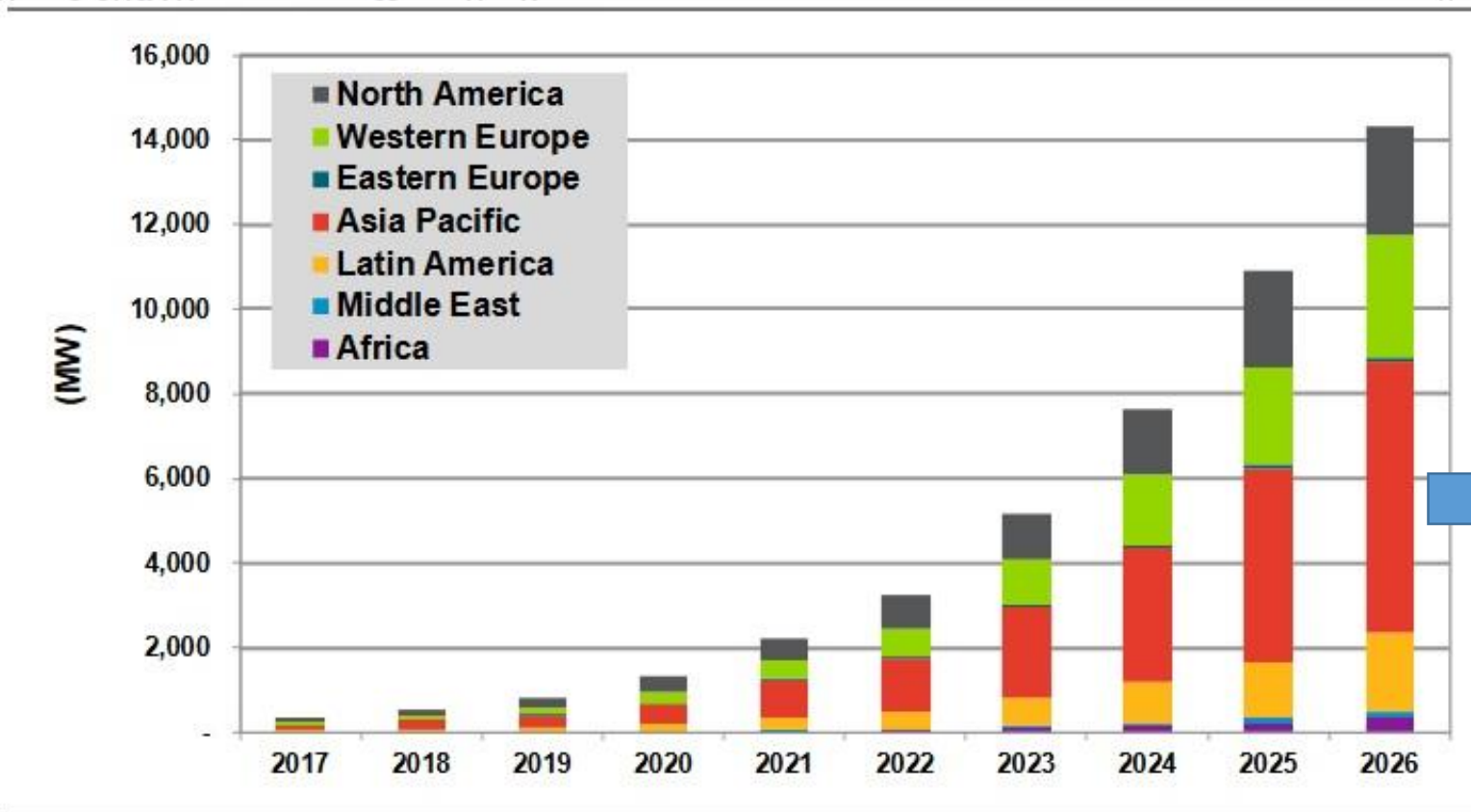
- **Diminuição dos custos de energia**
 - Redução no consumo de ponta
 - Deslocamento da geração fotovoltaica para períodos de maior consumo
- **Back-up de energia para condições de falha na rede elétrica**

Suporte à Transmissão & Distribuição



- **Alívio de alimentadores congestionados**
- **Regulação de frequência local**
- **Postergação de investimentos**
 - Gerenciamento dos fluxos energéticos locais que excedem a capacidade das linhas de transmissão e distribuição

Capacidade Anual Instalada de Armazenamento de Energia para Transmissão e Distribuição

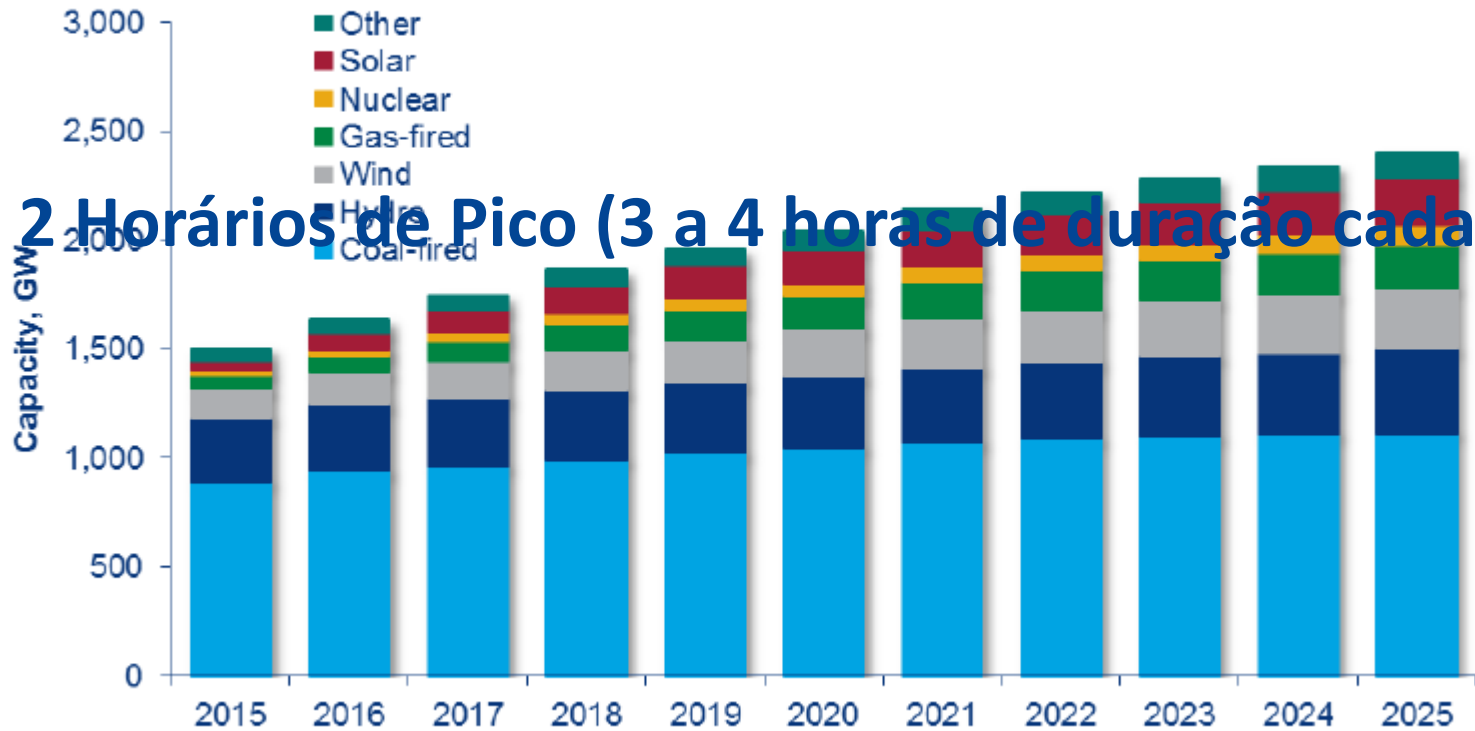


(Source: Navigant Research)

China

China dominará o Armazenamento de Energia em Baterias no Mundo

China's power generation capacity

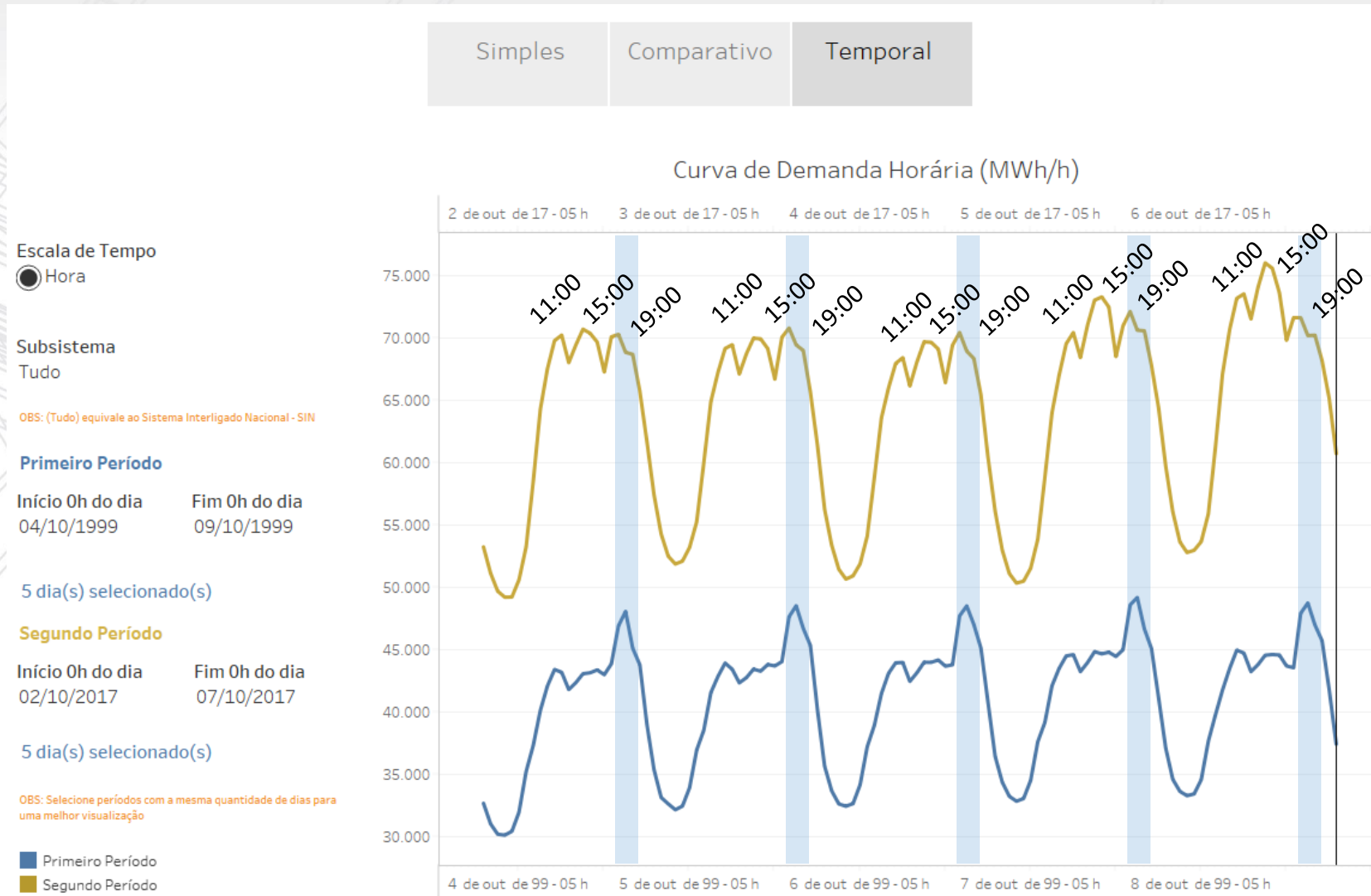


2 Horários de Pico (3 a 4 horas de duração cada)

Source: Wood Mackenzie

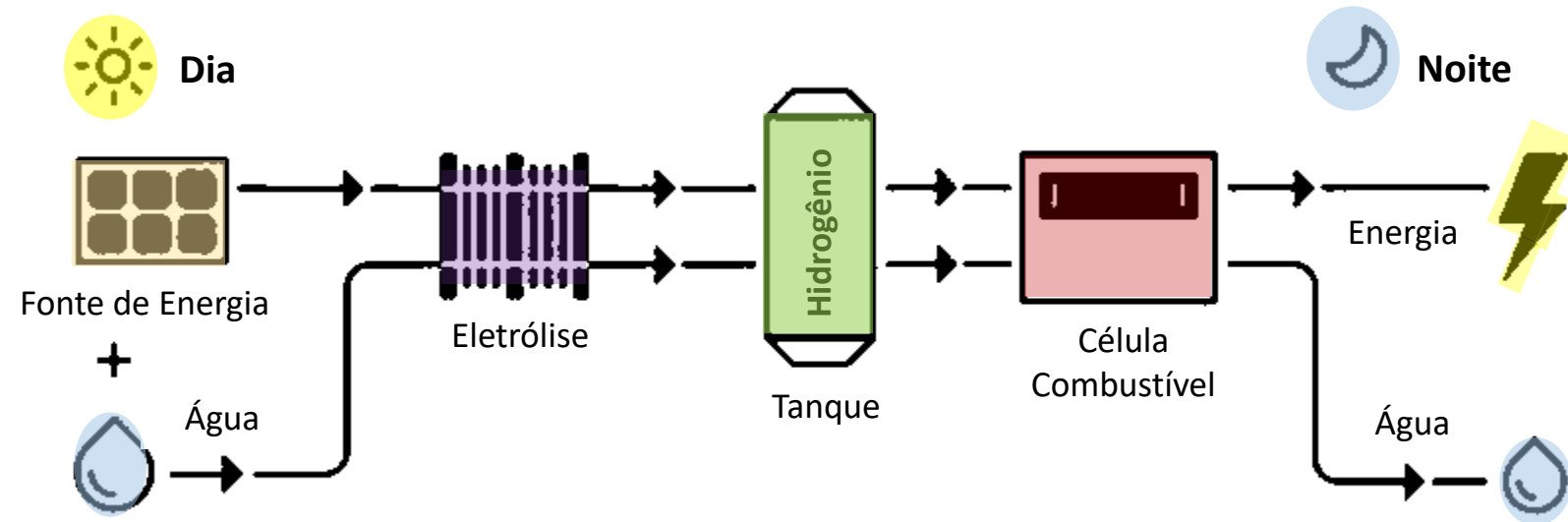
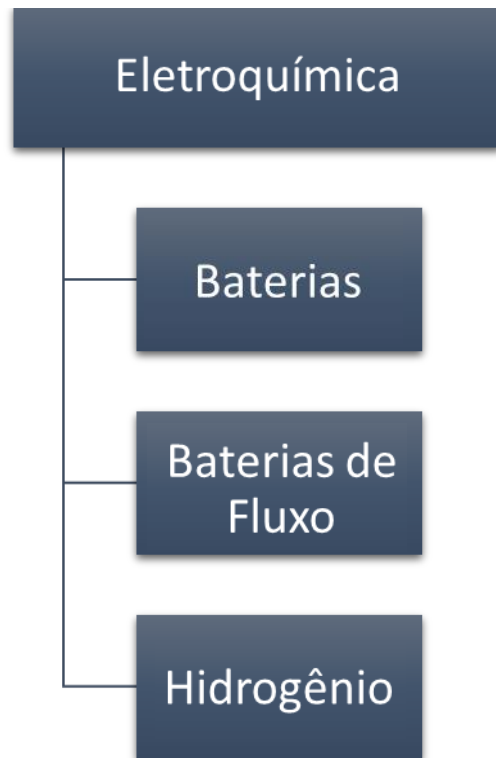
Sistemas de Armazenamento de Energia

Horo-Sazonalidade no Brasil



Fontes : ONS

Como Armazenar?



Fonte: www.janjustusschmidt.com

Sistemas de Armazenamento de Energia

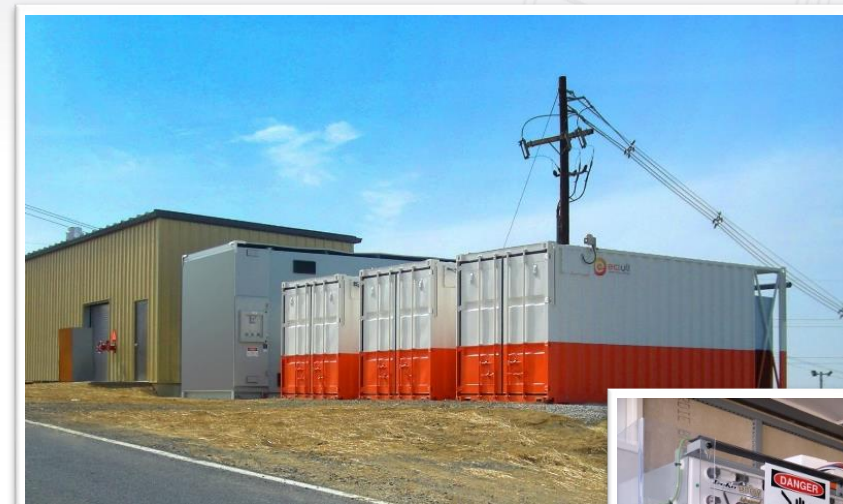
Exemplos de Aplicações



Localização: Leighton Buzzard, UK
Potência: 6 MW
Capacidade: 10 MWh
Tecnologia: Íons de Lítio (Samsung)
Aplicação: Redução de Consumo de Pico, Controle de Frequência e outros Serviços Ancilares



Fonte: DOE Energy Storage Database



Localização: Lyon Station - PA, EUA
Potência: 3 MW
Capacidade: 4 MWh
Tecnologia : Ultrabattery (PbC)
Aplicação: Controle de Frequência e Controle de Tensão



Fonte: Ecoult

Exemplos de Aplicações



Fonte: Ecoult

Produto: UltraFlex
Fabricante: Ecoult
Potência: 28,2 kWh
Tecnologia: Ultrabattery



Fonte: Tesla

Produto: Powerwall
Fabricante : Tesla
Potência: 7 kWh
Tecnologia: Li-Íon

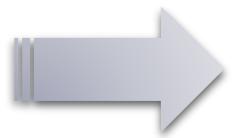


Fonte: BMW

Produto a ser comercializado
Fabricante: BMW
Potência: 22 kWh – 33 kWh
Tecnologia: Li-Íon veicular em segunda vida

Sistemas de Armazenamento de Energia

Considerações para Escolha



Não existe solução genérica que resolva todos os casos de uso!

Vamos analisar um exemplo:
Serviços Ancilares no contexto da Chamada 21 da ANEEL

Serviços Ancilares no contexto da Chamada 21

	 PbA Tradicional	 Li-íon Avançado	 Fluxo	 PbC
--	--	--	--	--

Características Operacionais

Principais Características

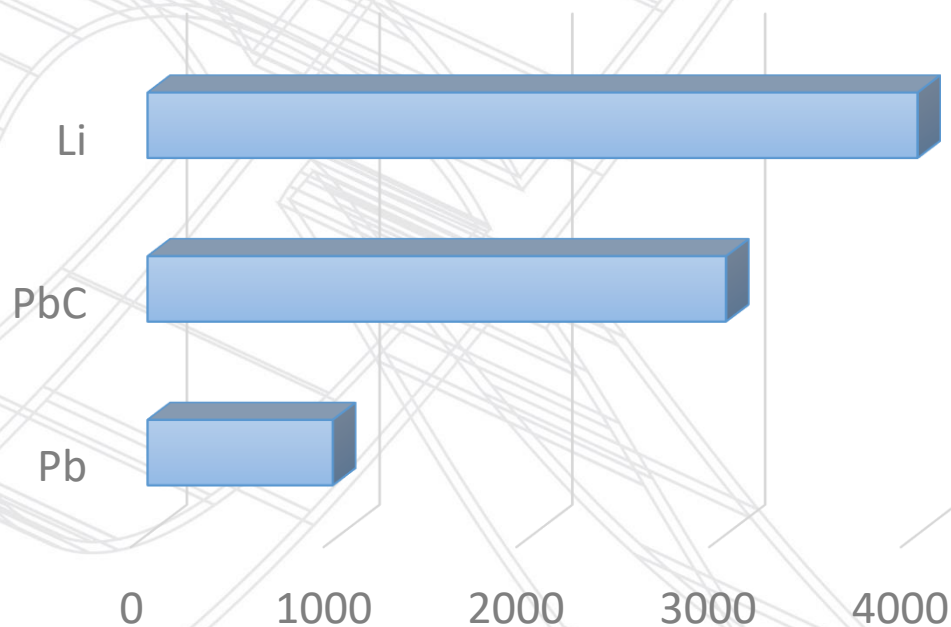
Aceitação de Carga	↓	↑	↓	↑
Vida em Ciclagem	↓	↑	↑	↑
Sustentabilidade & Reciclabilidade	✓	✗	✗	✓
Química Segura (explosões / vazamentos)	✓	✗	✗	✓
Densidade de Energia (volume)	✗	✓	✓	✗
Custos Totais ("cradle-to-cradle")	✗	✗	✗	✓
Industrialização 100% Nacional (em curto prazo)	✓	✗	✗	✓

Sistemas de Armazenamento de Energia

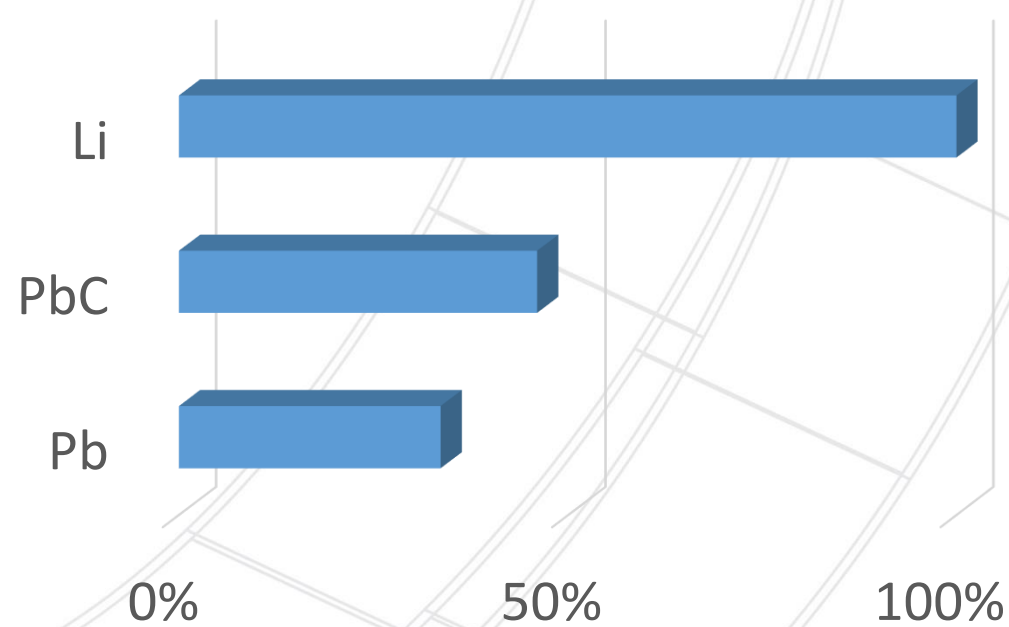
Considerações para Escolha



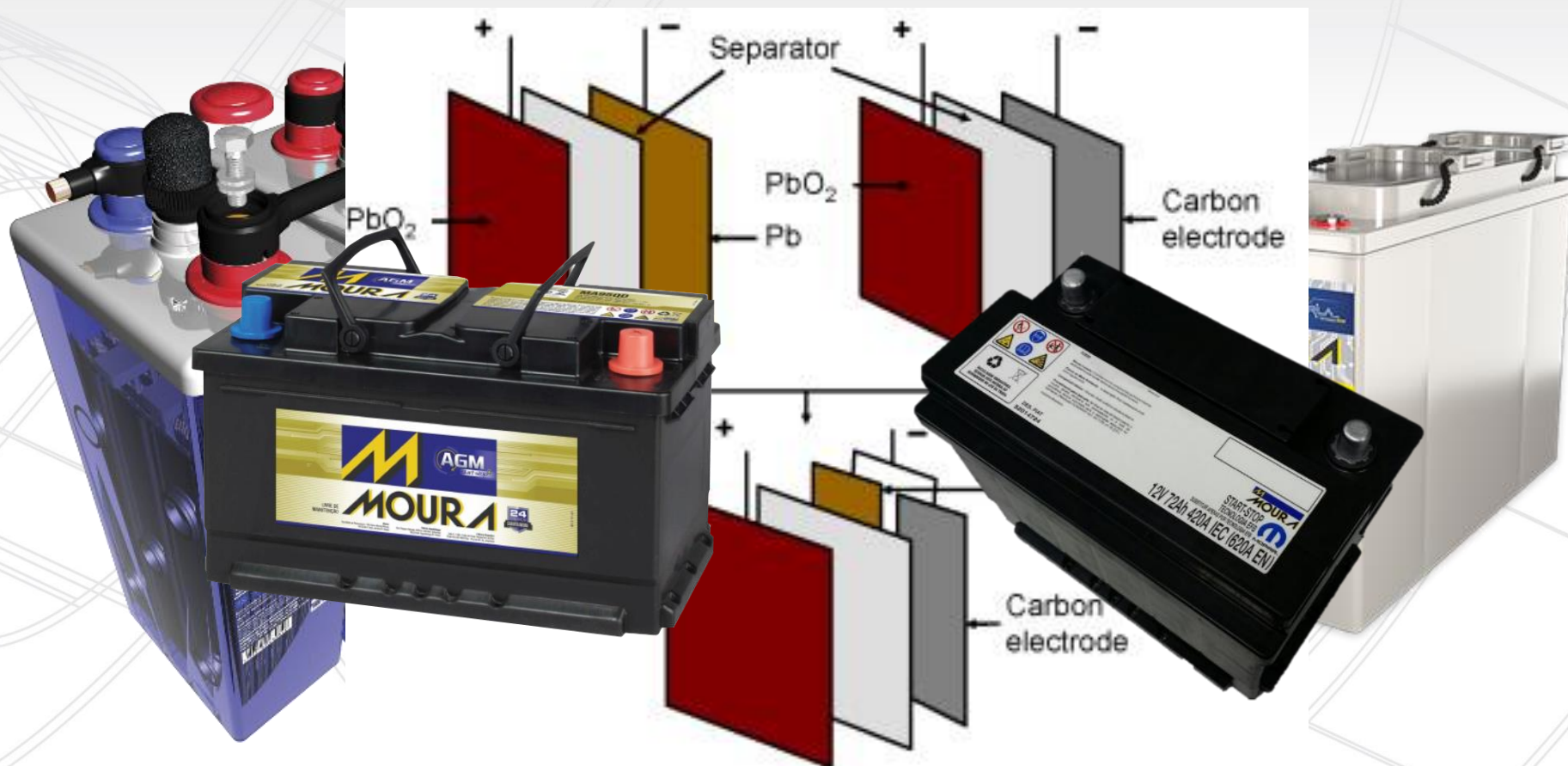
Vida (Nº Ciclos)



Custo do sistema

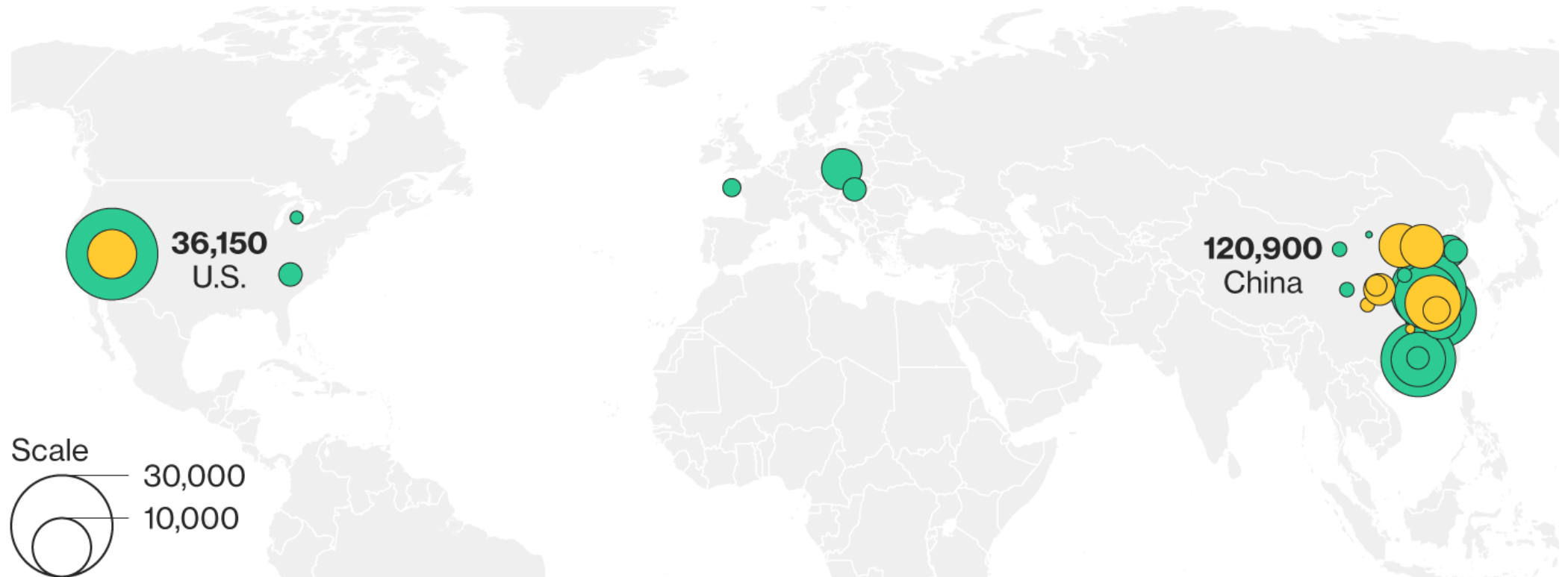


Tecnologias de armazenamento : Chumbo Carbono



Capacidade das Fábricas de Células de Lítio no Mundo

MWh capacity of manufacturing factories
■ Under construction ■ Announced

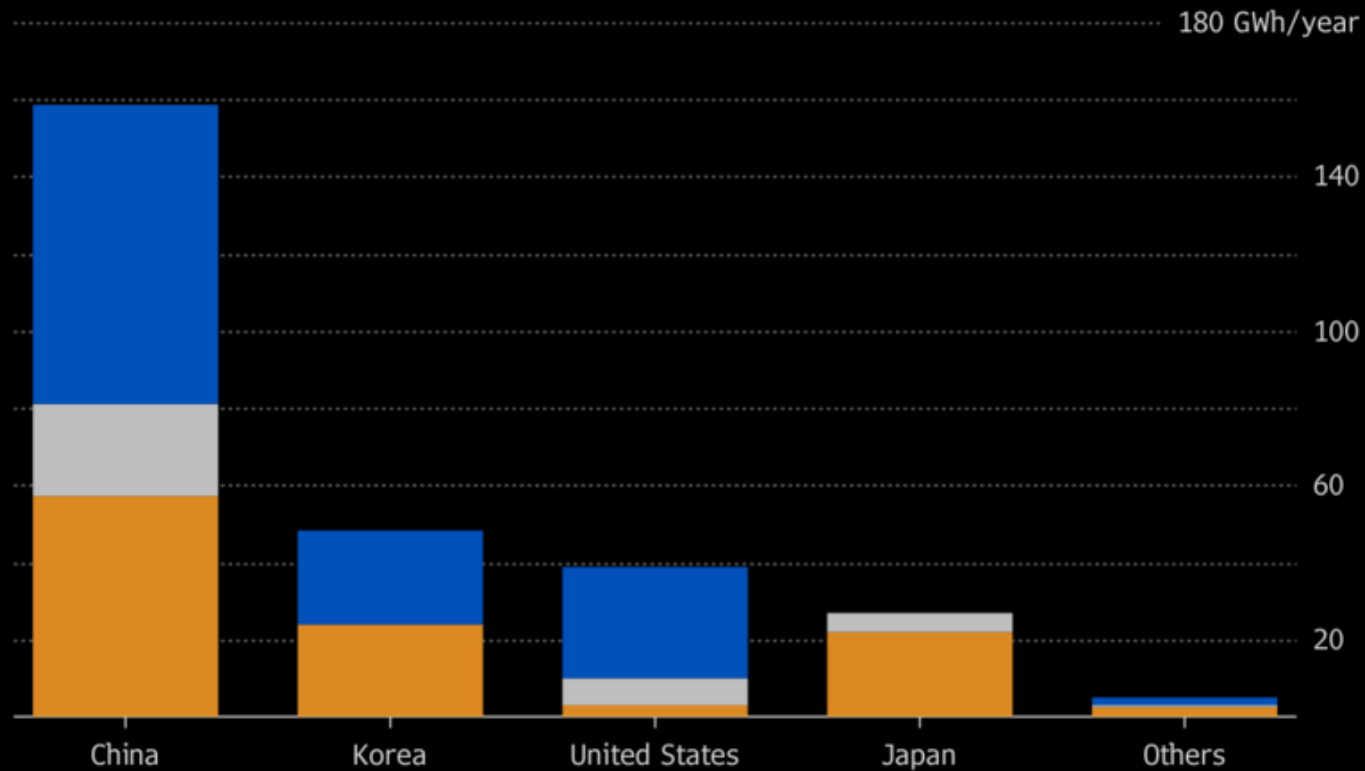


Source: Bloomberg New Energy Finance

China Dominating Batteries

Most of the world's lithium-ion batteries are made by companies based in China.

■ Commissioned ■ Under Construction ■ Announced

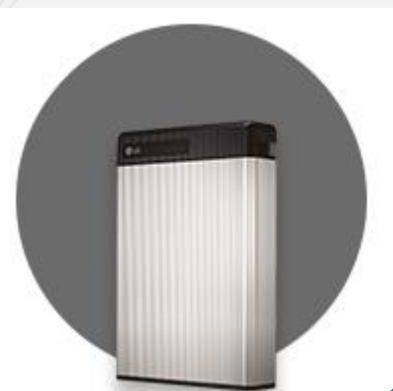


Source: Bloomberg New Energy Finance

Bloomberg



Célula



Pack



Módulo



Rack



ESS



Estrutura para suportar Desafios

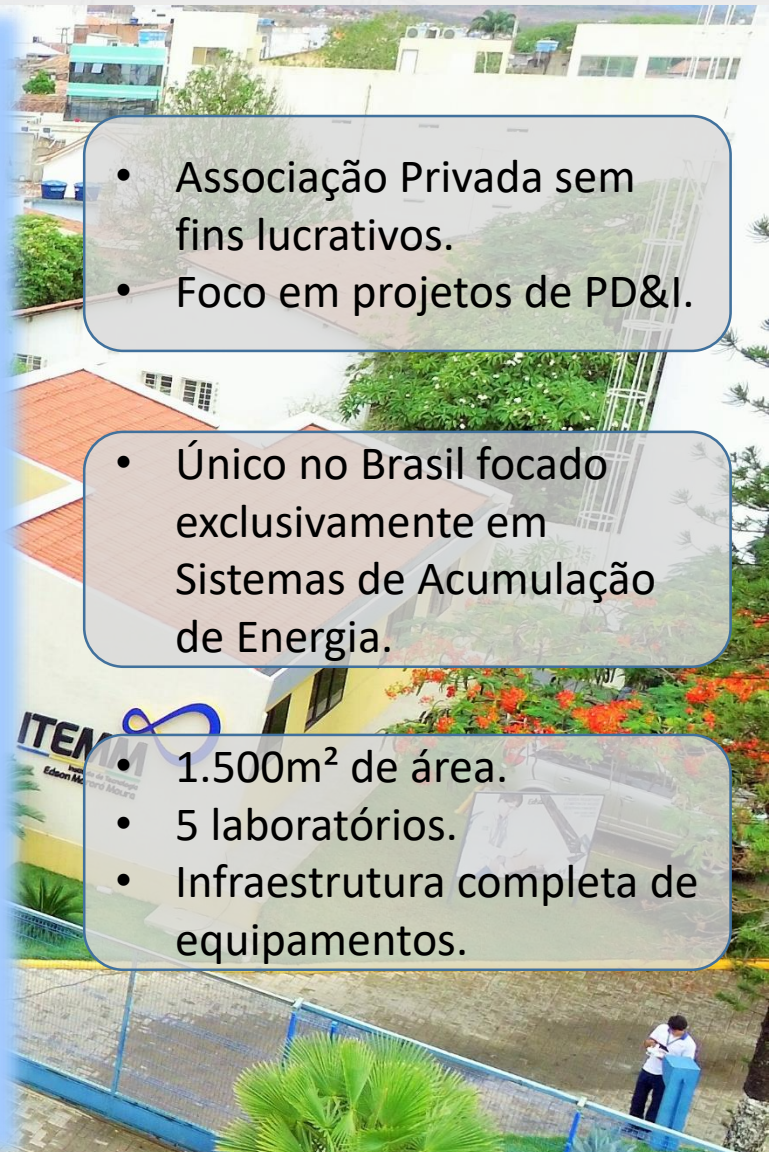
Estrutura ITEM



- Associação Privada sem fins lucrativos.
- Foco em projetos de PD&I.

- Único no Brasil focado exclusivamente em Sistemas de Acumulação de Energia.

- 1.500m² de área.
- 5 laboratórios.
- Infraestrutura completa de equipamentos.



**Hibridização /
Eletrificação veicular**

O grande desafio:

**BESS - Sistemas de
Armazenamento de
Energia em Baterias**



SISTEMA DE ACUMULAÇÃO DE ENERGIA

Laboratórios



Lab 1 - Laboratório de Ensaio Elétricos.



Lab 2 – Laboratório de Materiais e Prototipagem



Lab 3 – Laboratório de Ensaio Químicos



Lab 4 – Laboratório de Eletrônica do Battery Pack



Lab 5 – Laboratório xEV e Baterias Avançadas

The logo graphic consists of two interlocking loops, one blue and one yellow, forming a stylized infinity symbol or a continuous path. It is positioned to the right of the main text.

ITEMM

*Instituto de Tecnologia
Edson Mororó Moura*