

Tecnologias para Produção de Carbonato e Hidróxido de Lítio a Partir de Ambligonita e Espodumênio

Paulo Fernando Almeida Braga

Eng. Químico, M.Sc.
Tecnologista Sênior CETEM

Sílvia Cristina Alves França

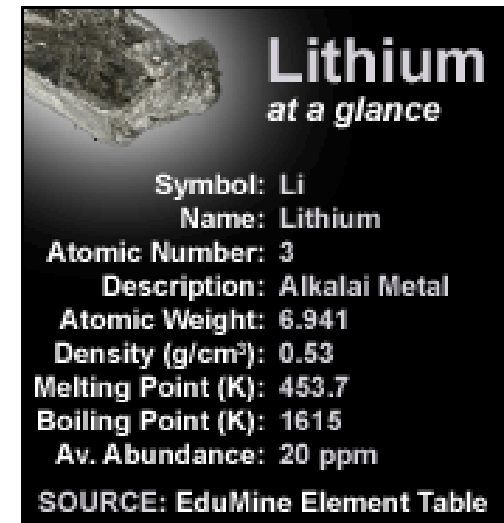
Eng. Química, D.Sc.
Tecnologista Sênior CETEM

“O lítio é um elemento relativamente raro, embora seja encontrado em muitas rochas e em algumas salmouras, mas sempre em baixas concentrações. Existe um número bastante grande de ambos os depósitos, minerais ou salmouras de lítio, mas apenas, poucos deles tem valor real ou potencialidade comercial. Muitos são pequenos, outros tem concentração muito baixa”.

Donald Garrett, in Handbook of lithium and natural calcium

Introdução

- Alemanha - primeira produtora industrial de minerais de lítio a partir de minérios provenientes da Bohemia e Saxonia;

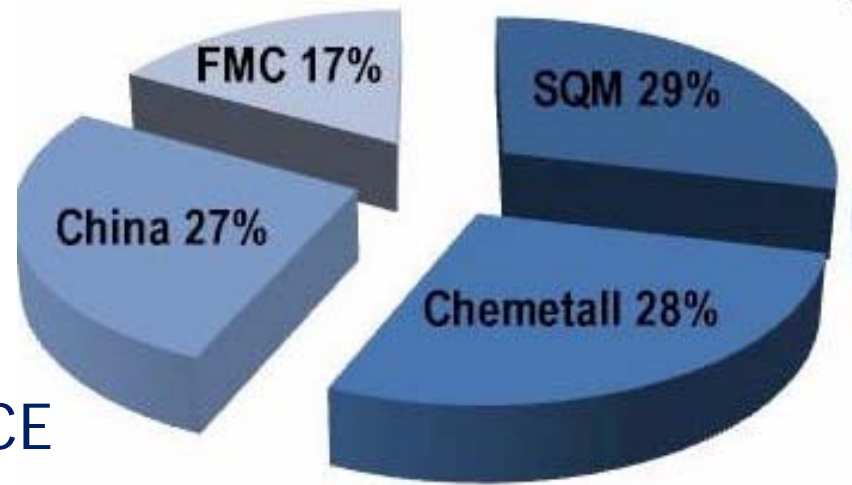


Lithium
at a glance

Symbol: Li
Name: Lithium
Atomic Number: 3
Description: Alkali Metal
Atomic Weight: 6.941
Density (g/cm³): 0.53
Melting Point (K): 453.7
Boiling Point (K): 1615
Av. Abundance: 20 ppm
SOURCE: EduMine Element Table

- 1886 - França inicia a sua produção de amblygonita proveniente da região de Montebbras;
- 1930 - A Foote Mineral Co. (Carolina do Norte, EUA) inicia sua produção de carbonato de lítio (via processo alcalino – espodumênio);
- 1946 - A Lithcoa desenvolveu o processo ácido, mais eficiente que o alcalino, para produção de carbonato de lítio;
- 1986 – início de produção de lítio de evaporitos com alto teor no Chile (Cyprus Foote /Chemettal) e na Argentina (FMC/Lithium Division); esse fato levou ao fechamento das unidades produtoras de carbonato e hidróxido de lítio a partir do minério de espodumênio (EUA), devido aos altos custos de processamento, comparados com os evaporitos.

Panorama Mundial: Oferta



Produção em 2010 ~110.000 t LCE

Principais produtores	País	Recurso	Nome do Depósito	Produtos
Chemetall	Chile	Salmouras	Salar de Atacama/Nevada	Li ₂ CO ₃ /LiOH
FMC Lithium	Argentina	Salmouras	Salar de Hombre Muerto	Li ₂ CO ₃ /LiOH
SQM	Chile	Salmouras	Salar de Atacama	Li ₂ CO ₃ /LiOH
Empresas Chinesas	China	Salmouras/Minerais	Diversos	Li ₂ CO ₃ /LiOH
Talison Minerals	Austrália	Minerais	Greenbushes	Concentrados

DEMANDA		
	LCE (10 ³ t)	referência
2010	105/115	Metal Bulletin
2020	290/380	Metal Bulletin
2020	187	SignumBOX
2020	249	TRU Group
2020	283	Byron Capital Markets

fonte: Ind. Minerals, abr 2011

Panorama Mundial: Preços

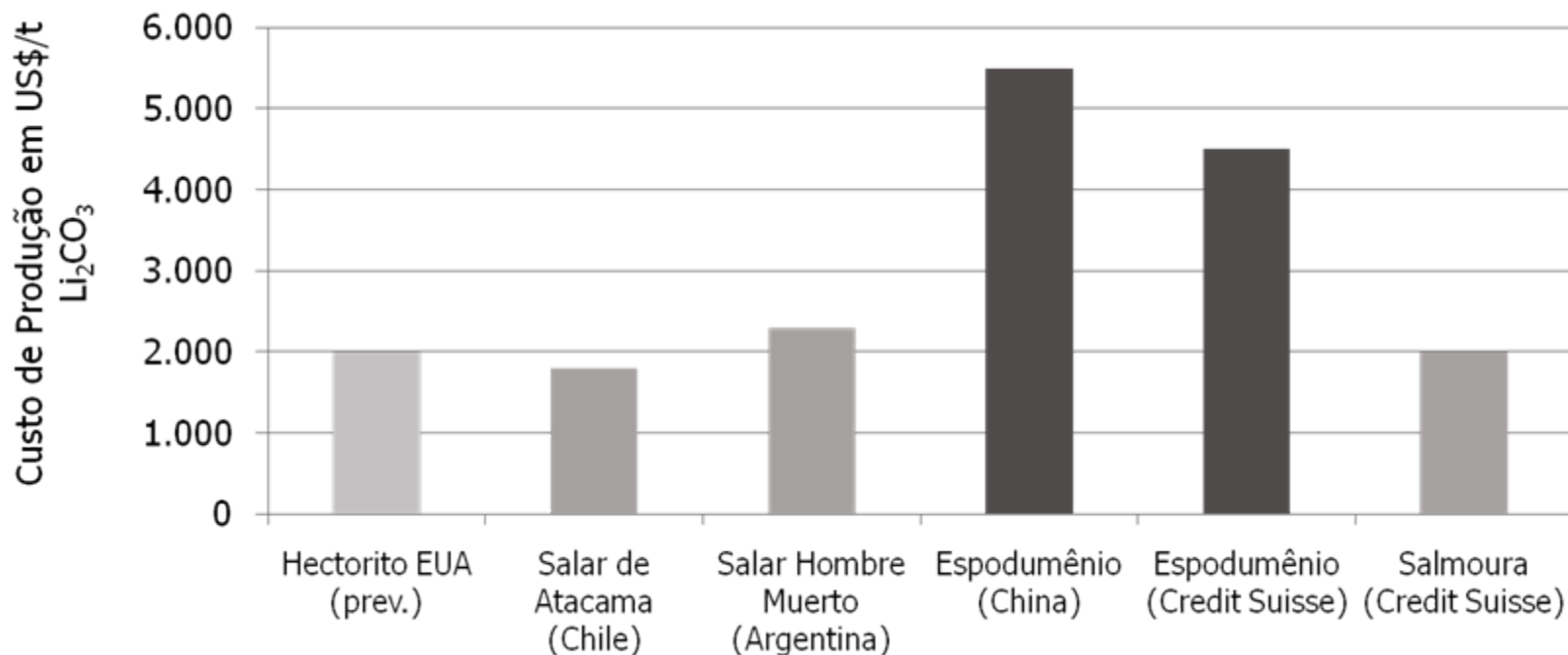
- ✓ Carbonato de Lítio: 5,0-5,3 US\$/kg
- ✓ Petalita (4,2% Li₂O): 165-260 US\$/t
- ✓ Espodumênio concentrado (>7,25% Li₂O): 720-770 US\$/t
- ✓ Espodumênio grau vidro (5% Li₂O): 460-510 US\$/t

Fonte: Industrial Mineral, maio 2011

US\$ 5 - 5,30/kg PREÇO CARBONATO DE LÍTIO ??



Panorama Mundial: Custos de Produção



Fonte: Industrial Mineral, abr 2011
Credit Suisse, out 2009



Espodumênio

Principais Minerais de Lítio

Minerais	Fórmula	Densidade	Dureza	% Li ₂ O	
				Teórica	Típica
Ambligonita	LiAl(PO ₄)(F,OH)	3	5,5 - 6	11,9	5
Eucryptita	LiAl(SiO ₄)	2,65	6,5	11,9	5
Lepidolita	K(Li,Al ₃)(Si,Al) ₄ O ₁₀ (F,OH) ₂	2,8 – 3,3	2,5 – 3	3,3 – 7,8	3,0 – 4,0
Montebrasita	LiAlPO ₄ F	3	5,2 - 6	7	
Petalita	LiAl(Si ₄ O ₁₀)	2,3 – 2,5	6 – 6,5	4,9	3,0 – 4,5
Espodumênio	LiAl(Si ₂ O ₆)	3 – 3,2	6,5 – 7,5	8	1,5 – 7,0
Zinnwaldita	K(Li,Al,Fe) ₃ (Al,Si) ₄ O ₁₀ (F,OH) ₂	2,9 – 3,3	2,5 - 4	5,6	2,0 – 5,0
Hectorito	Na _{0,3} (Mg,Li) ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	2,3	1-2	1,22	1,12

Fonte: The Industrial Minerals HandyBook IV, 2002

Processo Ácido (Espodumênio) – Carbonato de Lítio

✓ Carbonato de Lítio (1 t):

9 t minério (5,4% Li₂O);

2 t H₂SO₄;

0,1 t Ca(OH)₂;

0,8 t Na₂CO₃.



✓ Hidróxido de Lítio (1 t):

0,9 t Li₂CO₃;

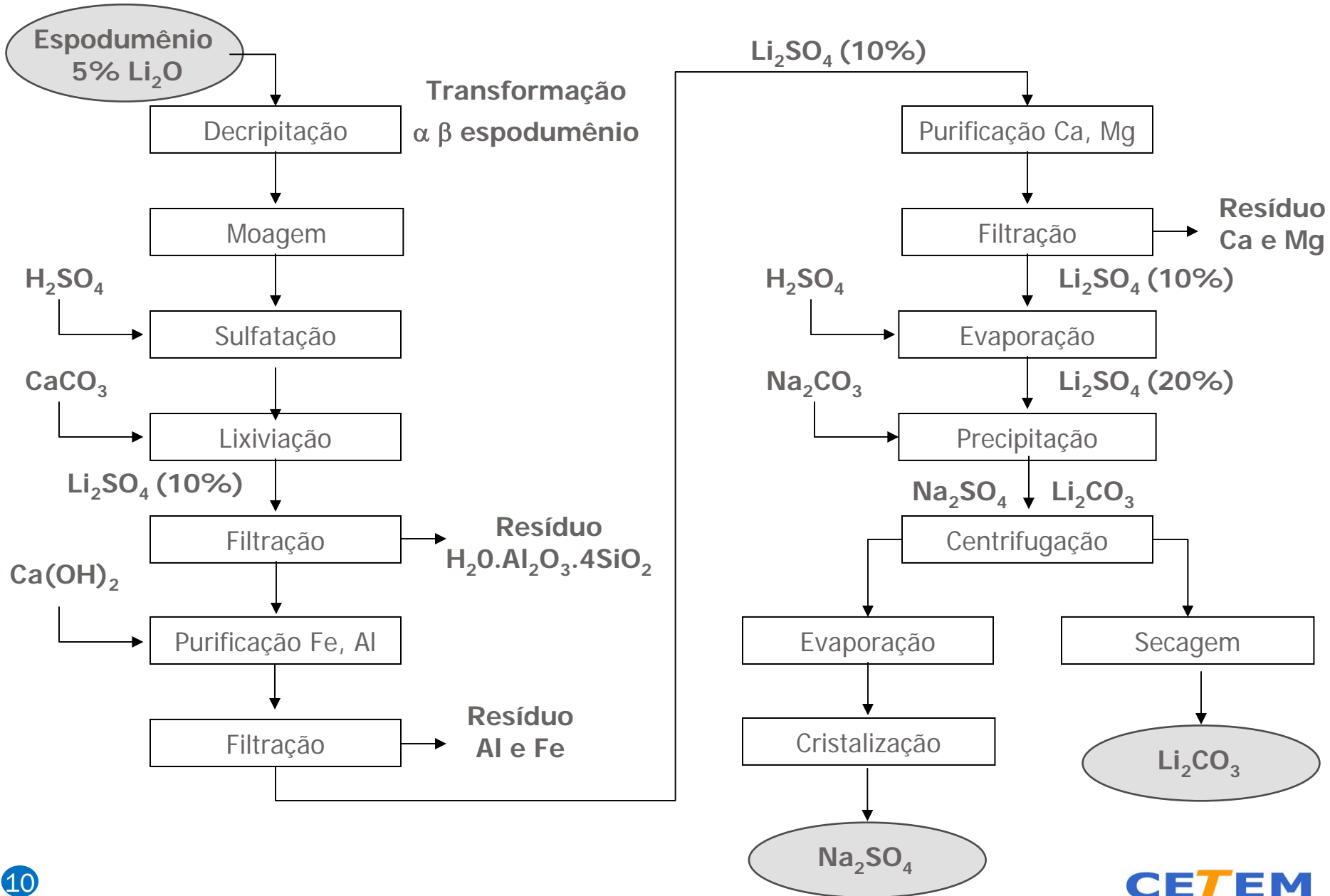
1,1 t Ca(OH)₂.



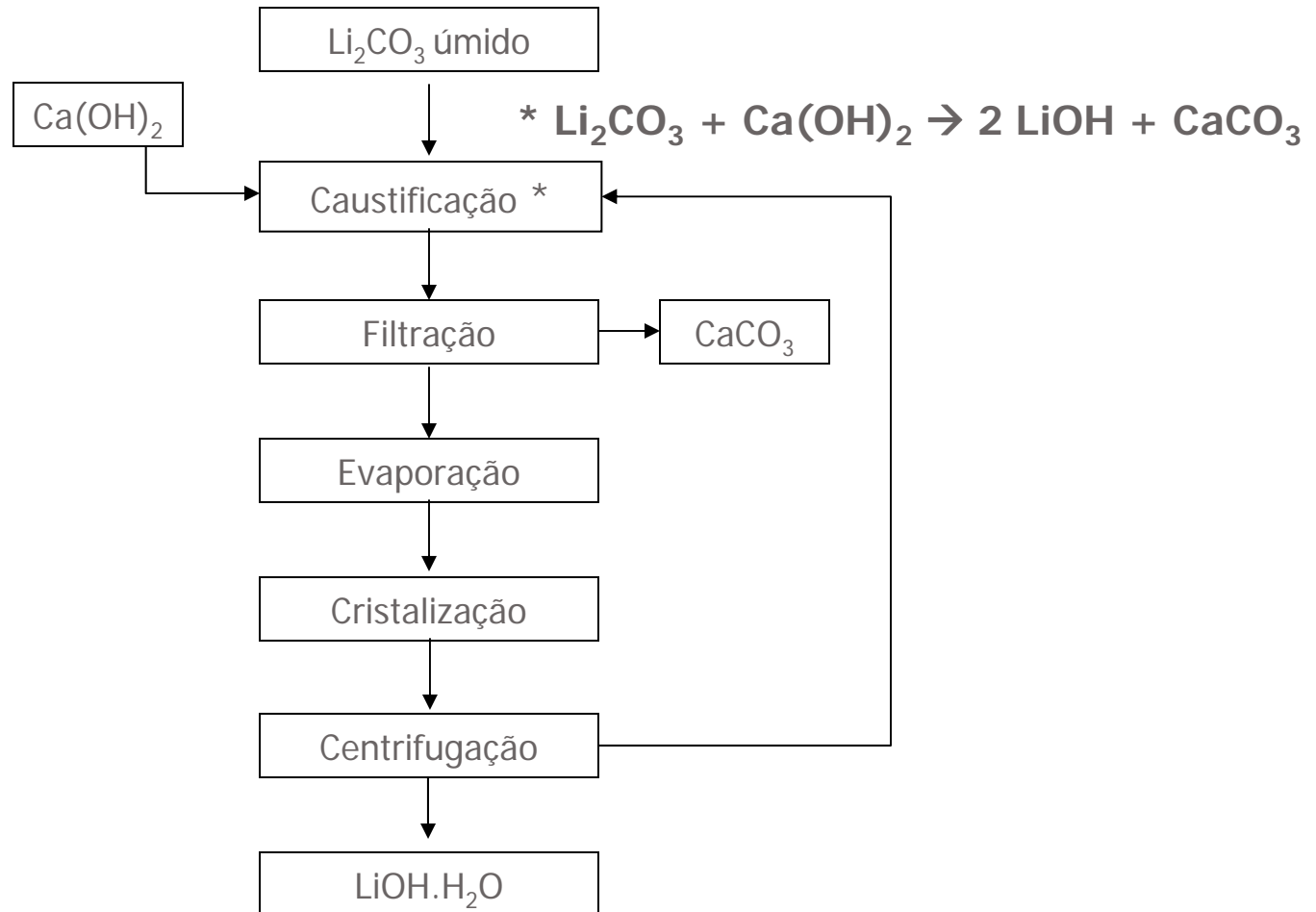
Reações:



Processo Ácido (Espodumênio) – Carbonato de lítio



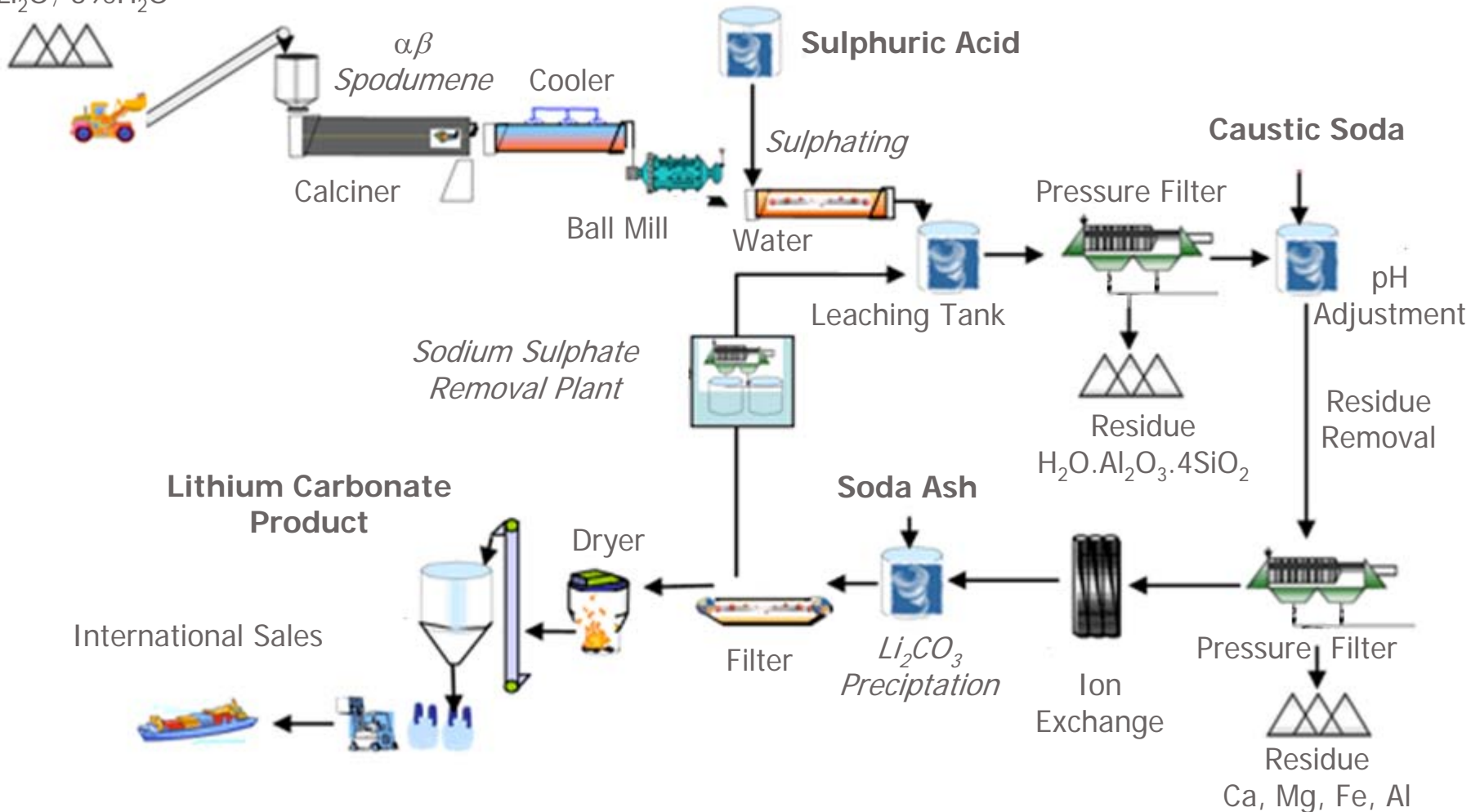
Hidróxido de Lítio



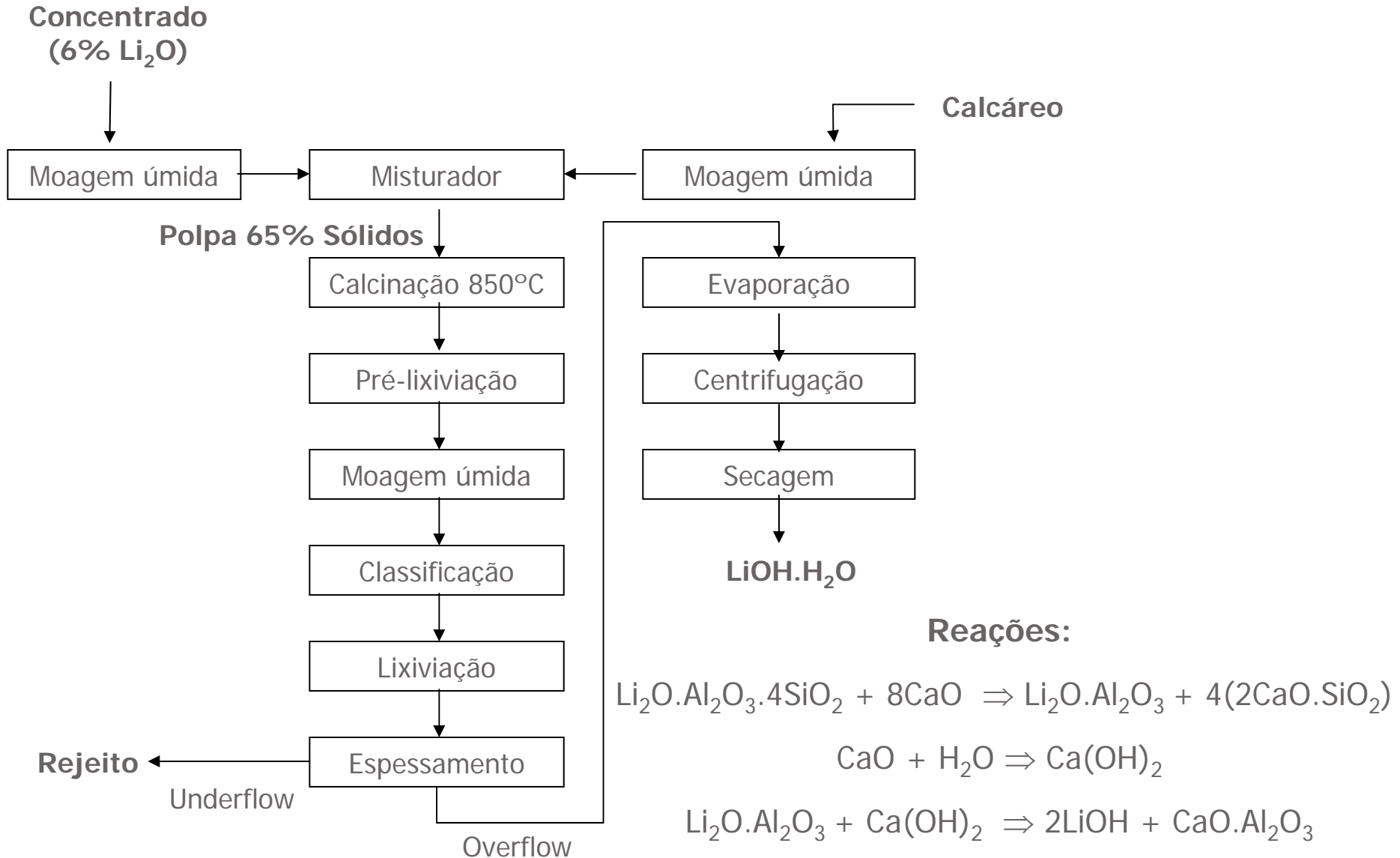
Galaxy – Planta de Carbonato de Lítio Jiangsu

17.000 t/a Li_2CO_3 grau bateria

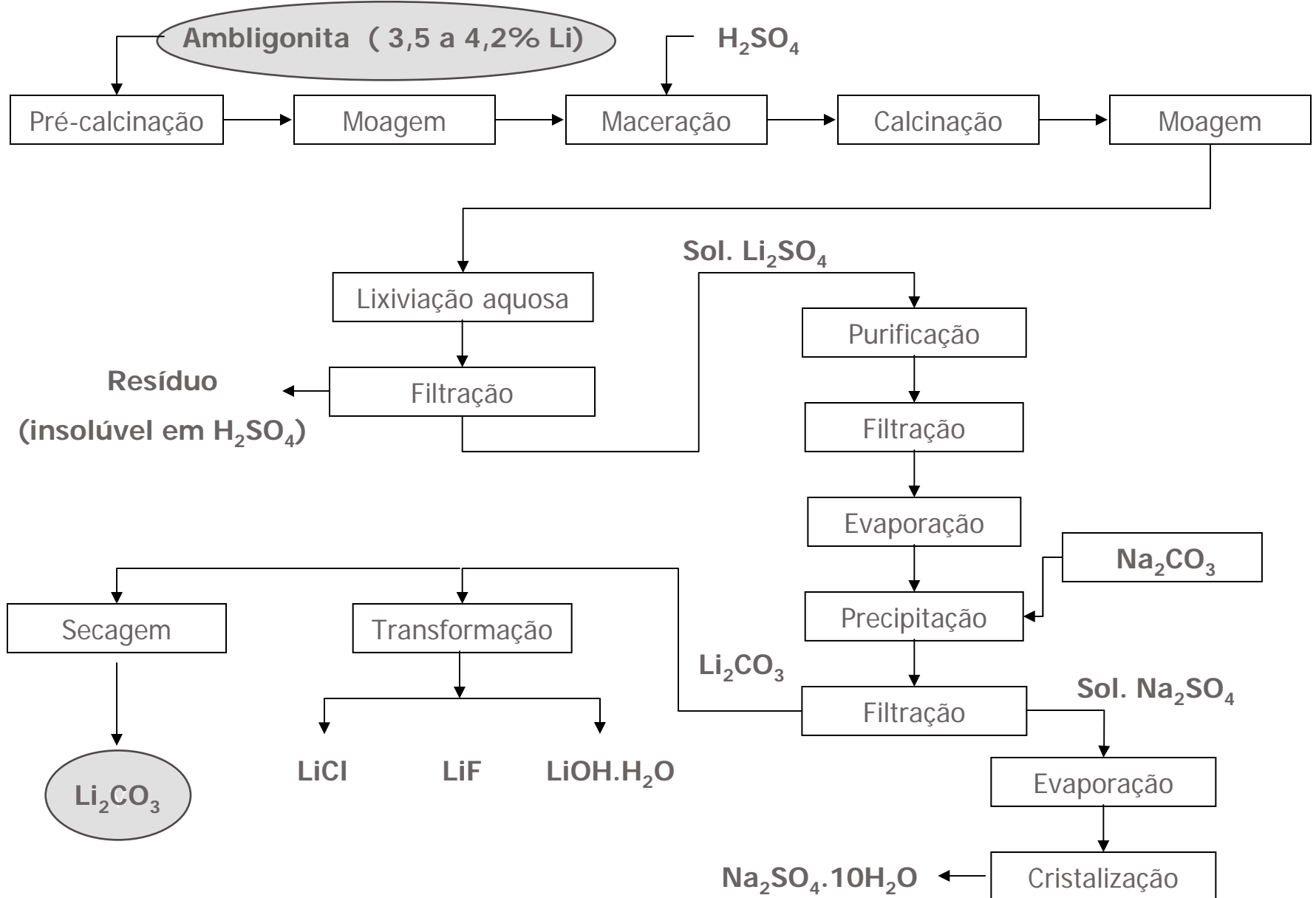
Spodumene
6% Li_2O ; 5% H_2O



Processo Alcalino (Espodumênio) – Carbonato de lítio

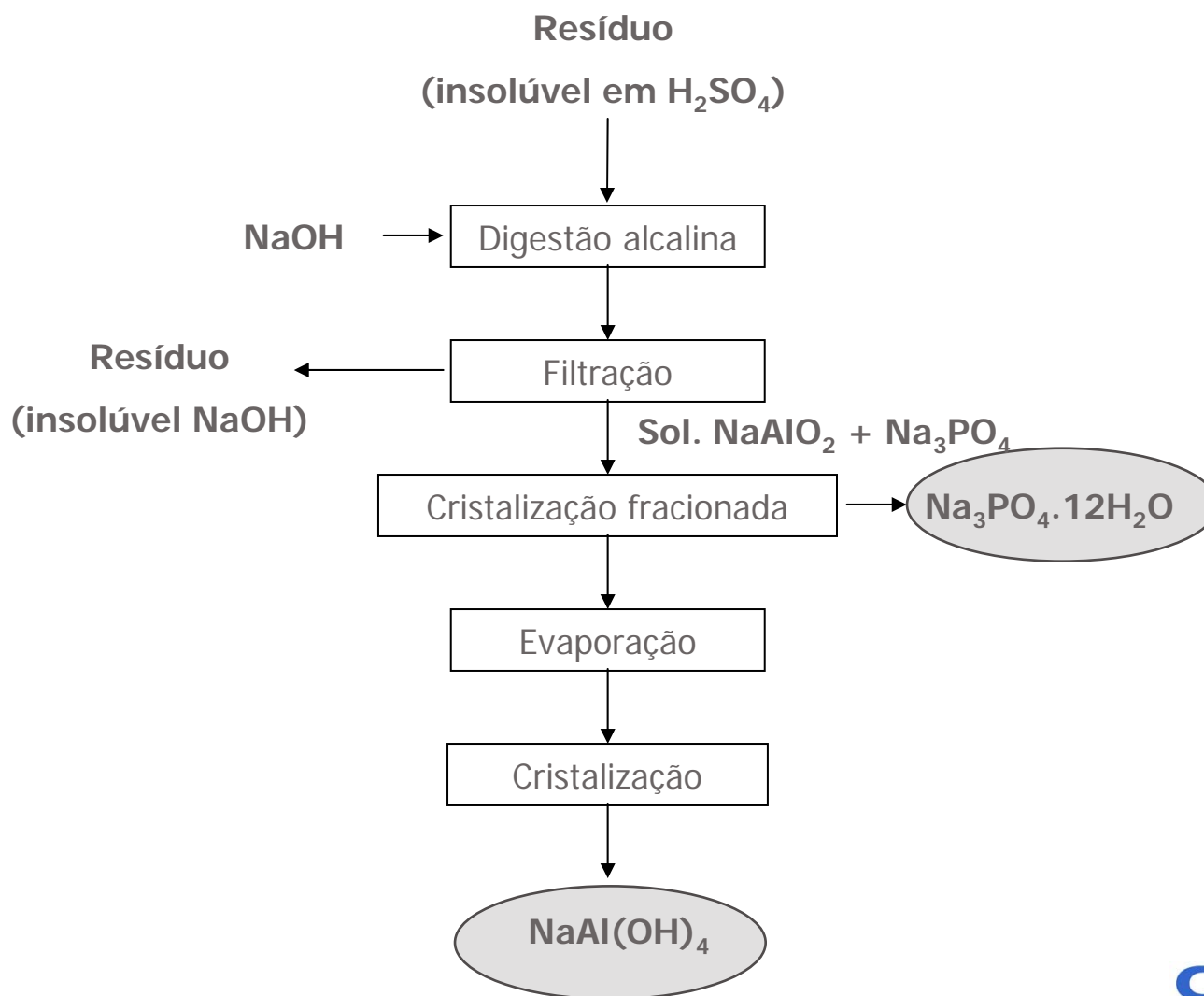


Processo Ácido (Ambligonita) – Carbonato de Lítio

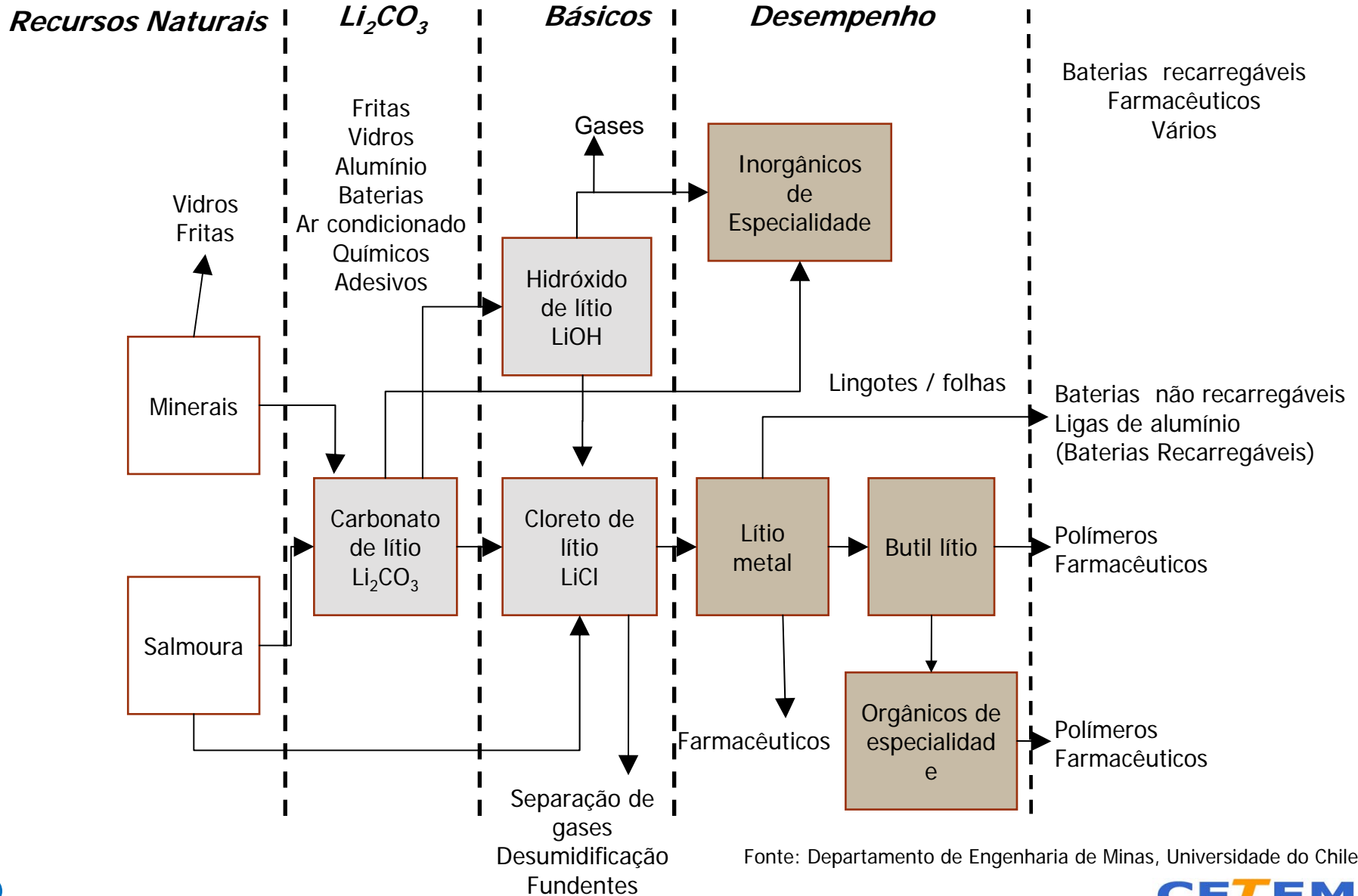


Processo Ácido (Ambligonita) – Carbonato de Lítio cont.

Aluminato e Fosfato de Sódio



Árvore do Lítio



Panorama Mundial: Novos Projetos Minerais

Projetos e Recursos	País	Recurso	Nome do Depósito
Canada Lithium Corp.	Canada	Minerais	Quebec Lithium Project
Channel resources	Canada, Alberta	Minerais	Fox Creek Lithium Project
China Lithium Products Tech.	China	Minerais	Severla Mines in Sichuan
First Lithium Resources	Canada, Alberta	Minerais/salmouras	Valley View (Alberta) and Godslith (Manitoba)
Galaxy Resources	Australia	Minerais	Mt Cattlin
International Lithium	Canadá, USA, Argentina	Minerais/salmouras	Forgan and Niemi Lake -Fish lake Valley
Jiangxi Ningdu Taiyu	China	Minerais	Ningdu, Jiangxi
Keliber Resources	Finland	Minerais	Länttä Spodumene
Lithium One	Canada, Argentina	Minerais/salmouras	Cyr Property, Sal de vida
Mineral Hill Industries Ltd	Canada	Minerais	Chubb, International, Athona
Nemaska Exploration	Canada	Minerais	Lac des Montagnes
North Arrow Minerals Inc	Canada	Minerais	Big Bird pegmatite
Pacific Wildcat Resources	Mozambique	Minerais	Muiane Project
Petro Horizon Energy Corp	Canada	Minerais	Brzail Lake Property
Reed Resources	Australia	Minerais	Mount Marion
Rio Tinto	Serbia	Minerais	Jadar Lithium Project
Rock Tech Lithium	Canada	Minerais	Georgia Lake, James Bay
Sichuan Ni&Co	China	Minerais	Maerkang Mines
Sichuan Dexin Mining	China	Minerais	Lijiagou Lithium Mine
Sichuan Jinchuan	China	Minerais	Jinchuan Mine
Sirios Resources	Canada	Minerais	Pontax Project
Ultra Lithium	Canada	Minerais/salmouras	Berland river, Zigzag lake, Smoke Valley
Western Lithium Corp.	USA	Minerais	Kings Valley Project

Sustentabilidade da Indústria de Lítio de Pegmatitos

✓ Aproveitamento integral do pegmatito (espodumênio/amblygonita):

- conc. espodumênio para indústria de vidros e cerâmicas;

- conc. de mica, quartzo e feldspato;

- concentração por processos gravíticos, flotação, e separação magnética;

- aproveitamento do resíduo de silicato de alumínio (~90% massa)



Agradecimentos

- MCT/CETEM
- CYTED



pbraga@cetem.gov.br
sfranca@cetem.gov.br