

**MARIA DE FÁTIMA ROSOLEM
FUNDAÇÃO CPQD**



ESTADO DA ARTE BATERIAS

Mobity Day Conference

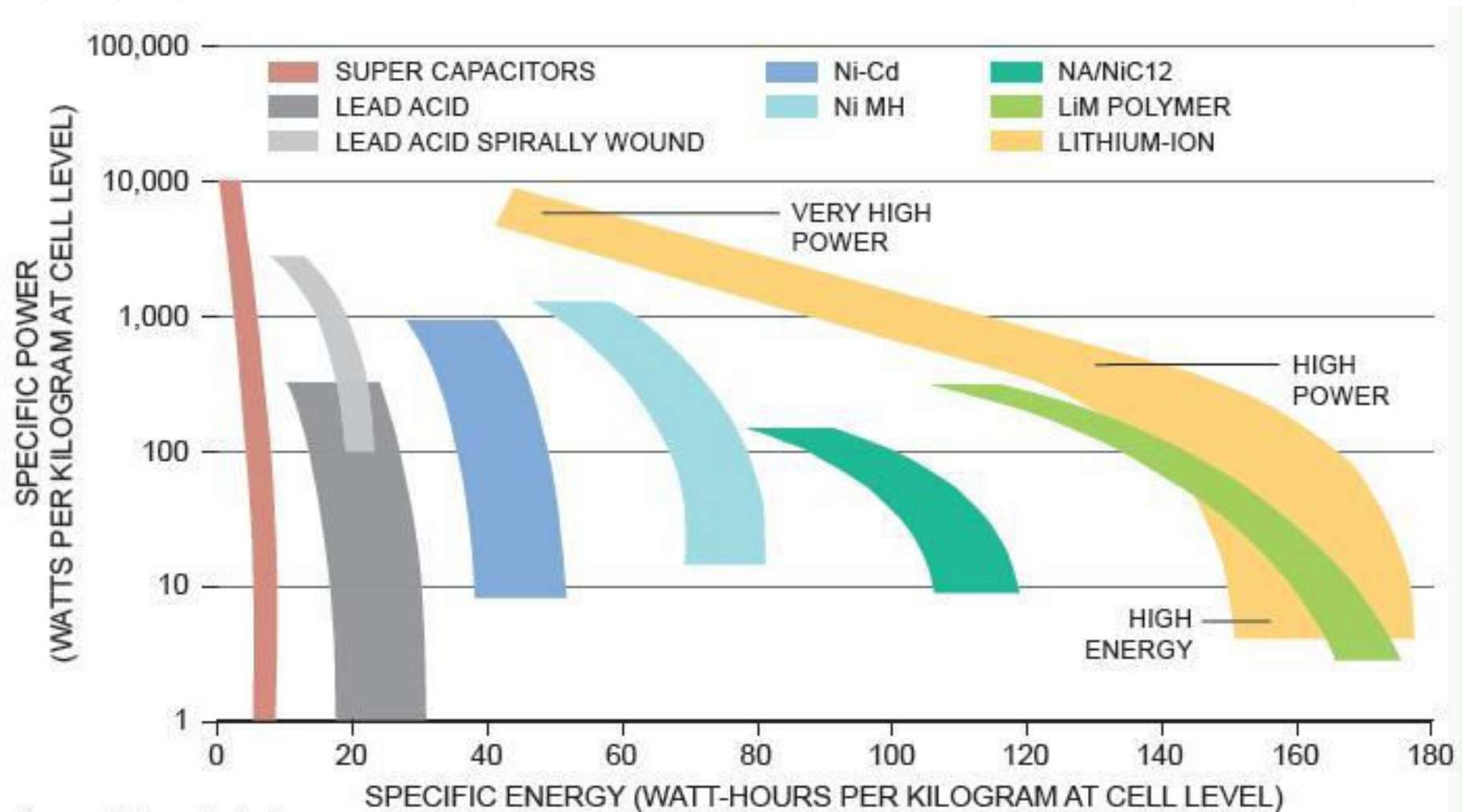
Agosto/18

Cenário mundial

- Desenvolvimento de produtos e soluções que reduzam a emissão de gás carbônico e que sejam ambientalmente amigáveis
- Veículos movidos a combustíveis fósseis são um dos agentes que contribuem para a poluição ambiental dos grandes centros urbanos
- Movimento mundial:
 - **Energias renováveis (solar e eólica)**
 - **Desenvolvimentos dos veículos híbridos e elétricos**
 - **Novos sistemas de acumulação de energia**



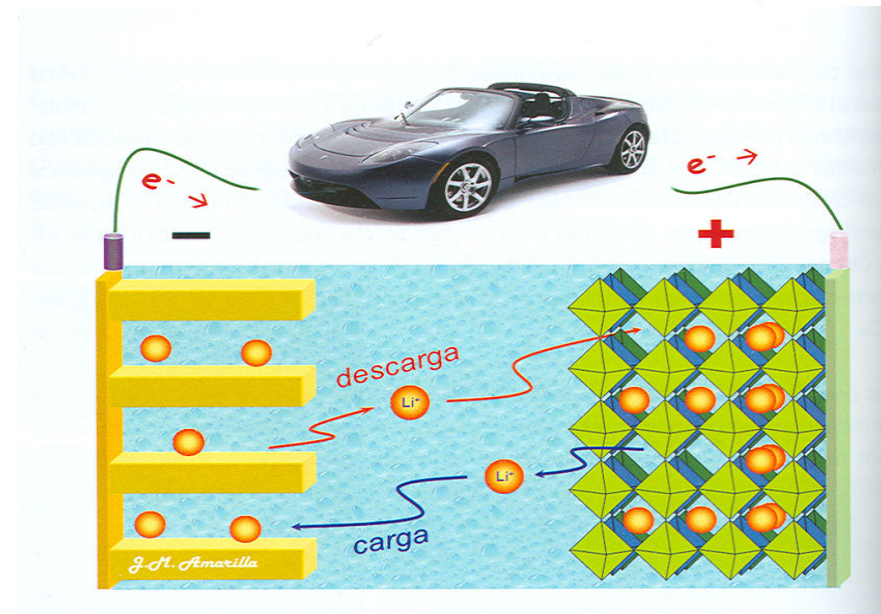
Densidade energética (Curva Ragone)



Source: Johnson Controls.

Baterias para tração elétrica - desafios

- Alta confiabilidade
- Alto desempenho (ciclos e profundidade descarga)
- Alta densidade energética, baixo peso e volume (Wh/kg e Wh/l)
- Larga faixa de temperatura de operação
- Tempo de recarga reduzido
- Vida útil elevada
- Custo razoável
- Segurança



Tipos de veículo elétrico

Tipo Veículo Elétrico	Tensão da bateria (V)	Potência (kW)	Energia (kWh)	Motores	Redução combustíveis (%)
Híbrido (VEH)					
Micro (stop/start)	12-36	2,5-5	0,5	ME+MCI	25-40
Moderado (stop&go)	120 - 160	15 - 20	1	ME+MCI	25-40
Total (power assist)	200 - 350	30 - 50	2 - 5	ME+MCI	25-40
Plug-in (VEHP)	200 - 350	30-100	5-15	ME+MCI	40-65
Elétrico Puro (VE)					
Puro	200 – 650	35 - 100	25 - 80	ME	100

Baterias chumbo-ácida para partida

- Ventilada (eletrólito líquido) com reposição de água
 - Ligas das grades a base de chumbo-antimônio e chumbo-cálcio
- Ventilada sem reposição de água
 - Ligas das grades de chumbo-cálcio
 - EFB (Enhanced Flooded Battery)
- Regulada por válvula (VRLA) – tipo AGM

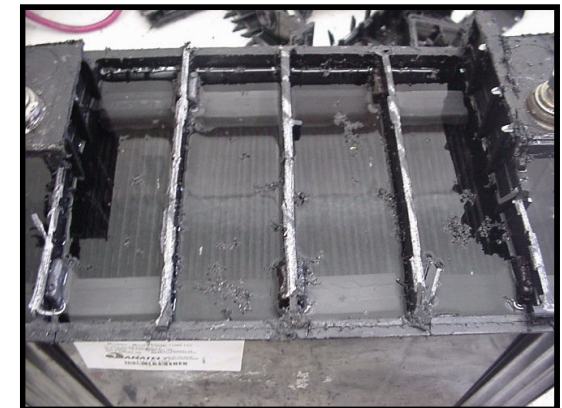
Ventilada sem reposição



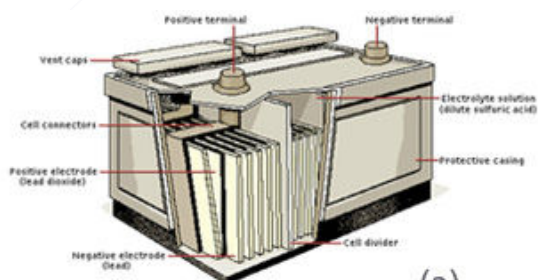
EFB



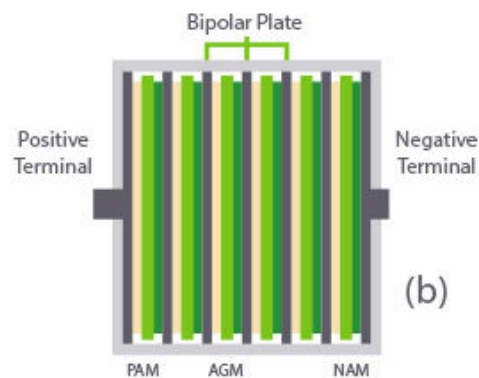
VRLA - AGM



Baterias chumbo-ácidas avançadas

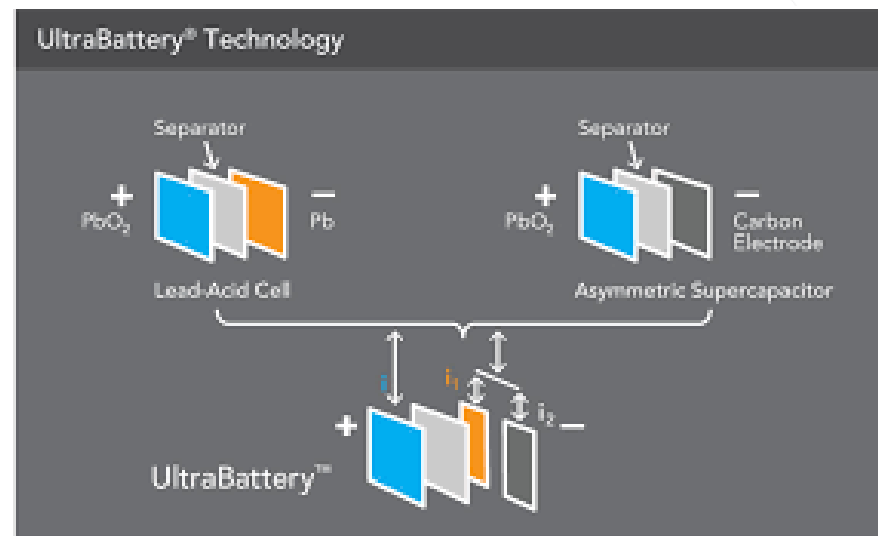


(a)



Bipolar Cross Section

Figure 1: Traditional prismatic lead-acid (a) and a bipolar battery (b).

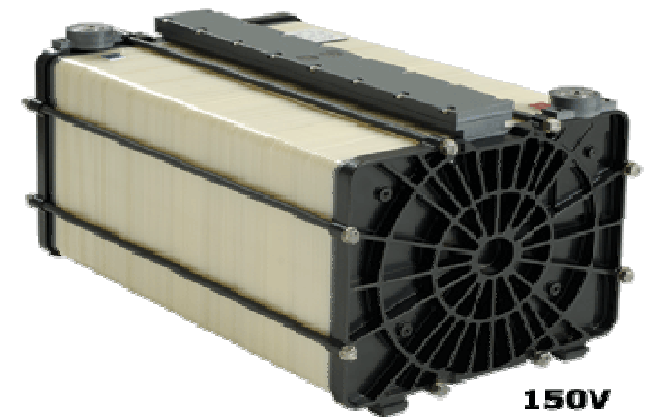


- Tensão: 2 V
- Energia: entre 10 Wh/kg a 40 Wh/kg
- Placa negativa: chumbo, carbono
- Placa positiva: peróxido de chumbo
- Eletrólito: solução aquosa ácido sulfúrico (imobilizado)
- Bateria Bipolar: placa positiva e negativa numa mesma estrutura

Baterias chumbo-ácidas avançadas



Bipolar



Baterias chumbo-ácidas avançadas

Vantagens

- **Baixa emissão de gases**
- **Suporta maiores picos de corrente na recarga**
- **Menor demanda de manutenção**
- **Tecnologia madura (evolução)**

Desvantagens

- **Mais sensível às condições operacionais (tensão elevada, temperatura, etc.)**
- **Risco de avalanche térmica**
- **Contém metal pesado**

Bateria de lítio-ion (LiB)

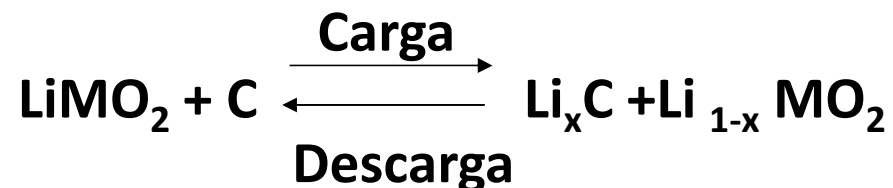
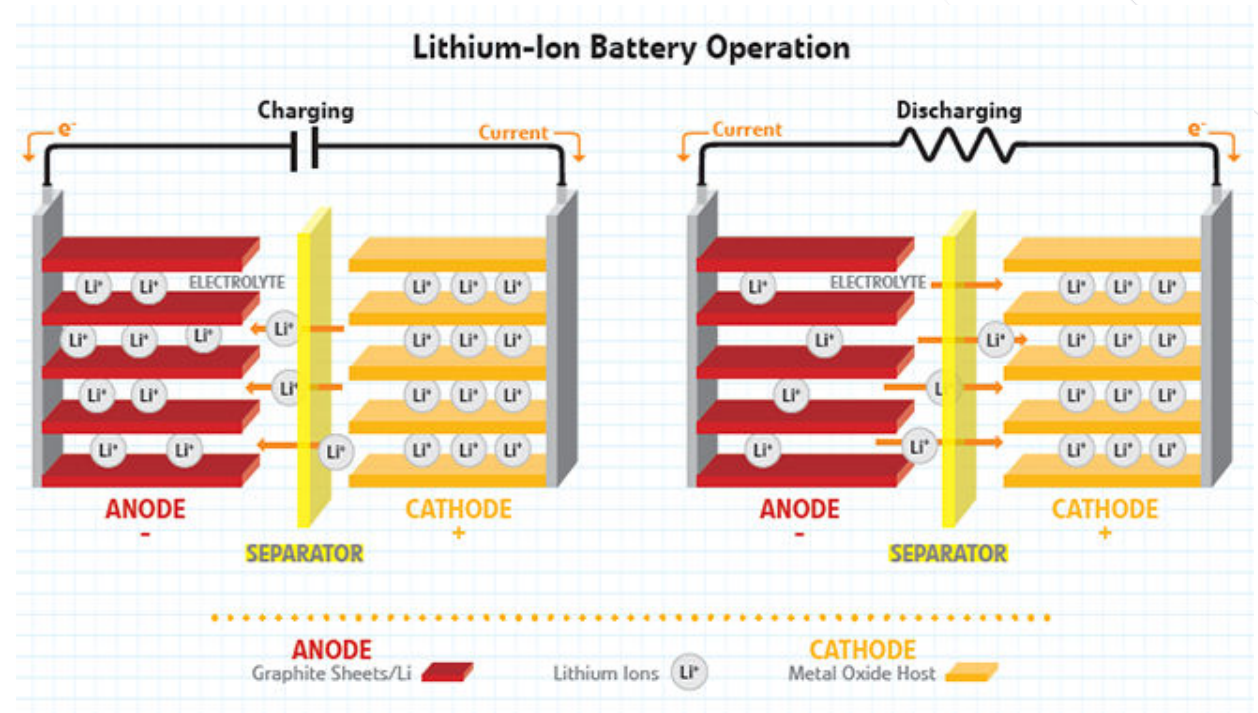
Tensão: cerca de 3,6 V

Energia: 100 Wh/kg a 250 Wh/kg

Placa negativa: grafite

Placa positiva: óxido metálico de lítio
(p.ex. LiCoO_2 , LiMO_2 , etc.)

Eletrólito: sal de lítio (LiPF_6) misturado em solventes orgânicos (geralmente a base de carbonatos) embebido num separador



Bateria de lítio-ion (LiB)



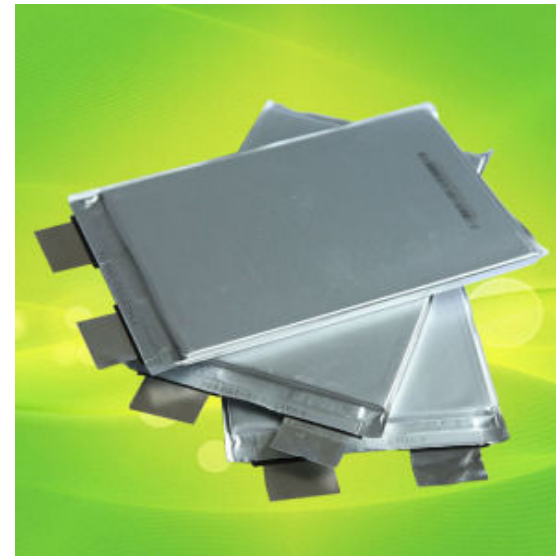
Prismática



Cilíndrica

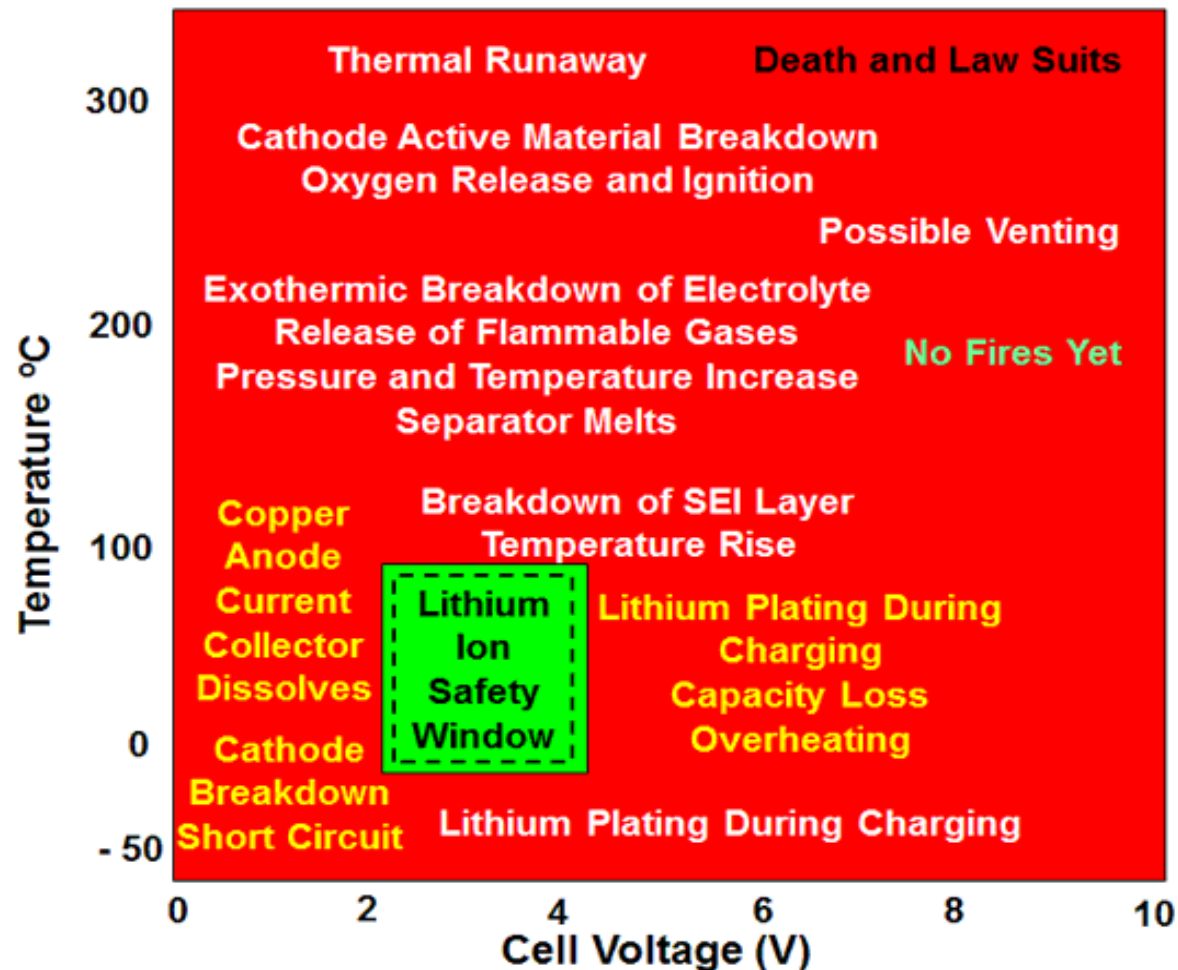


Pouch



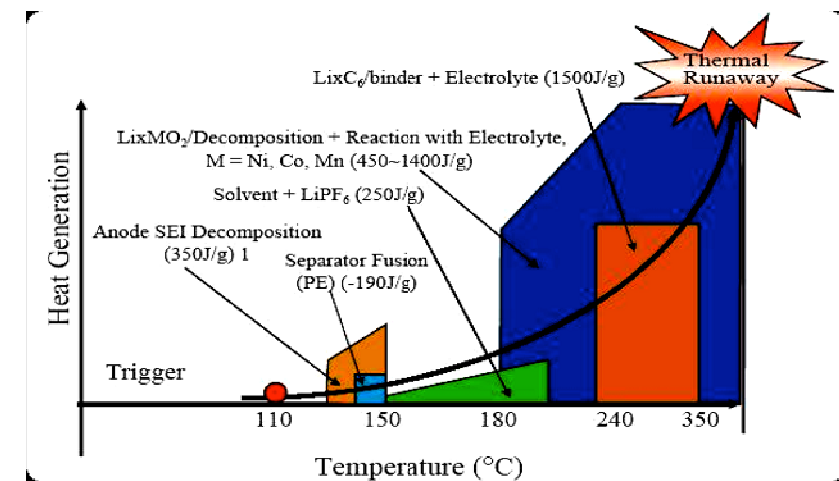
Limites operacionais

Lithium Ion Cell Operating Window

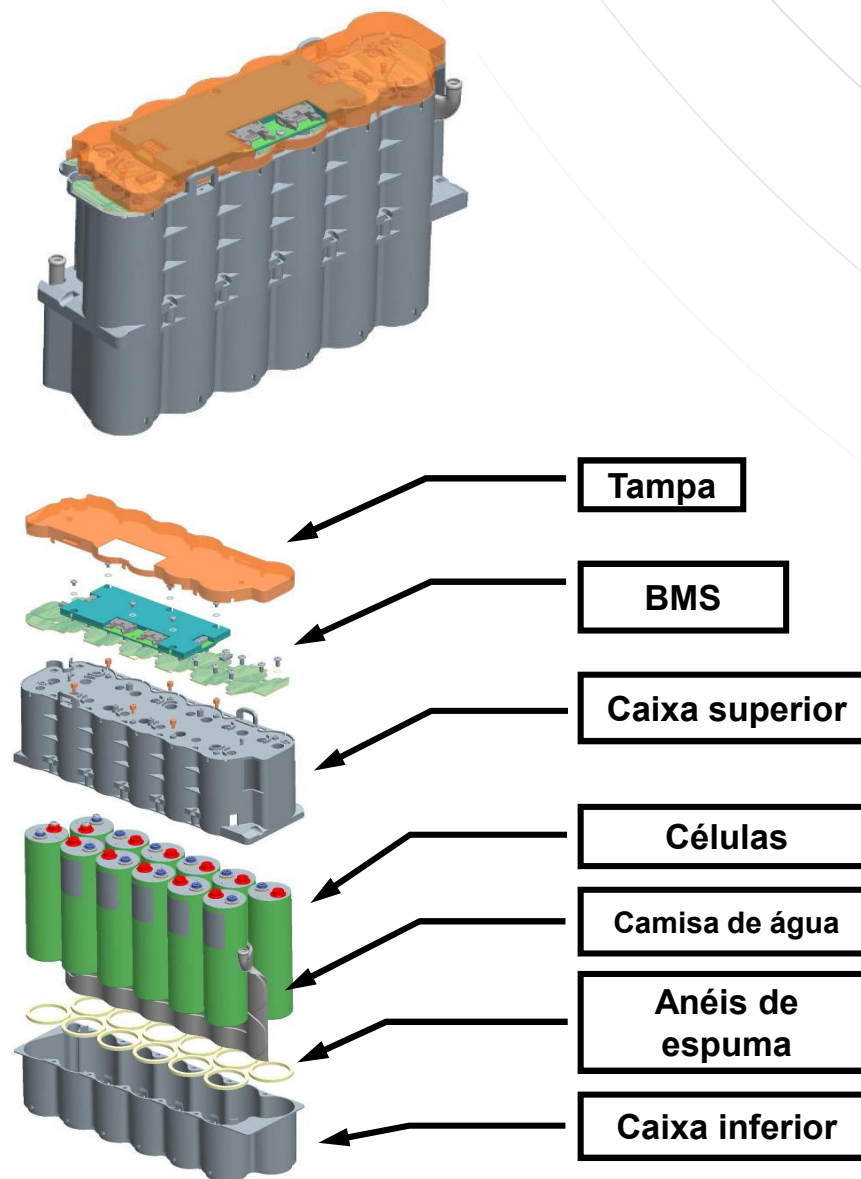
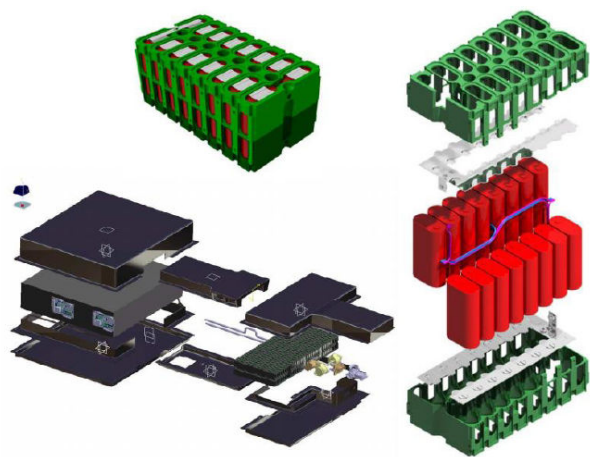
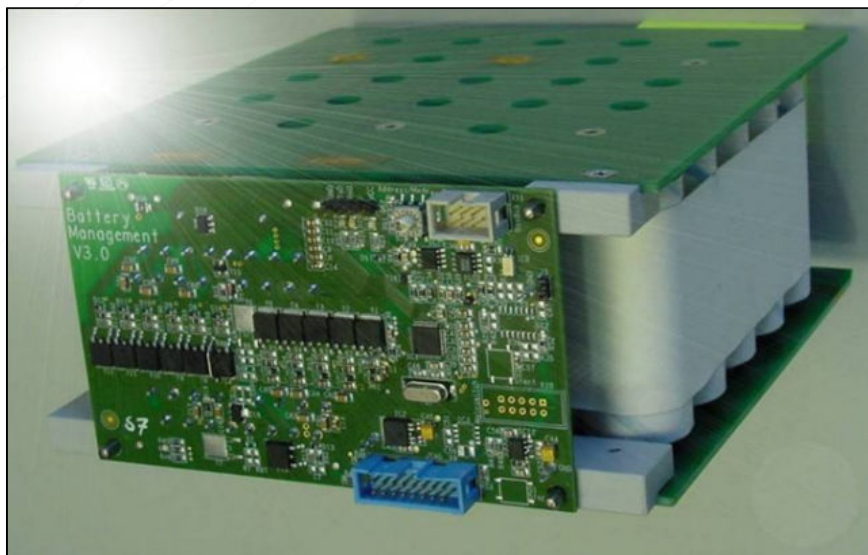


BMS

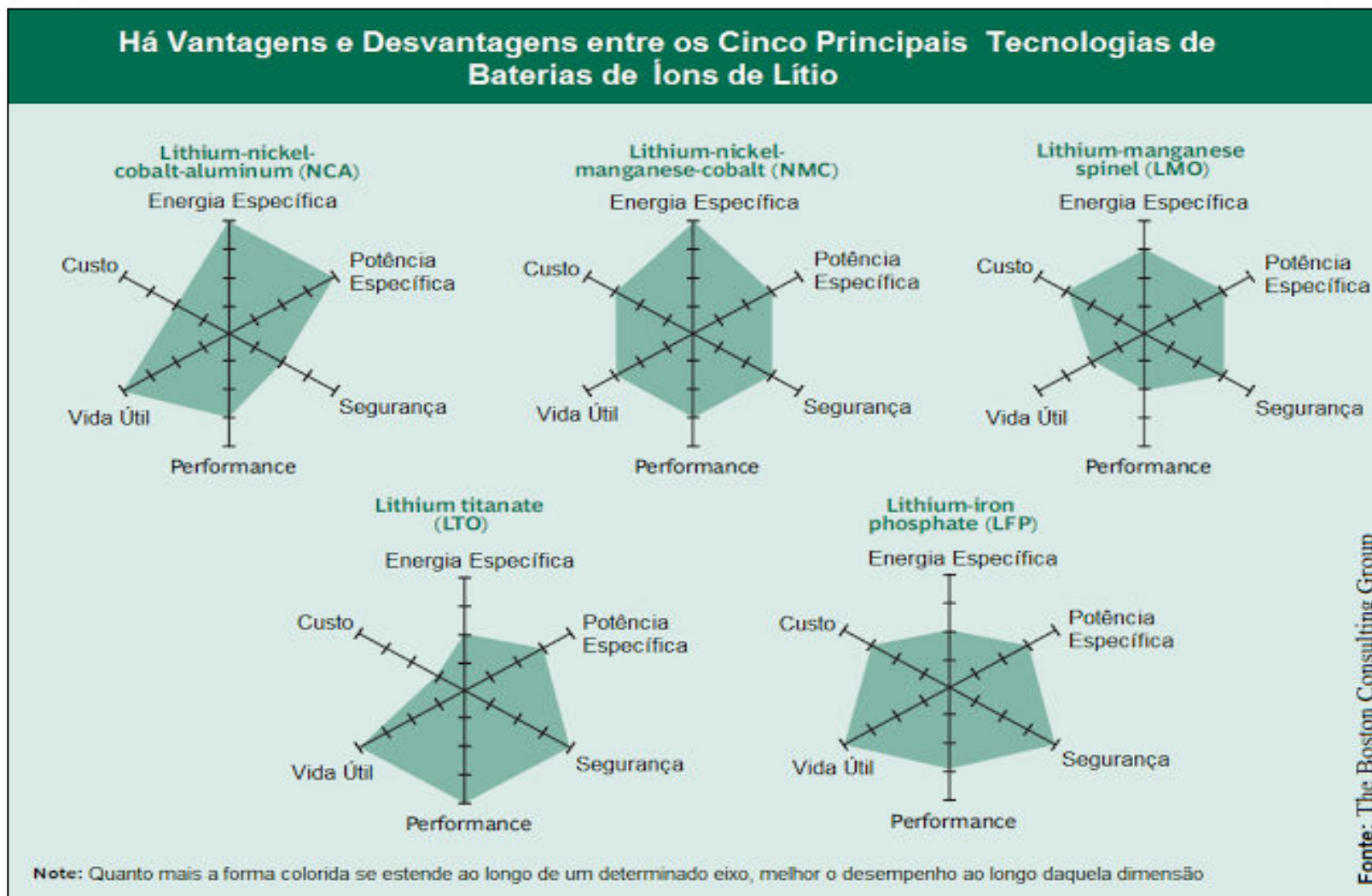
- Imprescindível
- ✓ Segurança
- ✓ Vida útil



"Pack" de bateria



Resumo comparativo de diferentes LiBs



Comparativo das tecnologias de bateria

Bateria	Pb-ácida VRLA	Lítio-íon
Tensão nominal (V)	2,0	3,2 a 3,8
Densidade de energia (Wh/kg)	25 a 50	100 a 200
Temp. de operação (°C)	- 10 a +40	-25 a +45
Eficiência (%)	80 a 85	90 a 95
Vida cíclica (ciclos)	500 a 2.000	+5.000
Vida projetada (anos)	10	+20

Bateria de Lítio-íon (LiB)

Vantagens

- **Alta densidade de energia → ocupa pouco espaço**
- **Possui sistema eletrônico de controle e monitoração na bateria**
- **Suporta elevados picos de corrente**
- **Excelente desempenho em aplicações de ciclagem**
- **Baixo tempo de recarga (1 a 3 h)**
- **Elevada eficiência de carga**

Desvantagens

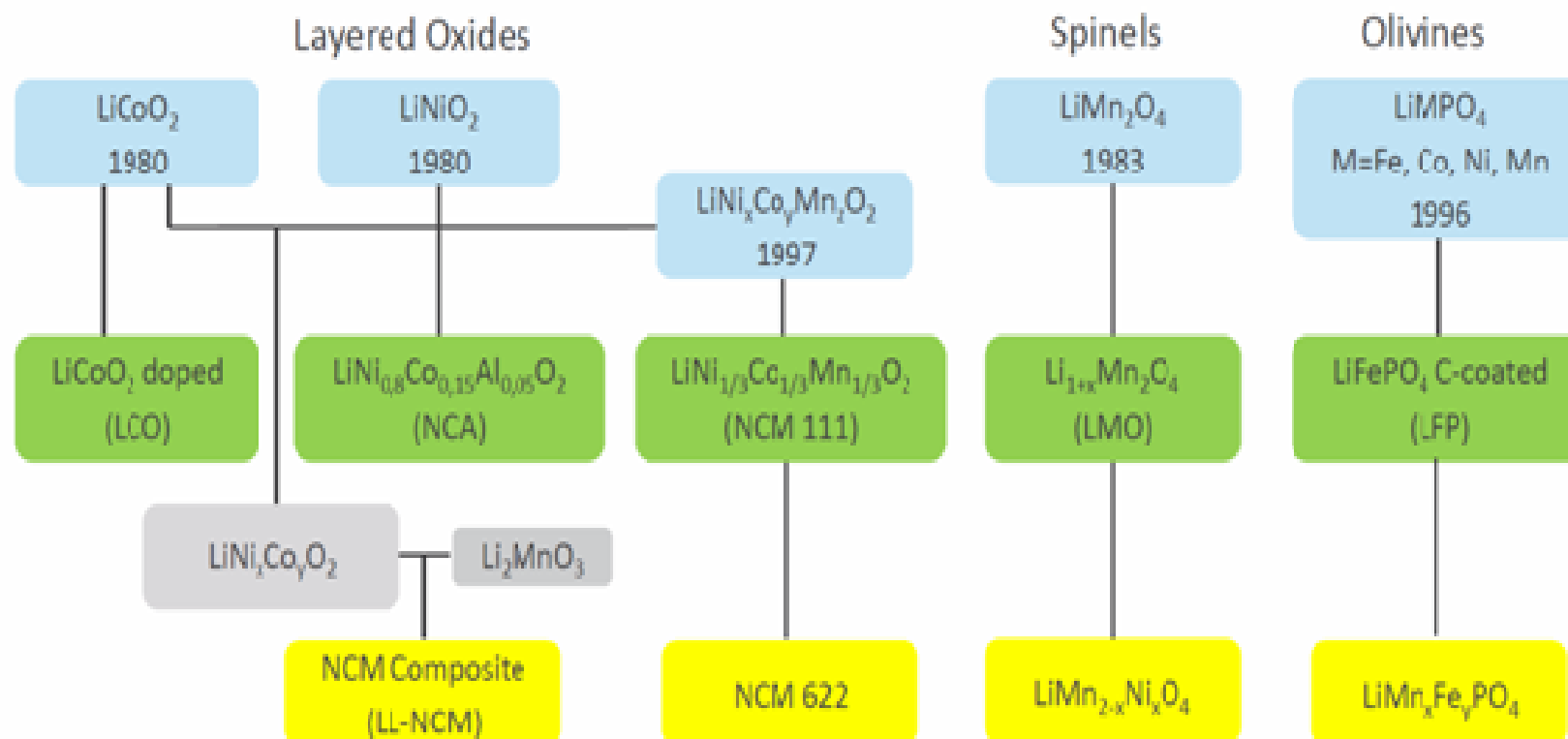
- **Imprescindível possuir BMS confiável e com desempenho adequado**
- **Pequenos desvios da tensão de operação pode reduzir sua vida útil**
- **Avalanche térmica**

Novas gerações de cátodo

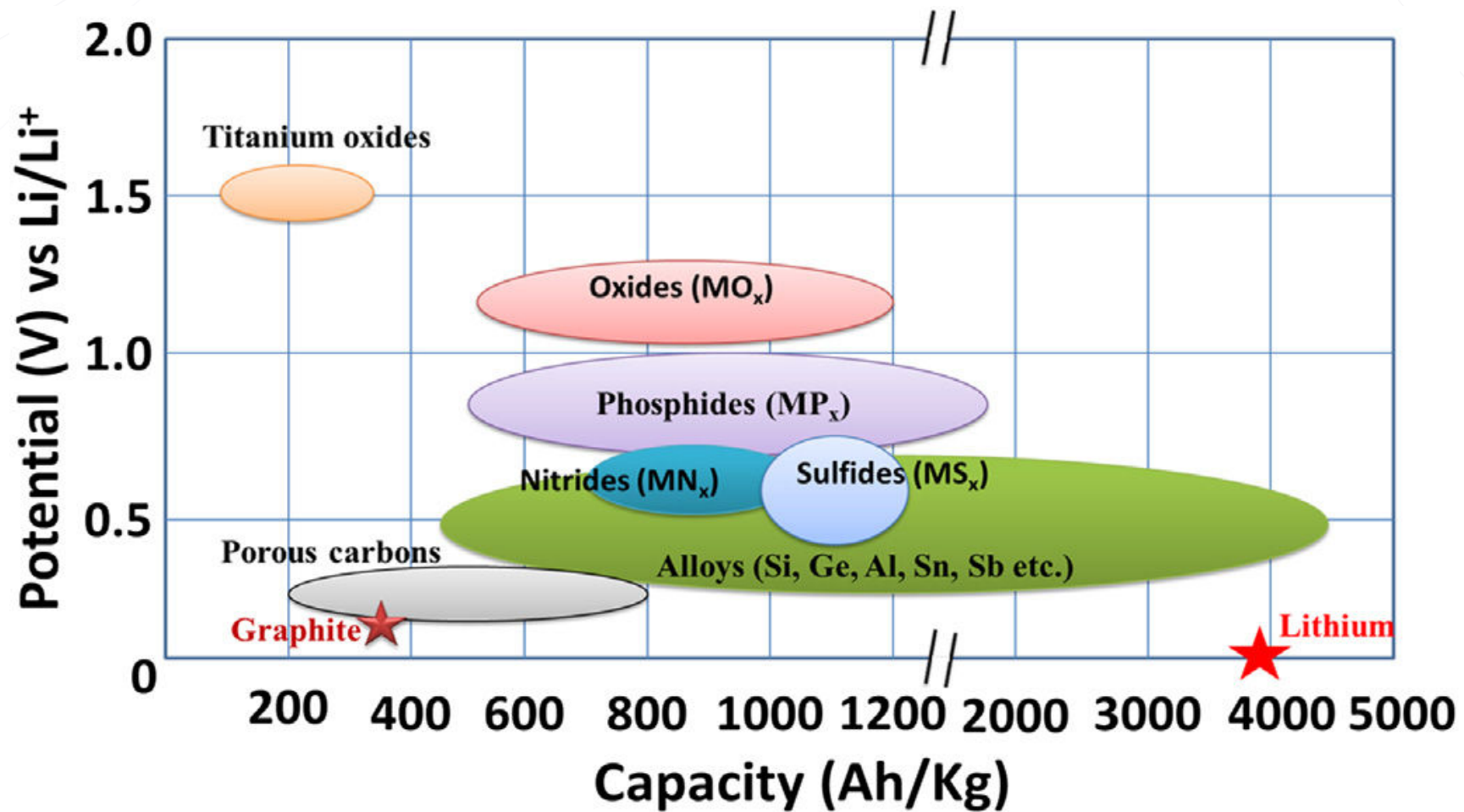
Next Generation Cathode Materials



Johnson Matthey



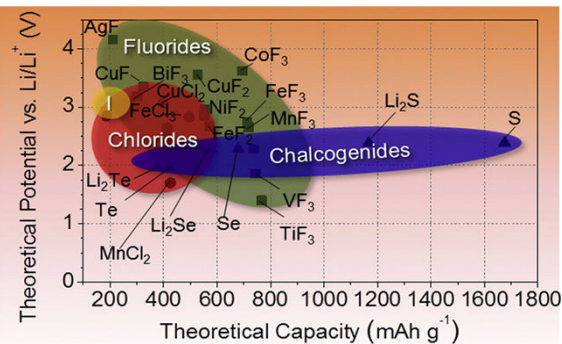
Novas gerações de ânodo



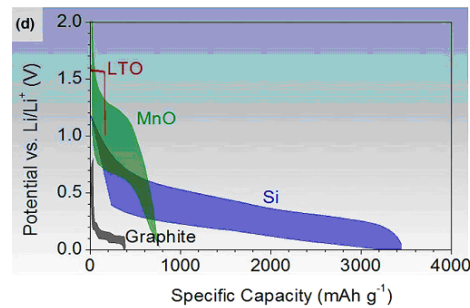
Roadmap famílias de LiB

Próximos 5 anos

Cátodos de metais de transição enriquecidos com Ni e Mg (NMC compostos)



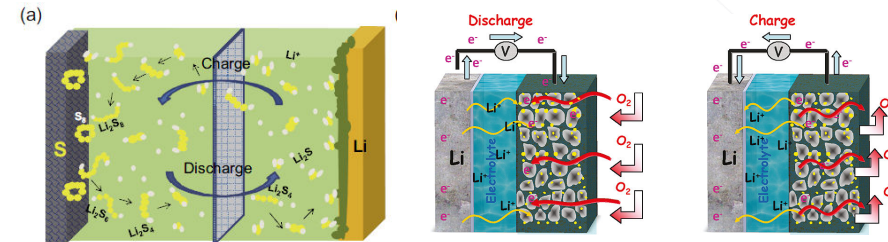
Li-íon - com ânodo de Si



Próximos 10 anos

Li-S

Li-ar



• Desafios

- Estabilidade dos materiais
- Ciclabilidade

• Soluções em estudos

- Nanoestruturas
- Misturas de compostos
- Coberturas das superfícies
- Eletrólitos sólidos

• Desafios

- Formação de dendritas
- Estabilidade dos materiais
- Segurança
- Ciclabilidade

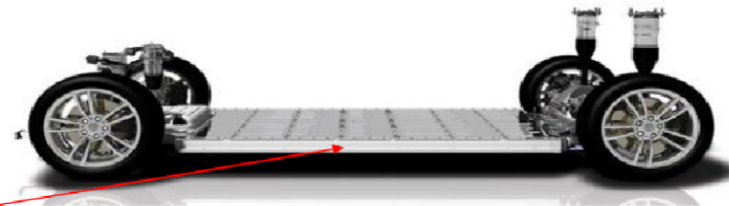
Bateria para vehículos eléctricos e híbridos

TESLA Model S Battery Pack



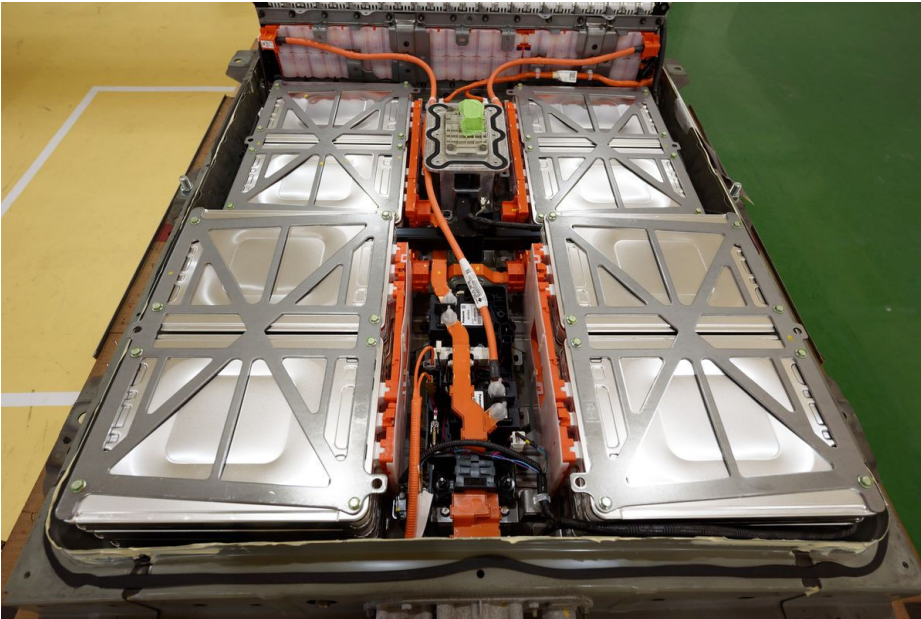
Battery Pack

18650 Panasonic Cells
Configuration 16 Modules in series
Each Module (6S 74P)
Total Cells 7104
Energy 85 KWh
Driving distance 500Km

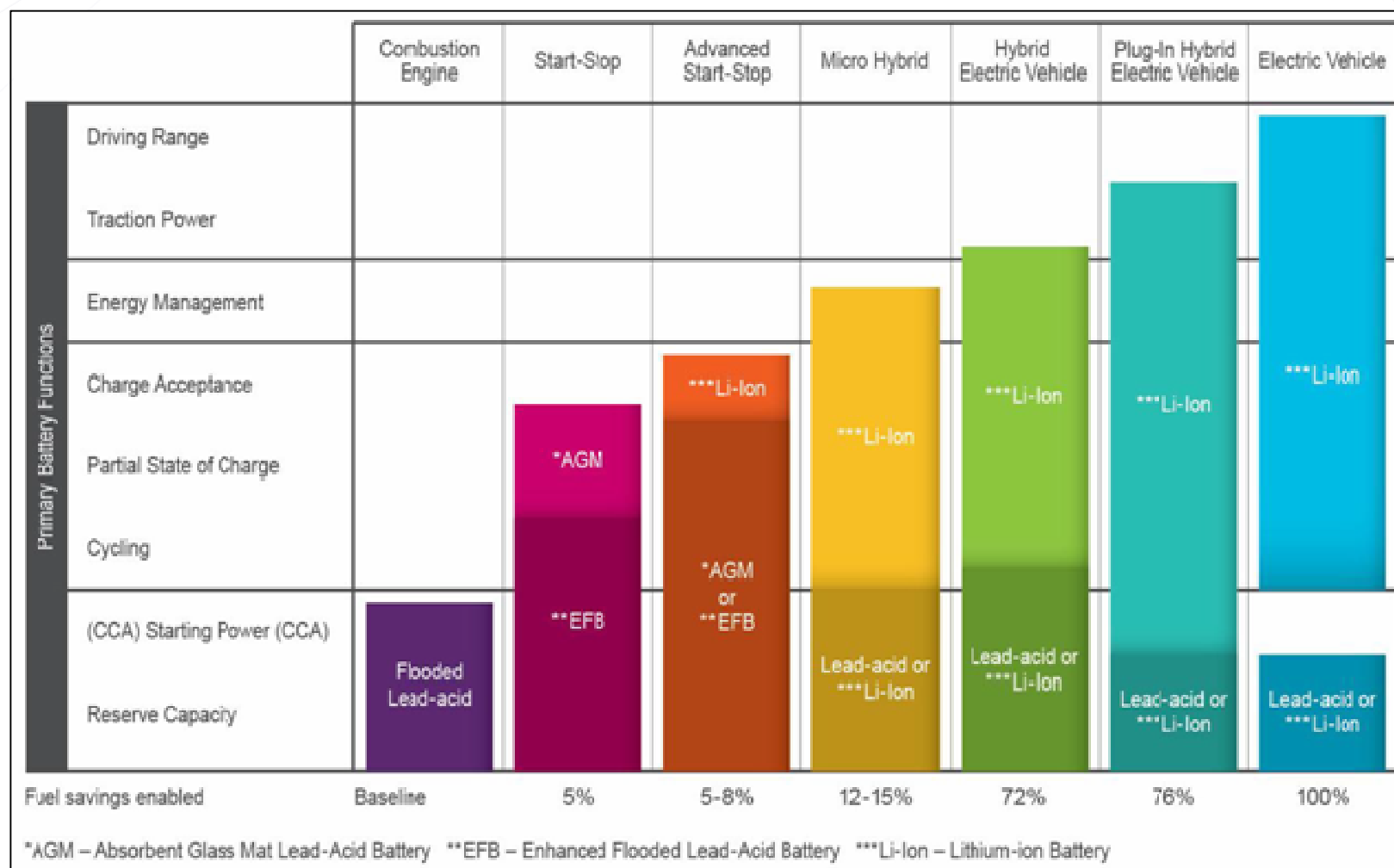


- ☐ **Battery packing:** The battery pack in the Model S is flat and part of the frame that supports the car.
- ☐ The metal case provides structural support.
- ☐ The cell chemistry has the highest energy density on the market.

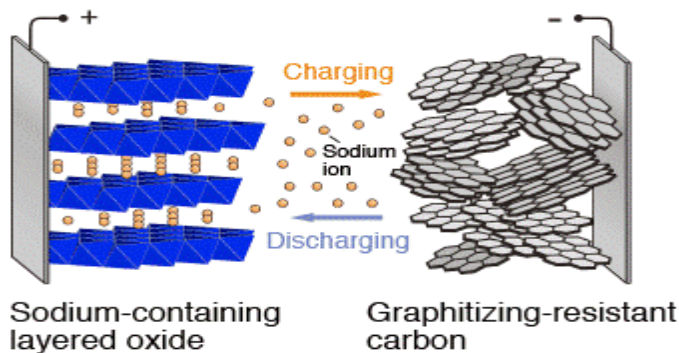
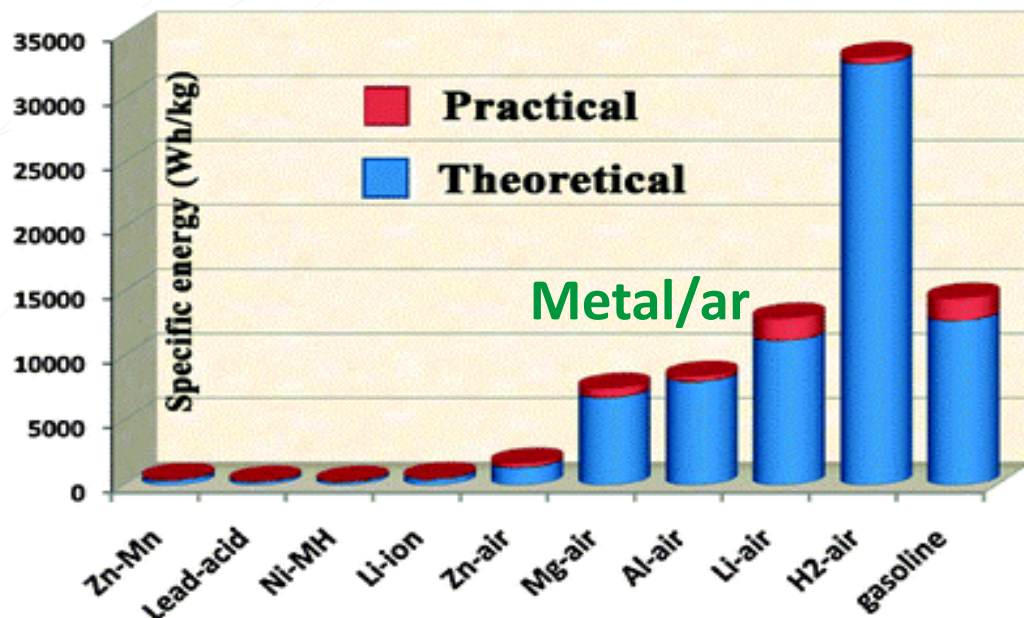
Bateria para vehículos eléctricos e híbridos



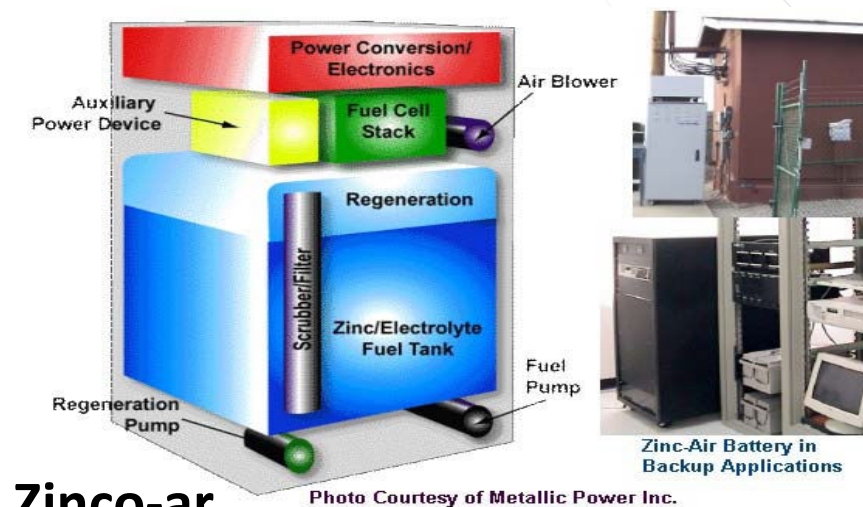
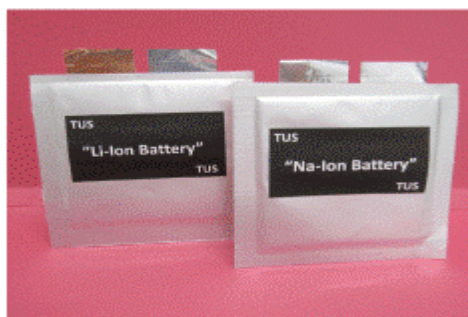
Aplicação das baterias nos diversos tipos de VEs



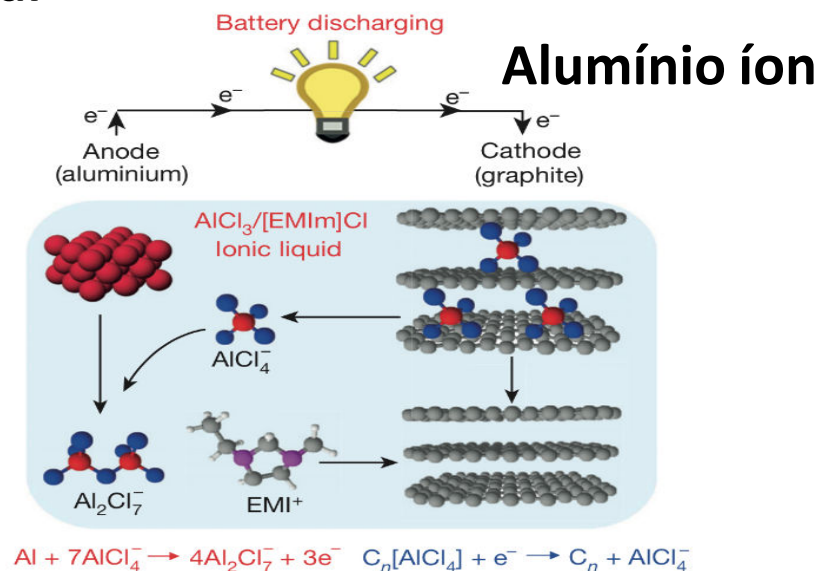
Tendências futuras



Sódio íon



Zinco-ar



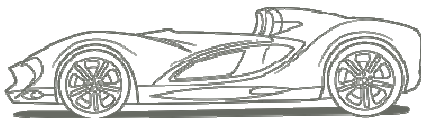
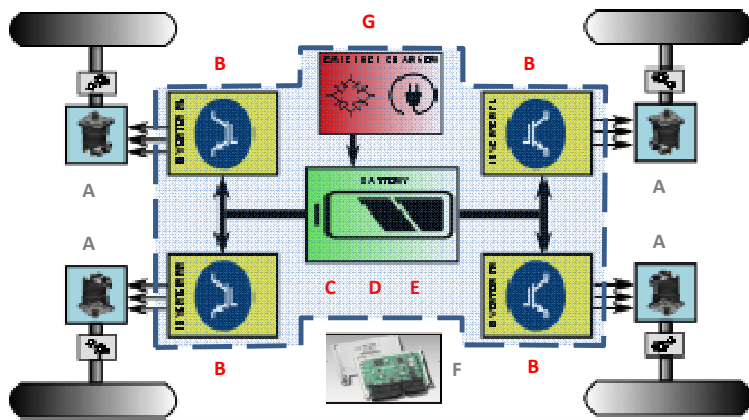
Conclusões

- **Grandes investimentos, a nível mundial, em pesquisa e desenvolvimento de acumuladores elétricos para uso em armazenamento de energia (grid) e veículo elétrico**
- **Preços das baterias estão reduzindo**
- **É um caminho sem volta**

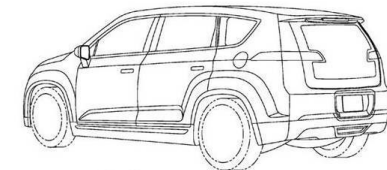
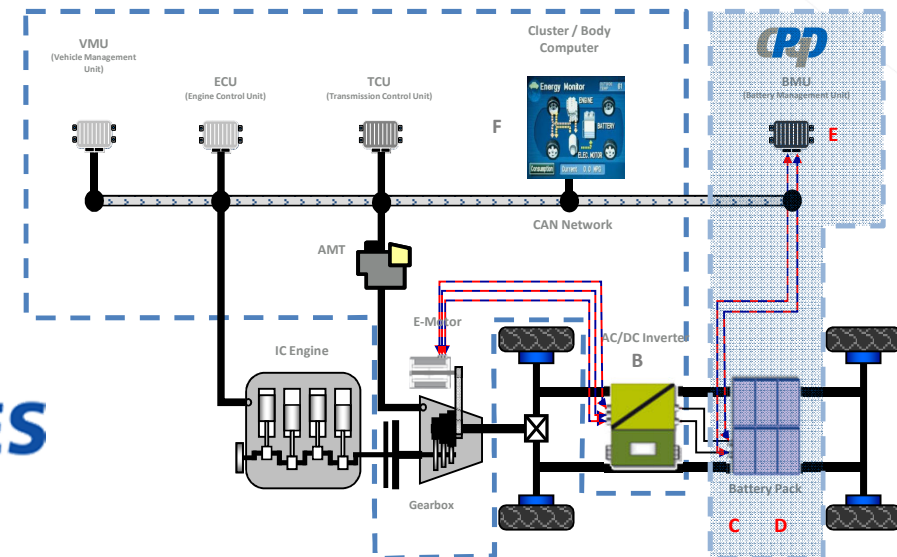


Tecnologias Armazenamento e Gestão de Energia

Desenvolvimento de Inversor, Recarregador e Bateria+BMS para VEP de alto desempenho

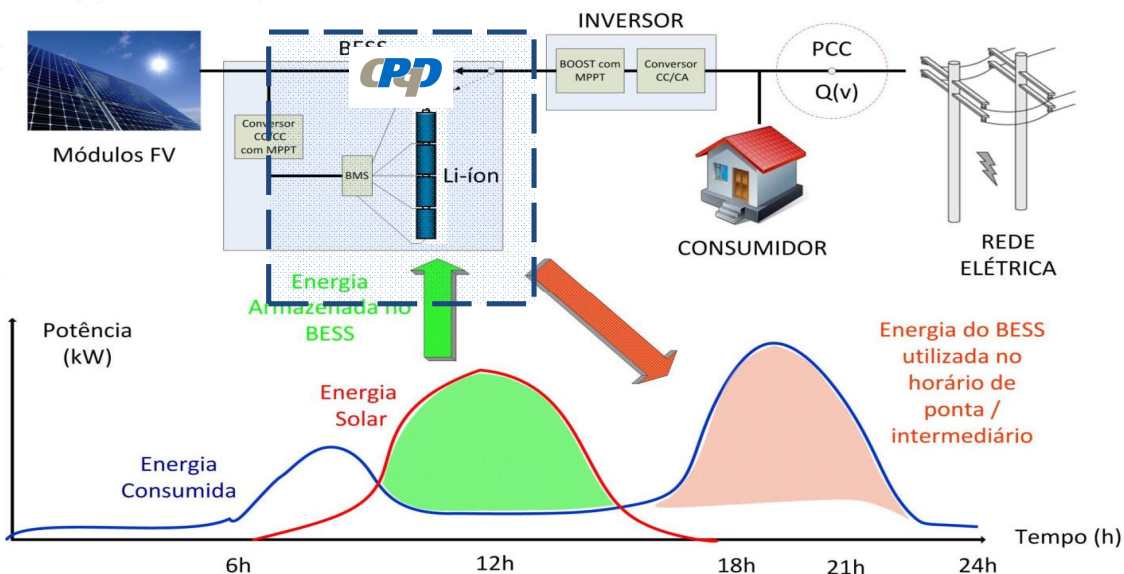


Desenvolvimento de Bateria+BMU para VEH comercial

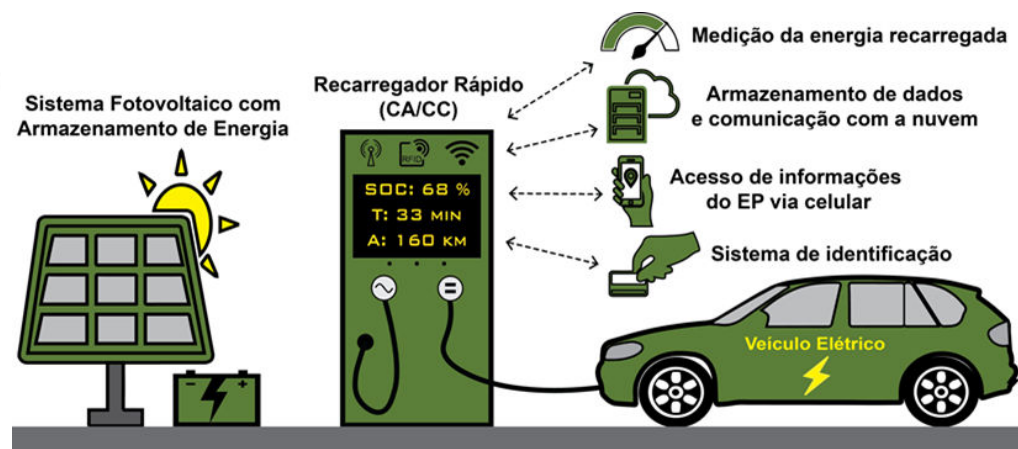


Tecnologias Armazenamento e Gestão de Energia

Desenvolvimento de Baterias de Lítio para Armazenamento Fotovoltaico



Desenvolvimento de Infraestrutura de Recarga para VEs



DRC - Área de Sistemas de Energia





CPqD
Campinas - SP

www.cpqd.com.br

Obrigada!
Maria de Fátima N.C. Rosolem
mfatima@cpqd.com.br