



Smart
Energy

FIEE Smart Future



EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA



Conecte-se ao novo

Baterias

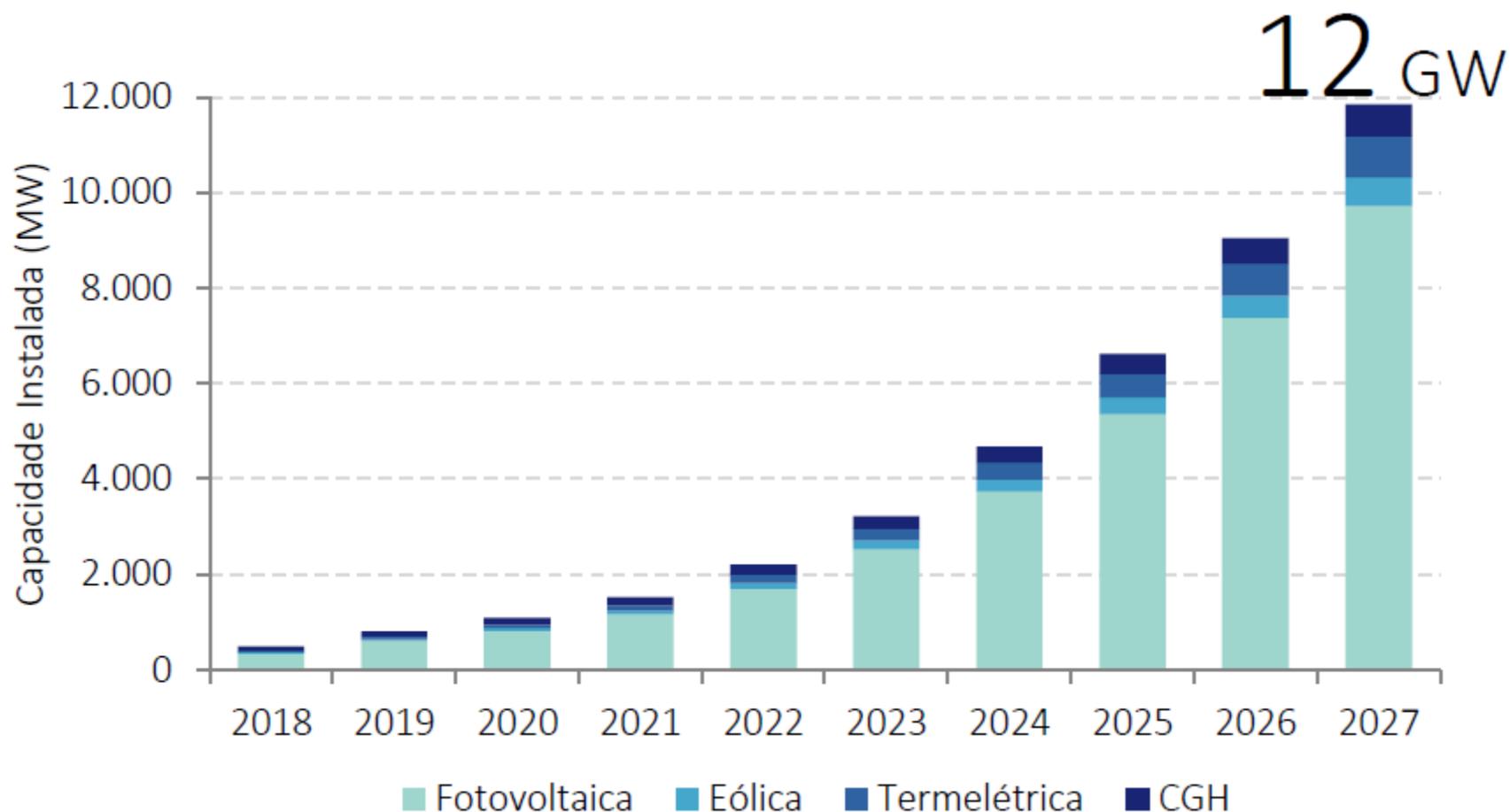
Tecnologias e Aplicação em GD

Raul Fernando Beck
Fundação CPQD

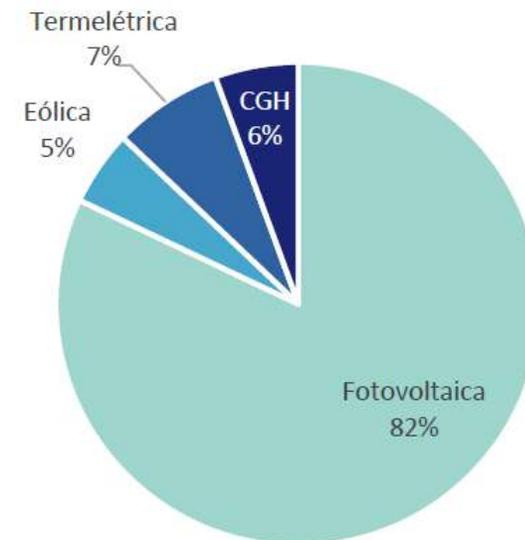
Jul/19

Projeção até 2027 da EPE para MMGD

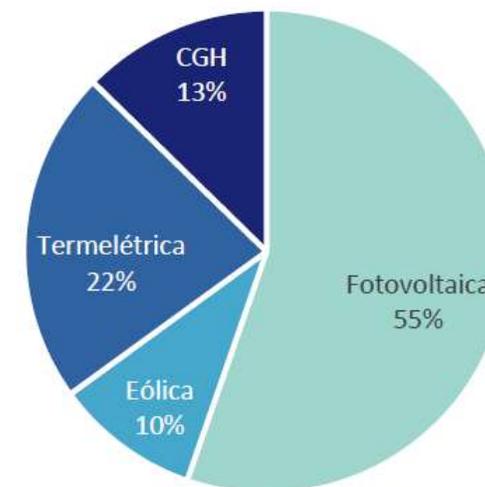
1,35 milhão de adotantes de Micro e Minigeração FV em 2027 com tarifa binômia (EPE – Plano Decenal de Expansão de Energia 2027)



Capacidade Instalada em 2027

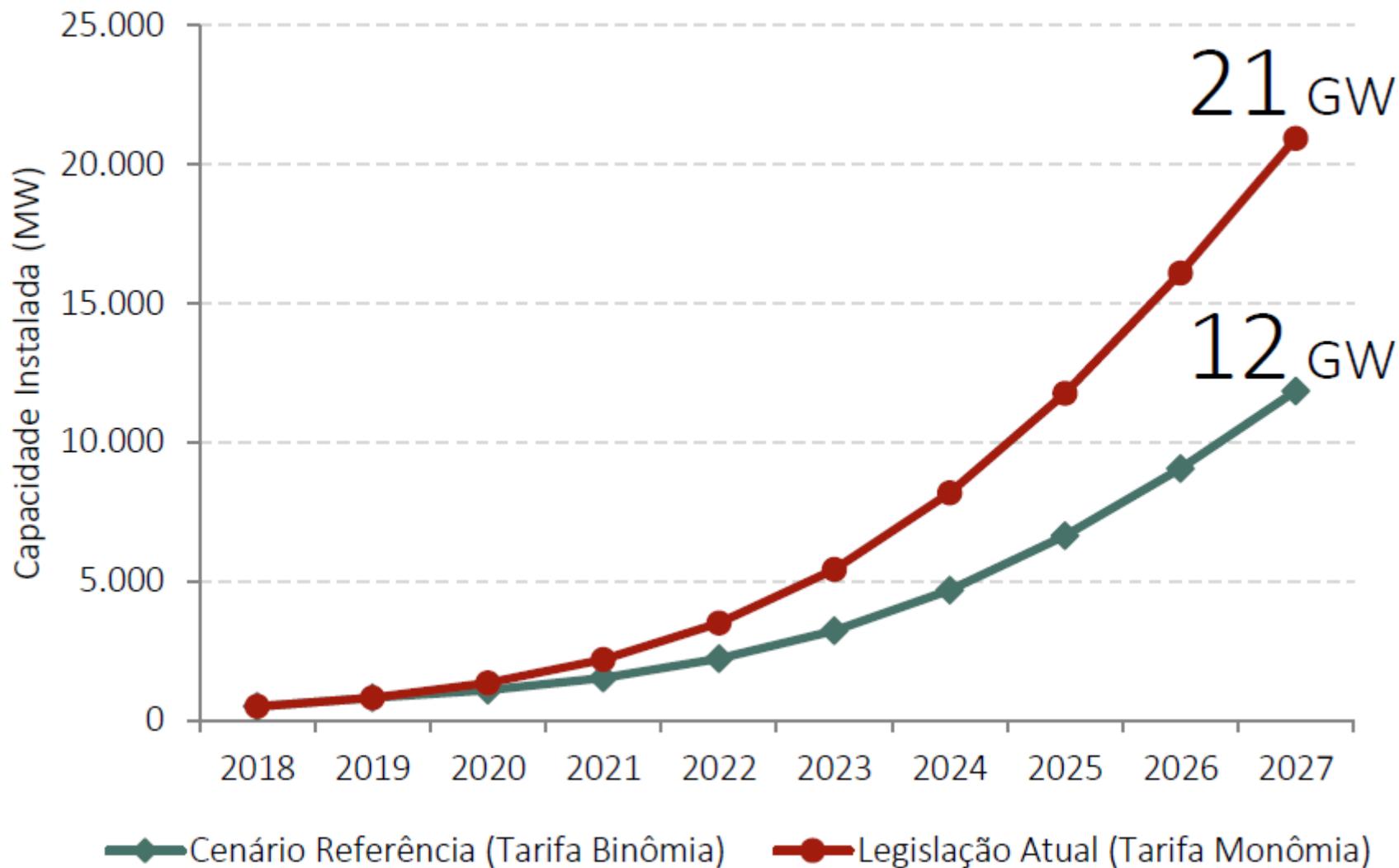


Energia Gerada em 2027

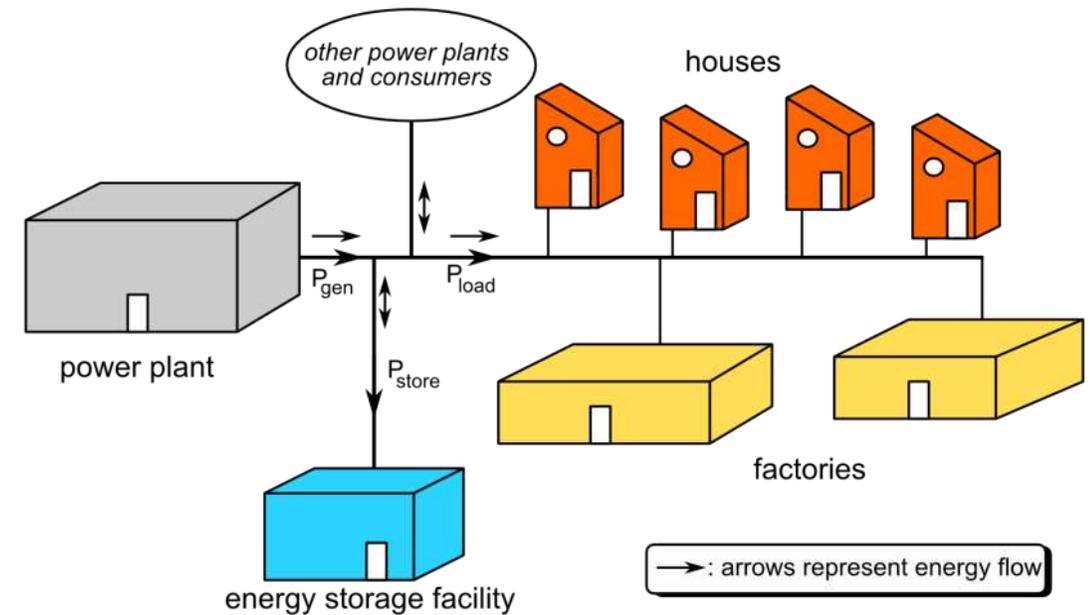
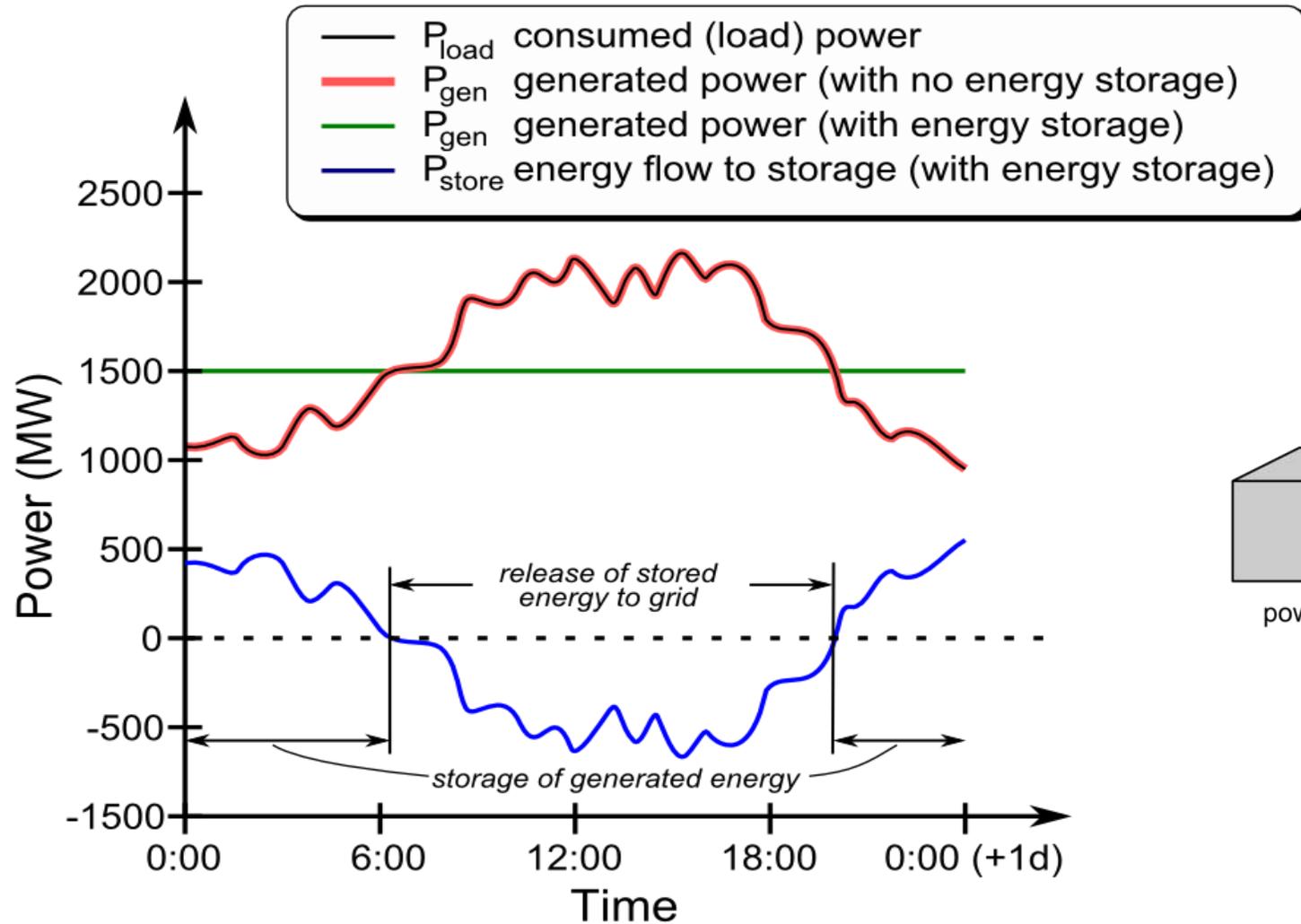


Projeção até 2027 da EPE para MMGD

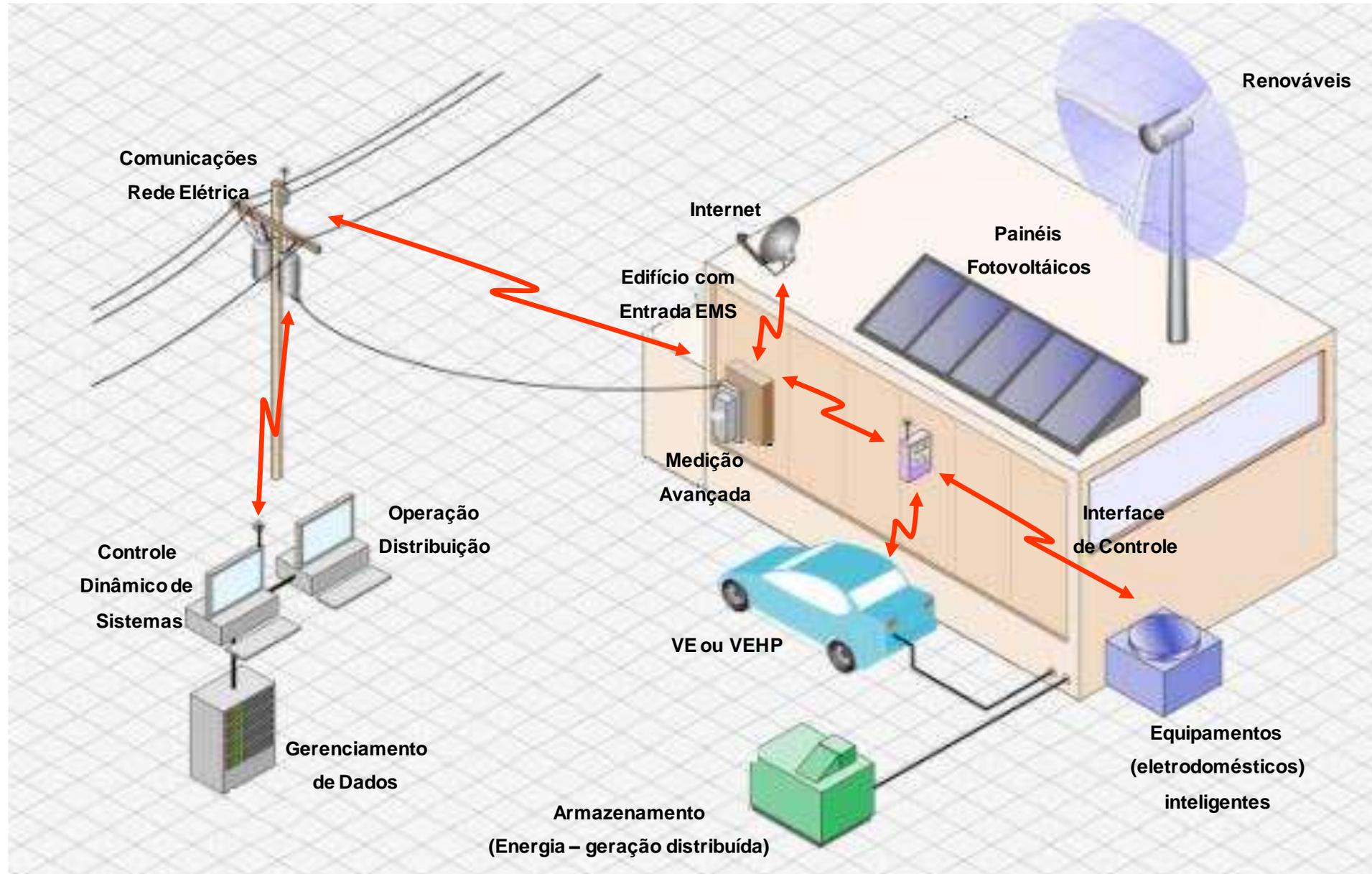
Gráfico 9-18 - Efeito da Tarifa Binômia na projeção dos micro e minigeradores



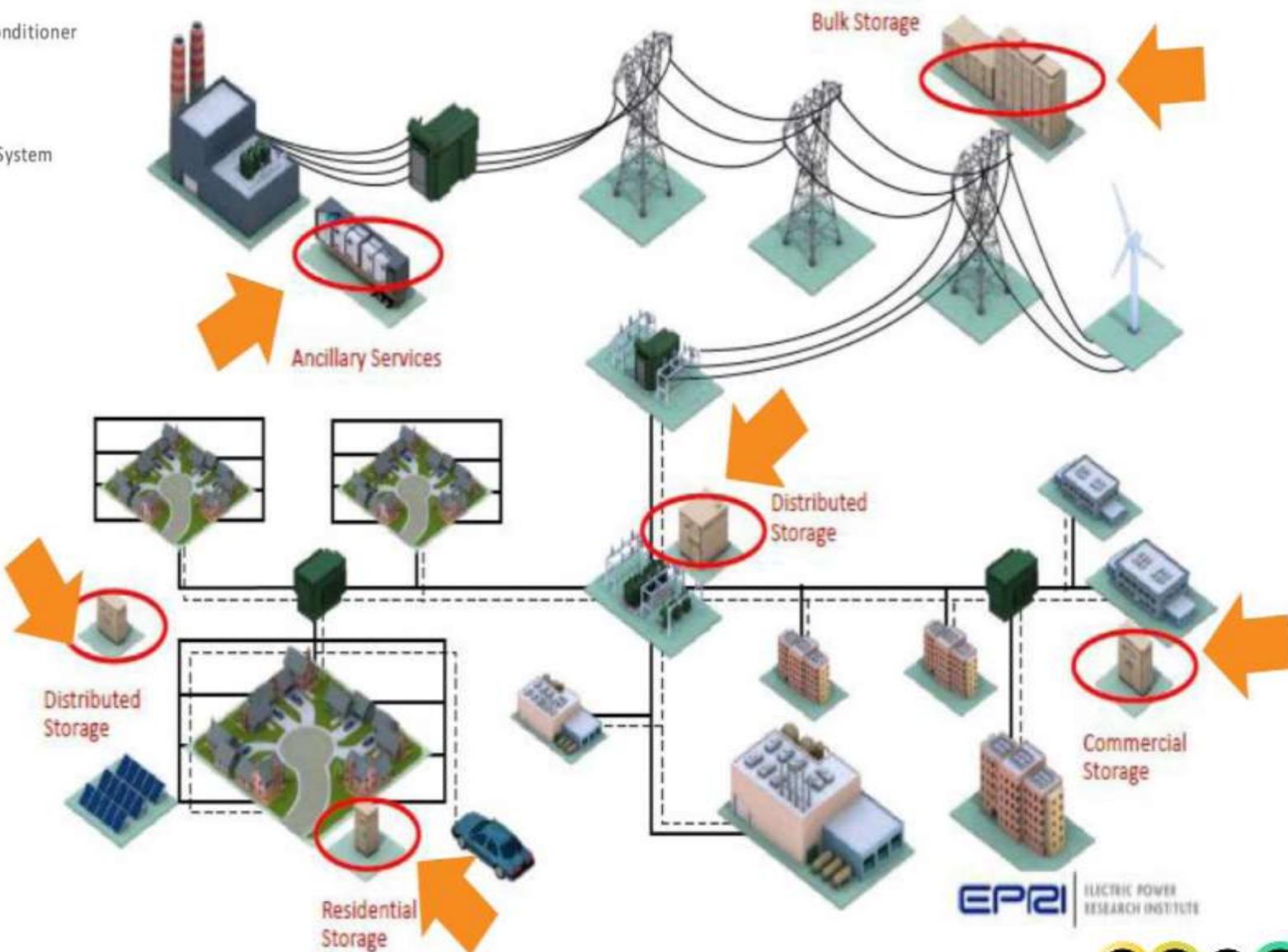
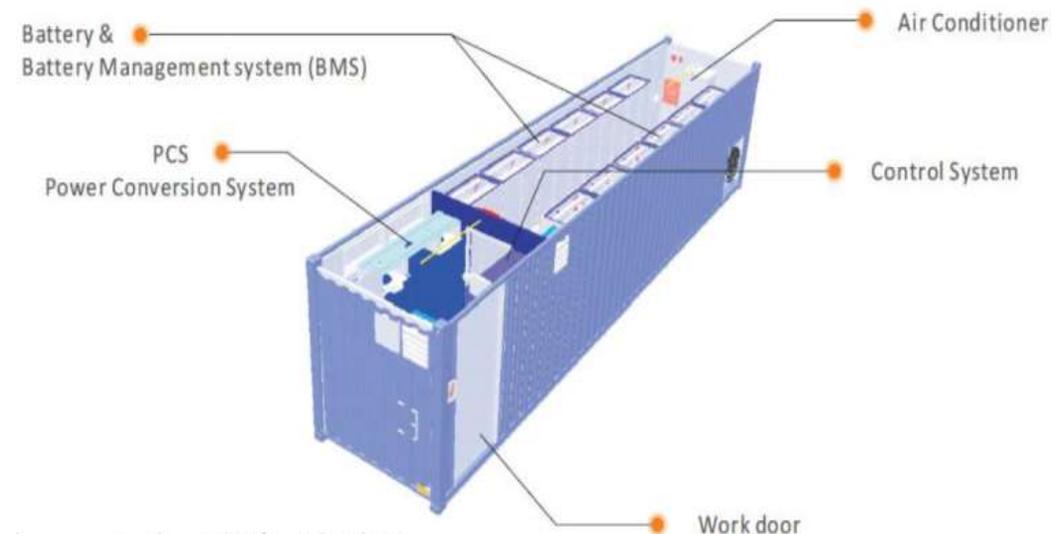
BESS (*Battery Energy Storage System*) no grid



MMGD e Smart-Grid

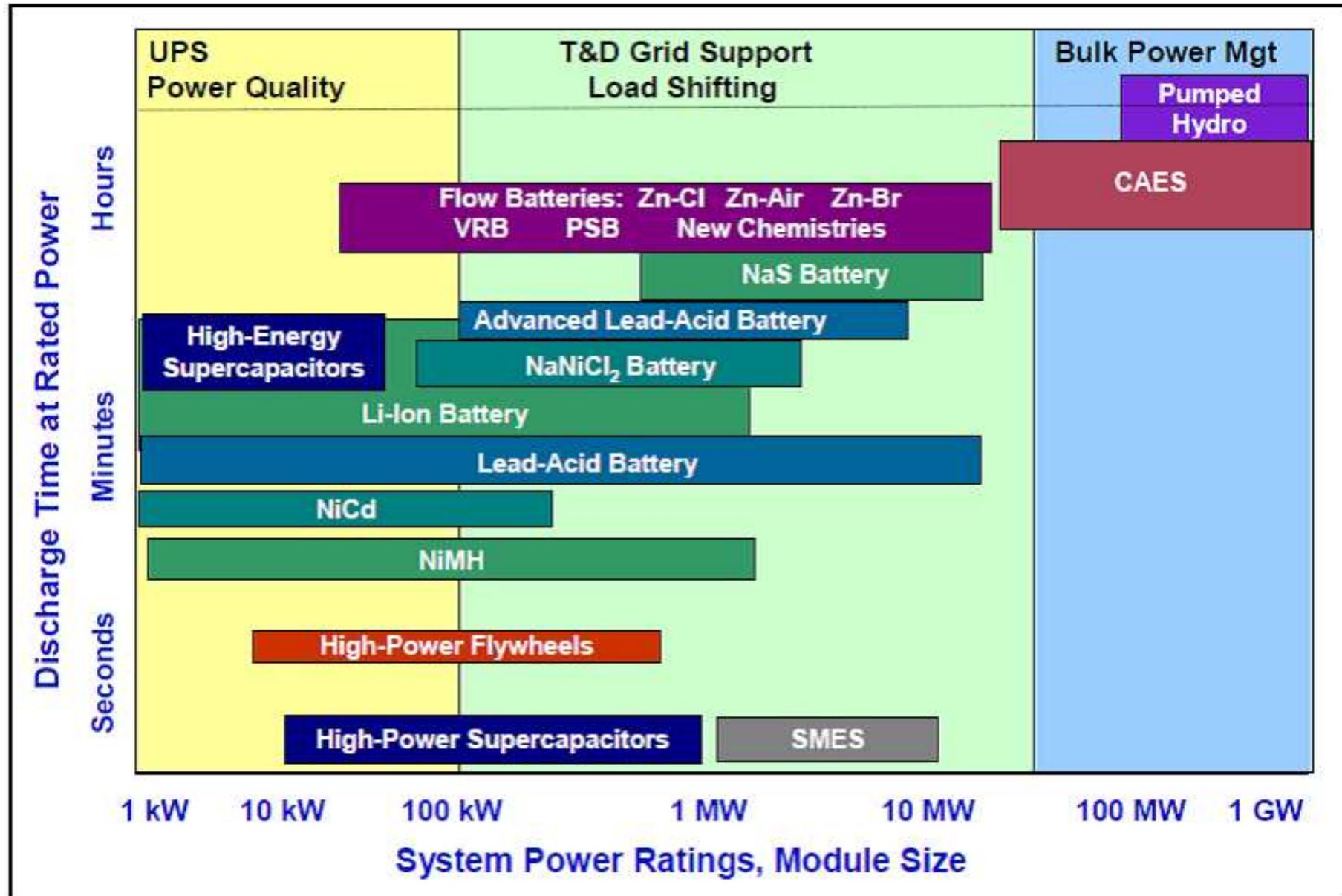


ESS no setor elétrico

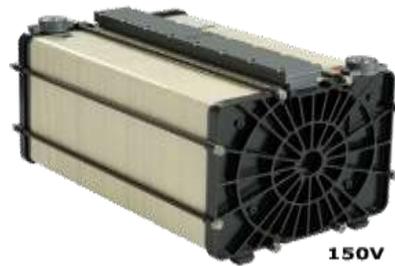
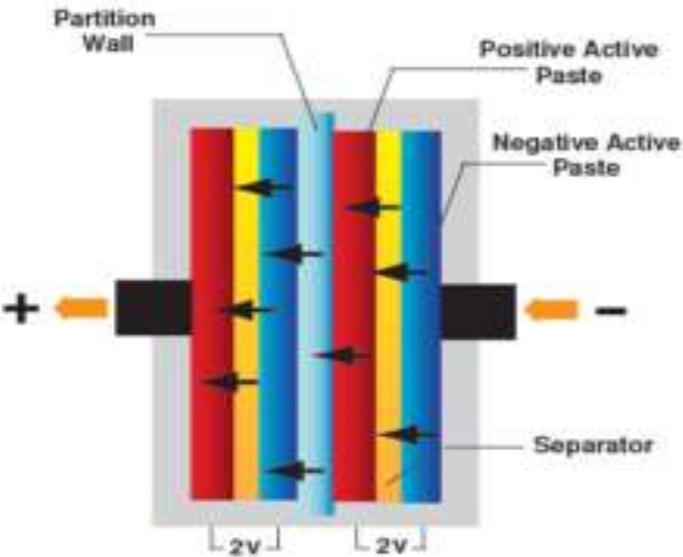


Armazenagem na geração	10s MWh ~ 10s GWh	10s MW~10s GW
Transmissão – Subestação	MWh ~ GWh	MW ~ GW
Armazenamento Comunidade	10s kwh ~ 100kwh	10s kw ~ 100s kw
Consumidor final	Few kwh ~ 10s kwh	Few kw

Soluções de armazenamento de energia



Baterias chumbo-ácidas avançadas

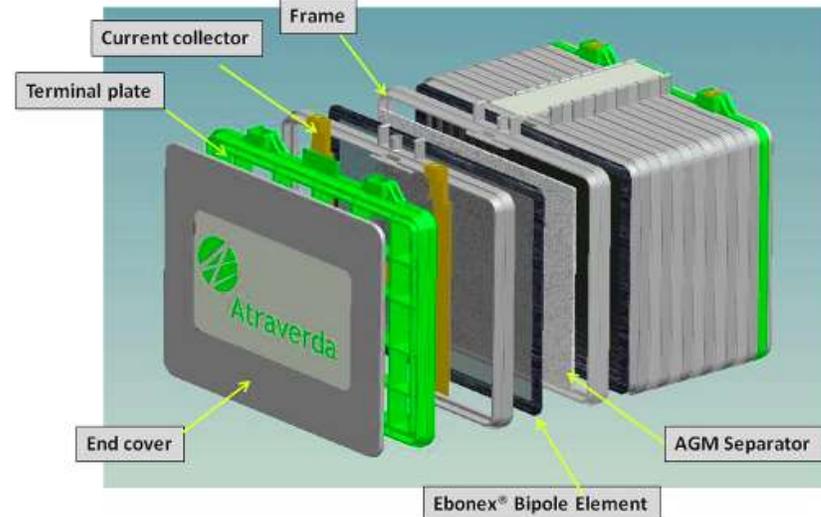


Bipolar 4V

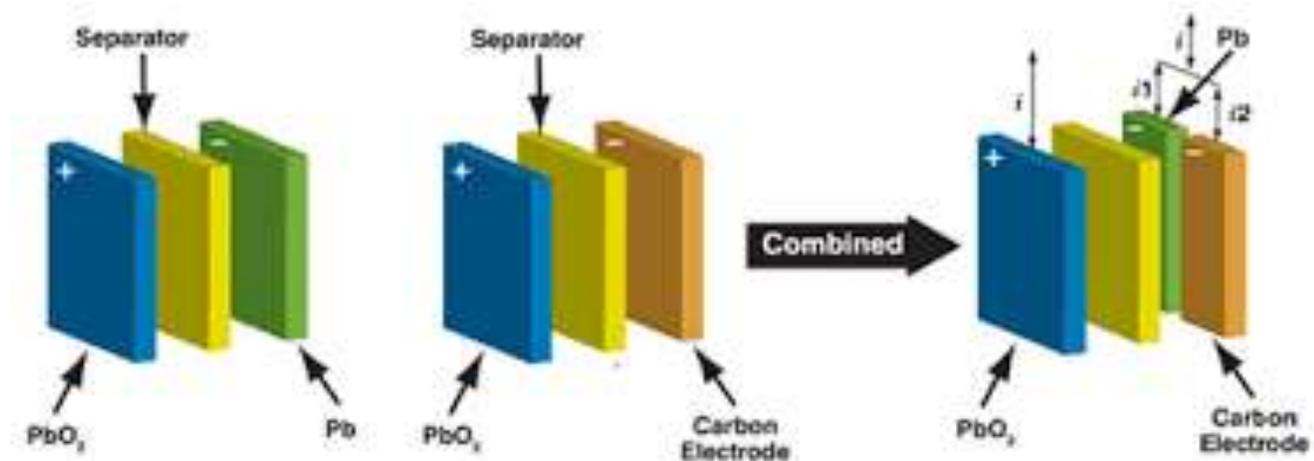
150V

Bipolar design elements

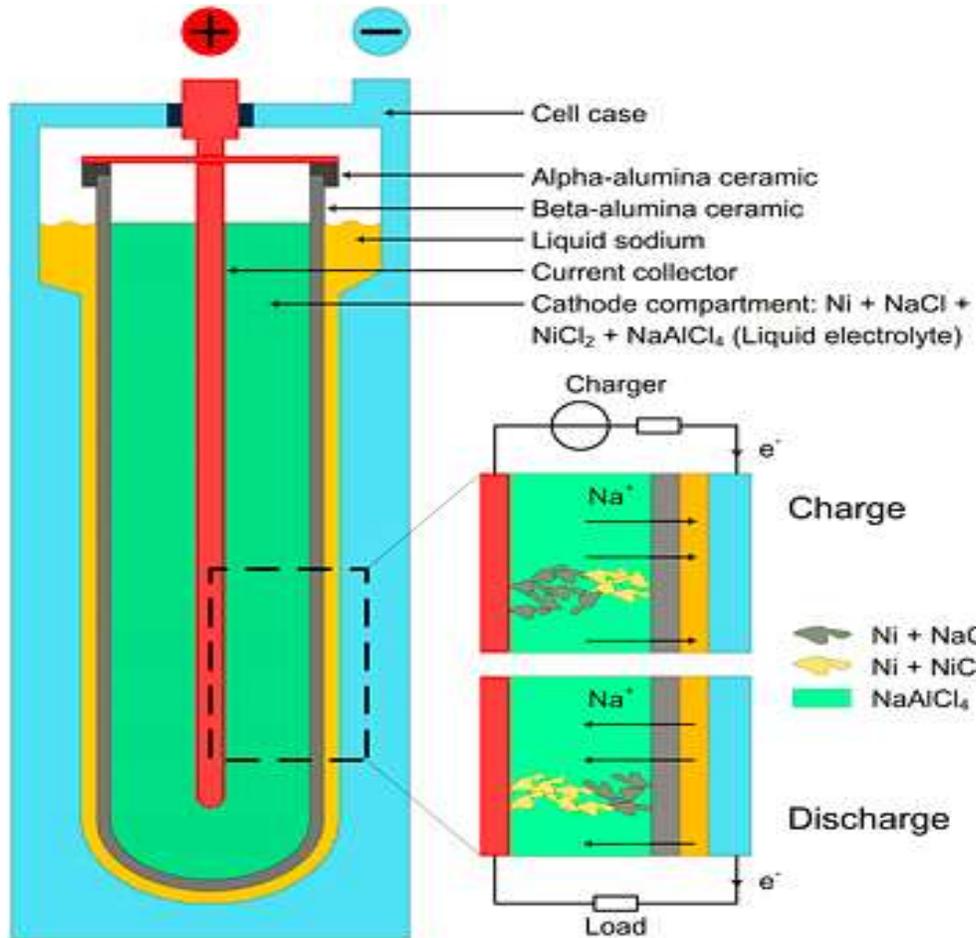
Bateria Bipolar



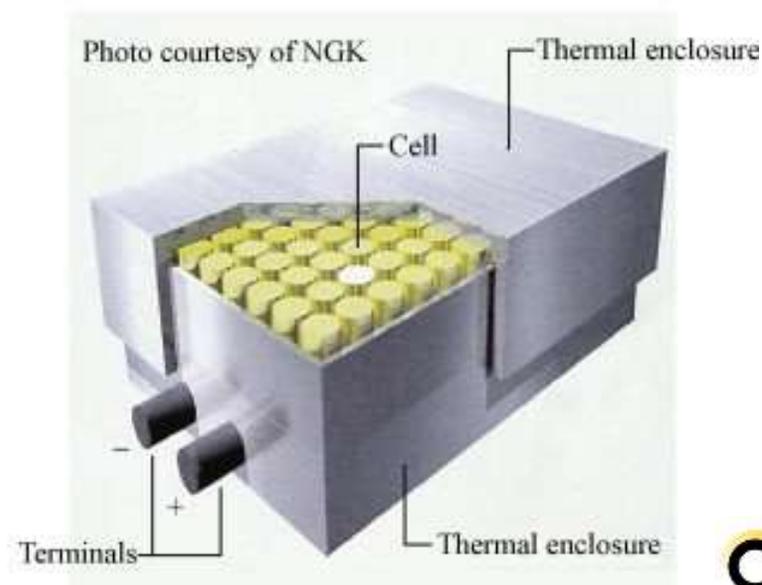
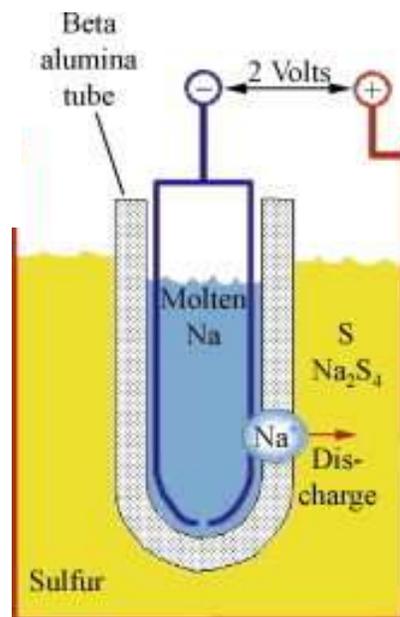
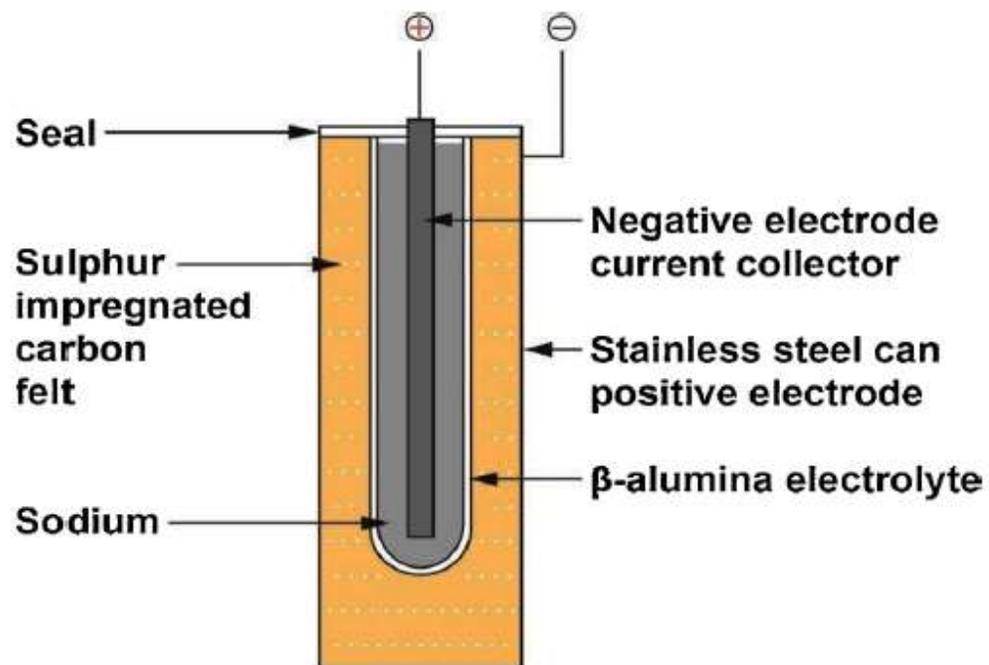
Bateria Chumbo-Carbono



Bateria de sódio-níquel (NaNiCl)



Bateria de sódio-enxofre (NaS)



Bateria de lítio-íon (LiB)

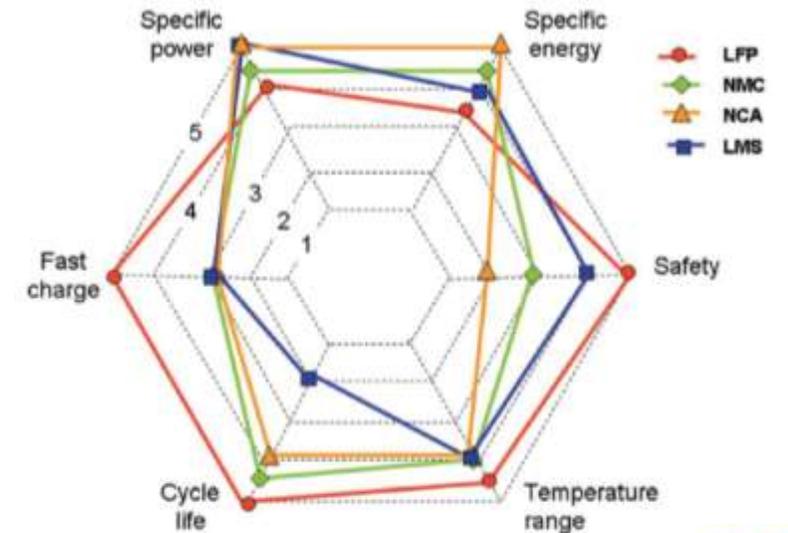
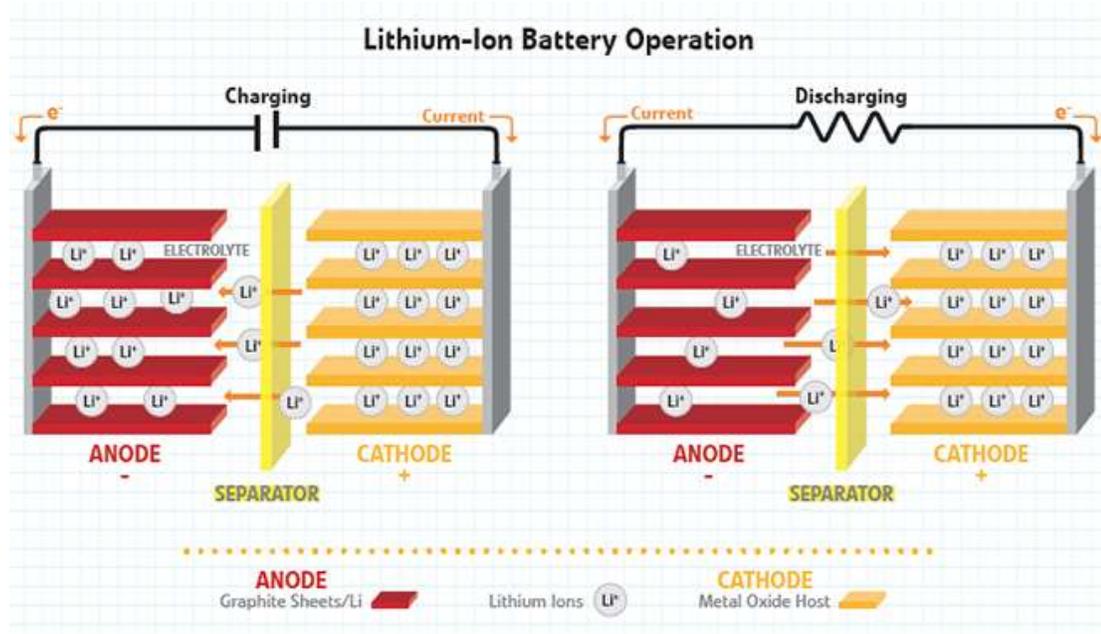
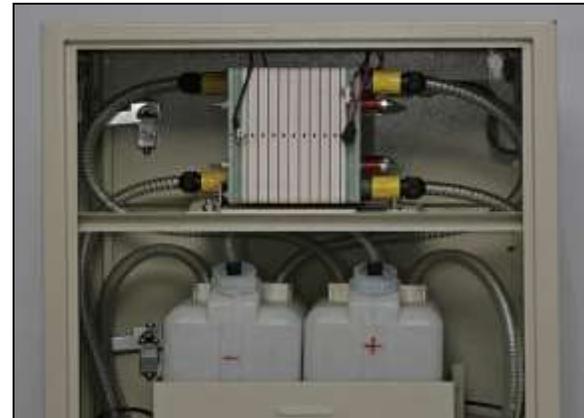
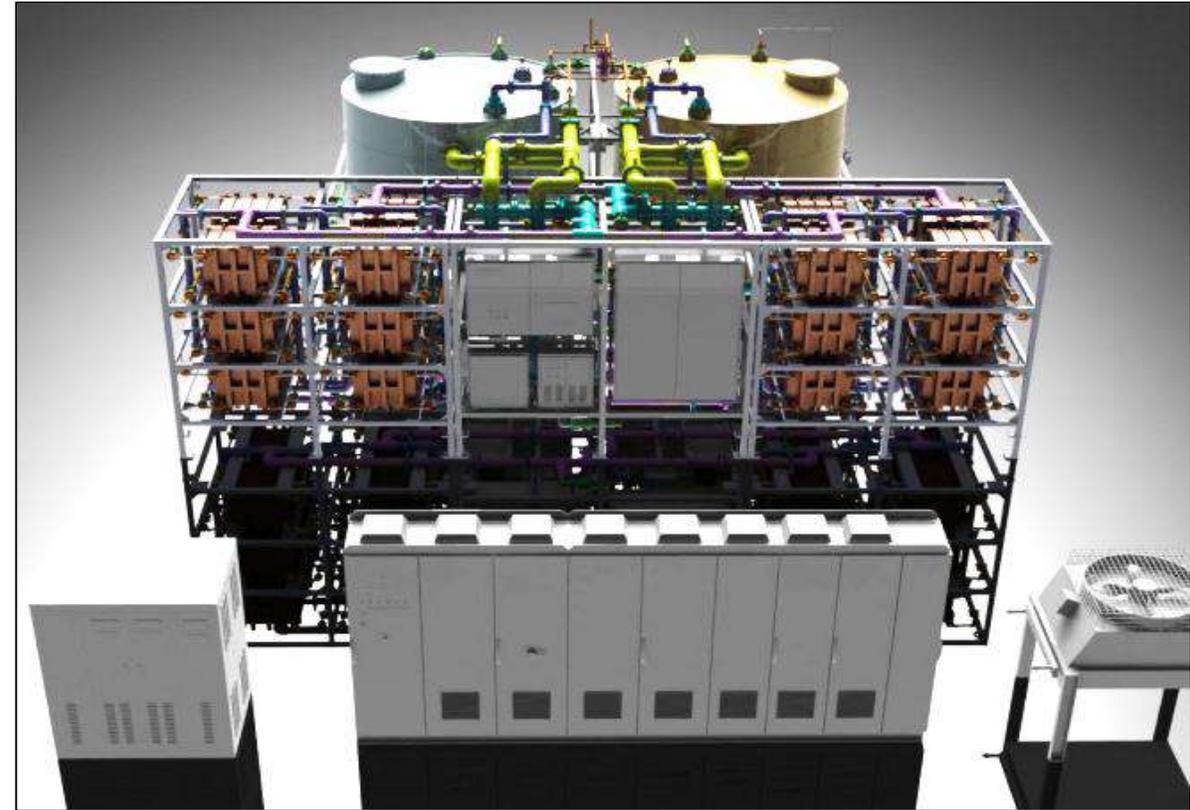
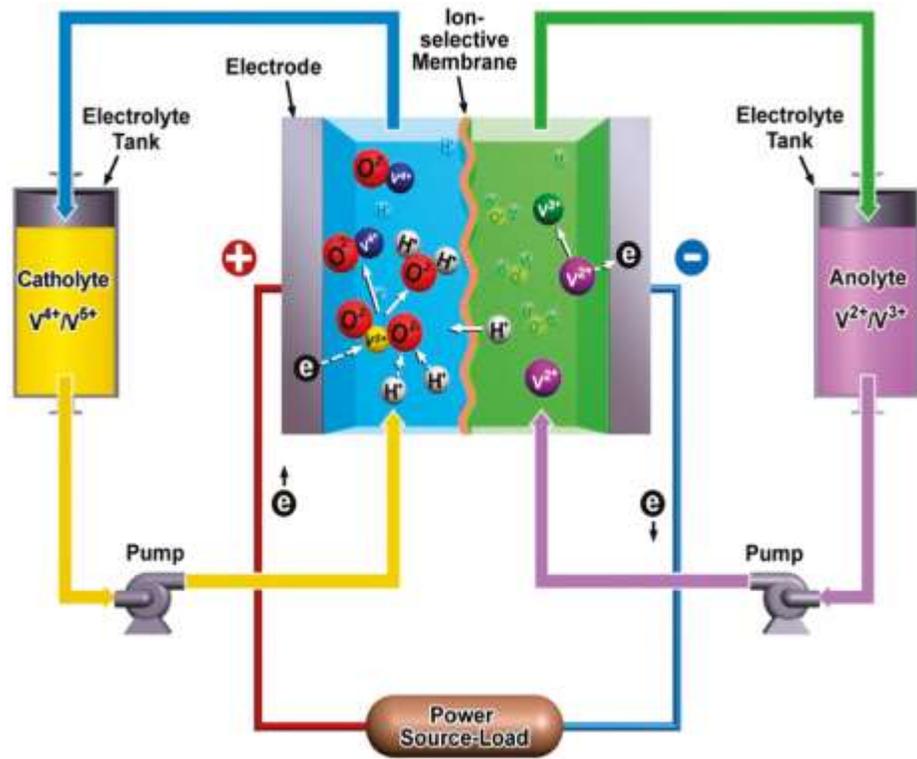


Figure 5: Comparison of the parameters for different LiB types [1]

Bateria de fluxo de vanádio (VRB / VFVB)

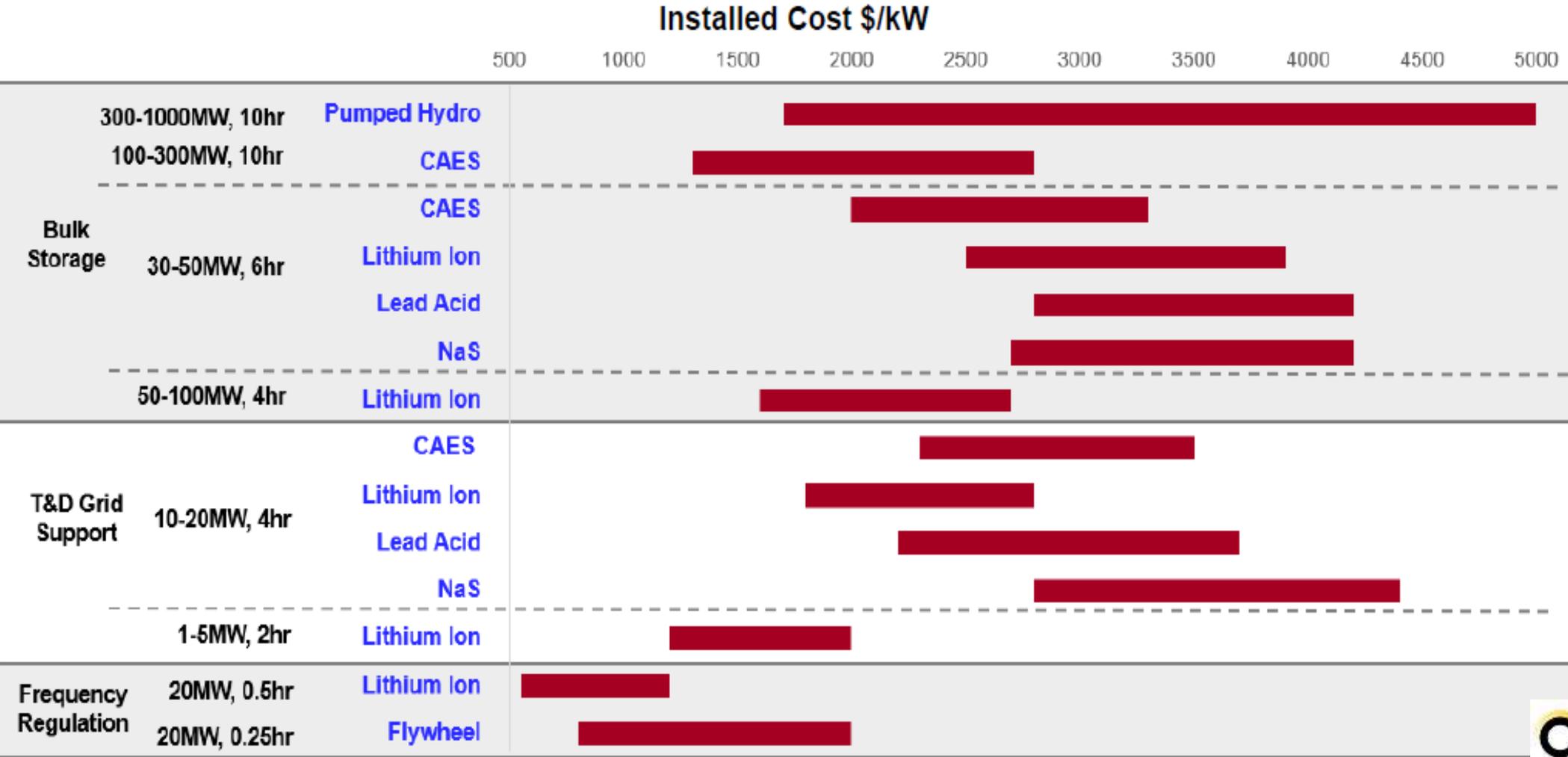


Comparativo das tecnologias de bateria

Bateria	Pb-ácida VRLA	Na/NiCl ₂	NaS	Lítio-íon	Fluxo Vanádio
Tensão nominal (V)	2,0	2,6	2,0	3,2 a 3,8	1,4
Densidade de energia (Wh/kg)	25 a 50	90 a 150	150 a 240	100 a 250	10 a 20
Temp. de operação (°C)	-10 a +40	-30 a +60	-30 a +60	-25 a +45	+10 a +40
Eficiência (%)	80 a 85	82 a 91	85 a 90	90 a 95	60 a 74
Vida cíclica (ciclos)	500 a 2.000	+4.500	+4.000	+5.000	+10.000
Vida projetada (anos)	10	+10	15	+15	10 a 15

Custos das tecnologias (2017)

Energy Storage Installed Cost Summary: 2017

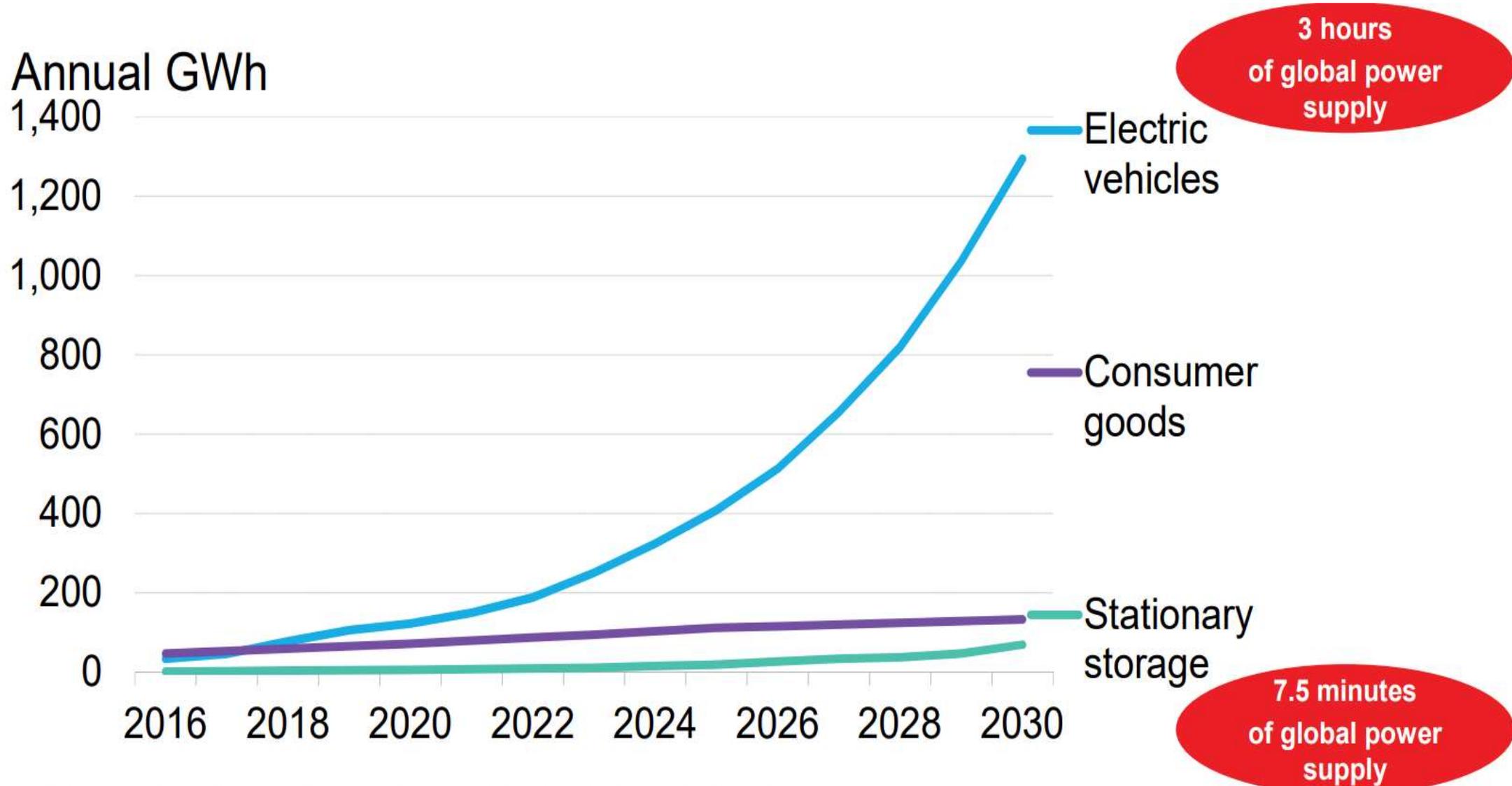


Projeção do preço da bateria de lítio até 2030

- Queda de 70 % entre 2010 e 2017
- Previsão de queda de mais 70 % entre 2017 e 2030



Evolução da demanda de LiB até 2030

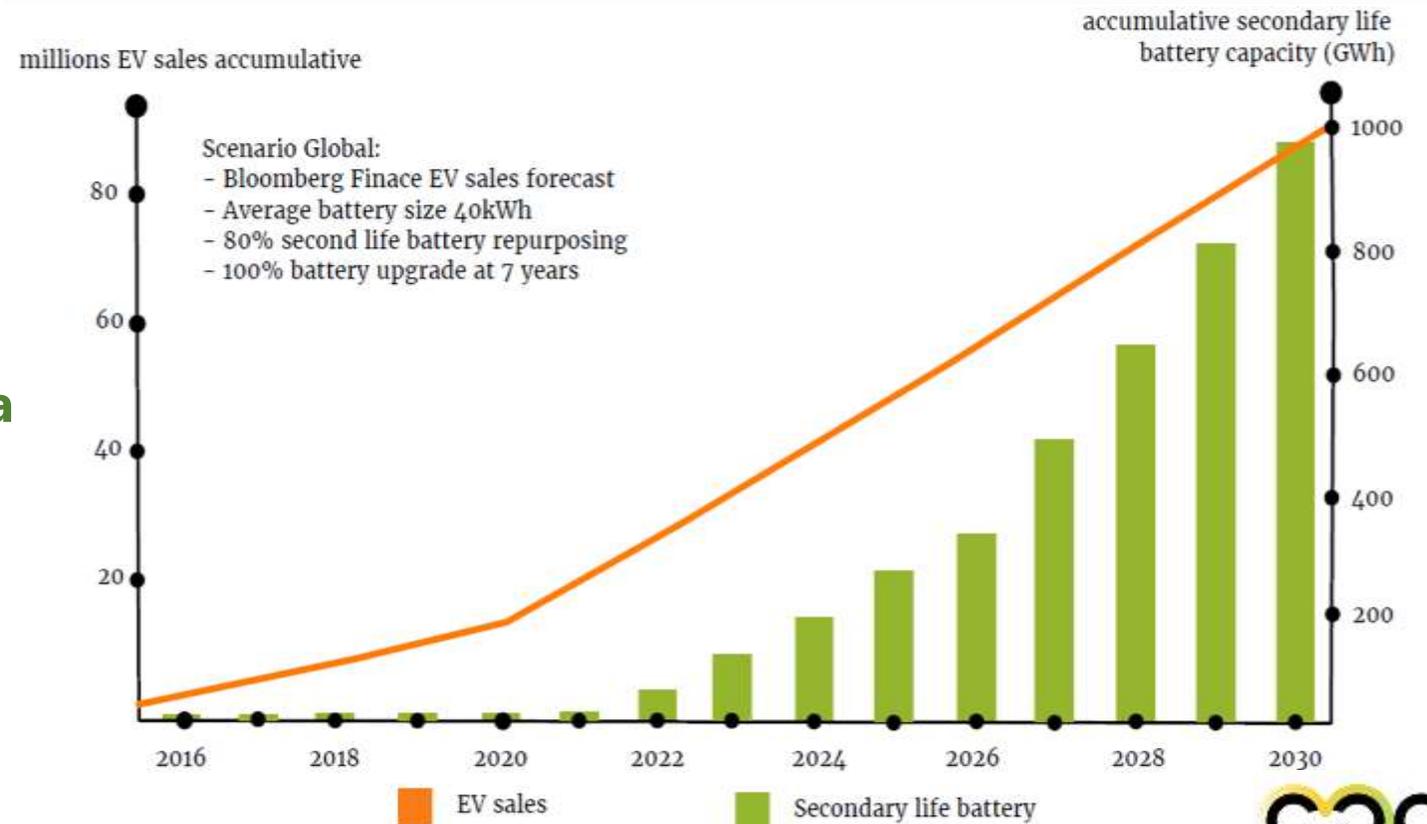


Source: Bloomberg New Energy Finance. Note: Assumes 100% of stationary is lithium-ion.

Projeções sobre armazenamento

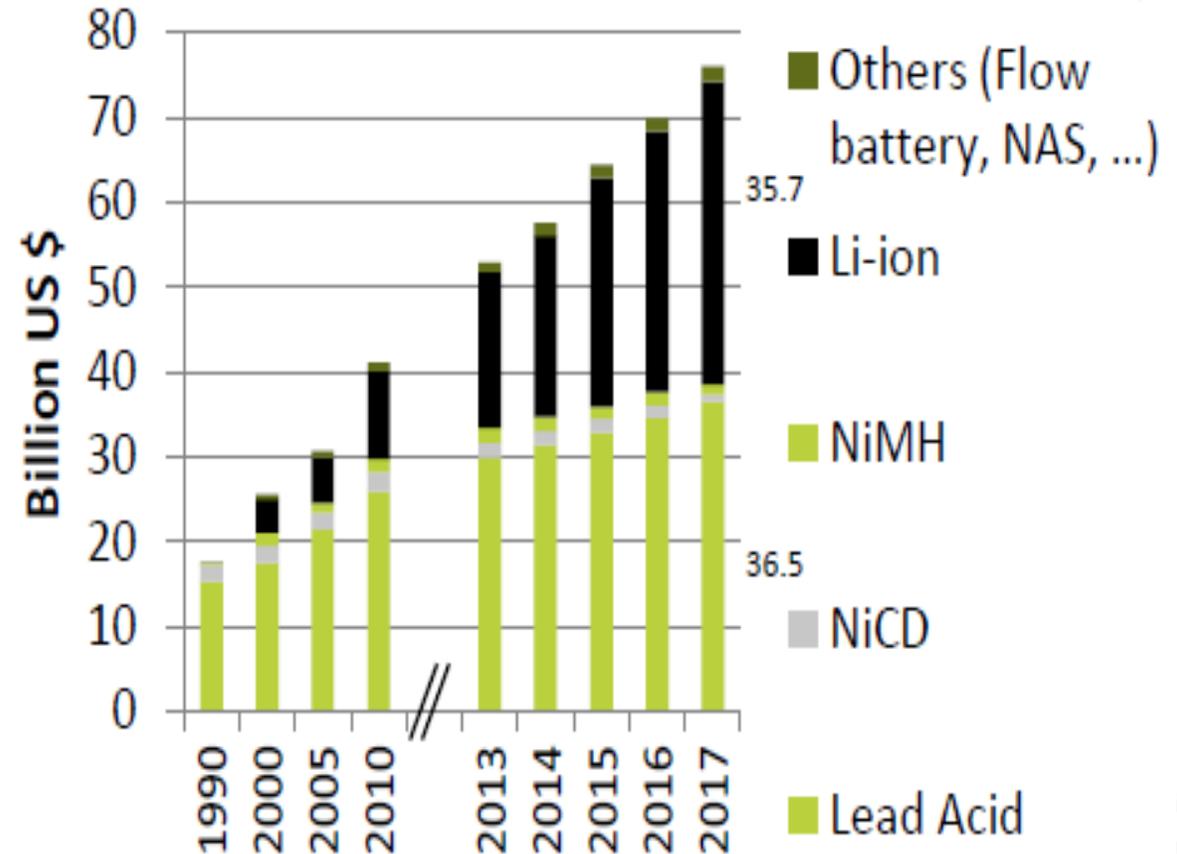
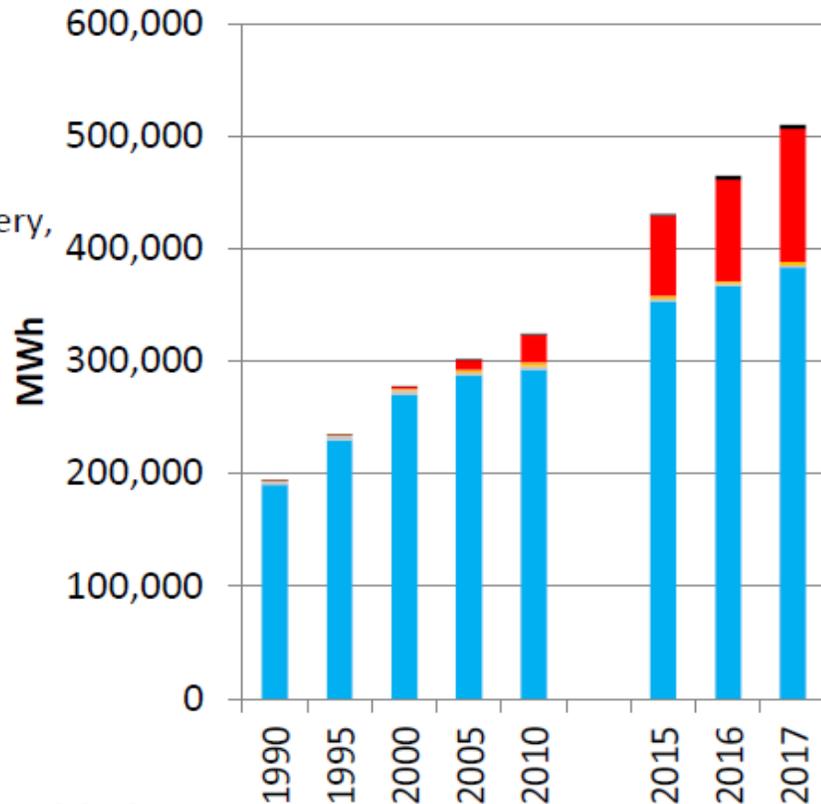
- A **bateria** de tração é o principal **custo** do VE (**30 ~ 45%** do valor total).
- Após **fim de vida útil automotiva (80% da capacidade nominal)**, sua capacidade energética ainda é bastante considerável e suficiente para um segundo uso em aplicações menos estressantes.
- Estima-se que até **2025** haverá **230GWh** de capacidade instalada acumulada em **baterias de segunda vida**. Para 2030, esse número é quatro vezes maior.

Vendas globais acumuladas de VEs e capacidade de bateria de segunda vida

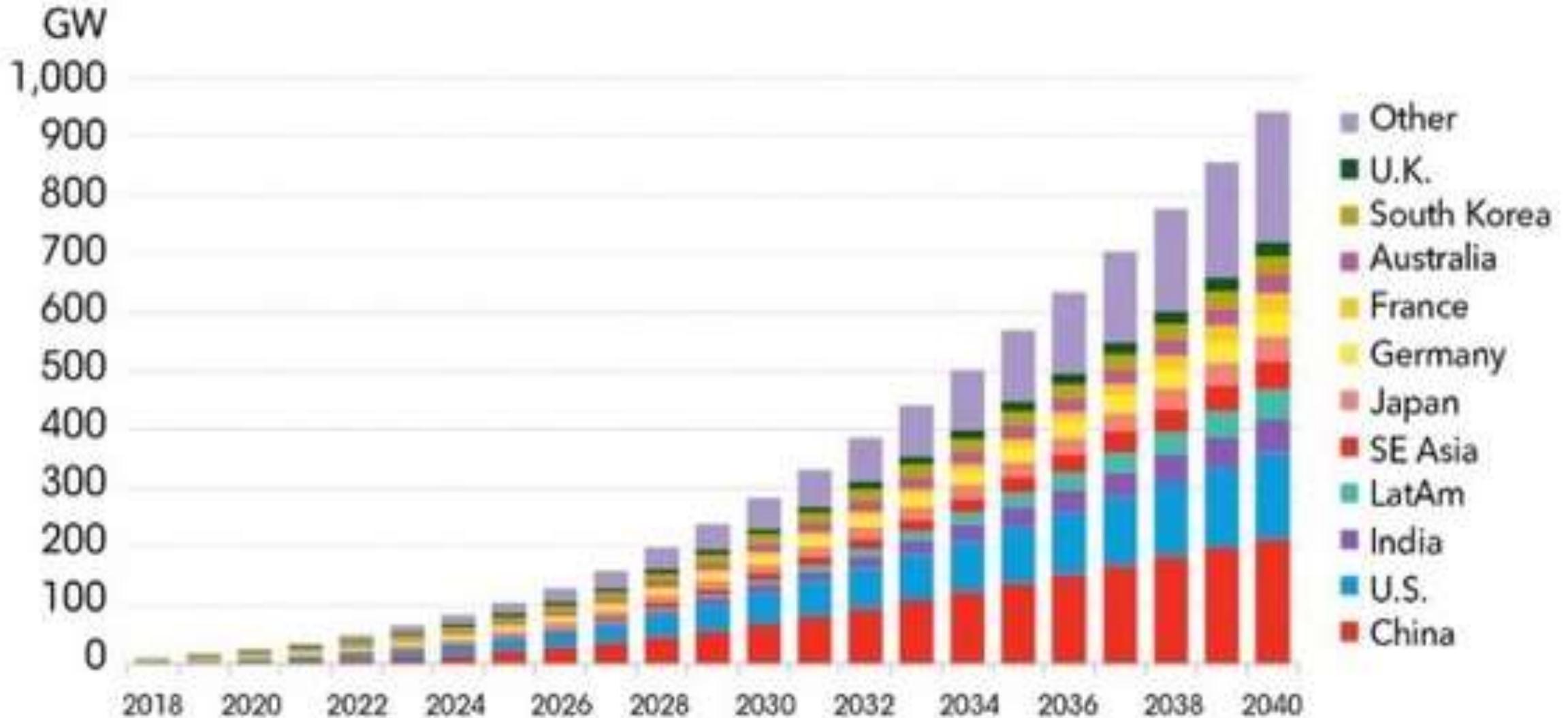


Mercado global de baterias - Market share

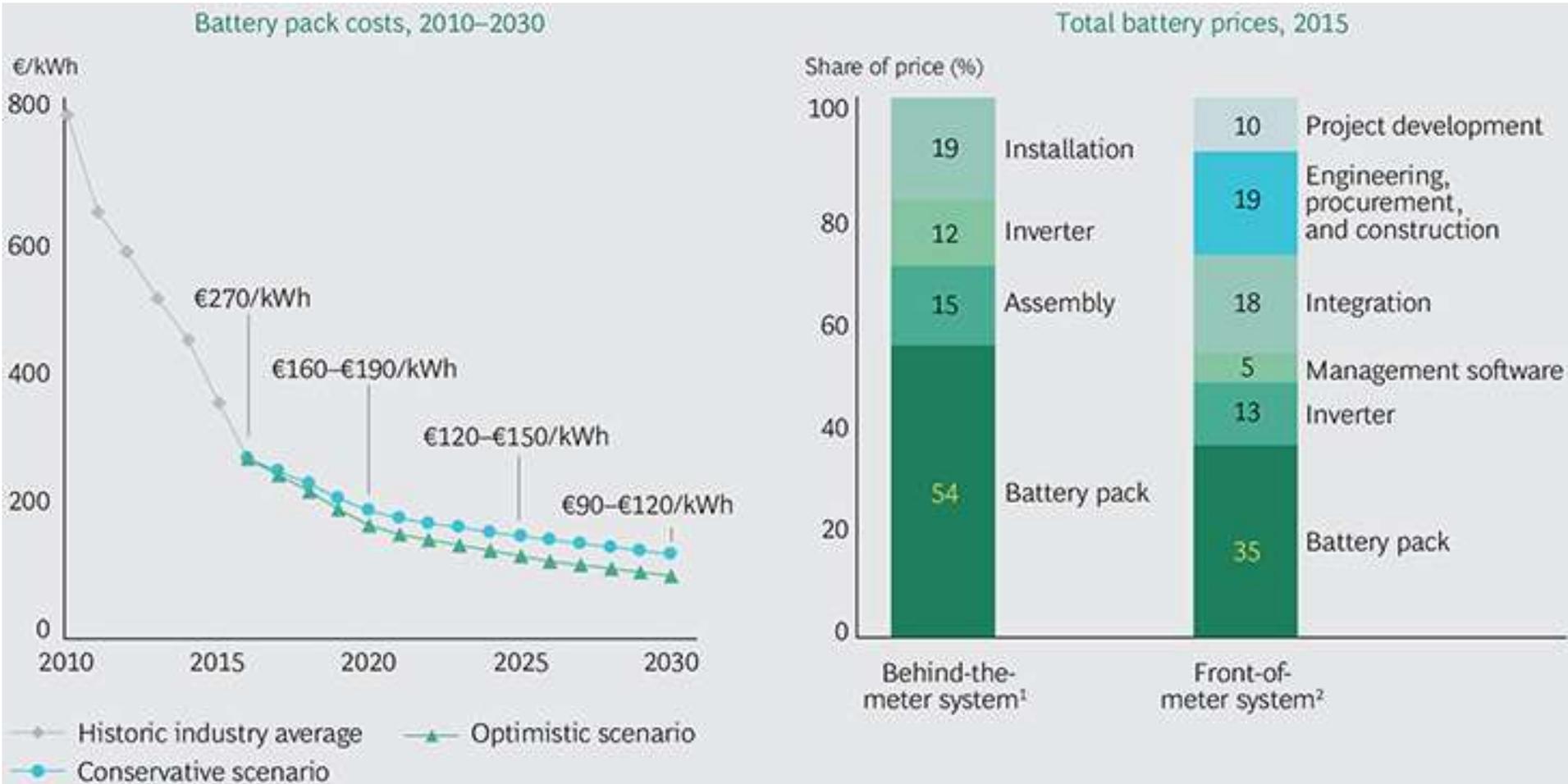
- Chumbo-ácida (PbA): ainda possui o maior Market Share global em capacidade (~ 80 % em MWh)
- LiB: maior taxa de crescimento e maior parte dos investimentos industriais ($CAGR_{2010-2017} = +26\%$)
- Mercado de US\$ 75 bilhões em 2017 (nível Pack) → LiB = PbA em US\$
- LiB: US\$ crescimento médio de 9 % ao ano (2010-2017)



Projeção do crescimento de BESS



Custos das LiB no armazenamento



Sources: GTM Research; BTM Navigant; Bloomberg New Energy Finance; press search; Nykvist and Nilsson, "Rapidly Falling Costs of Battery Packs for Electric Vehicles," *Nature Climate Change*, March 23, 2015; BCG analysis.

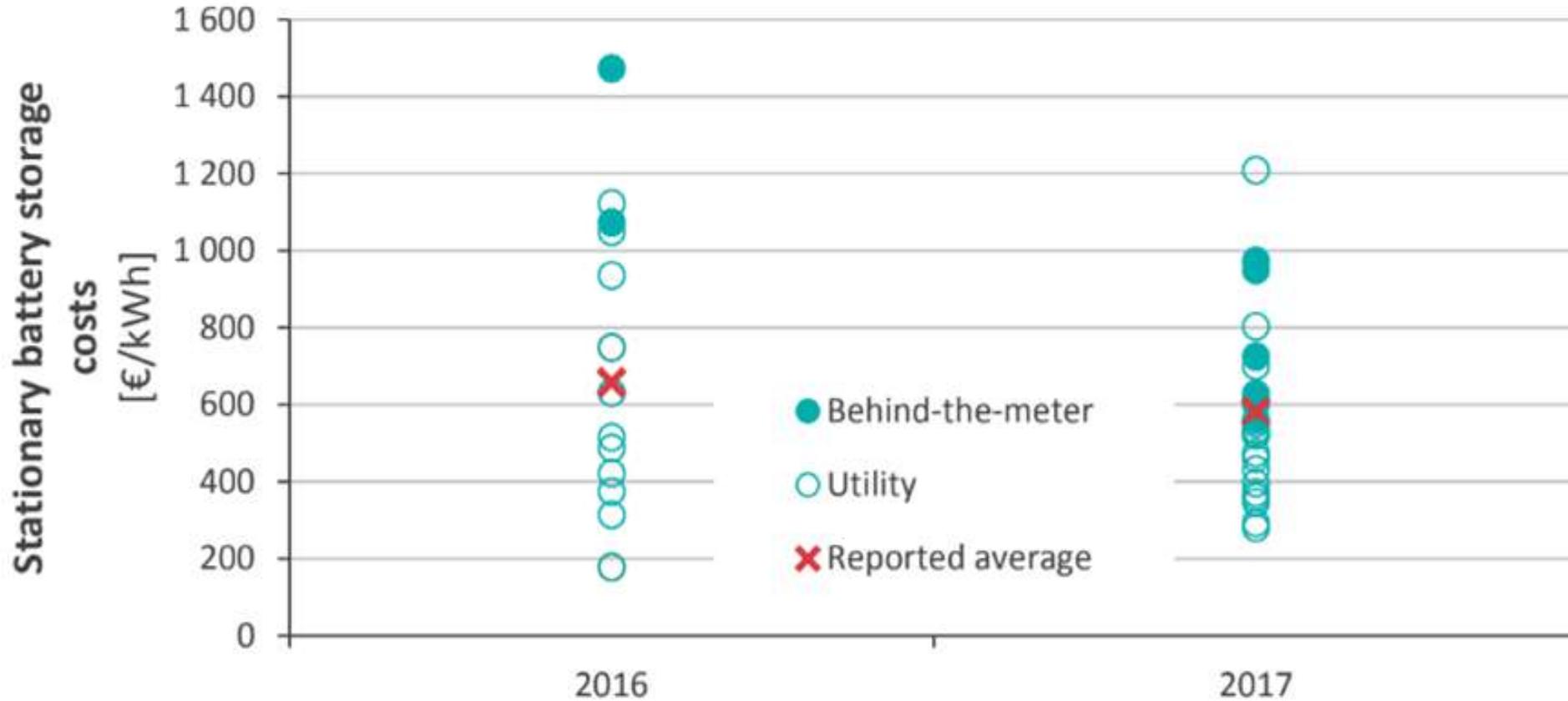
Note: Battery costs assume a constant exchange rate of €0.891 per \$. The conservative scenario assumes an annual decline in costs of 6% after 2020; the optimistic scenario assumes an annual decline in costs of 8% after 2020.

¹Pricing is based on a 7 kWh system for residential use; the battery pack includes cell replacement costs after 10 years (given a 50% cost reduction spread over the 10-year period).

²Pricing is based on a 20 MW system of one-hour duration.

Preço dos BESS

Figure 14 Li-ion battery stationary system costs in 2016 and 2017



Source: JRC based on Schmidt et al. [57], BNEF [85], IRENA [83], IEA [63], Deutsche Bank [65], Lazard [84] McKinsey [86] and Navigant [87].

BESS residenciais on-grid e off-grid (LiB)



BESS grande porte conectados à rede (LiB)



Projetos pilotos CPQD - Furnas, Embratel, Eletrosul



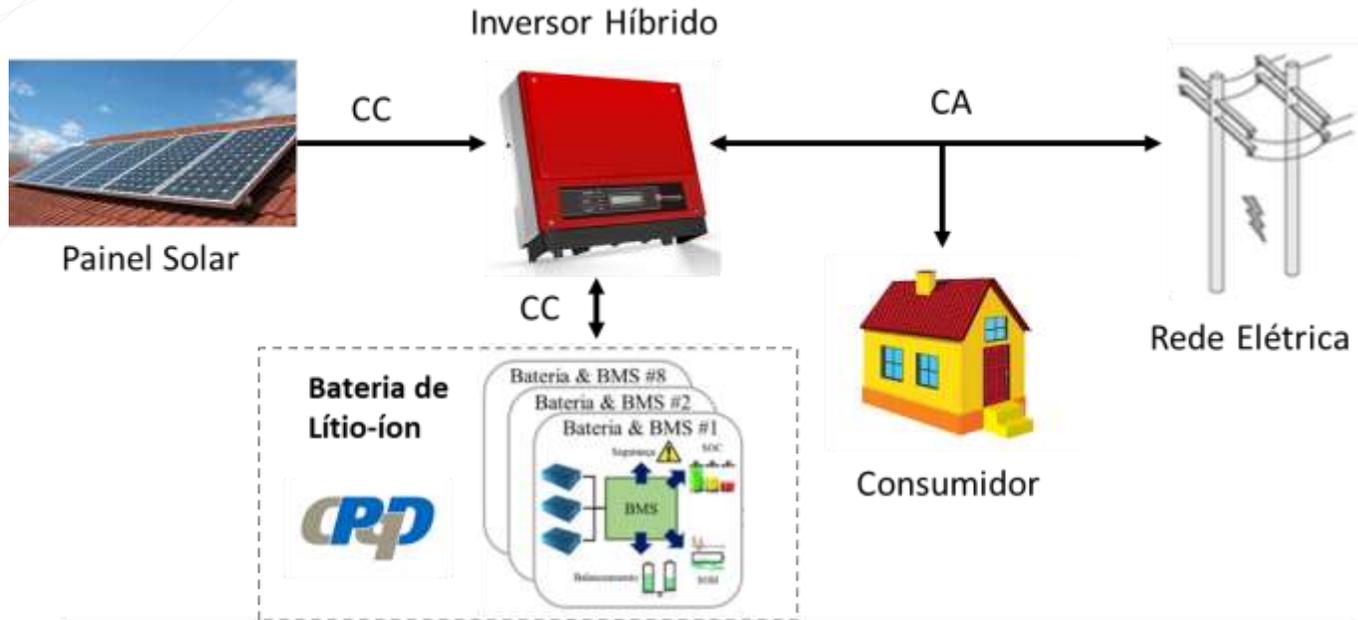
125 V / 85 Ah



48 V/100 Ah

Tecnologias Armazenamento e Gestão de Energia

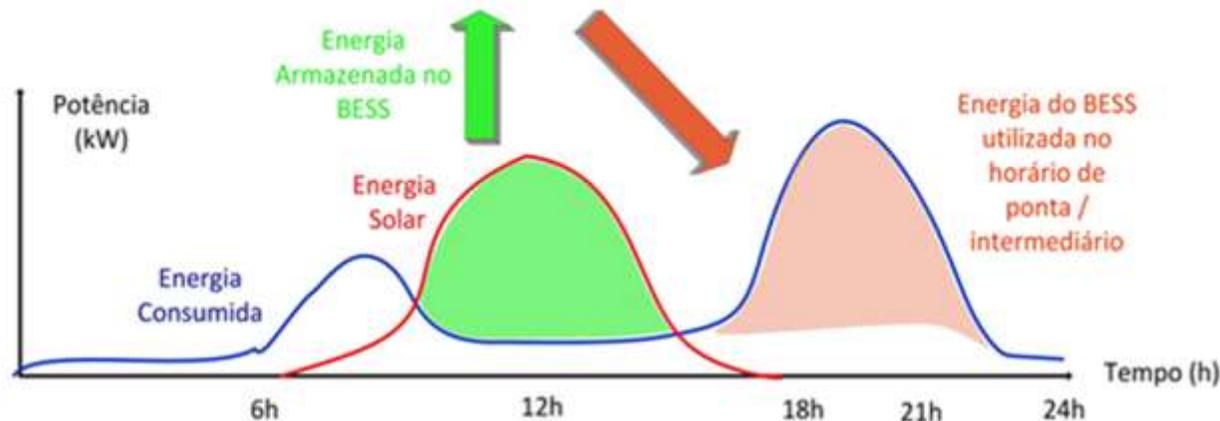
- **Bateria de Lítio-íon para Sistemas FV – 2,5 a 10kWh**



cpqc

plu[®]
Eletrônica Ltda

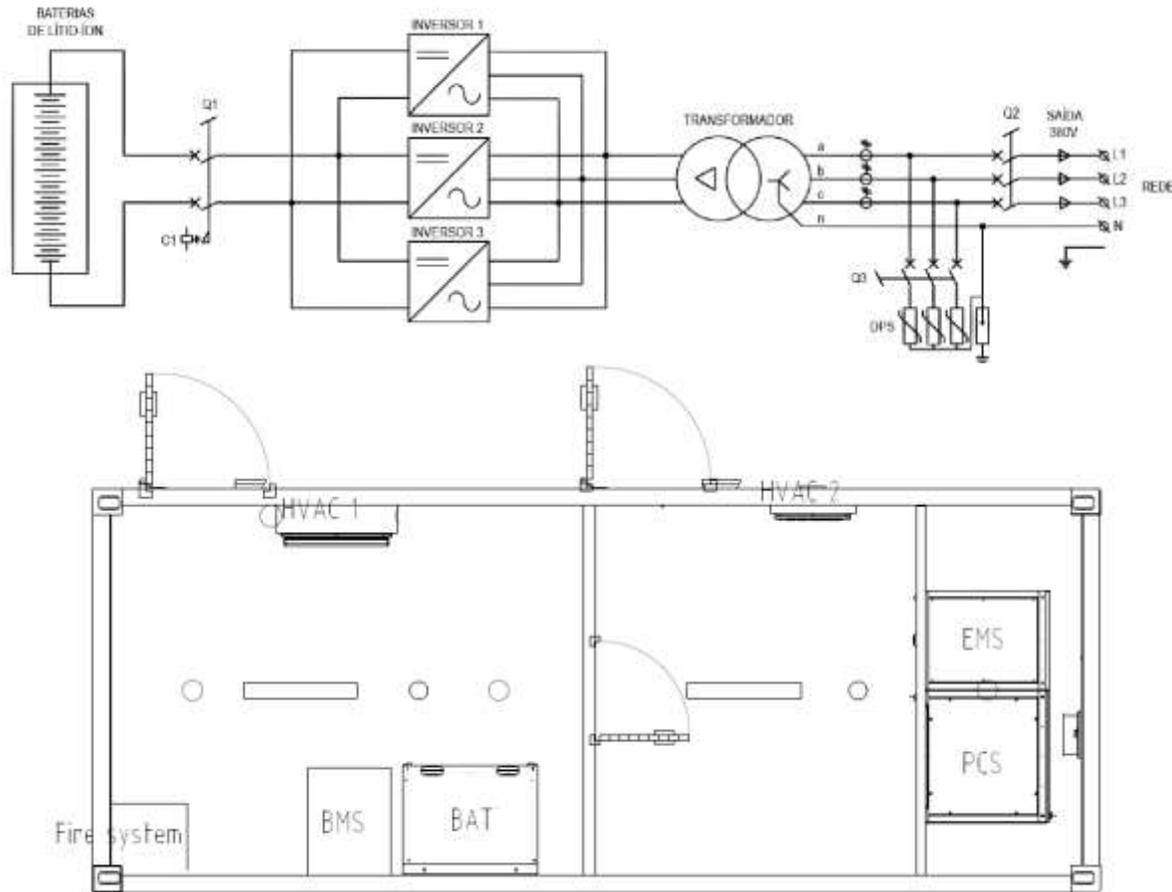
BNDES



cpqc

Tecnologias Armazenamento e Gestão de Energia

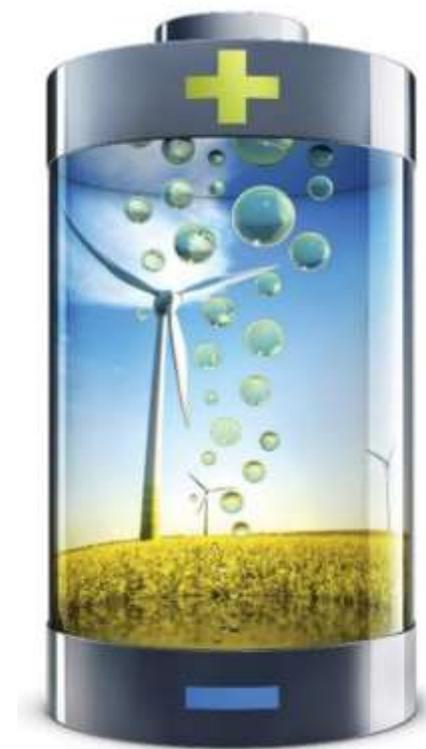
- **ESS (Energy Storage System) – 100kW/100kWh**



Aneel Chamada 21 - CTEEP/CPQD/USP/PHB – 100kW/100kWh

Conclusões

- **Grandes investimentos, a nível mundial, em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de acumuladores elétricos para uso em armazenamento de energia (grid) e veículo elétrico**
- **No Brasil temos desenvolvimentos industriais de LiBs (projeto de BMS e empacotamento), mas utilizando células importadas**
- **Bateria de lítio-íon já é produto consolidado**
- **Preço das baterias de lítio continuam em queda**
- **É um caminho sem volta**



CPqD/ASE - Área de Sistemas de Energia





Campinas - SP

www.cpqd.com.br

Obrigado!
Raul Fernando Beck
raul@cpqd.com.br