UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro (SP)

PERFIL ECONÔMICO DO LÍTIO NOS PAÍSES SULAMERICANOS E CONSUMO MUNDIAL

MARINA TIETZ DE SOUZA MENDES

Orientador: Prof. Dr. Nelson Angeli

Rio Claro – SP

2009

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro (SP)

PERFIL ECONÔMICO DO LÍTIO NOS PAÍSES SULAMERICANOS E CONSUMO MUNDIAL

MARINA TIETZ DE SOUZA MENDES

Orientador: Prof. Dr. Nelson Angeli

Relatório apresentado à Comissão do Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, campus de Rio Claro, como parte das exigências para o cumprimento da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso no ano letivo de 2009"

Rio Claro – SP

2009

553 Mendes, Marina Tetz de Souza
M538p Perfil econômico do lítio nos países sulamericanos e consumo mundial / Marina Tetz de Souza Mendes. - Rio Claro : [s.n.], 2009
44 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas, plant.

Trabalho de conclusão (Bacharelado - Geologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Nelson Angeli

1. Geologia econômica. 2. Economia mineral. 3. Pegmatitos litiníferos. 4. Salares. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

ÍNDICE

Legenda de abreviaturas.....3

Resumo.....4

I. Introdução.....5

II. Objetivos.....7

III. Métodos e etapas de trabalho.....7

IV. Mineralogia, ocorrência e reservas.....7

IV.1 Minerais de lítio.....8

V. Geologia Econômica do Lítio.....9

V.1 Salmouras contendo lítio.....9

V.2 Pegmatitos litiníferos.....12

V.3 Reservas.....13

VI. Lavra e Beneficiamento.....15

VII. Compostos e produtos químicos de lítio.....19

VIII. Produção 21

IX. Usos do Lítio 23

X. Preço 25

XI. Reservas Sulamericanas.....27

XI.1 Brasil.....27

XI.1.1 Produção de lítio no Brasil.....29

XI.1.2 Cia Brasileira de Lítio (CBL).....29

XI.1.3 Decreto n° 2.413/97.....30

XI.2 Argentina.....31

XI.3 Bolívia.....32

XI.4 Chile.....34

XII. Análise do Panorama Mundial.....36

XIII. Conclusão.....39

XIV. Referências bbliográficas.....41

LEGENDA DE ABREVIATURAS

BEV - Carro elético

CBL - Companhia Brasileira de Lítio

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear

FDA – Food and drug administration

FOB – Free on Board

OMC – Organização Mundial do Comércio

PHEV – Carro elétrico Híbrido

REE – Elementos Terra Rara

SQM – Sociedad Quimica y Minera

USGS – United States Geological Survey

ABSTRACT

The lithium industry has changed and the producers of lithium carbonate form South America play a dominant role in the world. This paper discusses the South American geological resources, production and producers of lithium considering the potential growth in lithium consumption for electric vehicle batteries. Taking into account the manufacturing companies and their external connections, their participation in corporate groups and the international market for the stocks of metal, in addition to facts and updates that affect this market and its key growth trends. This inventory of the most important reserves takes into account the geological context of the formation of these deposits, including a description of the types of deposits exploited in the world today. Besides the general description was made a brief description of the South American resources, more exploited by the media (Salar de Atacama, Salar de Hombre Muerto, Salar de Uyuni) and Pegmatites of Província Pegmatítica Oriental do Brasil and Província Seridó-Borborema).

RESUMO

Neste trabalho é feito estudo do mercado produtor de lítio na América do Sul, levando em consideração as empresas produtoras e suas conexões externas, sua participação em grupos corporativos, sua participação no mercado internacional em relação as reservas deste metal. Além de fatos e atualidades que interferem neste mercado e suas principais tendências de crescimento. Esse inventário das reservas mais importantes leva em consideração o contexto geológico da formação destes depósitos, incluindo a descrição dos principais tipos de depósitos explorados hoje no mundo. Além da descrição geral foi feita, uma breve descrição das reservas sulamericanas exploradas ou mais comentadas pela mídia (Salar do Atacama, Salar de Hombre Muerto, Salar de Uyuni) e Pegmatitos das províncias Pegmatítica Oriental do Brasil e Província Seridó-Borborema.

Palavras-Chave: Economia mineral, geologia econômica, pegmatitos litiníferos, salares

I. INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade a utilização de metais está vinculada com o estágio de evolução das civilizações. Hoje o ferro, entre outros elementos, continua a ter um papel muito importante na sociedade e com o tempo, novos insumos tornam-se fundamentais, sendo que novos usos são adicionados a materiais já largamente utilizados. Hoje, vivemos uma época denominada Era Nuclear ou Espacial e neste momento destaca-se o uso de materiais como silício de alta pureza, urânio, lítio (Evans, 1997; Damasceno, 1998) . O lítio é usado em graxas especiais, reatores, baterias de alto desempenho, cerâmica e vidro, na industria farmacêutica e de polímeros, na fabricação de ar condicionado, produção de alumínio, processamento químico, entre outros usos (Diniz Filho, 1978).

A vida moderna exige cada vez mais mobilidade, com isso aumenta o número de objetos portáteis como notebooks e celulares. Somando-se a isso projetos para a fabricação em larga escala de carros elétricos, aumenta-se a necessidade de baterias de alto desempenho, algumas delas contendo lítio (Tabela 1), por isso projeta-se um grande aumento do consumo deste insumo nos próximos anos (Evans, 2008).

Tabela 1 _ Tipos de bateria de carros elétricos por fabricante

(ABELL & OPPENHEIMER, 2009).

Fabricante	BEV/PHEV	Tipo de Bateria	Início da produção
AC Propulsion	BEV	Li	2009
Aptera	BEV		2008
Mitsubishi	BEV	Li	2009, Japão
Tesla	BEV	Li	2008
Think	PHEV	Zebra Li	-
Chrysler	PHEV	Li	2008
Fisker	PHEV	Li	2009
Ford	PHEV	Li	-
GM	PHEV	Li	2010
Hymotion	PHEV	Li	-
Toyota	PHEV	NiMH	2010

Esses veículos são geralmente descritos como veículos ambientalmente corretos, por não contribuírem para a polição do ar e sonora durante o seu

funcionamento. Projeta-se portanto o aumento no consumo de carros elétricos, baseado principalmente em projetos que propõe que os carros do futuro promovam a poluição do ar zero e menor poluição sonora dos grandes centro urbanos. Apesar desses fatores, deve-se ressaltar que o carro elétrico ou elétrico híbrido apenas pode ser considerado ambientalmente correto, à partir do momento que a geração de energia elétrica tornar-se menos poluidora. O que não é observado na figura 1, mostrando que a matriz energética para elétricidade mundial ainda é baseada em recursos altamente poluidores como carvão e petróleo.

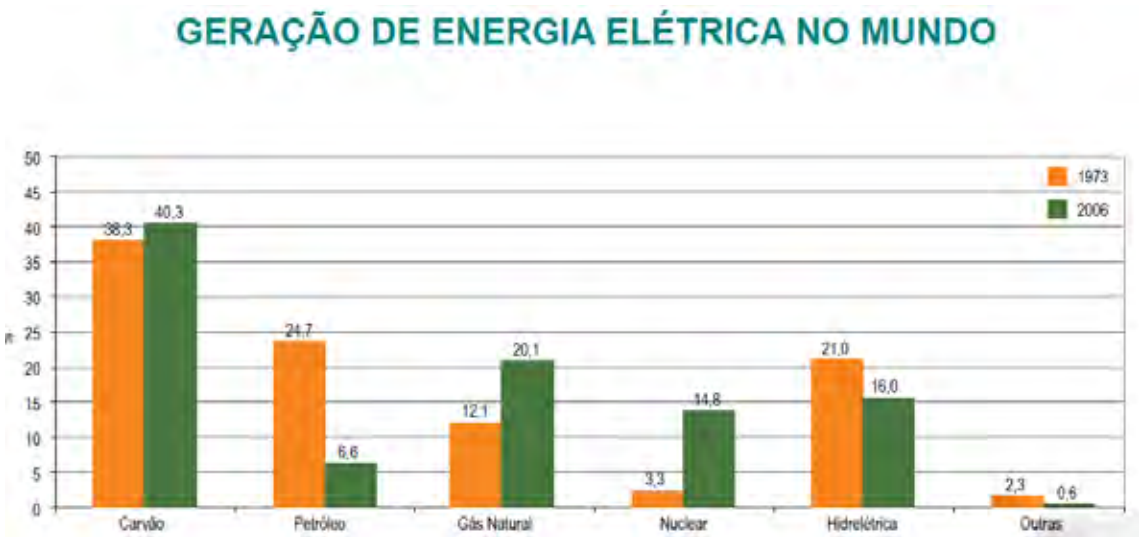

Figura 1_ Recursos para geração de energia elétrica no mundo (BEN, 2008)

II. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo inventariar os principais depósitos de lítio sulamericanos, uma vez que estes países possuem praticamente 70% das reservas mundiais e mostrar sua importância em âmbito mundial, bem como classificá-los, segundo tipo de depósito e sua influência na economia mundial.

Também foi objetivo desse estudo discorrer com base na revisão bibliográfica os setores de produção e consumo do lítio, bem como as projeções existentes sobre esses setores. Além de discorrer sobre o potencial Brasileiro ao entrar nesse mercado.

III. MÉTODOS E ETAPAS DE TRABALHO

Para atingir os objetivos deste trabalho o método empregado foi a pesquisa bibliográfica. Esta pesquisa se dividiu em trabalhos a respeito da geologia dos depósitos, métodos de aproveitamento do lítio nesses depósitos, histórico e atualidades sobre o mercado mundial de lítio.

Após a pesquisa, os dados numéricos obtidos foram organizados e apresentados em forma de gráficos e tabelas para melhor compreensão.

Posteriormente todos esses dados foram integrados para compor as conclusões à cerca do tema proposto.

IV. MINERALOGIA, OCORRÊNCIA E RESERVAS

O lítio é um metal muito leve e pouco abundante. Sua maior ocorrência é em depósitos evaporíticos, mas também ocorre em pegmatitos e argilas (EVANS, 2008). Os principais minerais de lítio com importância econômica, assim como os principais tipos de depósitos e sua distribuição no mundo são discutidos neste capítulo.

IV.1 Minerais de Lítio

Ambligonita

Este mineral raro ocorre em pegmatitos graníticos, associado frequentemente a espodumênio, turmalina, lepidolita e apatita. É definido como um fluo fosfato de lítio e alumínio, de fórmula $LiAlFPO_4$ e composição teórica Li_2O 10,1%; Al_2O_3 34,4%; F 12,9%; P_2O_5 47,9% (DANA, 1969). Pode ocorrer substituição de flúor, sódio e lítio por hidroxila, quando a quantidade de hidroxila é predominante sobre os íons de flúor, o mineral recebe o nome de montebrasita.

As principais características da ambligonita são a cor branca, verde ou azul pálido. É um mineral translúcido, com brilho vítreo, nacarado na superfície da clivagem perfeita {100} (DANA, 1969), tem valor dois na escala de fusibilidade, funde com intumescência e chama vermelha. A ambligonita pode ser identificada por sua insolubilidade em ácido, também pelo ensaio do fosfato, que consiste na fusão da ambligonita com carbonato de sódio, posterior dissolução em ácido nítrico e mistura a molibdato de amônia em excesso, o resultado é um preciptado amarelo. Existem ambligonitas de interesse gemológico; estas são de incolores a transparentes, com peso específico menor que o comum (DINIZ, 1978).

Espodumênio

O espodumênio, apesar de ser um mineral relativamente raro, pode ser encontrado em cristais de grandes dimensões, da ordem de 10 m em diques de pegmatito. É um silicato de alumínio e lítio de fórmula $LiAl(SiO_6)$ e composição teórica Li_2O 8%; Al_2O_3 27,4%; SiO_2 64,6%, podendo ocorrer pequena substituição de lítio por sódio (DANA, 1969).

Os cristais são monoclínicos com estrias no sentido vertical e clivagem perfeita {110}, formando ângulos de 87° e 93°, dureza 6,5 a 7 na escala de Mohs e brilho vítreo, freqüentemente apresentam figuras e canalículos de corrosão (DINIZ, 1978). O espodumênio pode ser identificado por sua fusibilidade entre 3 e 4, com fusão inicialmente emitindo ramos finos e posteriormente formando um vidro claro, com chama carmesim do lítio insolúvel (DANA, 1969).

São variedades de espodumênio de interesse gemológico kunzita e hiddenita. A kunzita é uma variedade lilás ou azulada, raramente rosa do espodumênio. É a mais

procurada dentre os minerais gemológicos de lítio (DINIZ, 1978). Ela se distingue de pedras semelhantes através de seu pleocroísmo, peso específico e fosforescência quando em presença de raios ultra-violeta, em raios-X, com cor rosa alaranjada.

A hiddenita tem cor que varia do amarelo ao verde esmeralda, ocasionada pela presença de cromo ou ferro. É empregada como gema principalmente nos países do Continente Americano (DINIZ, 1978).

Petalita

A petalita ocorre em pegmatitos, associada ao quartzo e a minerais portadores de lítio, como espodumênio, turmalina e lepidolita. É um silicato de alumínio e lítio, de fórmula $Li(AlSi_4O_{10})$, com composição teórica Li_2O 4,9%; Al_2O_3 16,7%; SiO_2 78,4% (DANA, 1969). Esse mineral incolor ou branco é o mais raro dos minerais de lítio, e quando em boas condições tem aproveitamento gemológico (DINIZ, 1978).

Suas principais propriedades físicas são o brilho vítreo a nacarado na superfície de clivagem {001}. A clivagem é perfeita na direção {001}, e boa em {201}, além de fratura conchoidal. É insolúvel em ácido, produz chama vermelha , tem valor 5 na escala de fusibilidade. Quando aquecida produz uma luz fosforescente azul (DANA, 1969).

Lepidolita

O corre em pegmatitos associado a outros minerais portadores de lítio. É um filossilicato de fórmula $K_2(Li,Al)_{5-6}Si_{6-7}Al_{2-1}O_{20}(OH,F)_4$ e composição teórica K_2O 12,1%; Li_2O 7,7%; Al_2O_3 13,13%; SiO_2 61,89%; H_2O 2,32% (DANA, 1969).

É um mineral de cor variando de rosa, incolor, cinza amarelado. Suas principais propriedades físicas são o hábito micáceo com clivagem perfeita em {001} e brilho perláceo.

V. GEOLOGIA ECONÔMICA DO LÍTIO

V.1 Salmouras Contendo Lítio

Salmouras são fluidos altamente concentrados em sais, ou resíduos salinos resultantes da evaporação. Quando a água restrita ao lago evapora, a salinidade aumenta, quando a salinidade das águas alcança o limite de solubilidade de um sal,

esse sal se precipita dos sais menos solúveis para os mais solúveis. Apesar do princípio de deposição parecer extremamente simples, a geometria dos depósitos depende de uma complexa dinâmica de fatores, como convecção, processos diagenéticos pós precipitação, entre outros.

Existem dois ambientes de formação de evaporitos: as margens marinhas e o lagos intracontinentais.

Os evaporitos de margem marinha são aqueles formados em lagunas ou lagos restritos com recarga periódica de água marinha. Esses depósitos costumam ser maiores, porém tem menor diversidade mineralógica.

Os evaporitos de lagoas intracontinentais são formados pelo fluxo de águas fluviais que concentram sais em suas bacias de drenagem e atividades vulcânicas geotermais levando para o lago uma grande diversidade de elementos dissolvidos. Essas salmouras, ou "salares", ocorrem geralmente em cinturões vulcânicos recentes (< 50 Ma) (BRAGA & SAMPAIO, 2008). Estes lagos são circunscritos a depressões estruturais, em cinturões desérticos, onde há altas taxas de evaporação em relação as taxas de precipitação pluviométrica. Esses depósitos salinos são menores que os de margem marinha, porém tem maior diversidade de elementos depositados. Esses depósitos podem formar aculmulações interessantes não somente de lítio, mas de Mg, Br como o "Great salt lake" em Utah, EUA (ROBB, 2008), a relação entre Li/Mg deve ser observada, pois na exploração dessas salmouras, quanto maior essa relação, maior o consumo de calcário para remoção do magnésio (BRAGA & SAMPAIO, 2008).

Apesar de poderem ocorrer acumulações de lítio no evaporito, uma grande parte desses recursos encontram-se nas próprias salmouras (©Meridian International Research, 2008). No topo dos evaporitos, numa crosta de sal com areia e argila, encontram-se zonas mais porosas, onde as salmouras se acumulam. A figura 2 mostra o exemplo do salar do Atacama, no Chile, um dos grandes depósitos de lítio do mundo.

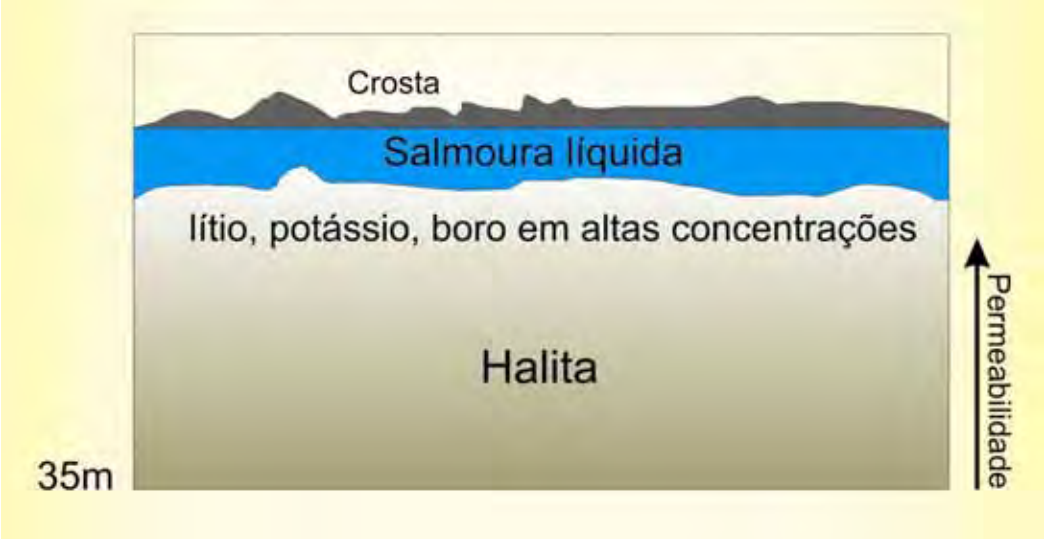

Figura 2 _ Seção esquemática do Salar do Atacama (modificado de ©Meridian International Research, 2008).

Ocorrências de salmouras com altas concentrações de lítio (tabela 2) são encontradas nos salares nos desertos de Searles Lake (Califórnia), Clayton Valley (Nevada), Great salt Lake (Utah), também na Bolívia (Salar de Uyuni), Argentina Salar del Hombre muerto, El Rincon), Chile (Atacama, Pedernales, entre outros), no Tibet (Lake Zabuye, onde foi descoberto carbonato de lítio natural) e República Popular da China (Qinghai Basin) (BRAGA, P.S. & SAMPAIO J.A., 2008).

Tabela 2 _ Concentração de alguns elementos nas salmouras com elevada concentração de lítio

Salmouras/ concentração	Li(%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)
Atacama	0,15	0,96	1,8	7,6
Uyuni	0,025	0,54	0,62	9,1
Hombre Muerto	0,06	0,07	0,6	9,5
Silver Peak (Nevada)	0,02	0,03	1	7,5
Great Salt lake	0,006	0,8	0,4	7
Mar Morto	0,002	4	0,6	3
Água do mar	0,00002	0,13	0,04	1,8

V.2 Pegmatitos Litiníferos

A distribuição do lítio em rochas magmáticas é determinada pelo seu raio atômico, carga iônica, sua baixa reatividade e sua facilidade de se combinar com gases, e pela razão $(MgO+FeO)/Li_2O$ (Schobbenhaus,1985-97). Essa razão é grande nos estágios iniciais, o ferro e magnésio formam minerais com elementos compatíveis nos estágios iniciais de cristalização, restando no magma residual elementos incompatíveis como o lítio. Portanto, o lítio fica concentrado em porções mais diferenciadas do magma, compondo rochas silicatadas e pegmatitos, formados pela cristalização de fluidos pós-magmáticos.

Granitos contendo mineralizações de lítio são exemplos do fracionamento químico de magmas graníticos; eles fazem parte do conjunto de rochas félsicas e peraluminosas que inclui vidros vulcânicos, e pegmatitos com metais raros associados. Estes granitos mineralizados representam os membros finais do fracionamento multi-estágios de batólitos e podem conter acumulações econômicas de um ou mais metais raros como Sn, Ta-Nb, Be, Li, Rb, Cs, REE, Th, U, Sc, entre outros, esses geralmente são grandes batólitos com baixo teor (LAZNICKA,2006).

Estes pegmatitos representam apenas 0,1% das ocorrências de pegmatitos, dos quais a maioria reside em profundidade intermediária, zona marcada pelas assembléias metamórficas da cordierita-anfibólio ou andalusita sillimanita (LAZNICKA,2006). A maior concentração de granitos com metais raros ocorreu no Jurássico no sul da China, onde uma faixa de trend nordeste de granitos, alguns com 1600 km de extensão é associado com um grande número de depósitos de tungstênio, estanho e tântalo. Esses pegmatitos são considerados magmas graníticos diferenciados ou altamente fracionados, enriquecidos por posterior processo metassomático. Eles ocorrem acima ou nas proximidades da intrusão de granito parental fértil. A maioria dos pegmatitos possui um zoneamento interno caracterizado por distintas assembléias minerais, das quais os minerais de lítio normalmente encontram-se em zonas intermediárias (LIN, 1995).

Como produto, esses granitos pegmatíticos foram a maior fonte de espodumênio, petalita, feldspato potássico, mica e berilo; até o final dos anos cinqüenta esses pegmatitos e o produto do seu intemperismo eram a única fonte de não apenas de lítio, mas também de outros elementos. Essa situação se modificou com a entrada de

depósitos de baixo teor, no caso do lítio, as suas reservas foram diversificadas por depósitos diagenéticos e epitermais relacionados a vulcânicas ácidas, e salares. Apesar disso os depósitos de lítio em pegmatitos continuam sendo importantes como fonte alternativa e estoque (LAZNICKA,2006).

V.3 Reservas

A reserva base de lítio mundial é apresentada na figura 3. Nela podemos observar que oitenta e um por cento das reservas mundiais estão concentradas na América do Sul, não contando a Argentina, cuja reserva não consta nos dados da bibliografia, mas é um país produtor (GARCIA & RAMOS, 2008). A maior parte das reservas sulamericanas encontram-se na região denominada triângulo do lítio (figura 4), que compreende Chile, Bolívia e Argentina,.

Figura 3 _ Reserva base mundial de lítio em porcentagem, de um total de 11.427.000 t (JASKULA, 2009)

As reservas latino americanas quando vistas sob um olhar geológico revelam uma predominância dos depósitos de salmouras continentais, pois as reservas bolivianas encontram-se no Salar de Uyuni, e as reservas chilenas e argentinas também se encontram em salares continentais. Dos países latino americanos, apenas o Brasil tem

suas reservas exclusivamente em pegmatitos, na Província Pegmatítica de Solonópole, e na Província Pegmatítica Oriental do Brasil (Schobbenhaus,1985-97).

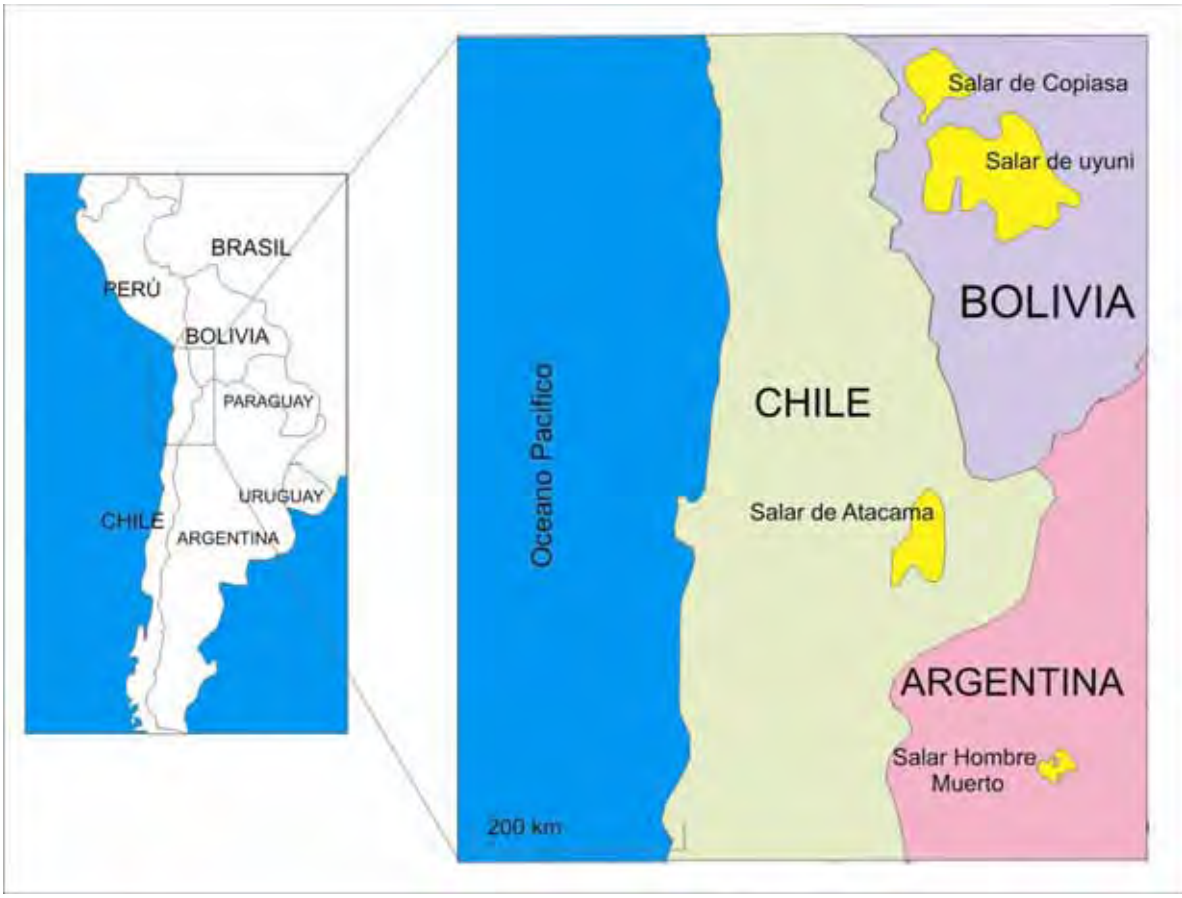

Figura 4 _ Localizaçaõ do triângulo do lítio, formado pelos salares de Uyuni na Bolívia, Salar do Atacama no Chile e Salar del Hombre Muerto na Argentina. (http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl, 08/08/09)

A América do Norte possui sete por cento das reservas mundiais, suas reservas encontram-se predominantemente em pegmatitos, a exemplo do Canadá que possui muitas pesquisas e tecnologia na exploração de pegmatitos litiníferos. Destaca-se no Canadá o território de Yellownife, na província de Manitoba e Val D'or em Quebec (Schobbenhaus,1985-97). As reservas americanas são mistas, e concentram-se na porção ocidental do país, com produção de lítio em pegmatitos predominantemente no cinturão do estanho-espodumênio na Carolina do Norte e salmouras na região de Clayton Valley (BRAGA & SAMPAIO, 2008), além de ocorrências de lítio em argilas em Hector, Califórnia (Schobbenhaus,1985-97).

Na África um dos maiores depósitos fica no Zaire, em Kitolo. O Zimbabwe, que aparece no gráfico de reservas tem depósitos pegmatíticos em uma zona mineralizada chamada de Al Hayat, com petalia, espodumênio e lepidolita (Schobbenhaus,1985-97).

A China tem feito altos investimentos na busca de novas reservas de lítio. Suas reservas são de pegmatitos litiníferos e evaporitos.

Na tabela 3 são mostrados os principais países com depósitos de lítio pegmatítico divididos por minerais.

Tabela 3_ Depósitos de lítio divididos por minerais

Mineral	Fórmula	Locais de Depósitos
Espodumênio	$LiAl(SiO_6)$	Austrália, Brasil, Canadá, China, Rússia, Estados Unidos
Petalita	$Li(AlSi_4O_{10})$,	Austrália, Brasil, Namíbia, Rússia, Suécia, Zimbabwe
Ambligonita	$LiAlFPO_4$	Brasil, Canadá, Moçambique, Namíbia, Ruanda, África do Sul, Suriname, Zimbabwe
Lepidolita	$K_2 (Li, Al)_{5-6} (Si_{6-7} Al_{2-1})_{20)} (OH, F)_4$	Brasil, Canadá, Namíbia, Zimbabwe
Eucryptita	$Li_2 Al_2 O_3 2SiO_2$	Zimbabwe

http://www.fhwa.dot.gov/pavement/pccp/pubs/06073/chapt3.cfm (09/06/09)

VI. LAVRA E BENEFICIAMENTO

A lavra dos minérios de lítio ocorre, nos pegmatitos, tanto a céu aberto, quanto subterrânea. A lavra a céu aberto é feita no sistema de bancadas, com o uso de explosivos, e pode ser dada como exemplo a produção em Greenbushes, na Austrália. A lavra subterrânea ocorre, por exemplo em Manitoba, no Canadá no sistema de câmara e pilar (BRAGA, & SAMPAIO, 2008).

Na CBL (Companhia Brasileira de Lítio) no município de Itinga, MG a lavra é subterrânea mecanizada é feita por rampa de acesso helicoidal e galerias desenvolvidas

dentro do corpo de minério (MARQUES, 1996), pelo método *sublevel stopping* (BARBOSA, 2007).

A lavra de salmouras (figura 5) envolve processos mais simples e menos custosos, consistindo no bombeamento dessas salmouras, que são pouco profundas para lagoas de evaporação na superfície. A partir da evaporação formam-se precipitados iniciais compostos por halita, a salmoura restante é bombeada para outro tanque, onde é precipitada silvita. Após sucessivas evaporações o lítio é precipitado a 6%, equivalente a 38% de LiCl, além de 1,8% de Mg e 0,8 de B, esse produto é purificado e encaminhado para aprodução de carbonato de lítio, principal produto de lítio comercializado.

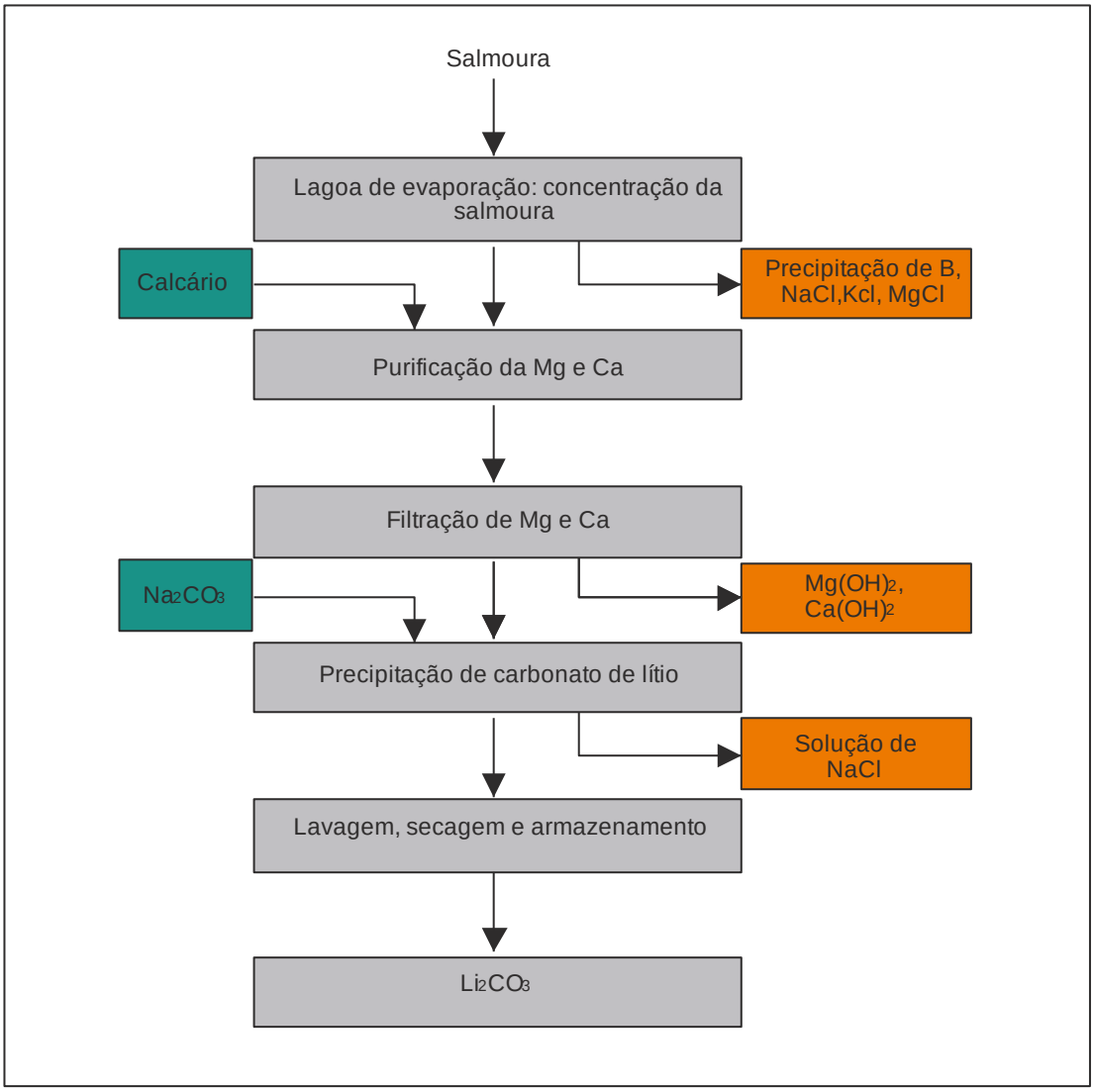

Figura 5_ Método de recuperação de carbonato de lítio de salmouras

A lavra do lítio em pegmatitos exige um beneficiamento dispendioso em relação ao aproveitamento do lítio das salmouras (figura 6A e 6B), pois envolve a cominuição, separação principalmente por catação, em meio denso ou magnética de alta intensidade, como exemplificado pelo beneficiamento feito pela CBL (figura 6A).

A concentração do espodumênio no Brasil é feita, por separação em meio denso ou por flotação, em outros locais como em Greenbushes a concentração é feita apenas por flotação (figura 7), técnica que está caindo em desuso no caso do espodumênio pela complexidade do circuito.

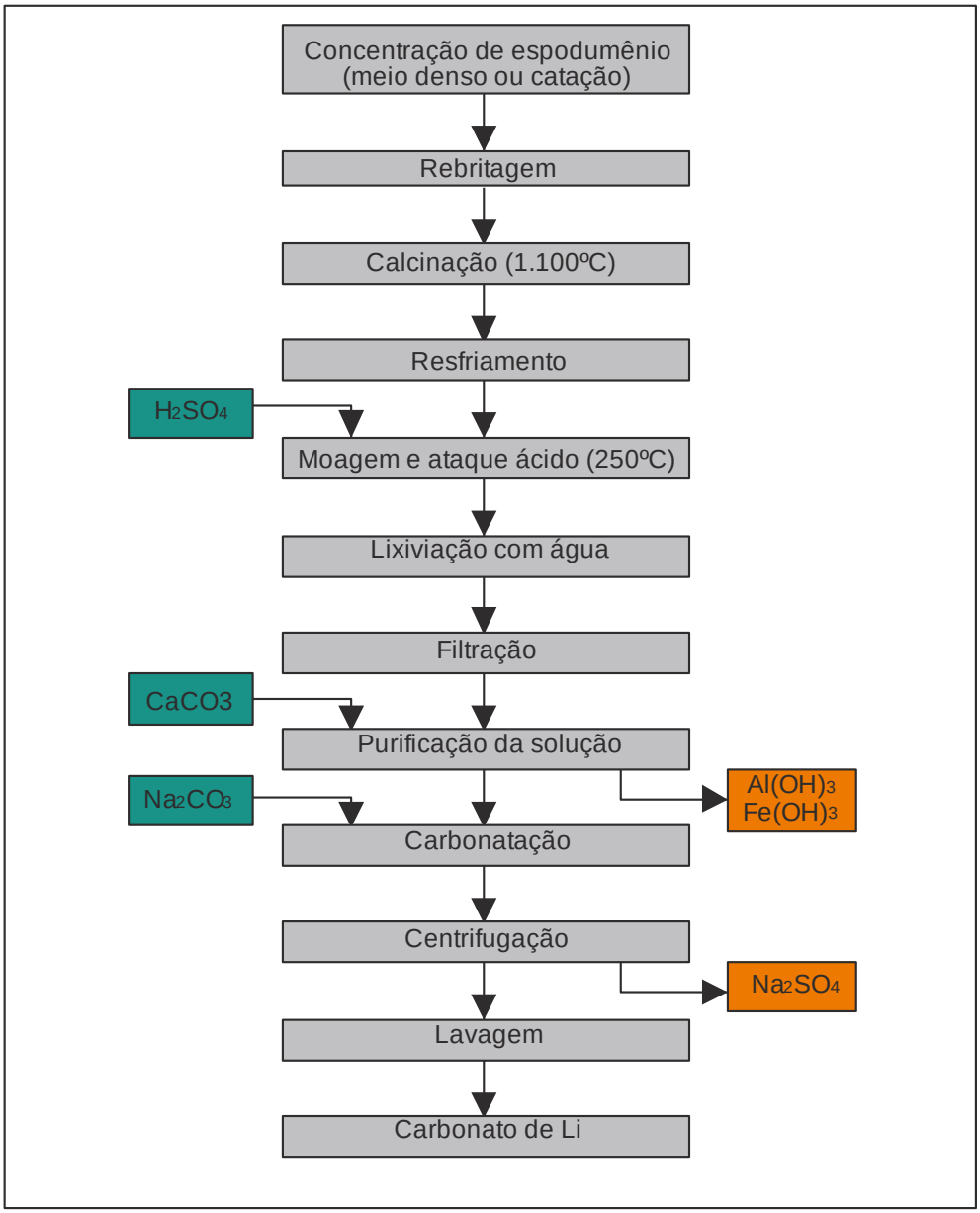

Figura 6 A_ processo de beneficiamento de espodumênio para obtenção de carbonato de lítio utilizado pela CBL (Companhia Brasileira de lítio).

A solução de Na2SO4, é um subproduto deste beneficiamento, que tem 10% de carbonato de lítio, por isso é tratada pelo método mostrado abaixo para produzir o sal de Glauber, que entra novamente no processo de beneficiamento.

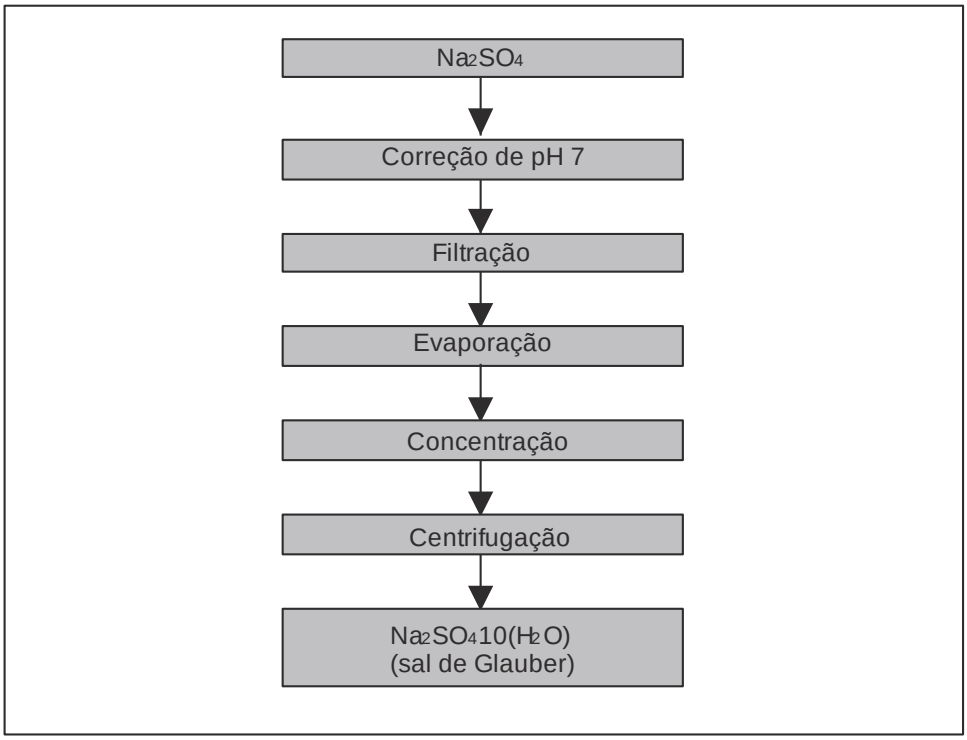

Figura 6 B_ Processo de produção do sal de Glauber utilizado pela CBL (Companhia Brasileira de lítio).

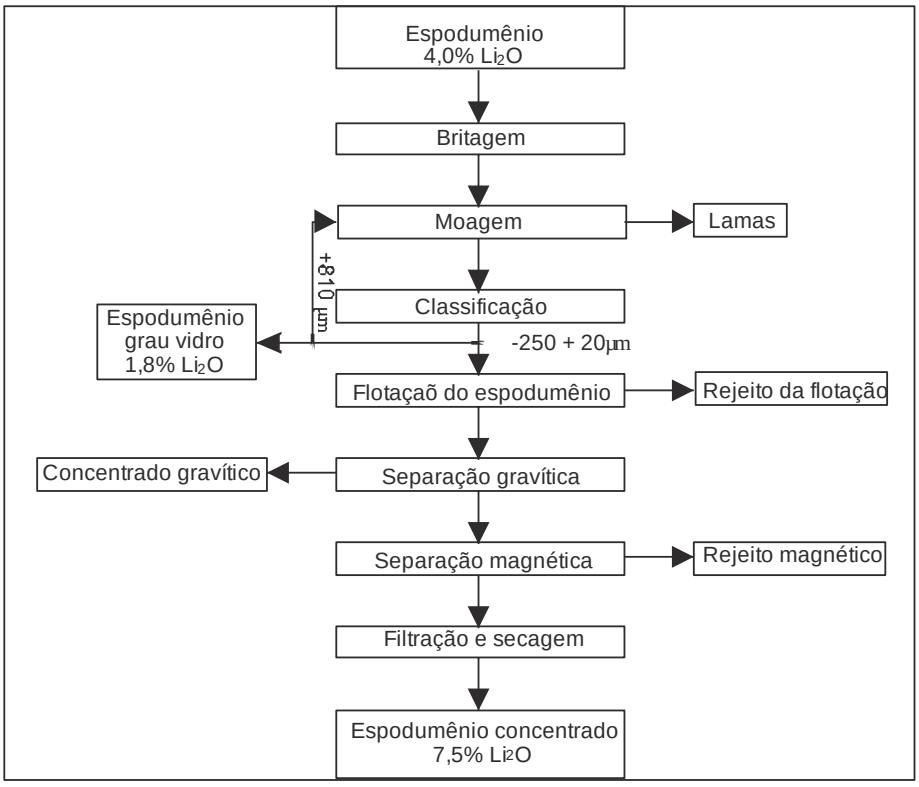

Figura 7 _ Concentração de espodumênio feita pela Sons of Gwalia em Greenbushes

VII. COMPOSTOS E PRODUTOS QUÍMICOS

O Lítio pode ser encontrado no mercado em diversos compostos, cada composto tem uma utilidade e compostos iguais com grau de pureza diferente têm diferentes finalidades. Neste trabalho, serão vistos os principais compostos de lítio no mercado.

Dentre os compostos de Lítio, o carbonato de Lítio (Li_2CO_3) é o mais importante, sendo na maioria dos casos o composto exigido para a fabricação do produto final. Apesar disso, outros compostos também são produzidos, como o nitrato de Lítio ($LiNO_3$), hidróxido de Lítio monohidratado (LiOH,$LiOH.H_2O$), cloreto de Lítio (LiCl), fluoreto de Lítio (LiF), Lítio sulfato (Li_2SO_4). A seguir são mostrados exemplos de insumos que seguem os padrões de qualidade chineses:

Carbonato de Lítio industrial

Li2CO3 <			**99,5(%)**		
Índices de impureza máxima (%)	Na	K	Fe	Ca	Cu
	0,025	0,001	0,002	0,005	0,001
	Pb	Cl	SO4	Mg	Ni
	0,001	0,005	0,08	0,01	0,003
	Mn	Zn	Al	Si	H2O
	0,001	0,001	0,005	0,005	0,40
Granulometria média			6µm		

http://portuguese.alibaba.com/product-gs/lithium-carbonate-for-the-use-of-battery-209006392.html (08/06/09)

Carbonato de Lítio farmacêutico

substância	limites	Substância	Limites
Li2CO3	98,5 min	Ca	0,15 max
K	0,03 max	Mg	0,15 max
Cl	0,07 max	Cr	0,0002 max
Na	0,03 max	Pb+Zn	0,002 max
SO4	0,1 max	HC isol. in	0,02 max

http://portuguese.alibaba.com/product-gs/lithium-carbonate-234526409.html (08/06/09)

Fluoreto de Lítio

Substância	Limites
LiF	99,5 min
SO4	0,002 max
Cl	0,001max
Na	0,02 max
K	0,002 max
Ca	0,02 max
Mg	0,002 max
Fe	0,001 max
SiO2	0,01 max
Al	0,001 max

http://www.ec21.com/offer_detail/Sell_Lithium_Fluoride_flowable--8061119.html (08/06/09)

Hidróxido de Lítio mono-hidratado

LiOH	**56,5 mín**
CO2	0,50 máx
SO4	0,30 máx
Fe2O3	0,003 máx
Cl	0,04 máx
Na+K	0,02 máx
CaO	0,035 máx
Insole m HCl	0,01 máx

http://www.ec21.com/offer_detail/Sell_Lithium_Hydroxide_Monohydrate_LiOH--3206686.html (08/06/09)

VIII. PRODUÇÃO

Em 2008, segundo publicado pela USGS no *Mineral Commodity Summary* 2009, os maiores produtores de minério concentrado de Lítio foram Austrália, Canadá, Portugal e Zimbabwe. Essa produção é feita principalmente por três empresas, Sons of Gwalia (Austrália), Tantalum Mining Corporation (Canadá) e Bikita Minerals (Zimbabwe), além da Sociedade Mineira de Pegmatites Lda (Portugal) com produção de uso local (BRAGA & SAMPAIO, 2008).

Já a produção de produtos químicos de Lítio foi feita principalmente pelo Chile, Argentina, China e Estados Unidos, como mostrado na tabela 4 e figura 8. Dentre os produtos químicos de Lítio o carbonato de Lítio é o mais importante, em 2008 a produção desse composto dobrou em relação a dados de 1998, segundo estudo do Madison Avenue Resarch, 2009. Os maiores produtores desse composto a partitr de salmouras são Cyphrus Foote, FMC Corp. e SQM, na China, a China Xinjuang Nonferrous Metals Corporation of Mingyuan, que tem sua produção de minério próprio e importado (BRAGA & SAMPAIO, 2008).

Tabela 4 _ Companhias produtoras, localização, produtos e capacidade.

Companhia	Localização	Mineral/produto	Capacidade (t/ano)
Salmouras			
SQM SA	Atacama, Chile	Li_2CO_3 /LiOH	20.000
SCL Cyphrus Foote	Atacama, Chile	Li_2CO_3 /LiOH	10.300
Chemettall Foote	Silver Peak, Nevada, EUA	Li_2CO_3 /LiOH	8.700
FMC Corp.	Catamarca/Salta, Argentina	Li_2CO_3 /LiCl	11.300/8.700
Minerais			
Bikita Minerals Ltd	Victoria, Zimbabwe	Petalita	50.000
Sons of Gwalia Ltd	Greenbushes, Austrália	Espodumênio	130.000
Tantalum Mining Ltd	Manitoba, Canadá	Espodumênio	87.000

Figura 8_ Produção de Lítio em 2007. Produção total: 25.777 t (JASKULA, 2009)

Apesar de o Chile liderar a produção de químicos de Lítio, são os EUA os líderes em produtos de Lítio com alto valor agregado, e também os maiores consumidores. Não é possível obter os dados do maior mercado de Lítio mundial, pois nos EUA esse mercado é extremamente monopolizado, sendo dominada a produção de compostos de Lítio por apenas uma empresa, e a produção de minério dominada por duas empresas, além de uma terceira empresa que produz pequenas quantidades de carbonato de Lítio a partir da reciclagem de baterias usadas (JASKULA, 2009).

A produção mundial de lítio é controlada por duas grandes corporações, que concentram 80% das reservas mundiais, estabelecendo uma condição de duopólio. Facilitando a instituição de um monopólio, pelas corporações:

- TANEX corporation: SQM (Chile) e Gwalia (Austrália)
- ROCKWOOD: Chemetall (Alemanha), Cyprus Foote (EUA) e SCL (Chile).

Já foram verificadas práticas por parte dessas duas empresas que infirngem a lei de defesa da concorrência (BARBOSA, 2007).

IX. USOS DO LÍTIO

O Lítio apresenta vários usos de diferente natureza, sendo essencial desde a indústria farmacêutica até na fabricação de graxas especiais e baterias. Por tamanha variedade, este trabalho se aterá aos seus usos mais expressivos, apresentados na tabela 5.

Tabela 5_ Participação dos usos de Lítio no mercado mundial (JASKULA, 2009)

Uso	**Participação no mercado (%)**	**Composto**
Baterias	25	Li_2CO_3
Cerâmica e vidro	18	Li/ Li_2CO_3
Óleos lubrificantes	12	LiOH
Indústria farmacêutica e polímeros	7	Butilitio/ Li_2CO_3
Ar condicionados	6	LiBr
Produção de alumínio	4	Li_2CO_3
Outros	28	Li_2CO_3

Baterias: o uso do Lítio em baterias vem crescendo pela sua utilização em equipamentos portáteis, uma vez que é proporcionalmente a bateria recarregável de maior capacidade de armazenamento no mercado hoje. Nas baterias de LiOn (íons de

lítio), o óxido de Lítio-Cobalto atua como cátodo e o ânodo é composto por carbono (BRAIN, 2006), como na figura 9.

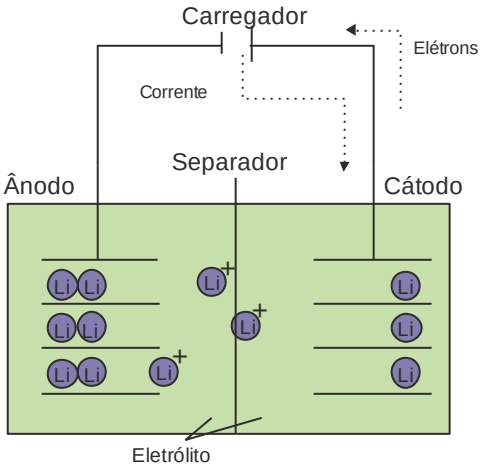

Figura 9_ Esquema do funcionamento da carga de uma bateria LiOn, com eletrólito gel ou polímero (modificado de http://eletronicos.hsw.uol.com.br/baterias-ion-litium1.htm).

O uso de baterias Li-íon mostra vantagens sobre outras tecnologias utilizadas em baterias recarregáveis, como a de níquel, cádmio (Ni-Cd) e níquel hidrogênio (NiH). As baterias Li-íon armazenam mais energia, com maior duração, menor peso e menor tamanho, outras vantagens são melhor capacidade de recarga sem efeito memória e poder operar em maiores temperaturas (BARBOSA, 2007).

Cerâmica: na indústria cerâmica os fundentes à base de Lítio diminuem a temperatura de fusão e a viscosidade, o lítio também pode ser adicionado ao vidro para a confecção de vidros à prova de fogo.

Lubrificantes: o esterarato de Lítio tem ação lubrificante, é utilizado para espessar óleos e fabricar graxas de alta temperatura.

Indústria farmacêutica: o carbonato de Lítio é utilizado na indústria farmacêutica, sendo aprovado pelo FDA (*Food and Drug Adiministration*) para o tratamento de distúrbio bipolar, psicose maníaco depressiva. Contole da AIDS (BARBOSA).

Ar condicionado: no funcionamento de ar condicionado o brometo de Lítio (LiBr) atua na absorção de vapor d'água dentro do sistema, possibilitando o resfriamento do ar.

Apesar de não estar entre os usos do Lítio, é importante ressaltar a possibilidade de sua aplicação na obtenção de energia nuclear, pesquisada por países como Estados Unidos, França, Japão entre outros. Seu uso pode se dar mais especificamente na fusão nuclear controlada, também no acondicionamento de trocadores iônicos no tratamento de água dos reatores, conforme ocorre na usina Angra. Para estes fins, utiliza-se o isótopo Li-6 (massa atômica 6), que representa 7% de todo o lítio (BARBOSA).

X. PREÇO

O preço do Lítio se estabilizou no final dos anos 90, teve uma brusca queda em 2001, passando de US$ 4.470 para US$ 1.490 a tonelada (KELLY et al., 2008), como é possível observar na figura 10. Após cinco anos estável na faixa dos US$ 1.500, o preço do lítio tem se recuperado, chegando em março de 2009 à marca de US$ 6.613 a tonelada.

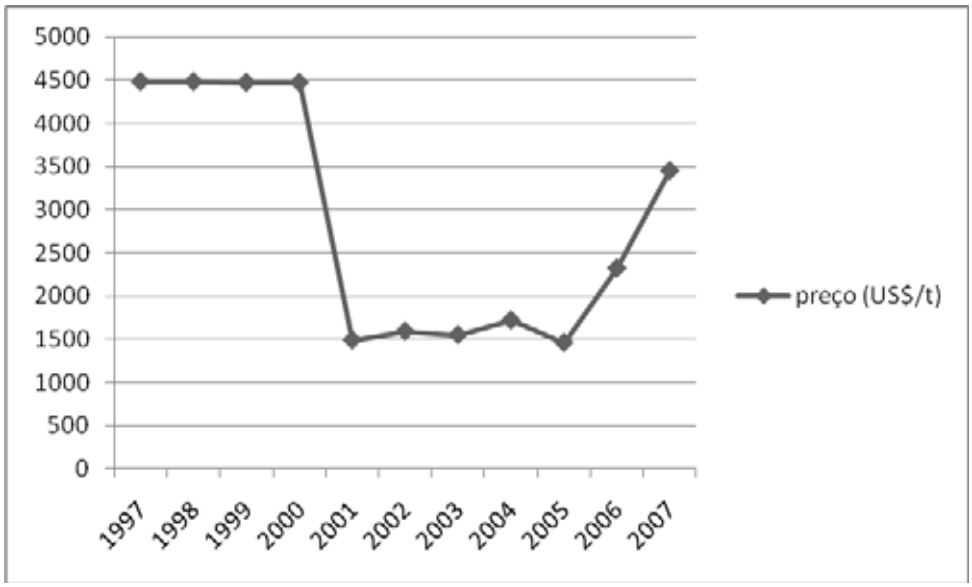

Figura 10_ Variação do preço do Lítio estimado a partir do preço do carbonato de lítio (KELLY et al., 2008).

Assim como outros metais raros, o Lítio teve um aumento significativo em sua demanda nos últimos anos (figura 11), chegando a quase dobrar no período entre 2002 e 2009.

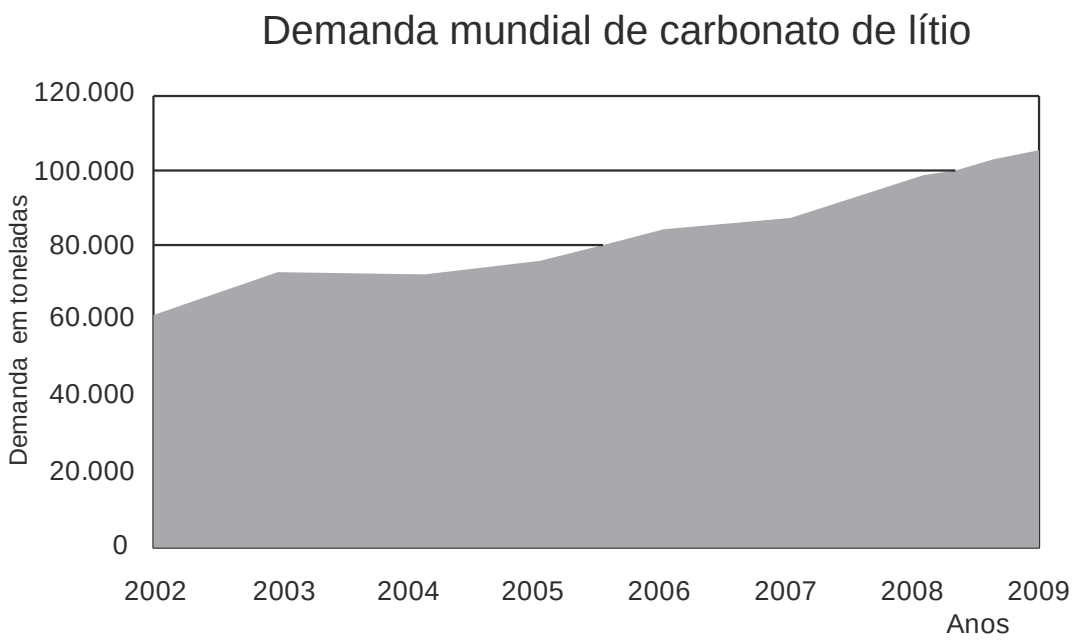

Figura 11_ Demanda mundial de lítio, (modificado de www.internationallithium.com/investors.html)

A alta na demanda do Lítio fez com que seu valor aumentasse, chegando em alguns compostos a um aumento de 100% em 2008 (segundo estudo do *Madison Avenue Research*). O mesmo estudo revela a dificuldade em obter os valores de compostos de Lítio, uma vez que são mais de noventa tipos de produtos, que variam em teor de Lítio, granulometria, e outras normas técnicas. Esse fato pode ser observado na tabela 6.

Tabela 6_ Preço em março de 2009 para diferentes produtos de lítio (*Madison Avenue Research*, 2009)

Produto	**Preço (US$/ t)**
Carbonato de lítio	6.613
Petalita (4,2% Li2O) em Big Bags	165-260 (FOB Durban)
Concentrado de espodumênio (>7,5% Li2O)	620-680 (FOB West Virgina)
Espodumênio para vidro (5% Li2O)	340-390 (FOB West Virginia)

XI. RESERVAS SULAMERICANAS

XI.1 Brasil

As reservas brasileiras de Lítio são de lítio em pegmatito, na Província Seridó-Borborema (subprovíncia de Solonópole, Ceará), e na Província Pegmatítica Oriental do Brasil (MARQUES, 1996), mostradas na figura 12.

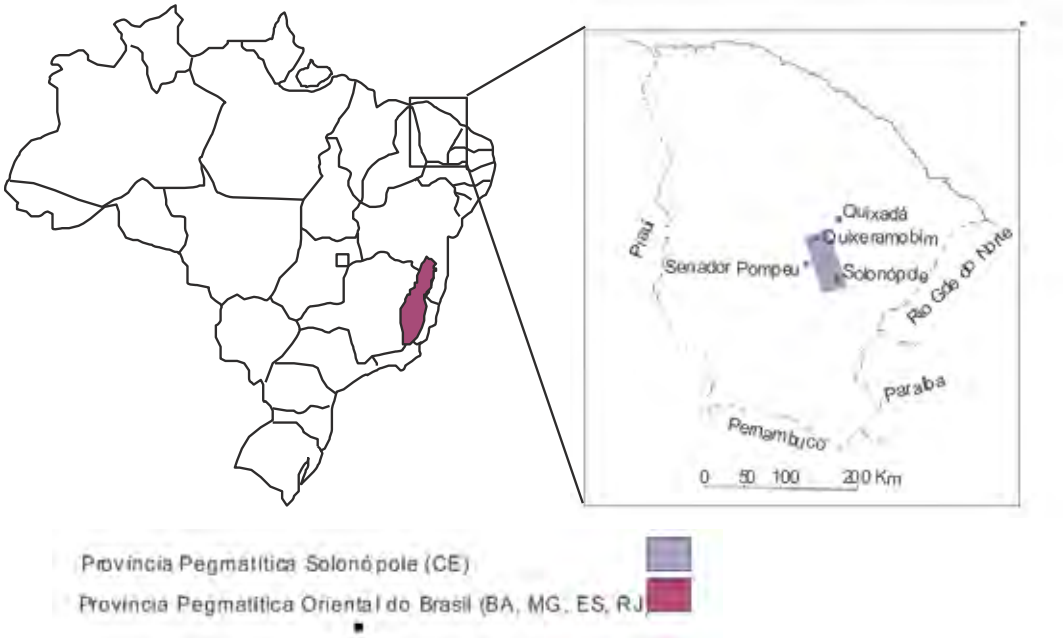

Figura 12_ Províncias com reservas de Lítio brasileiras (modificado de SHOBBENHAUS 1985-97).

Província Pegmatítica Oriental do Brasil

Os depósitos de Lítio da Província Pegmatítica Oriental do Brasil situam-se no distrito de Araçuaí, na porção noroeste da província. Os pegmatitos contendo espodumênio e outros minerais de Lítio enquadram-se no Grupo Cachoeira, estes são pegmatitos LCT (Li, Cs, Ta) na classificaçãço de Cerný de 1991(ROMEIRO & PEDROSA-SOARES, 2005). Trata-se de pegmatitos formados pela cristalização de fluidos pós magmáticos da suíte G4, de episódios granitogênicos tipo S datados de 530-500Ma (PEDROSA-SOARES *et al.*2001 a,b *apud* ROMEIRO & PEDROSA-SOARES, 2005).

Os corpos explorados pela CBL (Companhia Brasileira de lítio) na mina Cachoeira, Itinga (MG) são tabulares com expressiva continuidade lateral e espessura variando entre 3 e 4m. Trata-se de pegmatitos sem zoneamento interno, apresentando apenas variação nas dimensões dos cristais, mas sem caracterizar zonas de cristalização primária. Os espodumênios dessa grupo tem pouca variação química, não desviando muito da composição teórica. A variação na granulométrica tem importância na lavra desse minrério, pois os cristais podem chegar a 1,5 m, com média entre 10 e 20 cm (ROMEIRO & PEDROSA-SOARES, 2005).

Nesses corpos é encontrada assembléia mineral composta por microclina pertítica, espodumênio, albita, quartzo e muscovita, além dos minerais acessórios montebrasita, berilo, cassiterita, columbo-tantalita (ROMEIRO & PEDROSA-SOARES, 2005).

Província Seridó-Borborema

Os pegmatitos deste província são classificados em homogêneos, heterogêneos e mistos (núcleos com cristais gigantes de quartzo e feldspato em massas homogêneas) (ROLF, 1945 apud LUZ, 2003). Nessa área há presença de atividade garimpeira (figura 13), que privilegia a exploração de pegmatitos zonados, em detrimento dos homogêneos que necessitam de técnicas de desmonte integral de grandes volumes. No entanto esses pegmatitos homogêneos apresentam histórico de produção de tantalita, cassiterita, espodumênio e berilo (LUZ, 2003).

Figura 13: garimpo na Província Seridó-Borborema

Até o ano de 2003, quando foi publicado “Pegmatitos do Nordeste: Diagnóstico sobre Aproveitamento Racional e Integrado”, pelo CETEM não havia registro de pegmatitos produtivos na região através de pesquisas geológicas, creditando-se todas as descobertas a atividade garimpeira, que se iniciou após a segunda guerra mundial (LUZ, 2003).

XI.1.1 Produção de Lítio no Brasil

A produção de Lítio no Brasil foi feita em 2007 exclusivamente pela Companhia Brasileira de Lítio (CBL). A produção de concentrado de lítio foi de 7.991 t, o que corresponde a aproximadamente 1% da produção mundial no mesmo ano. A produção Brasilleira caiu em 6,9% em relação a 2006, sendo que a produção em óxido de Lítio contido está caindo desde 2002 (figura 14).

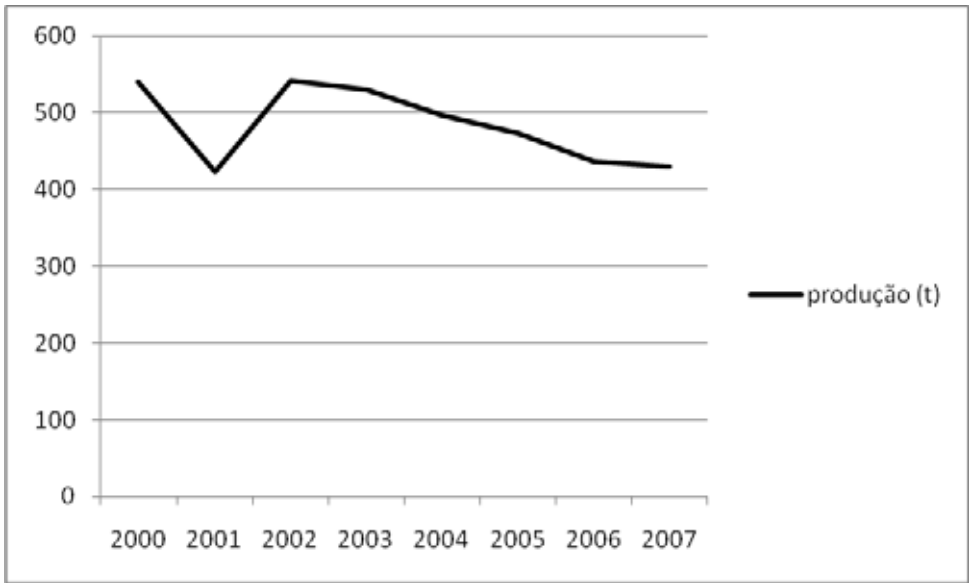

Figura 14_ Produção brasileira em óxido de lítio contido (compilado de GARCIA & RAMOS,2008; RAMOS 2002; 2004; 2006)

XI.1.2 Cia Brasileira de Lítio (CBL)

A Companhia Brasileira de Lítio é responsável por toda a produção brasileira de concentrado de Lítio. Sua produção ocorre na mina de Cachoeira, no município de Araçuaí, pelo método *Sublevel stopping*, com vão de 62 m. Nessa mina são produzidos Espodumênio e feldspato, o concentrado de espodumênio, com teor de 5,4% de óxido de lítio é enviado para a fábrica própria da CBL, onde o minério é

transformado em carbonato e hidróxido de lítio. Em 2007 foram fabricadas pela CBL 301t de carbonato de Lítio e 508t de hiróxido de Lítio mono-hidratado (GARCIA & RAMOS, 2008).

Para proteger a CBL, o Brasil criou através do decreto n° 2.413/97 que condiciona a importação e exportação de Lítio e seus derivados à prévia autorização da comissão Nacional de Energia Nuclear.

XI.1.3 Decreto nº 2.413/97

O Lítio, além de seus usos já descritos neste trabalho, também desperta interesse por seus usos de interesse nuclear. A aplicação do Lítio na produção de energia nuclear ocorre no acondicionamento dos trocadores iônicos do tratamento de água nos reatores nucleares, como na usina de Angra. Além deste uso, pesquisas são conduzidas por alguns países desenvolvidos (EUA, Japão) para promover a utilização do Lítio na fusão nuclear controlada, mediante prévio enrriquecimento. Por estes motivos a produção e industrialização deste metal é tratada no Brasil como assunto de interesse à energia nuclear.

A produção de Lítio no mundo é dominada por duas grandes corporações, já no Brasil, o mercado é abastecido por uma empresa independente de pequeno porte. Tendo em vista esta disparidade o decreto nº 2.413/97 foi instituído, tendo como principai pontos:

- atribuiu à CNEN, pelo prazo de 5 (cinco) anos, o controle da industrialização, importação e exportação de minerais e minérios de lítio, de produtos químicos orgânicos e inorgânicos, inclusive suas composições, fabricados à base de lítio, de lítio metálico e das ligas de lítio e de seus derivados, todos contendo o elemento lítio, considerado de interesse para a energia nuclear;

- art. 2º: Durante o prazo de cinco anos, contado da publicação deste Decreto, as operações de comércio exterior dos materiais referidos no artigo anterior somente serão realizadas mediante prévia autorização da Comissão Nacional de Energia Nuclear. A autorização prévia da Comissão Nacional de Energia Nuclear é obrigatória e indispensável à

validade da importação ou exportação, independente do País de origem, da destinação e do emprego que se pretenda dar aos materiais.

Essa medida visa consolidar a indústria do lítio brasieliro, mas gera pressão dos países de primeiro mundo sobre o Brasil na OMC (Organização Mundial do Comércio) (BARBOSA, 2007).

XI.2 Argentina

As reservas argentinas se concentram na porção noroeste do país, no Salar del Hombre Muerto.

O salar de Hombre Muerto encontra-se depositado na borda centro-oriental da Província Geológica Puna, na Subprovíncia de Puna Austral, no limite entre Antofogasta de la Sierra e dos Andes. Este é um típico exemplo de depósito evaporítico em rochas pré Paleozóicas, Paleozóicas e Cenozóicas (VINANTE & ALONSO, 2006).

Este salar encontra-se na depressão estrutural de Hombre Muerto, relacionada a sistemas transcorrentes. A ilha conhecida Farallón Catal de aproximadamente 72 km² encontra-se no centro da depressão, e a divide em duas porções oriental e ocidental (figura 15). Essas duas sub bacias diferenciam-se nitidamente pela composição dos sais presentes, sendo a sub bacia oriental rica em boratos, com baixo teor de cloretos e suprefície limo-argilosa de cor parda que pode estar coberta uma delgada crosta. Os materiais detríticos desta porção são provenientes em grande parte de rochas graníticas e ignimbríticas. De acordo com contagem radiométrica de estrôncio (Sr/Sr), definiu-se que há contribuição de água rica em sais tanto proveniente de água aluvial, do Rio dos Patos, quanto de fontes geotermais de origem meteórica (VINANTE & ALONSO, 2006).

O Salar de Hombre Muerto é explorado pela FMC Corp., que tem como produtos o carbonato de Lítio e o hidróxido de Lítio obtidos pela lavra de salmouras.

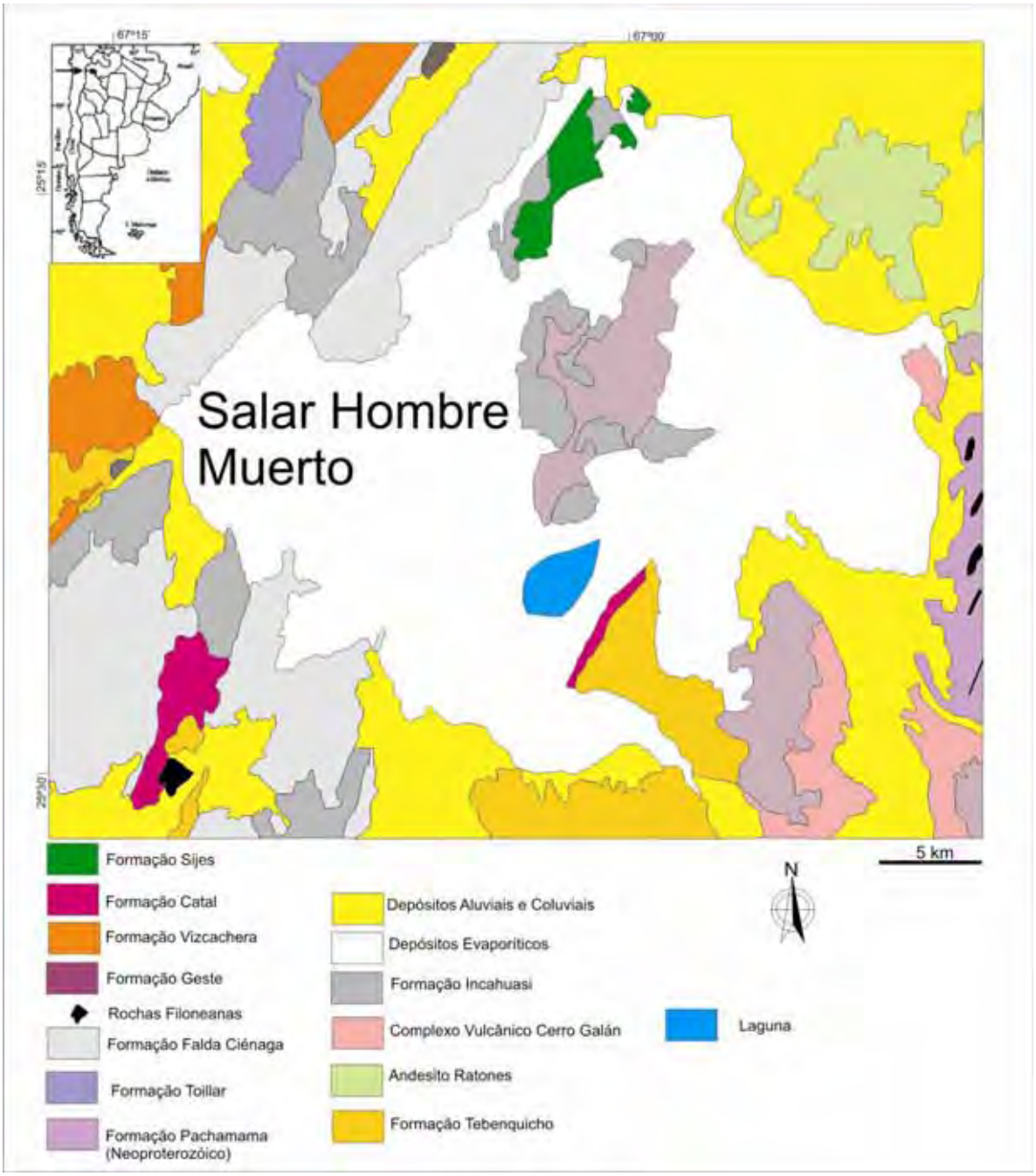

Figura 15_ Mapa geológico do Salar Hombre Muerto, mostrando as porções Oriental e Ocidental. (VINANTE & ALONSO, 2006)

XI.3 Bolívia

A Bolívia tem suas reservas de Lítio no Salar de Uyuni. O Salar de Uyuni é um dos maiores salares do mundo, ocupando uma área de 10.000 km², com profundidade de 121 m na região central. Localiza-se na depressão central do altiplano boliviano, cercado tanto a leste quanto a oeste pela cordilheira dos Andes.

O Salar é formado por doze níveis de sal intercalados com onze níveis argilosos. Vários lagos lagos já ocuparam o altiplano sucessivamente, e a crosta de sal (halita) que ocupa os salares de Uyuni e Copiasa (a norte de Uyuni) foi formada pelo paleolago Tauca, último lago a ocupar o centro do altiplano entre 16.000 e 10.400 anos atrás (RISACHER & FRITZ, 2000).

A porção superficial do Salar é composta por uma crosta de halita mais ou menos friável em camadas decimétricas quase que completamente saturadas com salmouras ricas em Na-Cl. Na estação seca a salmoura pode ficar a profundidade de 10-20 cm da crosta. A evaporação no topo da crosta de sal forma uma camada de poucos centímetros muito dura e praticamante impermeável. Durante a estação seca a salmoura de Uyuni lentamente evapora por entre as rachaduras poligonais na crosta, promovendo a concentração de Mg, K, Li, B, Br, principalmente na porção sudoeste, onde a salmoura é concentrada em Mg, K, Li, B (figura16). Nesta porção há entrada de soluto pelo Rio Grande, contribuindo para a formação da salmoura que preenche os poros do sal, não formando a camada impermeável presente na zona central, promovendo uma evaporação constante, permitindo que os solutos se acumulem num volume reduzido da salmoura, na porção mais superficial (figura 17).

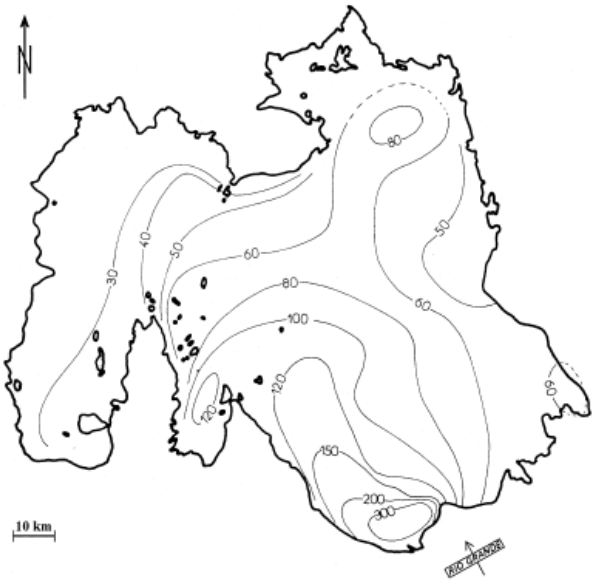

Figura 16_ Salar de Uyuni, mostrando isolinhas de concentraçaõ de Br, diretamante relacionado a concentração de Li. Mostrando a região sudoeste mais concentrada em lítio (RISACHER & FRITZ, 2000).

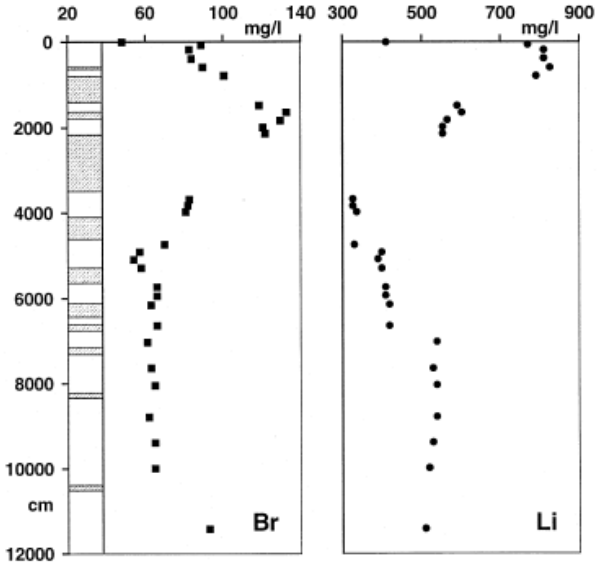

Figura 17_ concentração de Lítio e Bromo em mg/l no Salar de Uyuni (RISACHER & FRITZ, 2000).

XI.4 Chile

As reservas Chilenas mais importantes de Lítio encontram-se no Salar do Atacama. O salar encontra-se na depressão pré-andina ou depressão do Atacama, (BOBST et al, 2001) esta é preenchida por sedimentação clástica e evaporítica de origem continental do Terciário ao Holoceno.

Este Salar é delimitado a oeste pela cordilheira de la Sal, um salar do Terciário deformado por eventos tectônicos do Cenozóico, e a leste pela Western Cordillera, um platô formado por ignimbritos riolíticos e vulcânicas andesíticas (figura 18) (RISACHER et al, 2003).

Os fluidos que compõe o Salar tem diferentes origens e composições pois vem da drenagem de diferentes rochas que o circundam. Através da evaporação esses fluidos são concentrados ao longo de seu curso e na própria salmoura, gerando uma variação química na salmoura. As salmouras do sul e oeste ricas em cálcio, e as salmouras do norte e leste mais ricas em sulfato. A origem do lítio nessas salmouras é relacionada ao hidrotermalismo, e e a lixiviação de rochas vulcânicas enrriquecidas em As, Li e B do platô formado pela western Cordillera (RISACHER et al, 2003).

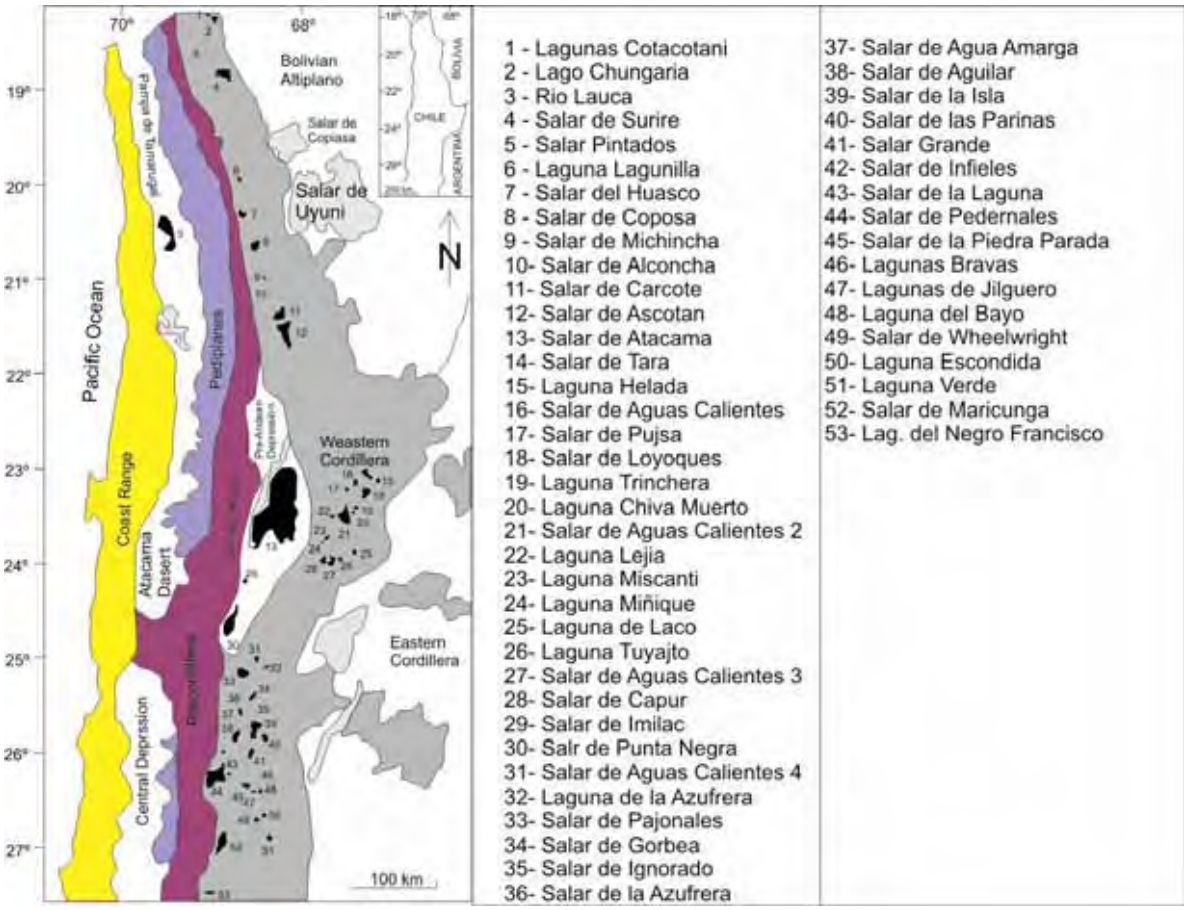

Figura 18_ Localizaçaõ dos Salares Chilenos na região do deserto do Atacama.

(RISACHER et al, 2003).

O Salar do Atamcama é explorado pela SQM, pelo processo mostrado pela figura 19.

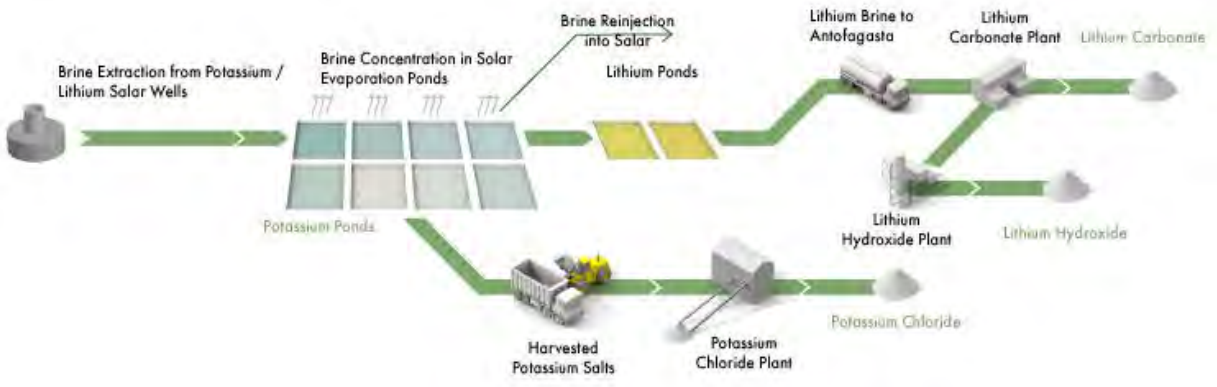

Figura 19_ Processo produtivo da SQM no Chile

(http://www.sqm.com/aspx/about/ProductionProcess.aspx)

XII. ANÁLISE DO PANORAMA MUNDIAL

O consumo de Lítio tem crescido desde a metade dos anos noventa em média entre 4% e 5% ao ano, impulsionado nos anos 2000 pelo aumento da utilização de baterias secundárias utilizando Lítio como cátodo em celulares, notebooks e eletrônicos em geral. Essa maior inserção de baterias de lítio se dá pois o lítio confere as baterias maior leveza, tamanho reduzido com maior densidade energética.

O aumento constante no consumo deste metal foi acompanhado pelo aumento de sua produção, promovido também pela entrada da empresa SQM (Sociedad Quimica y Minera de Chile S.A.) no mercado na década de noventa. A empresa, que tem como principais produtos fertilizantes agrícolas, fez sua entrada neste mercado com produção de Lítio em salmouras a baixo custo, alta produção e preço bastante competitivo. Isso gerou impacto no mercado mundial, causando uma queda de 50% no preço, abalando a produção de Lítio em empresas que utilizavam processos mais caros de beneficiamento (EBENSPERGER et al., 2005).

Há um novo momento de espectativa de crescimento na demanda por Lítio, com a substituição das baterias dos carros elétricos de níquel pelas baterias de células de Lítio. Exemplo desta substituição é o modelo Prius, da montadora Toyota. Além deste fato, há previsão de lançamento de novos modelos desse tipo de carro (tabela 1), com o intuito de substituir a matriz energética dos meios de transporte de combustíveis fósseis por eletricidade, diminuindo a poluição nos grandes centros urbanos. Nesse sentido, o governo de Barack Obama nos Estados Unidos promove um programa de incentivo financeiro às montadoras e consumidores de carros elétricos, com objetivo de que no ano de 2015 um milhão de carros da frota Americana seja composta por esse tipo de veículo.

Tendo em vista projetos como este, a indústria prevê um grande aumento no consumo de sais de Lítio (figuras 20 e 21).

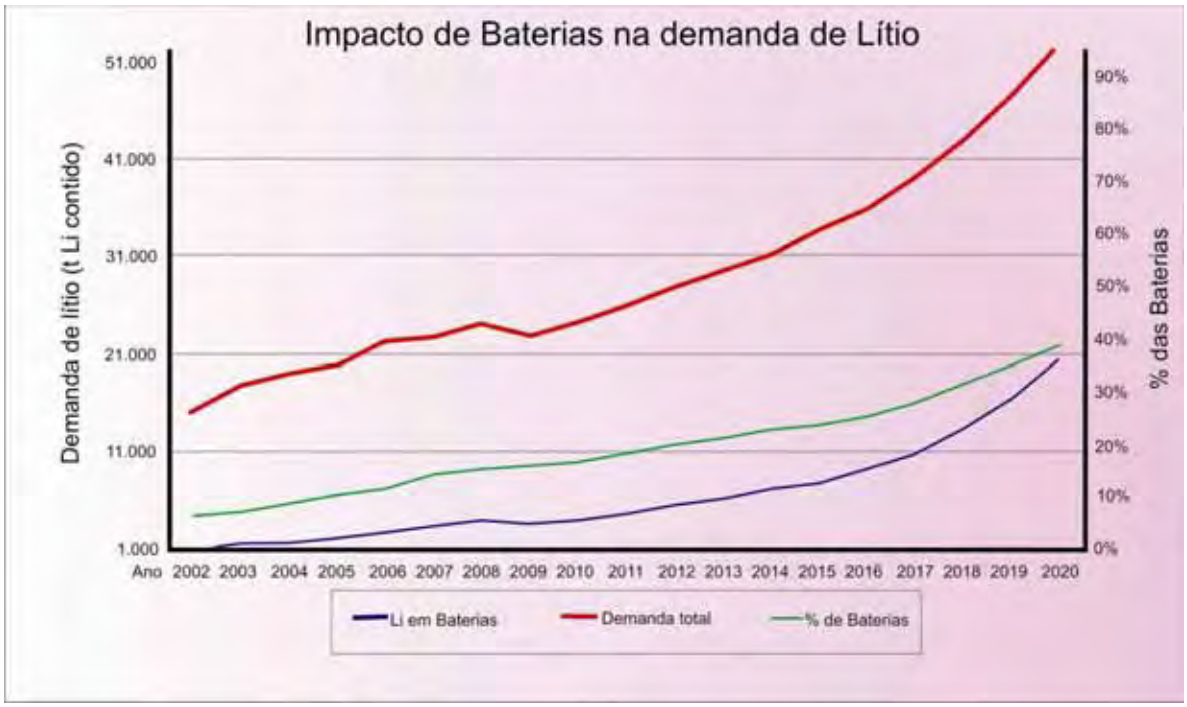

Figura 20_ Previsão de tendência de aumento no consumo de lítio em baterias até 2020 (http://trugroup.com/lithium-market-conference.html)

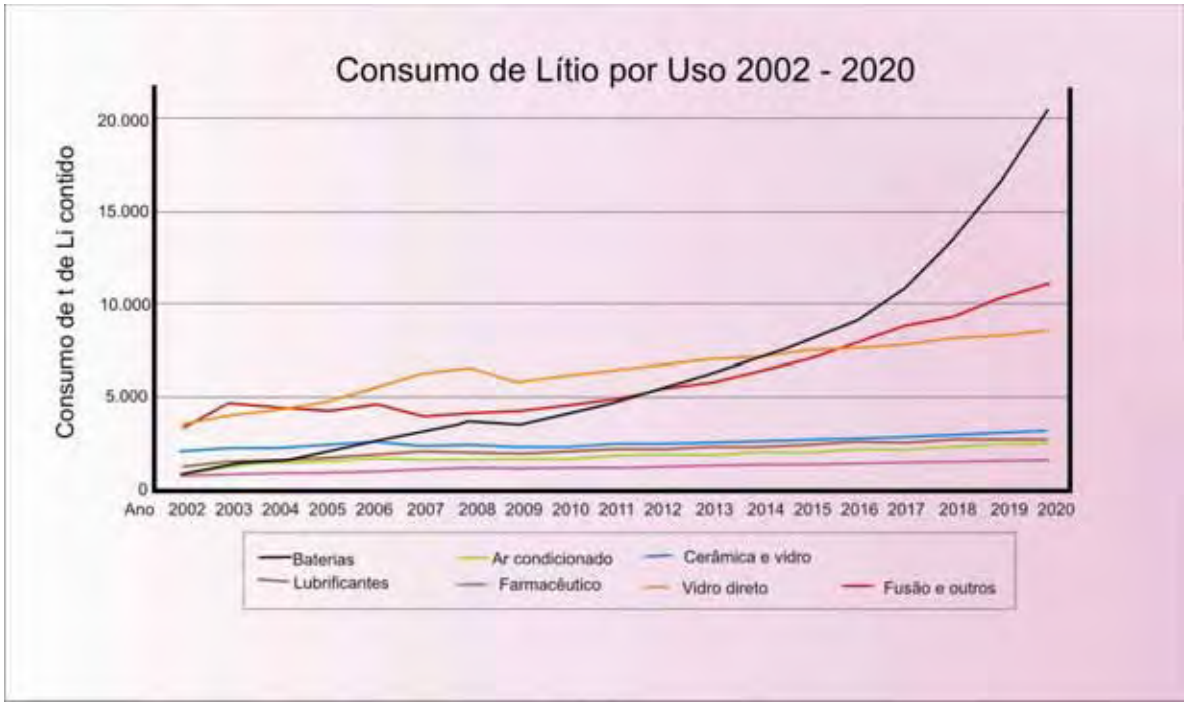

Figura 21_ Tendência de crescimento no consumo de lítio por finalidade (http://trugroup.com/lithium-market-conference.html)

É possível obsrevar na figura 20 uma grande tendência de crescimento no consumo, prevendo a produção de carros elétricos. Mas observa-se na figura 21 que

essa tendência não é acompanhada para o uso de Lítio para outros fins. Portanto a incerteza que ainda paira sobre o uso ou não num futuro próximo de carros movidos à bateria de Lítio pode causar uma grande diferença entre a produção e o consumo de lítio, provocando exesso de Lítio no mercado.

Essa incerteza na utilização ou não desses veículos é justificada pelos problemas técnicos que ainda existem e desencorajam a utilização dos mesmos, como o peso e volume da bateria que ainda são grandes para os carros. Para a solução desses problemas é necessário avanço da tecnologia empregada nessas baterias, no sentido de aumento da densidade energética, que ainda é baixa, fazendo com que os veículos tenham autonomia bastante inferior aos movidos à outros combustíveis.

Pensando nessa necessidade, prar tornar mais interessante o uso de baterias que utilizam Lítio, a maior empresa produtora SQM anunciou para o segundo semestre de 2009 a ampliação da produção de carbonato de Lítio, juntamente com a redução de 30% no preço do produto. Com essas ações a SQM pretende alavancar as pesquisas na área, gerando tecnologia a fim de tornar mais viáveis os veículos elétricos, deixando-os mais rápidos, com maior autonomia e menor necessidade de recargas.

Com o aumento de consumo pretende se beneficiar também o governo Boliviano, que aposta na explotação do Salar de Uyuni (depósito com maior reserva mundial já descoberto) em parceria com empresas privadas (http://outroladodanoticia.Wordpress.com/2009/02/24/riquezas-do-litio-para-toda-a-bolivia/). O país pretende através dessas parcerias participar de todas as etapas do processo produtivo, desde a mineração até a fabricação de baterias e de veículos, levando empregos, desenvolvimento e gerando divisas para o país. Entraram na disputa pelo direito de produzir Lítio no país empresas de grande porte, como a Vale (Plano de Negócios: http://www.planodenegocios.com.br/dinamica_novanoticia.asp?tipo_tabela=novanoticia&id=1209).

XIII. CONCLUSÃO

Até a década de 50 as reservas de Lítio se baseavam em pegmatitos litiníferos, a partir do fim desta década entraram no mercado reservas de mais baixo teor. Culminando no final da década de 90, início dos anos 2000 numa brusca queda de preços, promovida principalmente pela explotação de reservas em salares a baixos custos na América do sul.

Desde a década de noventa a indústria do Lítio está em claro crescimento, chegando a crescer 5% anualmente. Essa indústria é dominada por duas empresas que detém a maior parte das reservas mundiais, controlando o mercado (Tanex e Rockwood). Projeta-se o aumento no consumo dos insumos à base de lítio, principalmente baseado em projetos para diminuir a poluição nos centros urbanos, ligando-se a imagem dos carros elétricos à menos poluição do meio ambiente. Apesar de os carros elétricos não gerarem poluição durante o seu funcionamento, esse tipo de veículo apenas pode ser considerado ambientalmente correto à medida que a geração de energia elétrica também seja ambientalmente correta, o que não se constata observando as fontes de geração de energia elétrica atual.

A América do Sul encontra-se em posição privilegiada no que se refere as reservas de Lítio, possuindo mais de 80% das reservas mundiais. Reservas essas concentradas na região denominada triângulo do lítio na qual encontram-se depósitos de salares (Atacama, Hombre Muerto, Uyuni) além de salares com potencial. Apesar das grandes reservas, a região não mostra desenvolvimento de tecnologia para tornar mais interessante a utilização de baterias li-íon em veículos. Avanços tecnológicos esses muito importantes para aumentar o interesse por esse tipo de veículos, já que sem o crescimento dessa indústria a produção não terá escoamento, uma vez que a previsão do aumento do consumo de Lítio para outros fins é pequena.

A intenção demostrada pelo governo boliviano de participar das várias etapas de produção dos carros elétricos com bateria de Lítio é válida para que o país não se mantenha apenas como exportador de bens primários, mas de bens industrializados com maior valor agregado, gerando mais postos de trabalho e gerando mais divisas para o país.

O Brasil não está numa boa posição neste mercado, pela pequena quantidade de reservas descobertas e porque o potencial brasilero para Lítio se baseia em depósitos

pegmatíticos e não em salmouras. No país não são encontradas condições favoráveis para a formação desse tipo de depósito como altitude, clima desértico com aporte de água enrriquecida em Lítio por rochas contendo o metal.

O custo da lavra e beneficiamento de pegmatitos litiníferos é muito mais alto que o custo de lavra das salmouras, aproximadamente duas vezes maior, tornando o Lítio produzido a partir dessas fontes pouco competitivo.

Além das questões naturais que envolvem a entrada do Brasil no mercado do lítio, ainda exixtem questões legais que fomam barreiras à importação e exportação de Lítio, que protegem a produção interna.

XIV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELL, L. & OPPENHEIMER P. *World Lithium Resource Impact on Electric Vehicles.* Plug in America.org, 2009. Disponível em:

http://www.action.pluginamerica.org/o/2711/images/World-**Lithium**-Resource-Impact-on-Electric-Vehicles-v1.doc

BARBOSA, D. B. Inexigência de Motivação para as Exceções Previstas no Artigo XXI do Acordo Geral no Âmbito da OMC. Importação de Lítio, 2007

BLAIR, A. & BLOOM A. COHA Research Associates Lucky Bolivia and the Future of Lithium in the Wolrd Economy, Fevereiro 2009 Disponível em: http://www.coha.org/2009/02/lucky-bolivia-and-the-future-of-lithium-in-the-world-economy/ (10/04/09)

BOBST, A. L. Et al *A 106 ka paleoclimate record from drill core of the Salar de Atacama Northern Chile.* Palaeogeography, palaeoclimatology, Palaeocology 2001, 71 pp. 21-42.

BRAIN, M. *How stuff works – como funcionam as baterias de lítio*, 2006 em: http://eletronicos.hsw.uol.com.br/baterias-ion-litium1.htm

BRAGA, P.S. & SAMPAIO J.A. rochas e minerais industriais:usos e especificações parte 2 - cap. 26 pp. 585- 603. Dezembro 2008.

CLARKE, D.A. *Antiquity of Aridity in the Chilean Atacama Desert*. Geomorphology 73 2006, pp. 101-114.

DAMASCENO, E.C. *A Importância Social e Econômica da Mineração*. BRASIL MINERAL, n° 162, junho 1998.

DANA, JAMES D. *Manual de Mineralogia*. Rio de Janeiro ao livro técnico, 1969.

DNPM – *Anuário Mineral Brasileiro*, 2002.

DINIZ FILHO, L.C. *Perfil Analítico do Lítio,* DNPM, Brasília, Boletim 50, 1978.

EBENSPERGER, A.; MAXWELL, P.; MOSCOSO C. *The Lithium industry: its Evolution and future prospects*. Rosources policy, 30 (2005) pp 218-231.

EVANS, A. M. *An Introduction to Economic Geology and Its Environmental Impact*. Blackwell Science, 364 p., 1997.

EVANS, R. K. *An Abundance of Lithium* http://www.worldlithium.com/An_Abundance_of_Lithium_1.html março, 2008.

GARCIA, J. & RAMOS, L.J. *Sumário Mineral*. DNPM, 2008.

JASKULA, B.W. *U.S. Geological Service, Mineral Commodity Summaries*, January 2009.

KELLY, T.D.; OBER, J.A.; JASKULA, B.W. *Lithium statistics*. USGS, 2008.

LAZNICKA, PETER. *Giant metallic deposits : future sources of industrial metals* Berlin ; New York : Springer, c2006

LIN,Y et al. *Geologic and Geochemical Characteristics of the Yichun Ta-Nb-Li Deposit, Jiangxi Province, South China*. ECONOMIC GEOLOGY vol. 90, 1995, pp. 577-585

LUZ, A. B. da et al. *Pegmatitos do Nordeste: Diagnóstico sobre Aproveitamento Racional e Integrado*, CETEM/MCT, 2003.

MARQUES, J.P.M. *A indústria de sais de lítio no Brasil:* Estudo da Implantação de uma Indústria Mineral Pioneira no País. Campinas, SP: [s.n.], 1996.

©Meridian International Research. *The trouble with lithium 2 Under the microscope*, 2008.

RAMOS, L.J. *Sumário Mineral.* DNPM, 2002 pp.78 e 79.

RAMOS, L.J. *Sumário Mineral.* DNPM, 2004 pp.85 e 86.

RAMOS, L.J. *Sumário Mineral.* DNPM, 2006 pp.186-189.

RISACHER F. et al *The Origin of Brines and Salts in Chilean Salars: a Hydrochemical Review.* Earth Science Reviews, 2003 63 pp. 249-293

RISACHER F. & FRITZ B. *Bromine Geochemistry of Salar de Uyuni and Deeper Salt Crusts, Central Altiplano, Bolivia.* Chemical Geology, 2000 167 pp. 373-392.

ROBB, L. J. *Introduction to ore-forming processes.* Blackwell publishing, ed. 6, 2008.

ROMEIRO, J.C.P. & PEDROSA-SOARES A.C. *Controle do minério de espodumênio em pegmatitos da mina da cachoeira, Araçuaí, MG.* GENOMOS, 2005 - 13 (1, 2): 75-81.

SHOBBENHAUS, C.; COELHO, C. Departamento Nacional da Produção Mineral, *Principais depósitos minerais do Brasil*. Vol. 4 Brasília, DF : DNP/Cia Vale do Rio Doce, 1985-97

TRASCON, J.-M. & ARMAND,M. Issues and challenges facing rechargeable lithium batteries. *Nature* 414,359-367 (2001)

VINANTE, D.& ALONSO R.N. *Evaporofacies del Salar del Hombre Muerto, Puna Argentina: Distribuicion y genesis.* Revista de la Associación geológica Argentina, 2006 61 (2) pp. 286-297

B.E.N., 2008. Disponível em:

www.ipen.br/conteudo/upload/200903220937060.Relatorio_final_BEN_2008.pdf

www.internationallithium.com/investors.html (06/07/09)

http://www.tuma.com.br/internas/utilidades/utilidades_06.asp (04/07/09)

http://www.fmclithium.com/Home/LithiumChemistry/tabid/2727/Default.aspx (04/07/09)

http://www.resourceinvestor.com/News/2008/5/Pages/The-North-American-Minor-Metals-Market-in-the-Age.aspx (02/07/09)

http://www.fhwa.dot.gov/pavement/pccp/pubs/06073/chapt3.cfm (09/06/09)

http://portuguese.alibaba.com/product-gs/lithium-carbonate-for-the-use-of-battery-209006392.html (08/06/09)

http://portuguese.alibaba.com/product-gs/lithium-carbonate-234526409.html (08/06/09)

http://www.ec21.com/offer_detail/Sell_Lithium_Fluoride_flowable--8061119.html (08/06/09)

http://www.ec21.com/offer_detail/Sell_Lithium_Hydroxide_Monohydrate_LiOH--3206686.html (08/06/09)

http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl (08/08/09)

http://www.sqm.com/aspx/about/ProductionProcess.aspx (06/06/09)

PlanodeNegócios:http://www.planodenegocios.com.br/dinamica_novanoticia.asp?tipo_tabela=novanoticia&id=1209 (24/10/09)

http://g1.globo.com/Noticias/Mundo/0,,MUL1050321-5602,00-OBAMA+QUER+UM+MILHAO+DE+CARROS+ELETRICOS+NAS+RUAS+DOS+EUA+ATE.html (20/04/09)

http://trugroup.com/lithium-market-conference.html (20/04/09)