

Nº 176939

Processos industriais e reciclagem de baterias

Célia Aparecida Lino dos Santos

Live realizada no evento ENERGY STORAGE BRASIL, FÓRUM E FEIRA, 2., 2020, Curitiba.

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.



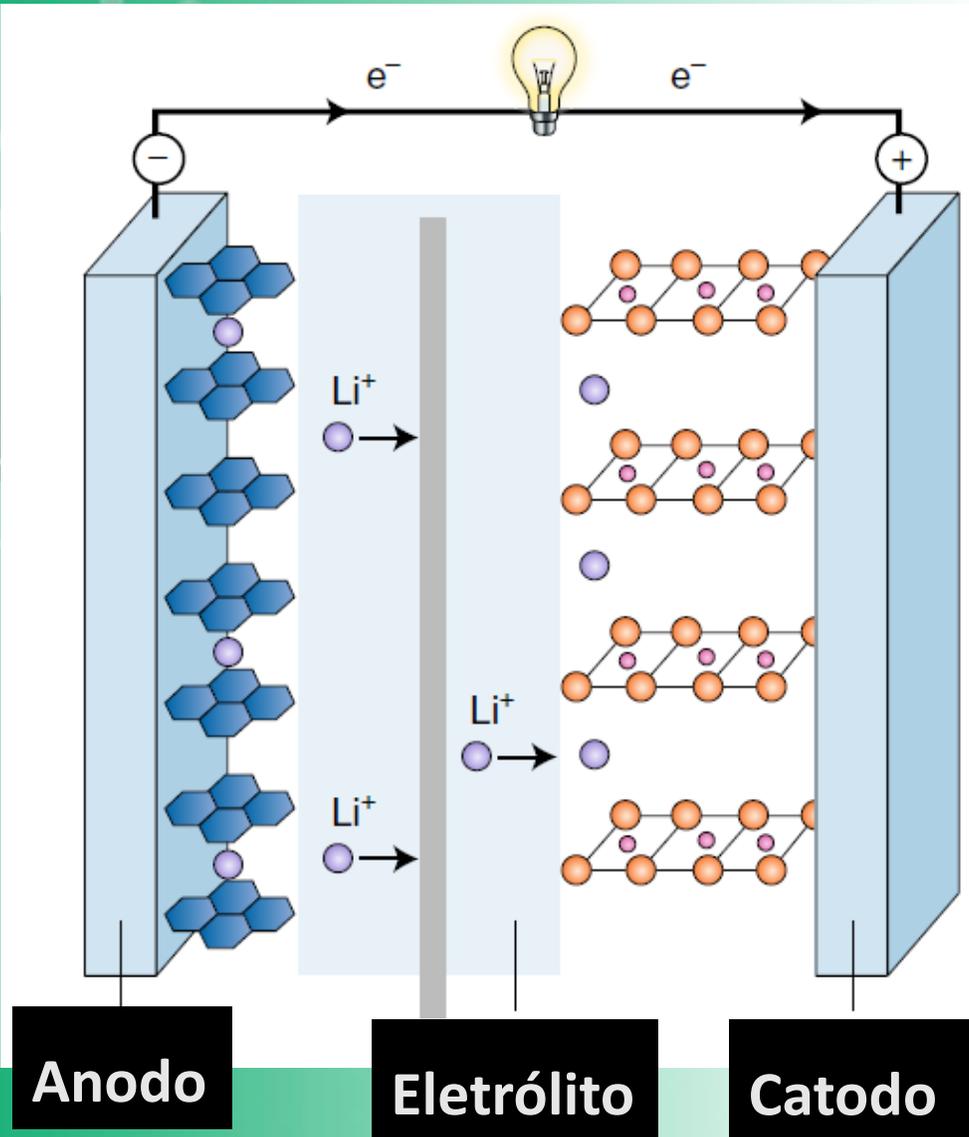
Processos industriais de reciclagem de baterias

Célia Aparecida Lino dos Santos

IPT – CTMM – LCP 17.09.2020



Baterias de íons Li

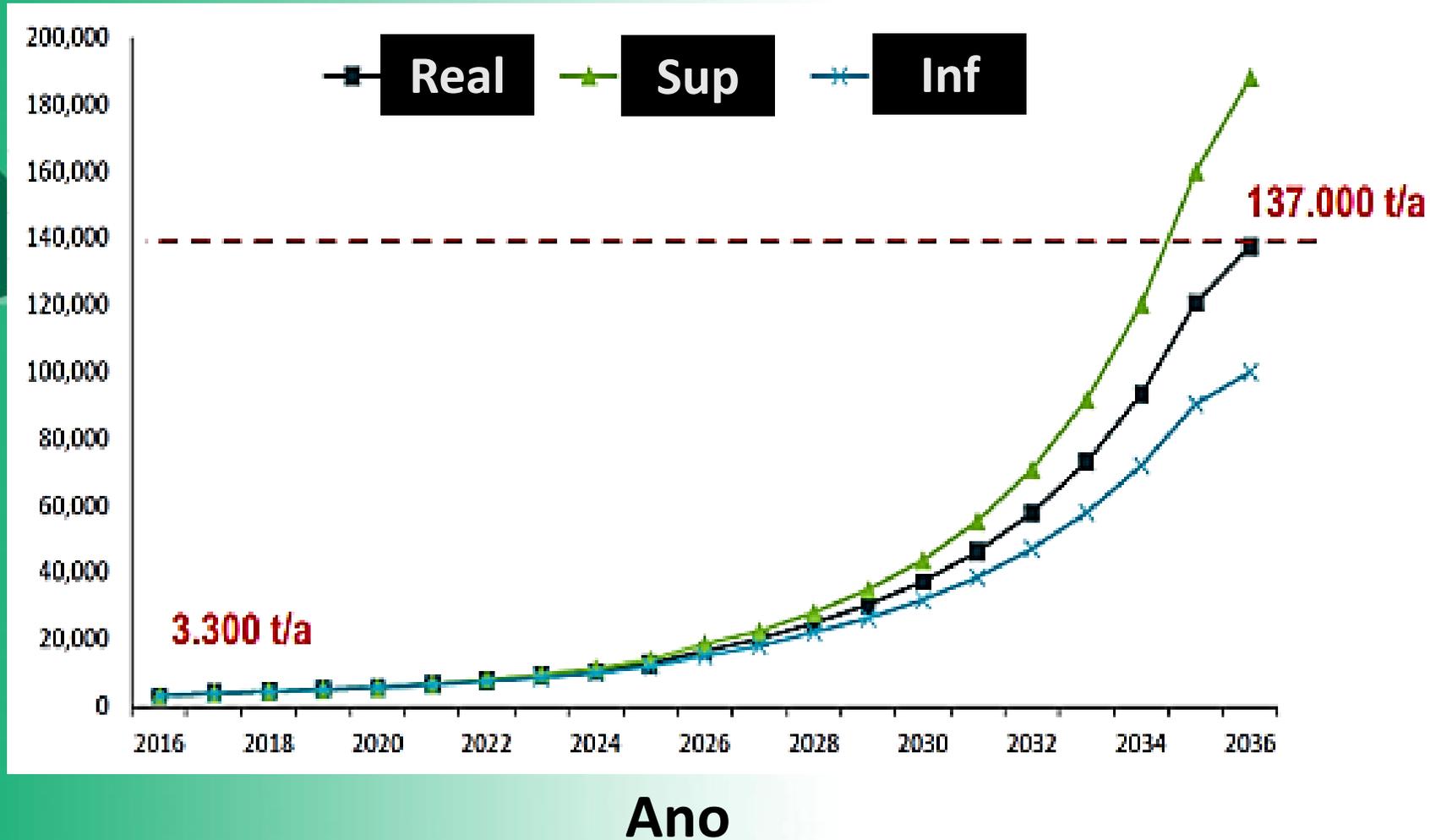


Principais características

- Elevada capacidade específica
- Elevada densidade de energia
 - Elevada ciclabilidade
- Baixo efeito memória
 - Versatilidade de empacotamento

Baterias de íons Li – Descarte

Baterias descartadas (t/a)



Baterias de íons Li – Meio ambiente

Riscos em potencial (estocagem)

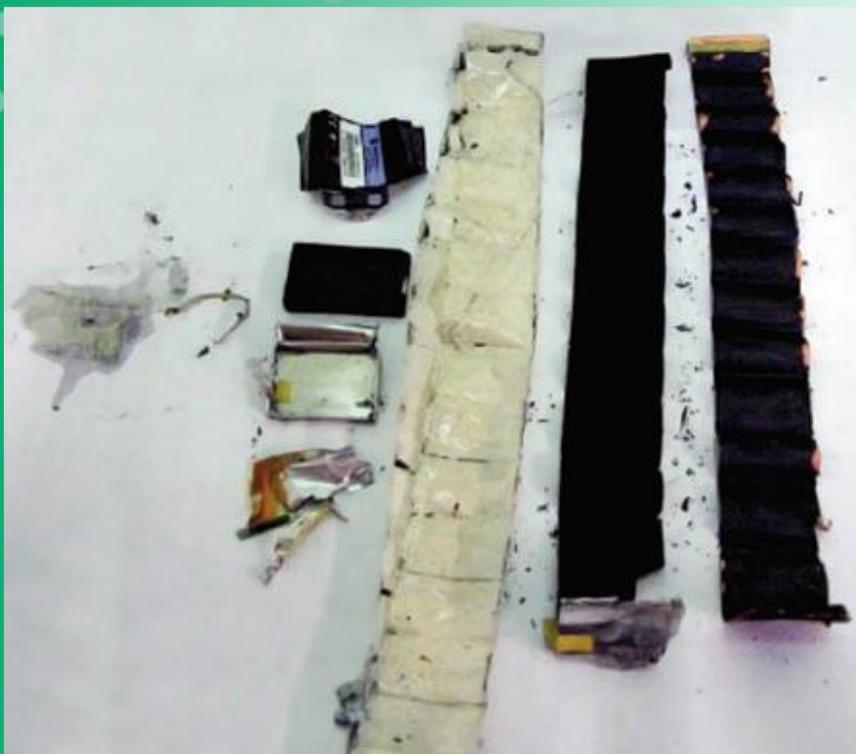
- Eletrólito inflamável
- Metais pesados
- Risco de explosão caso exista Li metálico formado no anodo

Baterias de íons Li – Reciclagem

Vantagens da reciclagem

- Preservação do meio ambiente
- Redução da dependência de fontes primárias (Co, Cu, Ni, Li)
- **Proteção das fontes primárias**

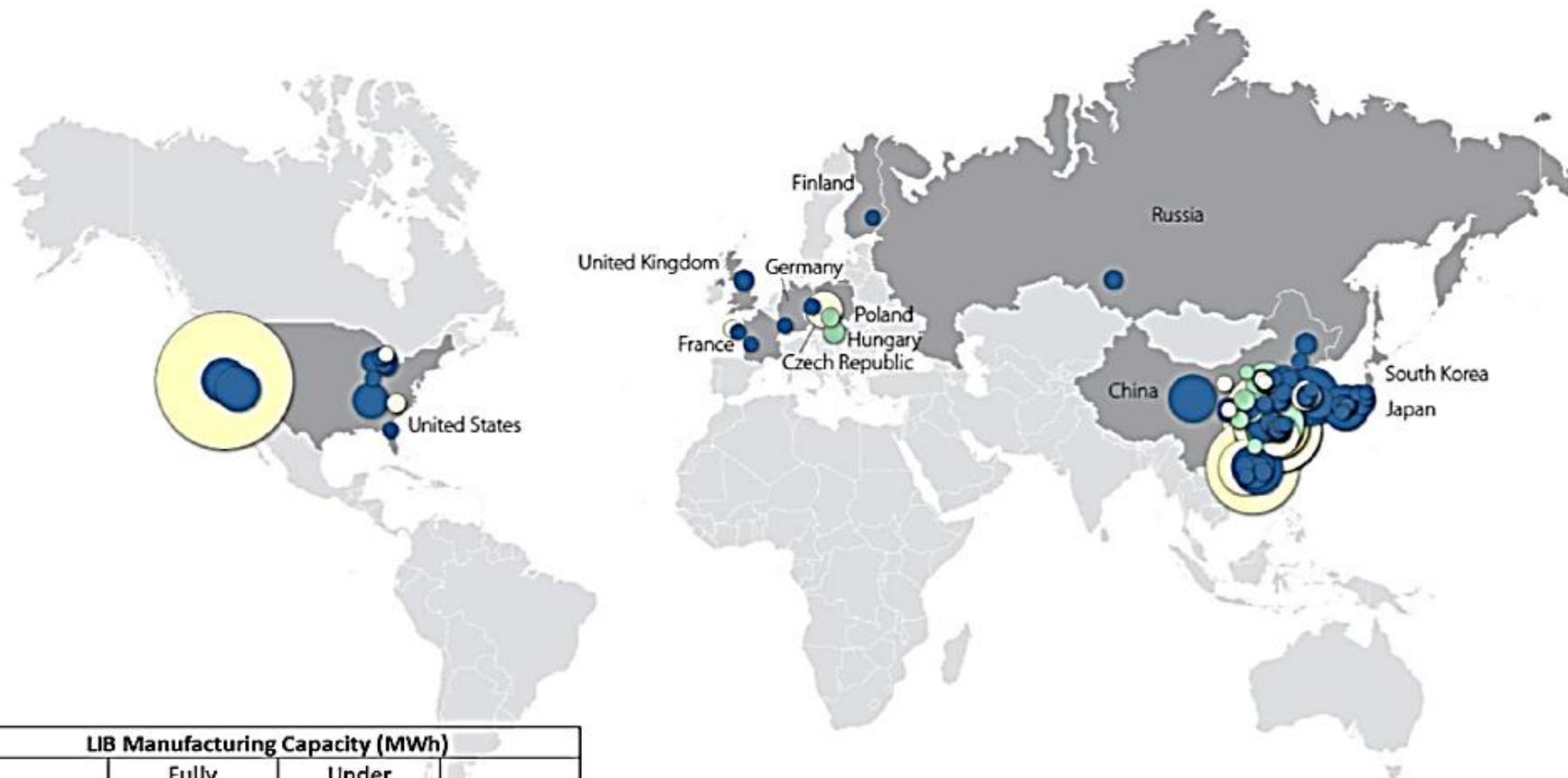
Baterias de íons Li – Reciclagem – Ênfase



- Na necessidade de preservação do meio ambiente
- Na preservação de reservas primárias globais



Baterias de íons Li – Reciclagem – Ênfase

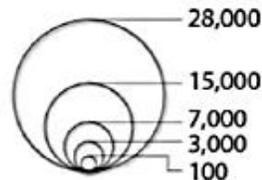


LIB Manufacturing Capacity (MWh)			
	Fully commissioned	Under Construction	Announced
China	44,710	5,960	82,320
Japan	19,414	-	-
S. Korea	17,874	-	6,870
U.S.	22,016	-	28,150
E.U.	2,400	-	5,000
Rest of World	460	1,650	5,000
Total	106,874	7,610	127,340

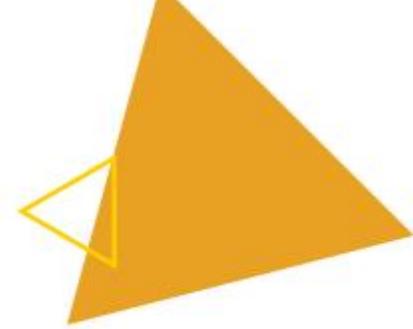
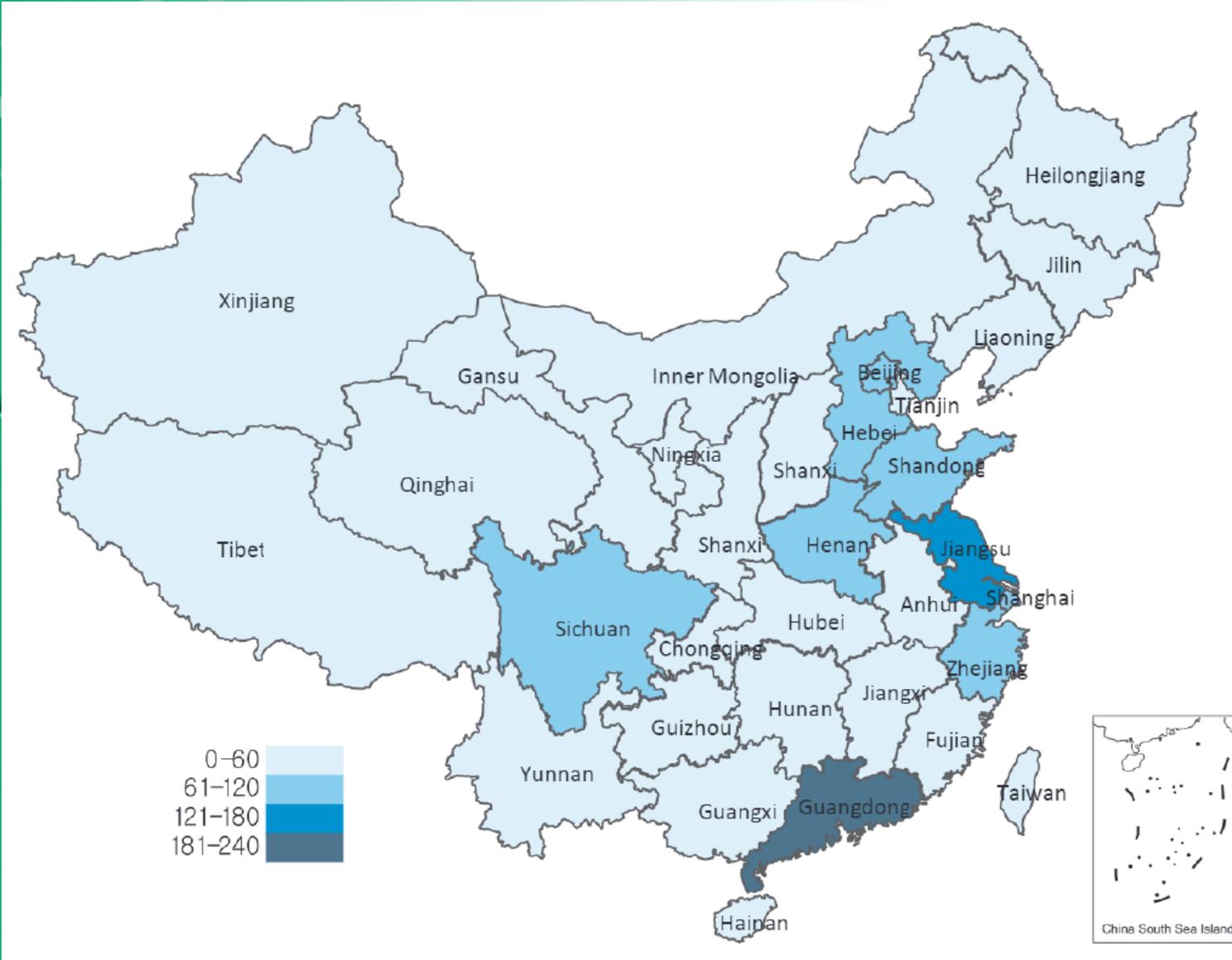
Status

- Fully Commissioned
- Partially Commissioned
- Under Construction
- Announced

Annual MWh



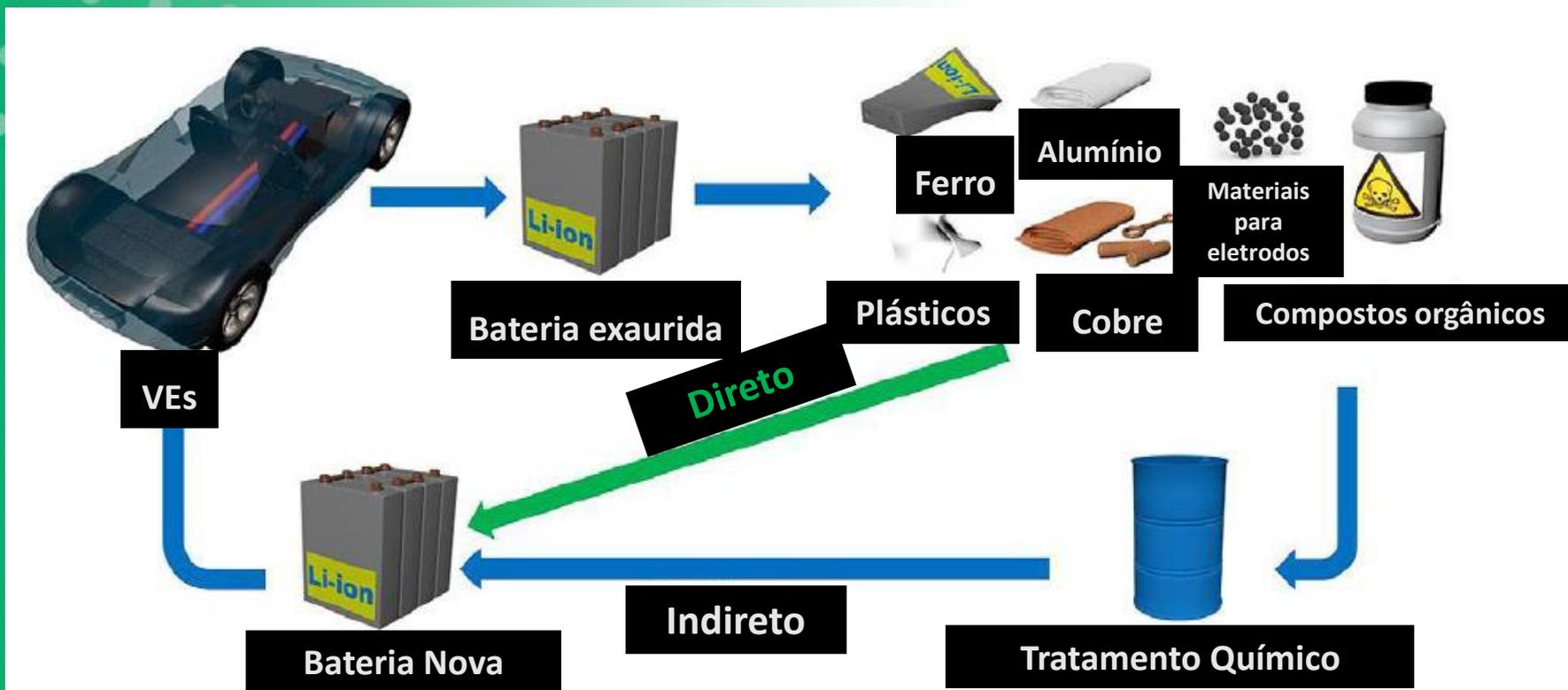
Baterias de íons Li – Reciclagem



Baterias de íons Li – Reciclagem



Baterias de íons Li – Reciclagem



Química

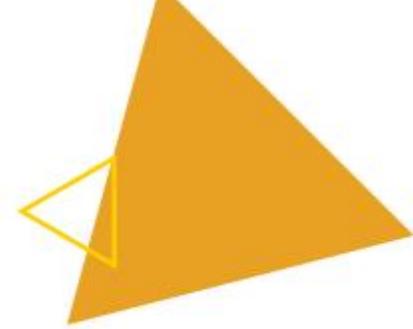
Composto químico	Acrônimo
LiCoO_2	LCO
LiMn_2O_4	LMO
LiNiMnCoO_2	NMC
LiFeO_4	LFP
LiNiCoAlO_2	NCA
Li_2TiO_3	LTO



Componentes

Elementos	Componentes
Catodo	LiMO _x
Coletor do catodo	Alumínio
Anodo	Grafite/LTO
Coletor do anodo	Cobre
Eletrólito	Solvente orgânico + LiPF ₆
Separador	PE; PP;PE/PP
Invólucro	Metal/Plástico

M = Ni, Co, Al, Mn



Baterias de íons Li – Reciclagem

Métodos de reciclagem

- Tratamento mecânico (retirada do solvente e desmantelamento sob atmosfera **inerte** ou **criogênica**)
- Pirometalurgia
- Hidrometalurgia
- Reciclagem direta
- Biotratamento

Baterias de íons Li – Reciclagem

Processos pirometalúrgicos

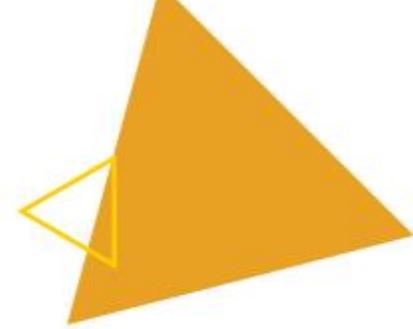


- ▣ Pirólise

- ▣ Fusão

- ▣ Destilação

- ▣ Refino



Baterias de íons Li – Reciclagem

Processos hidrometalúrgicos

- Lixiviação
- Precipitação
- Troca iônica
- Extração por solventes
- Eletrodeposição – eletrorrecuperação

Baterias de íons Li – Reciclagem

Reciclagem Direta

- Extração por solvente com CO₂ supercrítico

Baterias de íons Li – Reciclagem

Método de Reciclagem	Prós	Contras
Hidrometalurgia	Aplicável para qualquer configuração e química das baterias	Baterias precisam ser desmanteladas
	Flexibilidade na separação e nos processos de recuperação de metais em específico	Alto volume de efluente tratado/armazenado
	Elevada recuperação	
	Alta pureza dos produtos	
	Maior eficiência de energia em comparação com a pirometalurgia	
Sem emissões gasosas		

Baterias de íons Li – Reciclagem

Método de Reciclagem	Prós	Contras
Pirometalurgia	Aplicável para qualquer configuração e química das baterias	Tratamento dos gases
	Não necessita de pré-tratamento (aceita packs completos)	Emprego extensivo de energia
	Não necessita separar os tipos de baterias	Exige refino posterior dos metais recuperados
	Alta recuperação dos metais	

Baterias de íons Li – Reciclagem

Método de Reciclagem	Prós	Contras
Reciclagem direta	Pode recuperar quase todo tipo de materiais	Requer tratamento mecânico e separação dos materiais
		Material recuperado pode não ter o mesmo desempenho que o material virgem
		Mistura de materiais catódicos pode reduzir o valor do produto reciclado

Baterias de íons Li – Reciclagem

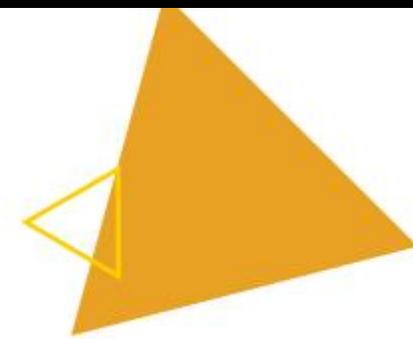
EMPRESAS DE RECICLAGEM E SEUS PROCESSOS

Empresa	Processo	Produto	Capacidade anual (t)
Retriev (França)	Hidrometalúrgico	Torta de Co, LiCO_3 , Folhas de Cu e Al	3.500
Umicore (Bélgica)	Piro e Hidrometalúrgico	Liga de Co-Ni-Cu, escória catodos, Fe	7.500
Recupyl (França)	Hidrometalúrgico	Co(OH)_3 , Li_2CO_3 , aço	110
Xstrata Nickel (Anglo-Suíça)	Pirometalúrgico	Co, Ni, não ferrosos, óxidos de manganês, plásticos	1.000

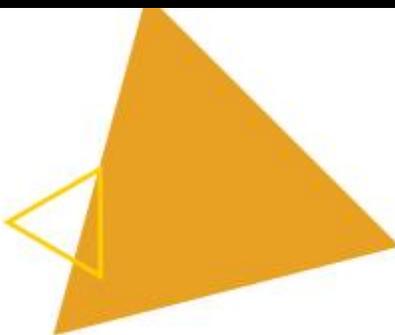
Baterias de íons Li – Reciclagem

Materiais para catodo apresentam maior valor agregado

Processo	Co Recuperado	Qualidade
Umicore	CoCl ₂	Pronto para a síntese do LiCoO ₂
Sumitomo-Sony	CoO	Exige processo pirometalúrgico antes da síntese do cátodo
Retriev Technologies	MeO + torta	Co
Recupyl	LCO/Co(OH) ₂ /Co	Produto final
Akkuser	Co + grafite	Exige processo hidro ou pirometalúrgico antes da síntese do cátodo
Accurec	Liga de Co	Co
Battery Resources	NMC(OH) ₂	Pronto para a síntese do cátodo
LithoRec	MeO	Pronto para a síntese do cátodo
OnTo	Pó do catodo (reformado)	Produto final
Aalto University	CoC₂O₄	Requer processamento



Conclusões



A reciclagem de baterias está embasada

- Na necessidade de preservação do meio ambiente
- E na preservação de reservas primárias globais

O principal desafio é:

- Desenvolvimento de processos de reciclagem flexíveis para atender à elevada gama de configurações físicas e de componentes das baterias
- 