



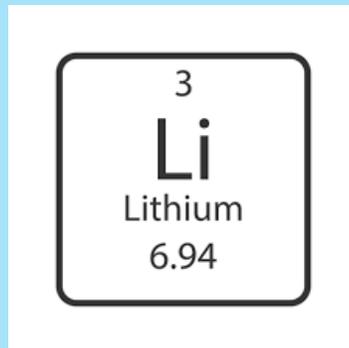
**CLUBES
CIÊNCIA VIVA
NA ESCOLA**



**ESCOLA
SECUNDÁRIA
DE AMORA**

Lítio: herói ou vilão?

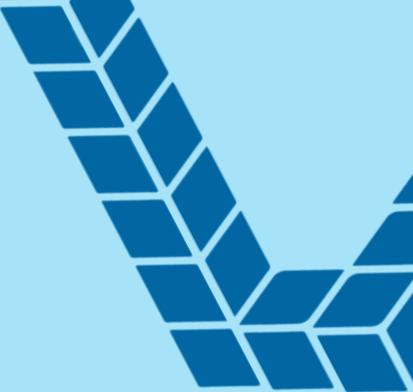
Um breve olhar



Professor Paulo Abreu
(Física e Química, ESA)

3.º Ciclo do Ensino Básico
Ensino Secundário

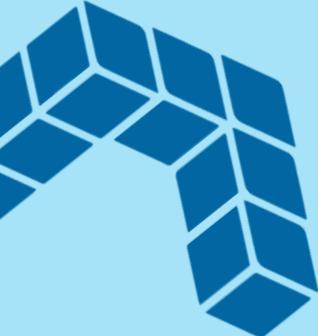
Índice



1. Elemento Lítio

- Na História, como chegámos aqui

4. Extração e purificação

- Como se produz o lítio que usamos no dia-a-dia
- 

2. Importância Industrial

- Para que serve o lítio

5. Reciclagem

- Desafios e vantagens

3. Onde e quanto?

- Que quantidade existe e onde estão as maiores reservas

6. O Futuro

- Horizontes e perspectivas

1. Elemento Lítio

- Metal alcalino (grupo 1 da T.P.)
 - Mais leve de todos os metais sólidos
 - Metal macio, que oxida facilmente em contato com o ar
 - Reage de forma intensa com a água, produzindo soluções alcalinas/básicas
 - Não ocorre livre na natureza
 - Foi produzido na altura do Big Bang e é produzido nas estrelas

Propriedades	
Número atómico	3
Massa atómica	6,941
Ponto de fusão	180,5 °C (453,65 K)
Ponto de ebulição	1342 °C (1615,15 K)
Densidade relativa	0,534 a 20°C
Número de oxidação	+1
Distribuição eletrónica	$1s^2 2s^1$

1. Elemento Lítio

Breve História



José Bonifácio de
Andrade e Silva

Johan August
Arfwedson

Jons Jakob
Berzelius

Johan August
Arfwedson

W.T. Brande
Sir Humphry Davy

R. Bunsen
A. Matthiessen

1800

1817

1818

1818

1821

1855

Petalita
($\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$)

Estudo do
mineral petalita



“lithion/lithina”
(a partir do
grego “lithos”)

Espudomeno
Lepidolite



Eletrólise do
hidróxido de lítio

Eletrólise do
cloreto de lítio

© geology.com

1. Elemento Lítio

Breve História

Metallgesellschaft AG

John Cade

Guerra Fria

Operação "Influencer"

1923

Produção industrial

1949

Lítio em medicamentos de tratamento de transtorno bipolar



1945
-
1991

Lítio-6 e Lítio-7 na produção de trítio

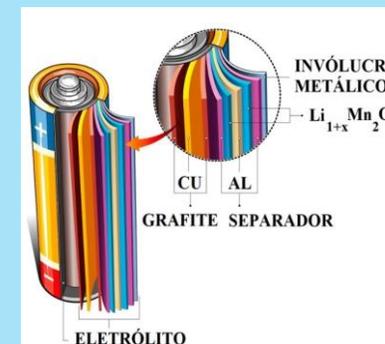
1990's

Produção a partir da água de lagos salgados



2007

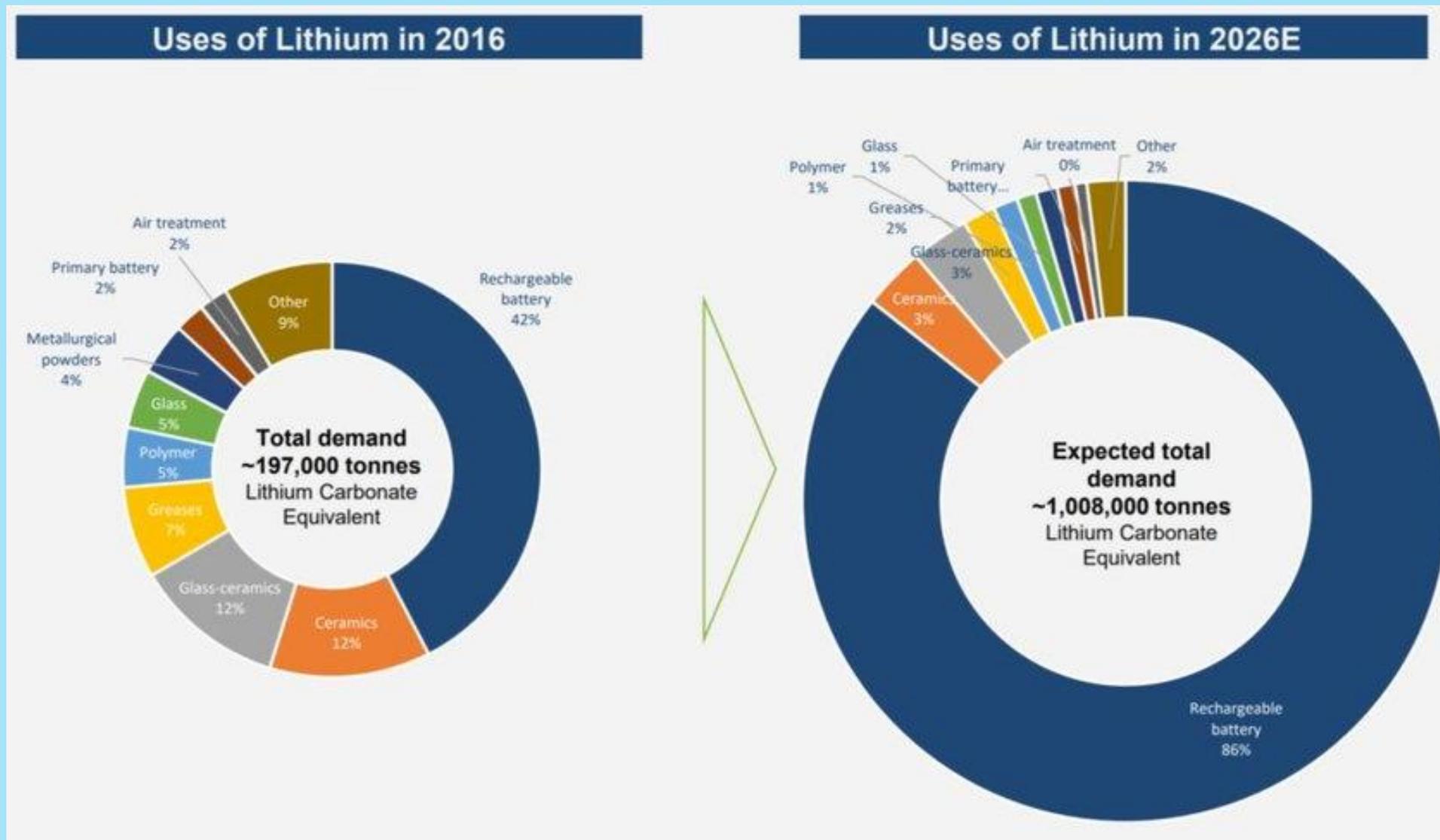
Baterias de íons de lítio



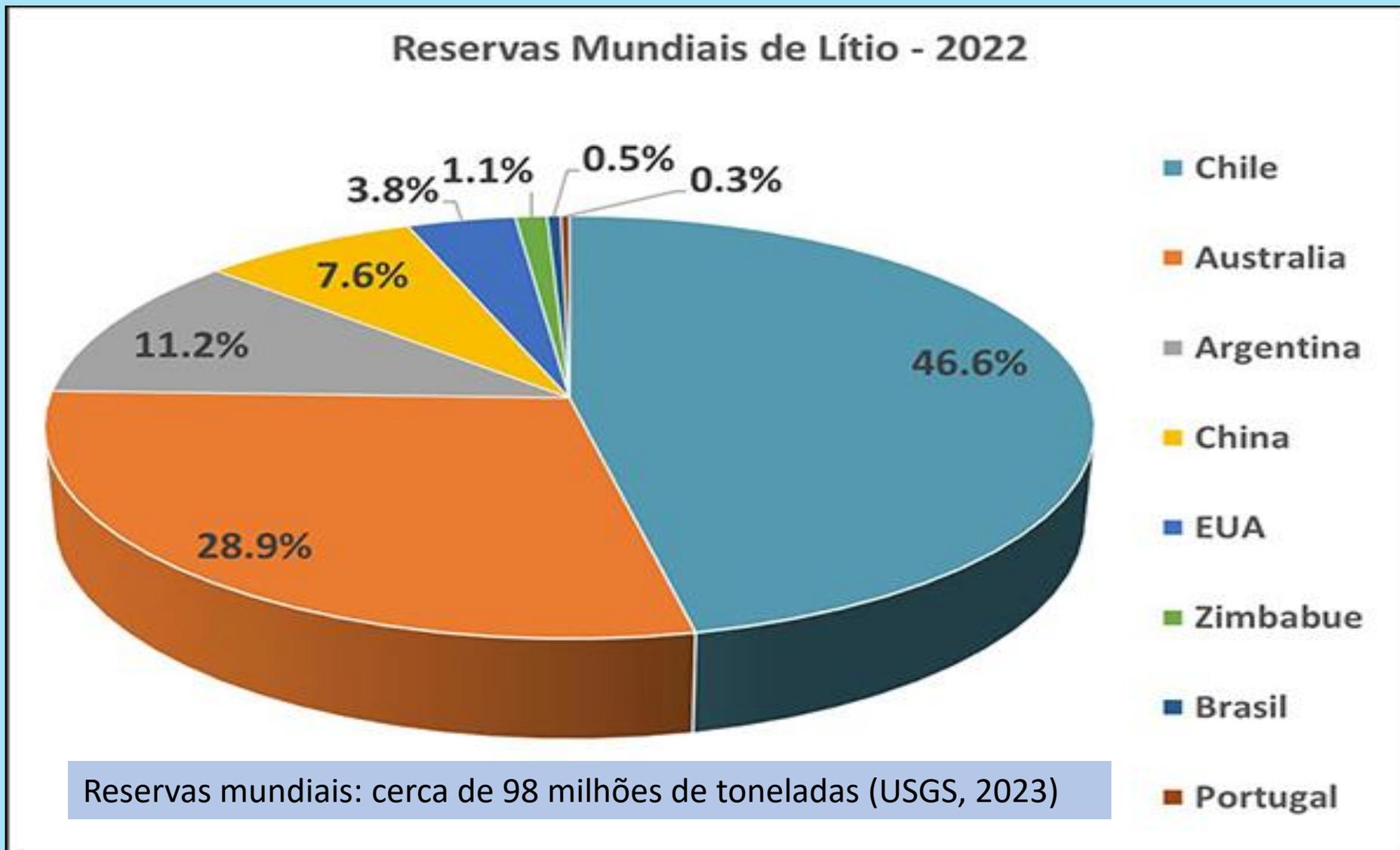
2023

Escândalo da concessão de explorações de lítio

2. Importância Industrial



3. Onde e quanto?



3. Onde e quanto?

Posição	País	Produção em 2021 (toneladas)	% do Total
1	Austrália	55.416	52%
2	Chile	26.000	25%
3	China	14.000	13%
4	Argentina	5.967	6%
5	Brasil	1.500	1%
6	Zimbabué	1.200	1%
7	Portugal	900	1%
8	Estados Unidos	900	1%
	Resto do mundo	102	0,1%
	Total	105.984	100%

Fonte: BP Statistical Review of World Energy

4. Extração e purificação

- A extração comercial do lítio assenta em dois grandes processos
 - Evaporação de águas salgadas
 - “Lithium Fields” na mina Salar de Atacama, Sul do Chile



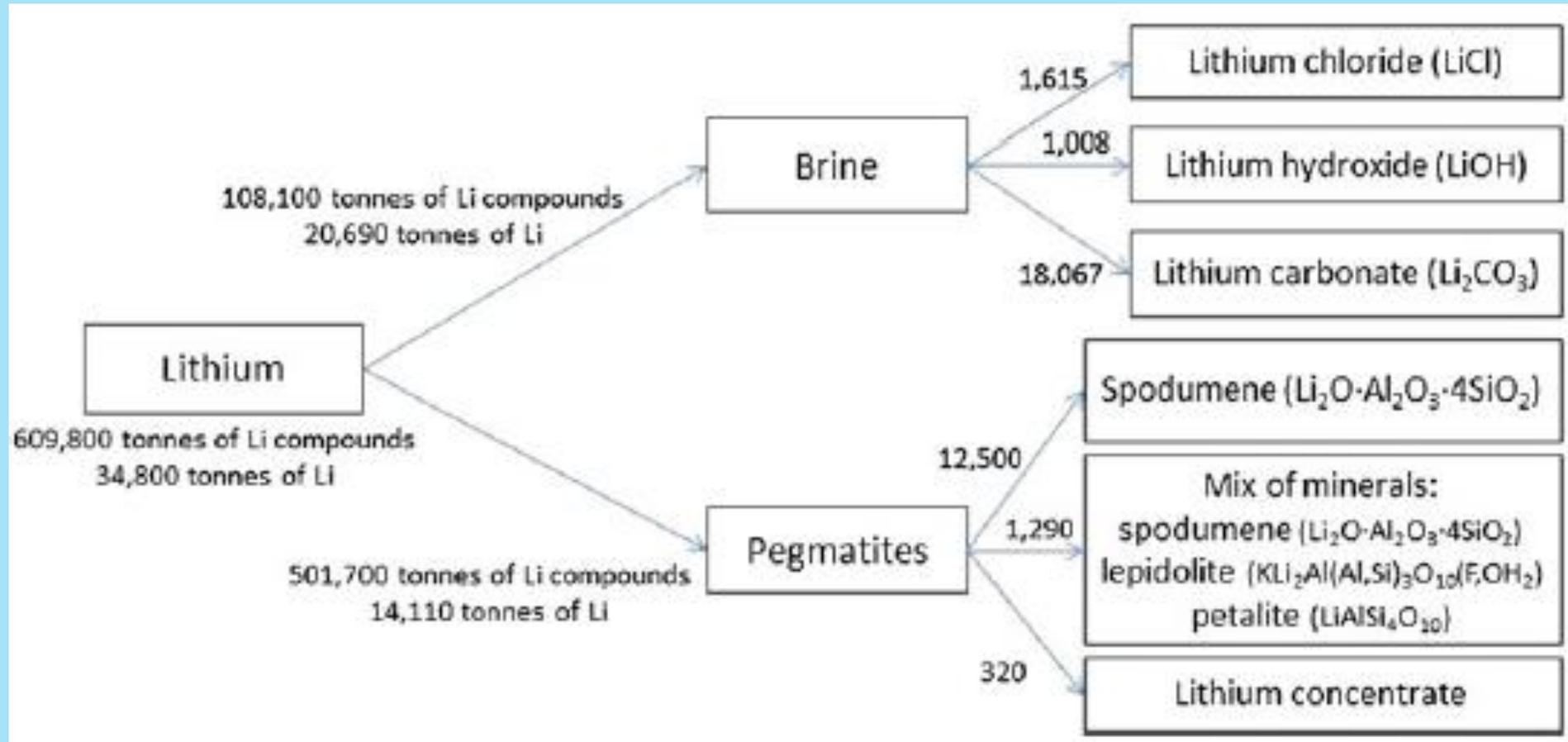
<https://www.euronews.com/green/2022/02/01/south-america-s-lithium-fields-reveal-the-dark-side-of-our-electric-future>

4. Extração e purificação

- A extração comercial do lítio assenta em dois grandes processos
 - Minas a céu aberto
 - Maior mina do mundo: Greenbushes Mine (Austrália)

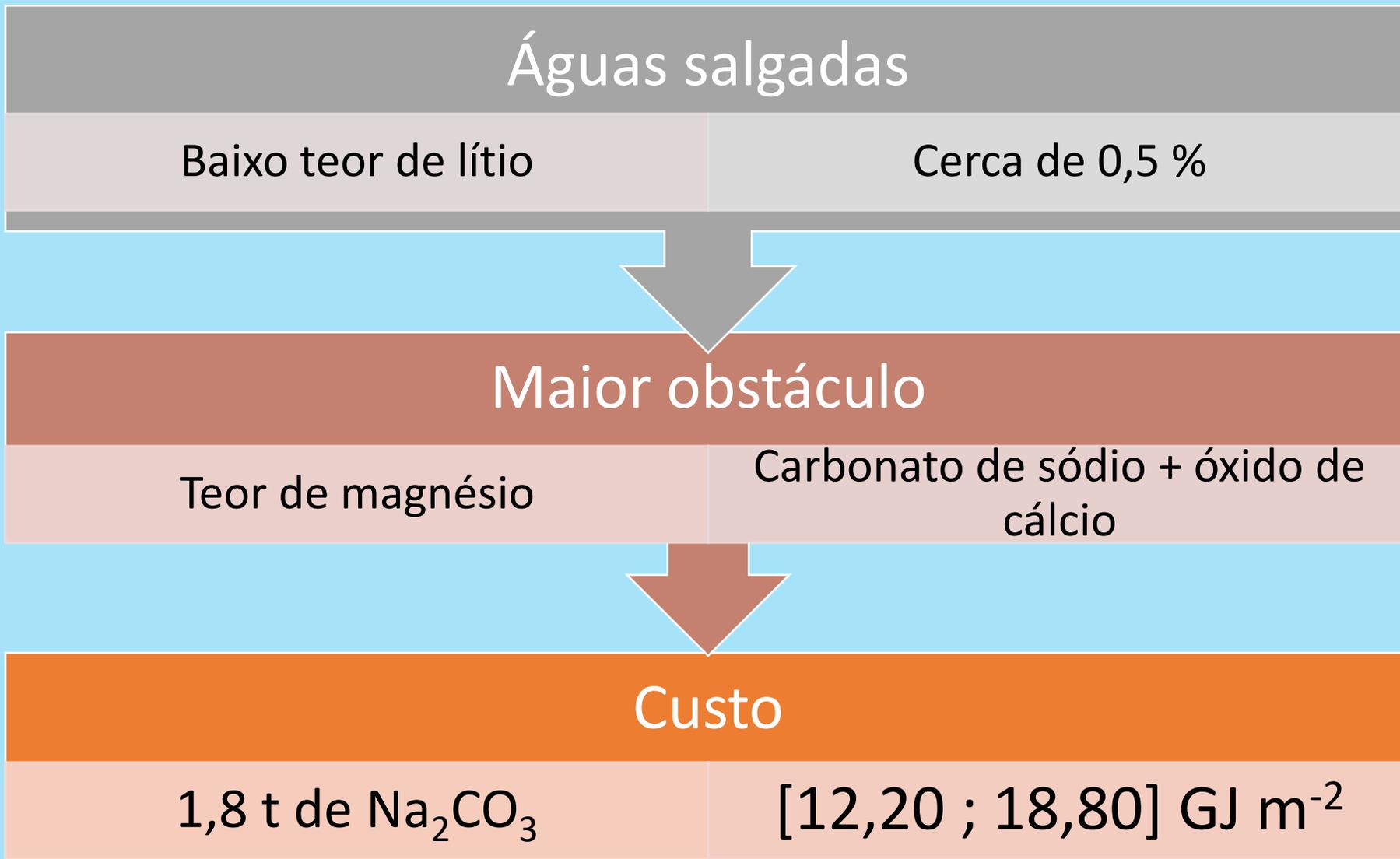


4. Extração e purificação



Talens Peiró, L., Villalba Méndez, G. & Ayres, R.U. Lithium: Sources, Production, Uses, and Recovery Outlook. JOM 65, 986–996 (2013). <https://doi.org/10.1007/s11837-013-0666-4>

4. Extração e purificação



4. Extração e purificação

Minérios tipo pegmatitas/espudomeno

Baixo teor de lítio

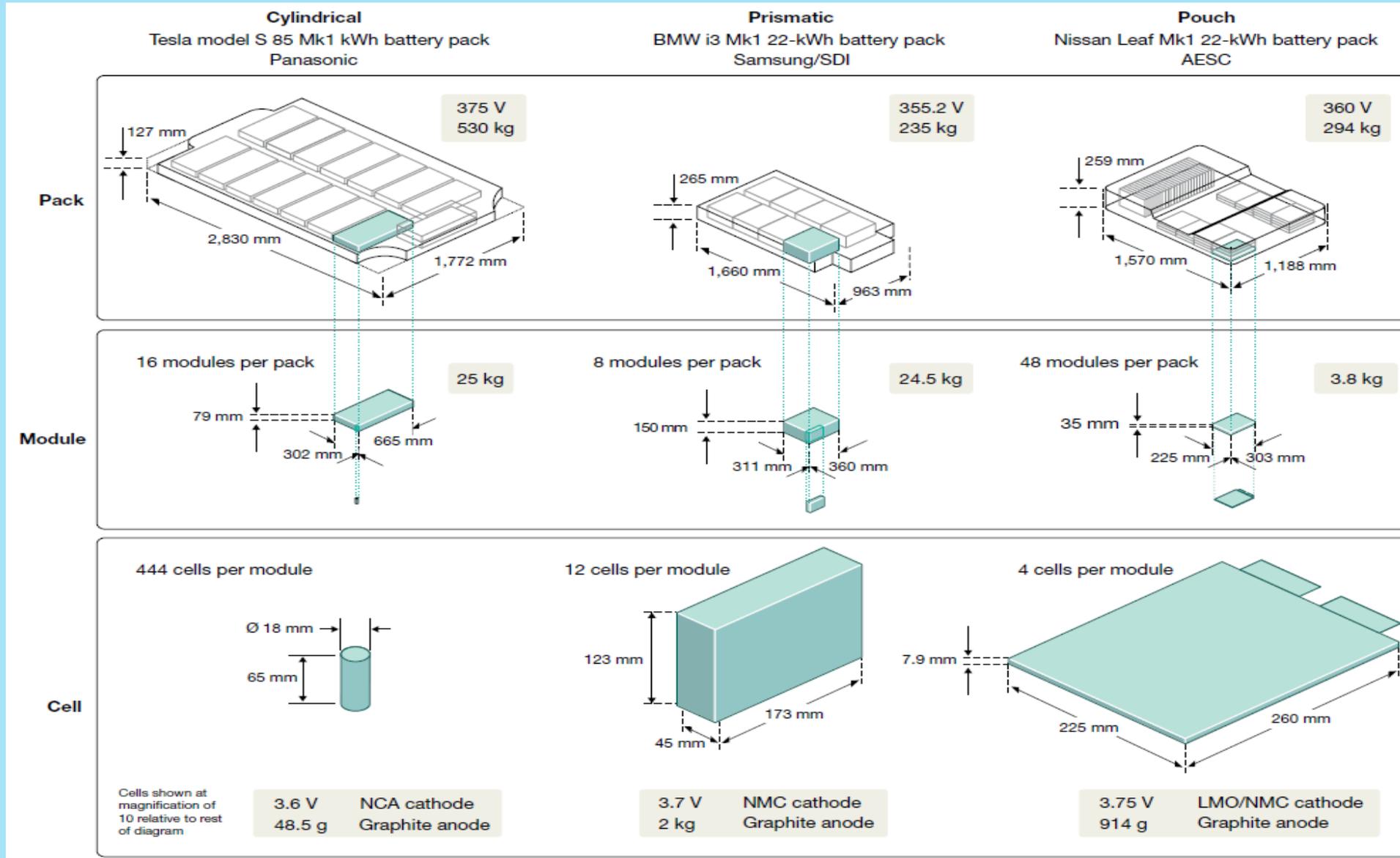
1 a 8 %

Table I. Material and energy inputs for the production of 1 tonne of lithium carbonate from Spodumene⁶²

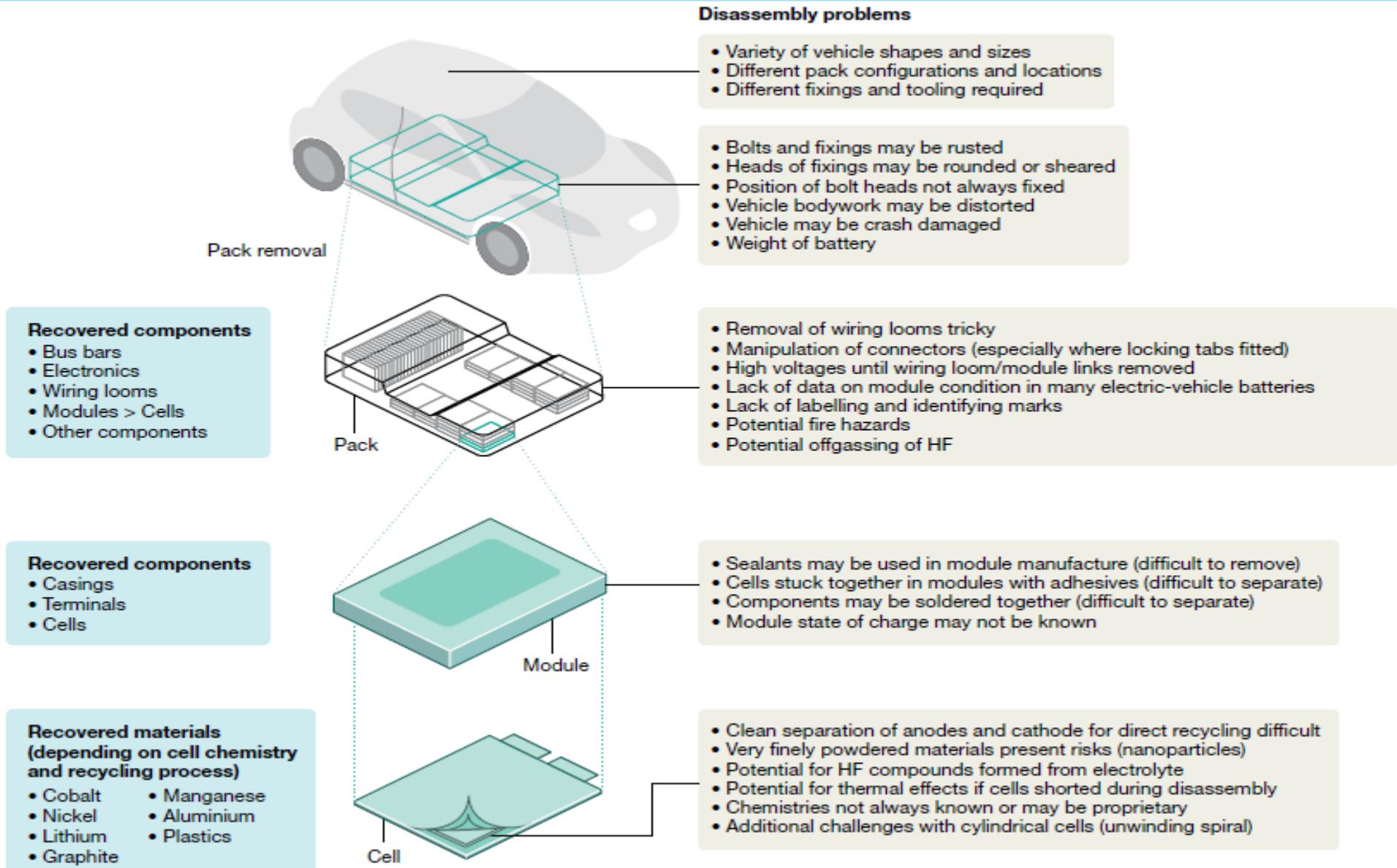
Materials	Amount	Units
Spodumene ($\text{Li}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 4\text{SiO}_2$)	1.34	tonnes
Sulfuric acid (H_2SO_4)	0.48	tonnes
Soda ash (Na_2CO_3)	0.52	tonnes
Water (H_2O)	24.00	tonnes
Utilities		
Natural gas	1.66	GJ
Electricity*	1.01	GJ

*Electricity is given based on the mix in the European Union

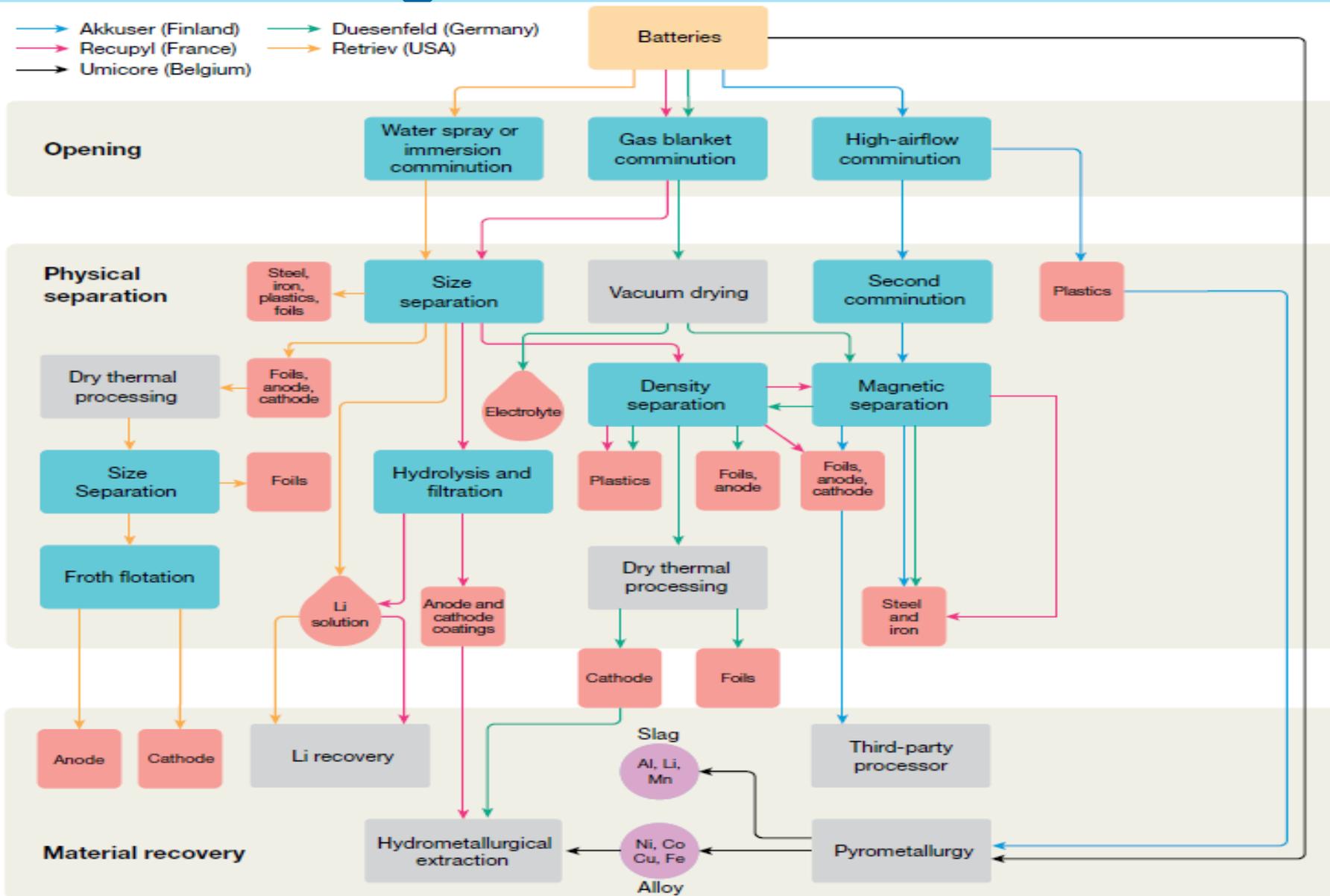
5. Reciclagem



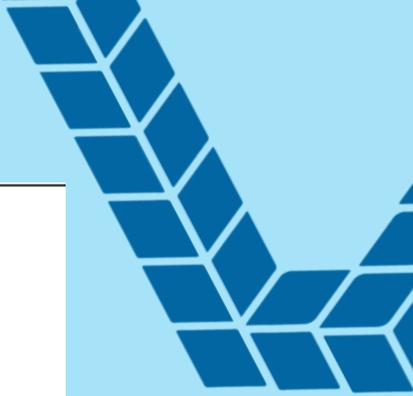
5. Reciclagem



5. Reciclagem



5. Reciclagem



Comparison of different LiB recycling methods



	Technology readiness	Complexity	Quality of recovered material	Quantity of recovered material	Waste generation	Energy usage	Capital cost	Production cost
Pyrometallurgy	★★★★★	★★★★★	★	★★★	★★	★	★	★★★★★
Hydrometallurgy	★★★★	★★★	★★★	★★★★	★★★	★★★	★★★	★★★
Direct recycling	★★	★	★★	★★★★★	★★★★	★★★	★★★	★

	Presorting of batteries required	Cathode morphology preserved	Material suitable for direct re-use	Cobalt recovered	Nickel recovered	Copper recovered	Manganese recovered	Aluminium recovered	Lithium recovered
Pyrometallurgy	★★★★★	No	No	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★	No	★
Hydrometallurgy	★★★★	No	No	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★	★★★★★	★★★
Direct recycling	★	★★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★

Harper, G., Sommerville, R., Kendrick, E. *et al.* Recycling lithium-ion batteries from electric vehicles. *Nature* 575, 75–86 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1682-5>



6. O Futuro

- Reservas mundiais: cerca de 98 milhões de toneladas (USGS, 2023)
 - **cerca de 100 anos aos níveis atuais de consumo**
- Avanços na reciclagem: aposta declarada na reciclagem direta (mais virada para a recuperação quase total das matérias primas das baterias)
 - **Maiores custos energéticos, mas redução da pressão ambiental**
- Preocupação com a substituição do lítio em certas aplicações industriais
 - **Maior uso do cálcio, magnésio, mercúrio, zinco, alumínio, sódio e potássio**
- Reaproveitamento das primeiras gerações de baterias de grande capacidade
 - **Questão da degradação e acumulação de materiais contaminantes**
- Limite das explorações mineiras

6. O Futuro

Reservas

- São fixas e conhecidas
- Extração e purificação complicadas e caras
- Reciclagem complicada e cara

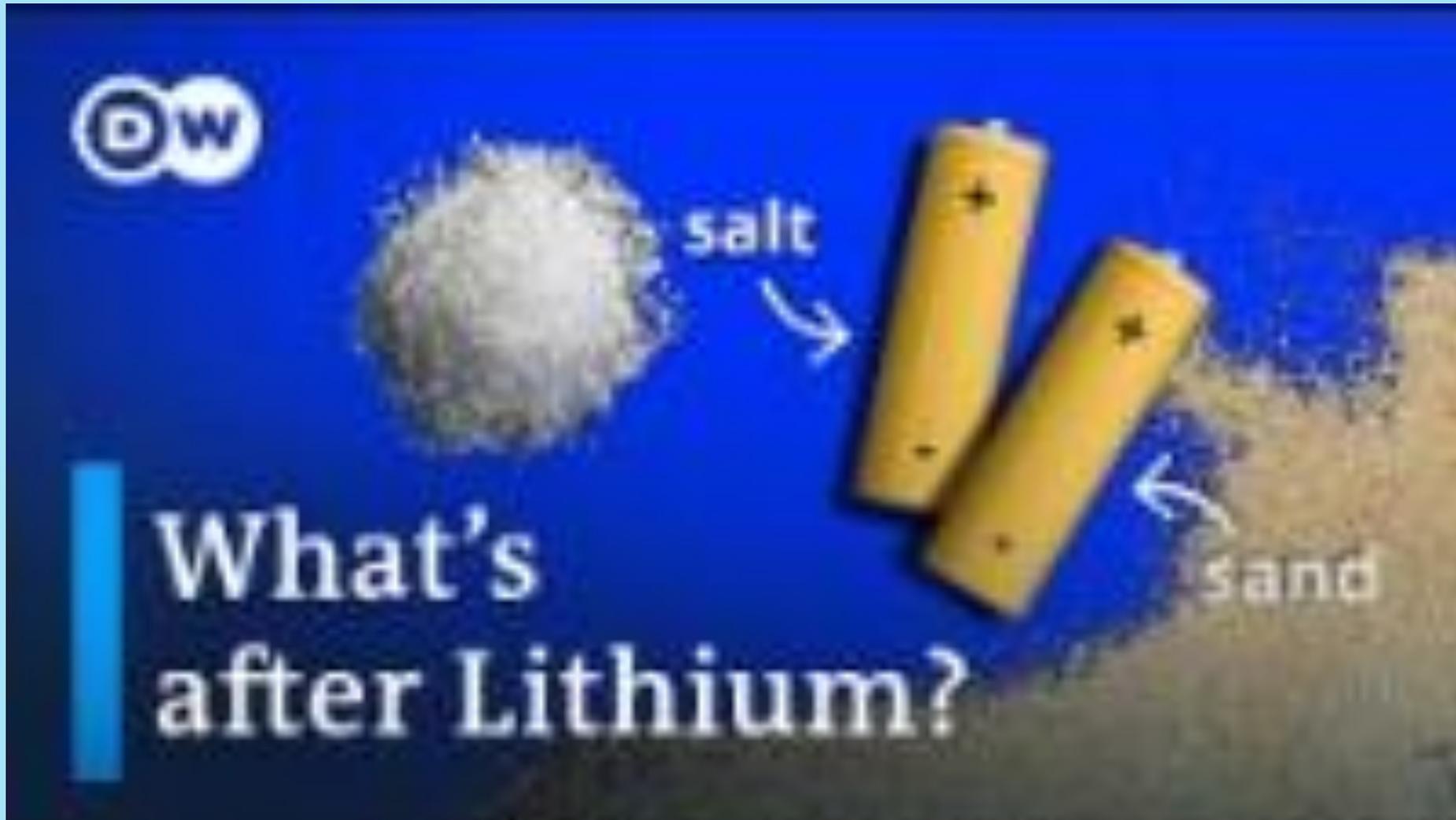
Consumo

- Subida exponencial da procura mundial
- Incerteza nas cadeias de distribuição

Alternativas

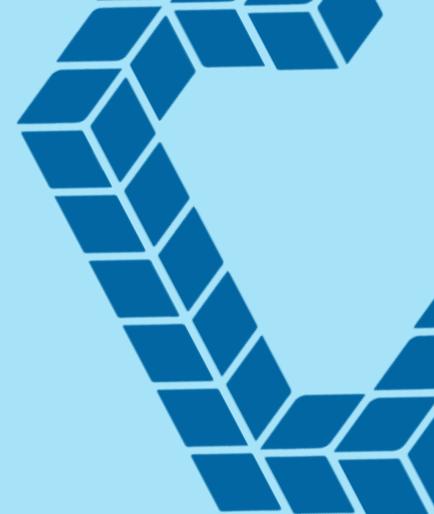
- Redução das aplicações do lítio
- Novas arquiteturas de baterias (novos materiais)

6. O Futuro



Referências Bibliográficas

- <https://www.britannica.com/science/lithium-chemical-element>
- <https://geology.com/minerals/lepidolite.shtml>
- <https://corecase.com.br/pt/2022/07/29/litio-entenda-o-motivo-desse-elemento-ser-cada-vez-mais-relevante-na-mineracao/>
- <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=38729>
- <https://www.sgb.gov.br/litio/nomundo.html>
- U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023 (<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/lithium-statistics-and-information>)
- Talens Peiró, L., Villalba Méndez, G. & Ayres, R.U. Lithium: Sources, Production, Uses, and Recovery Outlook. *JOM* **65**, 986–996 (2013). <https://doi.org/10.1007/s11837-013-0666-4>
- Harper, G., Sommerville, R., Kendrick, E. *et al.* Recycling lithium-ion batteries from electric vehicles. *Nature* **575**, 75–86 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1682-5>
- <https://www.euronews.com/green/2022/02/01/south-america-s-lithium-fields-reveal-the-dark-side-of-our-electric-future>
- <https://www.researchgate.net/figure/Uses-of-Lithium-in-2016-and-2026-Retrieved-from-Lithium-2018-p-11-fig7-330684297>



OBRIGADO!

