

THE LITHIUM VOICE

ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DO LÍTIO (ILiA)

A revista da Associação Internacional do Lítio (ILiA)

ISSN 2755-354X

O lítio na sua vida

Extração direta de lítio (DLE)

Uma breve história do lítio

EDIÇÃO ESPECIAL 2024

Descubra o mundo do lítio





**A voz da
indústria do lítio**



www.lithium.org

ÍNDICE

4 Introdução ao lítio

Uma introdução ao mundo do lítio

8 Uma breve história do lítio

Analizamos a história por detrás de um elemento muito especial que move grande parte das nossas vidas

11 Extração direta de lítio (DLE)

Uma brevíssima introdução

14 O lítio na sua vida

As muitas aplicações do lítio em casa e no local de trabalho

16 Qual é o preço do lítio?

Maior transparência no preço do lítio

20 O caminho a seguir para a pegada de carbono

Determinar a pegada de carbono dos produtos de lítio

23 Destaque sobre sustentabilidade

Engajamento da comunidade

24 Ligações

Redes e eventos em todo o mundo



Edição especial 2024

Colaboradores

Equipa da ILiA
Dr. Amir Razmjou

Publicidade

info@lithium.org

Criativo

GFI PROJECTS

Tradução

mind translations
local and translation services

* referências disponíveis
a pedido



A revista *The Lithium Voice* é publicada pela International Lithium Association Ltd (ILiA) fez todos os esforços para garantir que as informações aqui apresentadas estão corretas, no entanto, a ILiA não representa nem garante a exatidão das informações contidas nesta publicação nem a sua adequação para qualquer utilização geral ou específica. Informa-se o leitor de que o material aqui contido é de carácter meramente informativo; não deve ser utilizado ou invocado para qualquer aplicação específica ou geral sem primeiro obter aconselhamento competente. A ILiA, os seus membros, colaboradores e consultores estão especificamente isentos de toda e qualquer responsabilidade de qualquer tipo por perdas, danos, custos ou lesões resultantes da utilização ou da confiança depositada nestas informações.

© International Lithium Association Ltd, 2024

BOAS-VINDAS do Presidente



Bem-vindos a esta edição especial da *The Lithium Voice* para 2024, uma publicação dedicada a explorar todos os assuntos relacionados com lítio. Venham descobrir as muitas aplicações essenciais do lítio, a forma como os produtos químicos são produzidos a partir de lítio e as iniciativas que garantem a sustentabilidade da produção de lítio no futuro!

Estamos a viver uma revolução energética à medida que o mundo transita para a neutralidade carbónica. O lítio é a principal matéria-prima essencial para esta mudança e são necessárias quantidades substanciais do mesmo para a descarbonização do transporte e o armazenamento da energia. Em todo o mundo, existe uma consciência crescente da importância do lítio e da necessidade de trabalhar em conjunto para o bem do planeta.

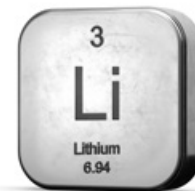
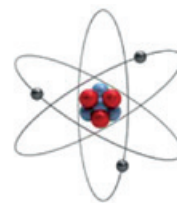
A Associação Internacional do Lítio (ILiA) é uma organização sem fins lucrativos que proporciona uma voz representativa e global para toda a cadeia de valor do lítio. A ILiA conta com mais de 70 membros, que produzem cerca de 85% do abastecimento atual de lítio. A nossa comunidade global inclui produtores e refinadores, fabricantes de materiais para baterias, engenheiros, recicladores e outros utilizadores de lítio cruciais de todo o mundo. A ILiA incentiva e apoia os seus membros a introduzirem no mercado lítio produzido de forma sustentável e responsável, bem como a defenderem um ambiente empresarial competitivo e adequado.

A revista trimestral *The Lithium Voice* procura transmitir conteúdos que permitam aos leitores compreender melhor o mundo do lítio; espero que seja do vosso interesse. A subscrição da *The Lithium Voice*, publicada em inglês, espanhol e chinês, é gratuita e gostamos sempre de receber a vossa opinião.

Estamos no século do lítio!

Anand Sheth
Presidente fundador

INTRODUÇÃO AO LÍTIO



Resumo executivo

O lítio possui propriedades químicas únicas que o tornam insubstituível numa vasta gama de aplicações importantes, incluindo em baterias recarregáveis para veículos elétricos (VE).

O lítio é vital para a transição energética para uma economia de baixo carbono e prevê-se que a procura quadruplique até 2030, atingindo mais de 3 milhões de toneladas de carbonato de lítio equivalente (LCE).

Apesar de a maior parte do lítio ser extraído como minerais de rocha na Austrália, também são produzidas quantidades substanciais a partir de salares no Chile, Argentina e China. O lítio é produzido a partir de minas industriais por empresas cotadas que operam de acordo com normas ambientais, sociais e de governação rigorosas.

Embora o lítio seja abundante no solo, são necessários investimentos significativos em novas minas e refinarias para que a oferta satisfaça a procura no futuro. A incerteza económica pode pôr em causa este investimento.

Enquanto matéria-prima para baterias, os recursos e as cadeias de abastecimento de lítio são objeto de um interesse político considerável.

A ciência do lítio

O lítio é um metal macio cinza-prateado, que surgiu durante o Big Bang. É um metal alcalino, semelhante ao sódio e ao potássio (mas com um tamanho atômico muito menor).

O lítio puro tem um ponto de fusão de 181 °C (357 °F) e um ponto de ebulição de 1347 °C (2457 °F).

O lítio é utilizado em baterias recarregáveis porque é o elemento sólido mais leve (0,534 g/cm³) e o seu átomo perde facilmente um dos seus eletrões para ganhar carga positiva.

O lítio reage com a água. Nunca é encontrado como metal puro na natureza.



Lítio metálico

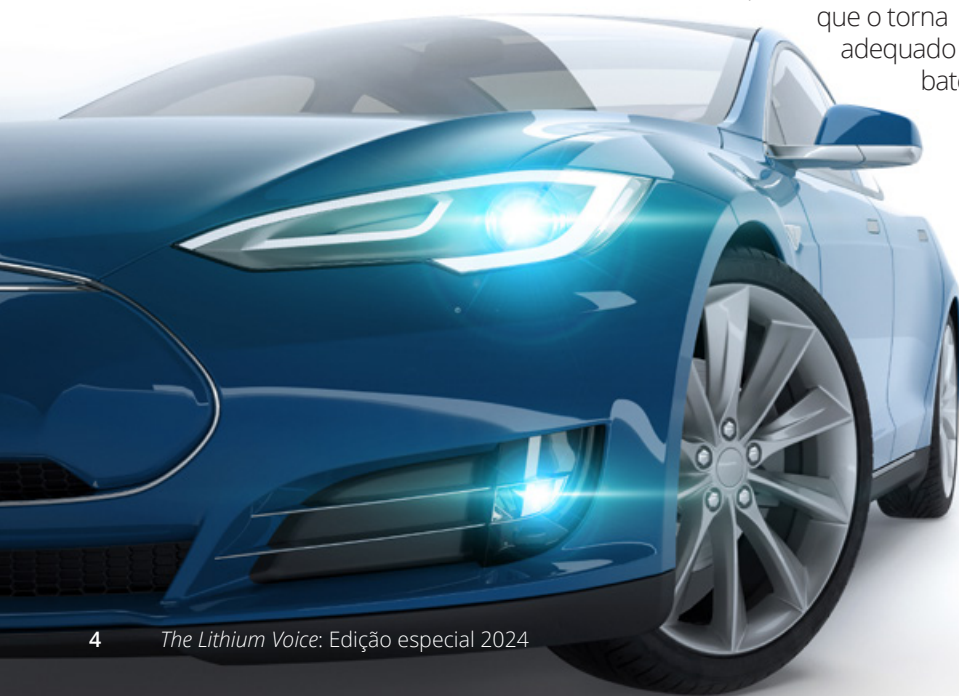
O lítio em baterias recarregáveis

Devido à sua massa atômica muito pequena, o átomo de lítio tem uma carga elevada e uma relação peso-potência elevada, o que o torna adequado para baterias

recarregáveis, especialmente para VE em que o peso é um fator importante, mas também para sistemas estacionários de armazenamento de energia (ESS) e eletrónica portátil.

Os potenciais substitutos, como as baterias à base de sódio, são muito maiores e mais pesados do que as baterias de lítio com a mesma potência, o que os torna pouco atrativos para a maioria das aplicações em VE e aplicações portáteis (um átomo de lítio tem apenas 30% do peso de um átomo de sódio).

Os VE são fundamentais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) produzidos pelo homem. Ao utilizar eletricidade de uma fonte renovável, um VE pode reduzir as emissões totais do ciclo de vida em 89%, em comparação a um veículo equivalente com motor a gasolina ou gasóleo. Desde 1991, quando a Sony produziu as primeiras baterias comerciais



de íons de lítio, a proporção de lítio consumido nas baterias tem aumentado rapidamente e prevê-se que atinja 90% do mercado de lítio até 2030.

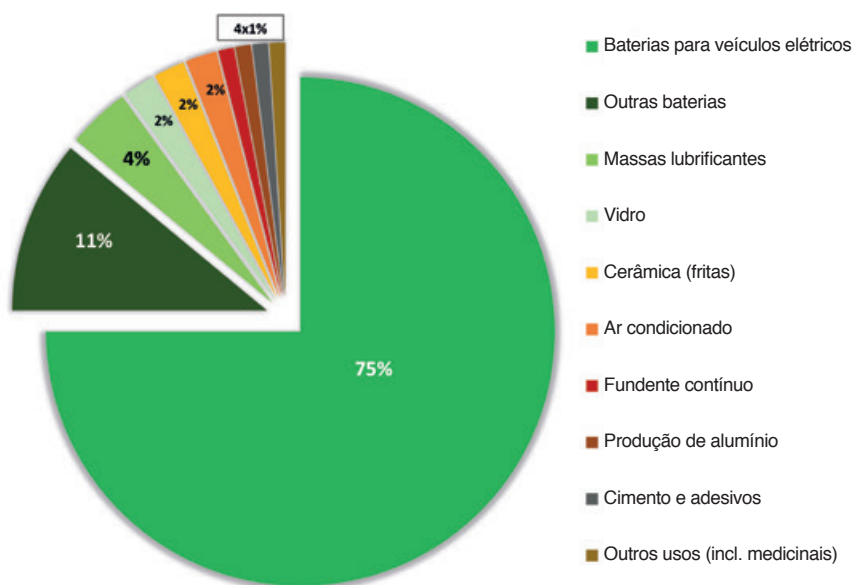
Procura de lítio: forte previsão de crescimento para muitos anos

A transição verde exigirá quantidades consideráveis de lítio. Muitos analistas preveem um crescimento anual composto de mais de 20% na próxima década, impulsionado pela procura para uso em VE.

A partir de uma estimativa de mercado para 2023 de cerca de 1 milhão de toneladas de carbonato de lítio equivalente (LCE), a Albemarle, líder de mercado, prevê que a procura possa atingir mais de 3 milhões de toneladas de LCE até 2030.

continua na página 6

Procura de produtos químicos de lítio em 2023



O lítio tem muitas aplicações essenciais



Baterias recarregáveis

A principal aplicação é em VE, mas também são utilizadas em sistemas eletrônicos portáteis e ESS



Medicina

O carbonato de lítio é utilizado para tratar delírios, depressão e a perturbação bipolar



Cerâmica

O lítio confere resistência a revestimentos cerâmicos e reduz o seu ponto de fusão



Vidro

O lítio aumenta a resistência e o brilho do vidro e reduz a sua dilatação térmica



Catalisador industrial

Os compostos de lítio podem ser catalisadores para o fabrico de borracha sintética, plásticos e medicamentos



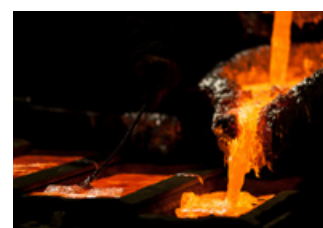
Filtro de ar

O hidróxido de lítio elimina o CO₂ do ar em submarinos e naves espaciais



Baterias primárias

As baterias de lítio não recarregáveis são frequentemente utilizadas em relógios e alarmes de deteção de fumo



Produção de alumínio

O lítio reduz a temperatura de fusão do óxido de alumínio (alumina)



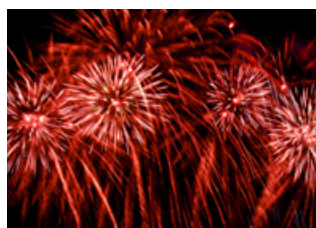
Lubrificantes e massas lubrificantes

O estearato de lítio é utilizado em lubrificantes de alto desempenho, incluindo para turbinas eólicas



Refrigeração e secagem do ar

O cloreto de lítio é utilizado em unidades de ar condicionado para uso industrial



Cor

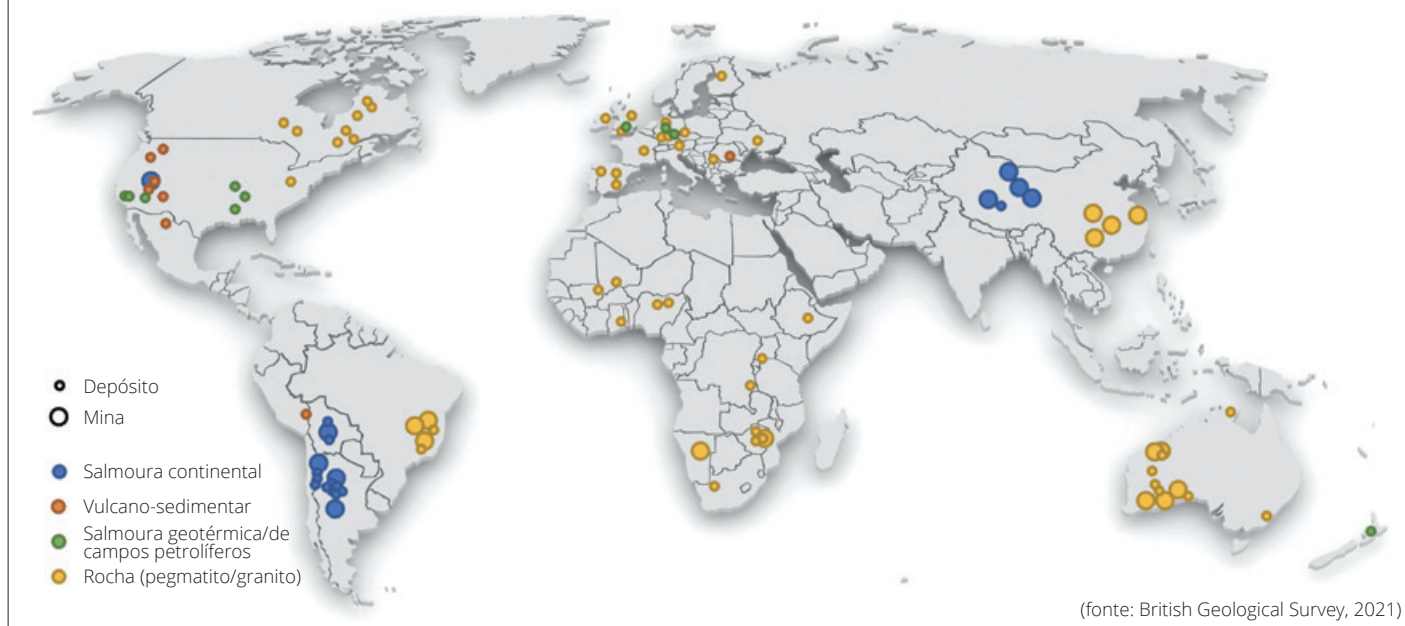
O carbonato de lítio cria efeitos de vermelho intenso no fogo de artifício



Liga para aeronaves

As ligas de lítio e alumínio são leves e resistentes, reduzindo o peso de aeronaves e veículos

Principais minas e depósitos de lítio de todo o mundo



continuação da página 5

O lítio é um produto químico especializado e não um produto padronizado a granel, como o cobre ou o ferro.

Os dois compostos de lítio comercializados para veículos elétricos são o carbonato de lítio de alta pureza (Li_2CO_3) “grau bateria” e o hidróxido de lítio de monohidrato ($\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$).

A escolha entre um e outro é geralmente determinada pelo tipo de bateria de lítio que vai ser produzido.

Depósitos de lítio mundiais

O lítio não é raro, é o 33.º elemento mais abundante na crosta terrestre, com uma massa total estimada em 98 milhões de toneladas. Encontrase vastamente distribuído nas rochas, solos e águas naturais. O lítio encontra-se sempre como um composto na natureza e, por isso, tem de ser purificado antes de poder ser utilizado.

O lítio encontra-se maioritariamente em três tipos de depósitos: formações rochosas de pegmatitos graníticos, salmouras continentais e argilas alteradas hidrotermicamente. A produção de lítio a partir de rocha e salmoura está estabelecida há décadas, enquanto a produção a partir de argila se encontra numa fase avançada de desenvolvimento.

Dois outros tipos de depósitos de lítio são as salmouras geotérmicas e as salmouras de campos petrolíferos profundos.

A indústria do lítio tem relativamente poucos produtores, sendo as maiores empresas proprietárias de minas de salmoura e de rocha, bem como de refinarias integradas. Geralmente, as minas de rocha mais pequenas não estão integradas e vendem o concentrado a refinarias a jusante para conversão num produto de carbonato ou hidróxido de lítio, ou para utilização direta em aplicações técnicas.

O desenvolvimento de um novo recurso de lítio, seja uma mina de espodumena ou um recurso de salmoura, demora normalmente entre 5 e 10 anos, enquanto a construção de uma refinaria pode demorar 2 a 4. Ambos implicam investimentos significativos, que exigem um enquadramento regulatório estável.

Produção de lítio a partir de minerais de rocha

Existem mais de 250 minerais de rocha que contêm lítio, mas apenas alguns são explorados. O mineral mais importante é a espodumena, que teoricamente contém cerca de 8% de óxido de lítio. Outros minerais importantes incluem

lepidolite, petalite e zinnwaldita, enquanto a pedra preciosa mais fotogénica é, sem dúvida, a turmalina rosa.

Para extrair o lítio da espodumena, o minério é triturado e selecionado, torrado num forno a cerca de 1150 °C e depois dissolvido em ácido sulfúrico. Os subprodutos da refinação de espodumena incluem o gesso (utilizado para melhorar o solo), cal e um silicato de alumínio que pode ser adicionado ao betão.

Atualmente, a grande maioria da espodumena é extraída na Austrália e refinada na China, embora esta situação esteja a mudar com



Espodumena



Lepidolite



Petalite



Zinnwaldita



Turmalina

a construção de novas minas e refinarias em todo o mundo.

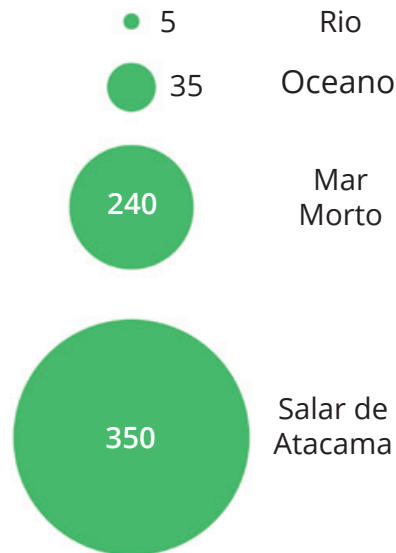
Produção de lítio a partir de salmouras

As maiores concentrações conhecidas de lítio encontram-se em salmouras continentais extremamente salgadas encontradas nos lagos salgados e crostas (salares) das altas montanhas dos Andes na Argentina, Bolívia e Chile, na América do Sul, o chamado “triângulo do lítio”. O lítio também é produzido a partir de salares nos EUA e na China.

Um salar típico é uma bacia fechada, árida e de elevada altitude, sem drenagem para o oceano, rodeada por depósitos vulcânicos numa região tectônica ativa. Esta combinação de fatores significa que, à medida que os depósitos vulcânicos se decompõem, o lítio e outros sais são lixiviados e arrastados para o salar, onde ficam retidos. Num salar árido, a água se evapora, deixando para trás os sais, que formam uma crosta espessa que cobre a bacia. A crosta é maioritariamente sal de mesa comum (cloreto de sódio), mas abaixo da superfície é uma salmoura supersaturada que pode conter até 35% de sais dissolvidos, incluindo cloreto de lítio.

Na produção tradicional de lítio, a salmoura é bombeada para fora da crosta salina e armazenada em vastas lagoas, cada uma maior do que um campo de futebol (ver

Total de sais dissolvidos (kg/m³) em vários líquidos:



Salmoura não é o mesmo que água (H₂O) e não pode ser utilizada na agricultura. A salmoura extraída do Salar de Atacama, no Chile, contém ~35% de sal, sendo cerca de 10 vezes mais salgada do que a água do mar.

abaixo). Este permanece aqui 12 a 18 meses, período durante o qual a maior parte da água se evapora, o que torna os sais dissolvidos ainda mais concentrados. Posteriormente, este fluido é refinado para produzir carbonato de lítio.

Atualmente, estão a ser industrializadas várias tecnologias de

extração direta de lítio (DLE), incluindo algumas que utilizam membranas, concentração eletroquímica e resinas de permuta iônica. O processo de DLE visa permitir que os sais de lítio sejam removidos do líquido hospedeiro sem a necessidade de lagoas de evaporação e esta técnica poderia ser aplicada também a salmouras geotérmicas e de campos petrolíferos.

Principais conclusões:

- **Os veículos elétricos são essenciais** para reduzir as emissões de carbono provenientes dos transportes. Um VE típico necessita de cerca de 7 kg de lítio. Para substituir os veículos tradicionais por VE, será necessária uma grande quantidade de lítio e de outras matérias-primas essenciais para as baterias.

- **O lítio não é raro**, mas são necessários grandes investimentos para aumentar a produção mineira e de refinaria. Os dois principais estrangulamentos no fornecimento de lítio são a extração mineira e a refinação de alta pureza, cada uma das quais custa centenas de milhões de dólares para ser estabelecida e explorada. Para que um país atraia investimentos na sua indústria do lítio e das baterias, é essencial possuir um ambiente empresarial estável e uma regulamentação adequada.

- **Não existem substitutos** para as baterias de lítio sem uma perda significativa na qualidade, fiabilidade e funcionalidade.

- **O futuro é circular.** A reciclagem vai ser fundamental para a sustentabilidade futura dos transportes, mas atualmente a produção de lítio reciclado é uma indústria relativamente pequena. À medida que mais VE chegarem ao fim da sua vida útil na próxima década, a reciclagem irá desempenhar um papel cada vez mais importante.

- **A transição verde é um desafio global** que exige uma resposta global. A cooperação, a colaboração e a coordenação são cruciais para o sucesso.

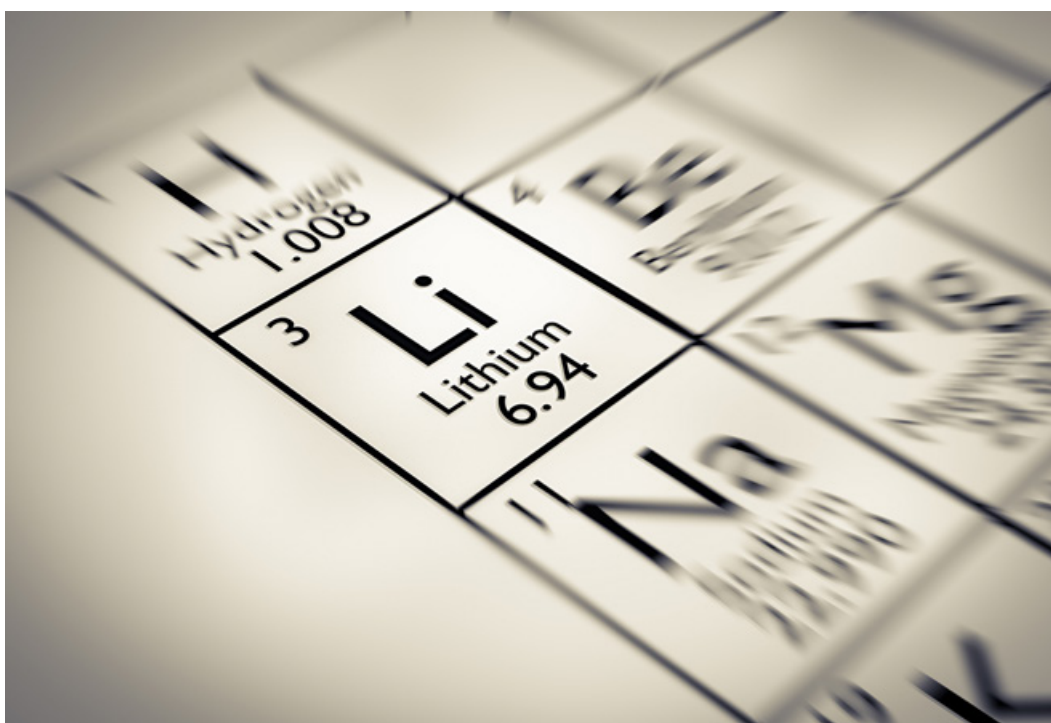
“Estamos no século do lítio!”



Um caminhão passa entre lagoas de evaporação no Salar de Atacama.

UMA BREVE HISTÓRIA DO LÍTIO

O lítio (Li) é um elemento muito especial. Parte do lítio que utilizamos nas baterias recarregáveis dos nossos *smartphones*, portáteis e veículos elétricos foi criado durante o Big Bang, há 13,8 mil milhões de anos.



O ciclo do lítio na Terra começa com o magma que contém lítio a subir para a crosta terrestre durante períodos de atividade vulcânica, onde este arrefece e cristaliza em rochas, como granitos ou pegmatitos. Ao longo de muitos milhares de anos, o desgaste das rochas expostas enfraquece a sua estrutura e permite que os sais de lítio sejam levados para os rios. A maior parte do lítio dissolvido é transportada para os oceanos.

No entanto, em algumas regiões de altas montanhas, como os Andes, na América do Sul, os rios não chegam ao oceano, terminam

em bacias fechadas onde a água se evapora, deixando para trás salmoura enriquecida em lítio contida em salinas ou salares.

Outras fontes de lítio são as salmouras de campos petrolíferos, salmouras geotérmicas e argilas. O lítio não é escasso, mas como é altamente reativo, nunca é encontrado na natureza em forma pura. O lítio é o 33.º elemento mais abundante na crosta terrestre, com uma estimativa de 98 milhões de toneladas.

A humanidade interage com o lítio há pouco mais de dois séculos. Na década de 1790, o cientista, poeta e político brasileiro José Bonifácio

de Andrada e Silva descobriu dois novos minerais na ilha sueca de Utö e batizou-os de petalite e espodumena. Em 1817, o cientista sueco Johan August Arfwedson, que trabalhava no laboratório do barão Jöns Jacob Berzelius, químico e professor de medicina e farmácia, resolveu o mistério destes minerais. Este isolou um sulfato que não continha nenhum dos metais alcalinos ou alcalinoterrosos conhecidos. Arfwedson chamou lítio ao novo elemento a partir da palavra grega *lithos*, que significa “pedra”, dada a sua aparência cinzenta e semelhante a uma pedra.

O lítio tem muitas qualidades notáveis. É o elemento sólido mais leve e menos denso da tabela periódica, com um peso atómico padrão de 6,94. O lítio metálico é altamente reativo e incendeia-se ao entrar em contato com a água, como os estudantes de química já devem ter visto no laboratório, e é por isso que só é encontrado na natureza como mineral ou sal. Na sua forma metálica, o lítio é um metal cinza-prateado macio com uma boa condutividade térmica e elétrica, o que lhe permite armazenar e transmitir energia. O lítio é suficientemente macio para ser cortado

com uma faca e tem dos pontos de fusão (180,5 °C) e de ebulição (1347 °C) mais baixos para um metal. O lítio tem um elevado potencial de eletrodo. Devido à sua baixa massa atómica, este tem uma carga e uma relação peso/potência elevadas, o que o torna adequado para baterias recarregáveis.

Aplicações

Uma das primeiras utilizações do lítio foi medicinal. Foi proposto como tratamento para a gota, por Sir Alfred Baring Garrod, em 1859 e, embora não aliviasse a gota, descobriu-se que acalmava os doentes com delírios que padeciam de gota.



Um anúncio antigo do refrigerante 7-Up.

O nome original do refrigerante 7-Up era *Bib-Label Lithiated Lemon-Lime Soda* (refrigerante de lima-limão com lítio com etiqueta BIB), quando este foi lançado em 1929, apenas duas semanas antes do “crash” da bolsa dos EUA. O criador da bebida, Charles Leiper Grigg, afirmava que o refrigerante, que continha citrato de lítio, conseguia melhorar o humor de quem o bebia. Quando a Autoridade dos Alimentos e Medicamentos dos EUA proibiu o uso de citrato de lítio em bebidas, em 1948, a receita foi alterada e o lítio foi removido da 7-Up.

No entanto, a redução na procura não durou muito tempo, uma vez que, um ano depois, o psiquiatra australiano John Cade estabeleceu que o lítio podia tratar delírios e, desde então, o carbonato de lítio passou a ser o tratamento padrão para a perturbação bipolar e a depressão, oferecendo ajuda a um enorme número de pessoas em todo o mundo.

A massa lubrificante de lítio foi inventada por volta de 1940 e foi considerada superior às massas lubrificantes à base de sódio e cálcio utilizadas na época. A sua utilização industrial passou a ser comum em motores de aeronaves durante a década de 1940 e continua a ser bastante utilizado. As aplicações industriais posteriores incluem a

utilização do lítio como aditivo na fundição do alumínio e no fabrico de produtos vitrocerâmicos de alta resistência, incluindo placas de indução em muitas cozinhas, vidros resistentes, fibra de vidro, fritas de cerâmica e até dentaduras de cerâmica. Também é utilizado em ares condicionados e catalisadores de polímeros.

A procura de lítio voltou a aumentar na sequência do desenvolvimento das armas nucleares. Quando adicionado ao núcleo de uma arma nuclear, o isótopo lítio-6 reage com neutrões para produzir trítio (T), num processo que aumenta a potência da explosão termonuclear. Os Estados Unidos foram o maior refinador de lítio-6 entre o final da década de 1950 e meados da década de 1980.

Mas, quando a Guerra Fria terminou, os EUA venderam as suas reservas de lítio e o preço caiu.

A era das baterias

A era moderna do lítio começou durante a crise do petróleo da década de 1970, quando o químico inglês Stanley Whittingham desenvolveu uma bateria recarregável que utilizava lítio e titânio. No entanto, estas primeiras baterias podiam provocar curtos-circuitos e não se tornaram populares. Mais tarde, em 1980, John B. Goodenough, um cientista de materiais americano, desenvolveu uma bateria de lítio e cobalto

que tinha o dobro da voltagem operacional e uma maior densidade energética.

O terceiro grande avanço na tecnologia das baterias de lítio ocorreu em 1985, quando Akira Yoshino, um químico japonês, desenvolveu ânodos à base de carbono e um eletrólito não aquoso, o que resultou numa bateria de iões de lítio (LIB) estável, fiável e de alta potência, posteriormente comercializada pela Sony.

Uma LIB é uma bateria recarregável na qual os iões de lítio se deslocam do eletrodo negativo (ânodo) para o eletrodo positivo (cátodo) durante a descarga e voltam a deslocar-se durante a carga.

continua na página 10



O lítio medicinal é vastamente utilizado no mundo inteiro.



As massas lubrificantes de lítio são muito utilizadas atualmente.

continuação da página 9

As LIB têm uma boa relação energia/peso, alta tensão de circuito aberto, baixa taxa de autodescarga, nenhum efeito de memória e uma perda lenta de carga quando não estão a ser utilizadas. Além de produtos eletrónicos de consumo, as LIB são utilizadas em veículos militares e elétricos e ainda em aplicações aeroespaciais, devido à sua elevada densidade energética.



Muitos produtos eletrónicos de consumo dependem do lítio, incluindo ferramentas elétricas, portáteis e smartphones.

Em 2019, os professores John B. Goodenough, Stanley Whittingham e Akira Yoshino receberam o Prémio Nobel da Química pelo seu trabalho no desenvolvimento das LIB. A sua descoberta mudou as nossas vidas, ao permitir-nos carregar o agora omnipresente *smartphone* e outros dispositivos portáteis. À medida que o mundo tenta alcançar emissões nulas, cerca de 85% do

lítio extraído atualmente é utilizado em LIB, incluindo para carregar veículos elétricos e soluções de armazenamento em redes de energias renováveis.

Atualmente, a maior parte do lítio é extraída da espodumena (rocha dura), na Austrália, e de salmouras, no Chile e na Argentina. A maior parte da espodumena australiana é transformada em produtos químicos na China, embora novas instalações de refinação estejam a ser planeadas e construídas em vários locais, incluindo na Europa, nos Estados Unidos, na Coreia do Sul, no Japão e na Austrália. A cadeia de abastecimento intermédia, que engloba os produtos químicos do lítio e os materiais para os cátodos das baterias, está concentrada no Japão, na China e na Coreia do Sul.

A Wood Mackenzie estima que o crescimento dos VE poderá fazer com que a procura de lítio aumente cinco vezes até 2040. Estima-se que o mercado mundial de LIB atinja um valor de 75 mil milhões de USD em 2027. O papel do lítio na descarbonização da economia global é tão importante que vários países o classificaram como uma matéria-prima essencial ou estratégica. Governos de todo o mundo estão a estimular o desenvolvimento de recursos e cadeias de abastecimento de lítio próprios, oferecendo subsídios aos VE produzidos

internamente e outros incentivos. Para satisfazer a procura prevista, muitos dos produtores existentes estão a aumentar a escala das suas operações e há um grande interesse em recursos de lítio não tradicionais, como argilas, salmouras geotérmicas e minerais de lítio alternativos, como a lepidolite e a amblygonite. Do mesmo modo, várias tecnologias de extração direta de lítio (DLE) estão a ser desenvolvidas.

A grande vantagem dos VE em relação aos veículos tradicionais a gasolina e gasóleo é o facto de os elementos da bateria poderem ser reciclados indefinidamente. Conforme a indústria dos VE se for desenvolvendo, esta vai tornar-se cada vez mais uma cadeia de abastecimento circular, e não linear, como é o caso dos modelos económicos anteriores.



Os autocarros, carrinhas e carros elétricos estão no centro da transição energética.

Atualmente, os processos de reciclagem de baterias conseguem extrair até 90% do lítio original e a taxa de recuperação e os aspetos económicos tendem a melhorar, com o aumento de investimentos e a disponibilização de sucatas de baterias. À medida que mais VE chegarem ao fim da sua vida útil na próxima década, a reciclagem irá desempenhar um papel cada vez mais importante.

Estamos a viver uma revolução energética e de transportes. O lítio é o principal fator desta mudança e a sua importância vai continuar a crescer ao longo das próximas décadas. 

Uma brevíssima introdução à EXTRAÇÃO DIRETA DE LÍTIO (DLE)

Explorar as tecnologias e o potencial da extração de lítio da salmoura sem a utilização de lagoas de evaporação

A indústria do lítio está a atravessar um período de forte crescimento, impulsionado pela procura de baterias recarregáveis para veículos elétricos e apoiado pelas políticas de neutralidade carbónica. A Albemarle, uma das empresas líderes da indústria, previu que o mercado poderia triplicar de tamanho entre 2023 e 2030. Portanto, é importante considerar todas as possíveis vias de produção do lítio.

Atualmente, a maior parte do lítio é produzida industrialmente a partir de duas fontes: minerais de rocha dura, como a espodumena ou a petalite, ou salmouras extremamente salgadas extraídas de salares (lagos salgados).

O método tradicional de produção de lítio a partir de salmouras consiste em bombear a salmoura para grandes lagoas de evaporação e deixá-la evaporar até atingir a concentração desejada de sais de lítio.

Embora seja um processo relativamente lento, que leva até 18 meses, este é bem compreendido e tem um custo altamente competitivo.

Outros métodos de remoção seletiva de íons de lítio da salmoura evitam a utilização de lagoas de evaporação e são coletivamente descritos como extração direta de lítio (DLE). Estes processos podem permitir uma reinvenção radical da forma como o lítio é produzido e vários governos, incluindo o da Bolívia, do Chile e da Argentina, apoiam fortemente a utilização de tecnologias de DLE em novos projetos de lítio.

Algumas instalações de DLE à escala industrial já estão em funcionamento e muitas outras foram demonstradas à escala laboratorial e experimental. Desde 2020, foram investidos mais de 980 milhões de USD em DLE, com entidades governamentais e privadas a mostrarem um grande interesse. A DLE não oferece apenas possibilidades para as salmouras

de salares; várias empresas, entre elas alguns membros da ILiA, estão a trabalhar na extração de lítio de salmouras geotérmicas e de salmouras de campos petrolíferos e de gás.

A DLE tem um potencial tentador, mas por que ainda não é amplamente utilizada? A resposta é complexa e resume-se ao facto de as salmouras serem líquidos muito difíceis de trabalhar e, frequentemente, se encontrarem em locais remotos. Cada etapa da extração, do processamento e da reinjeção da salmoura envolve desafios técnicos que têm de ser ultrapassados à escala.

Além disso, cada salmoura natural é diferente, com diferentes níveis de teor de lítio, sólidos totais dissolvidos (STD), localização e muito mais. Isto significa que cada salmoura requer uma abordagem específica e uma tecnologia de DLE que funciona bem num salar pode não funcionar tão bem noutro.

continua na página 12

O Salar de Uyuni, na Bolívia, é o maior salar e depósito de lítio conhecido do mundo. O governo boliviano pretende extrair lítio aqui com DLE.



continuação da página 11

O processo de DLE

Nos últimos 20 anos, foram desenvolvidos muitos métodos de DLE para separar o lítio de outros elementos na salmoura. Várias técnicas utilizam métodos que foram originalmente concebidos para fins de dessalinização e tratamento de águas residuais, em vez de serem especificamente adaptados à extração de lítio.

O processo de DLE começa com a recolha de salmoura rica em lítio de reservatórios subterrâneos ou salares, onde esta é submetida a um pré-tratamento para remover impurezas e criar condições para os

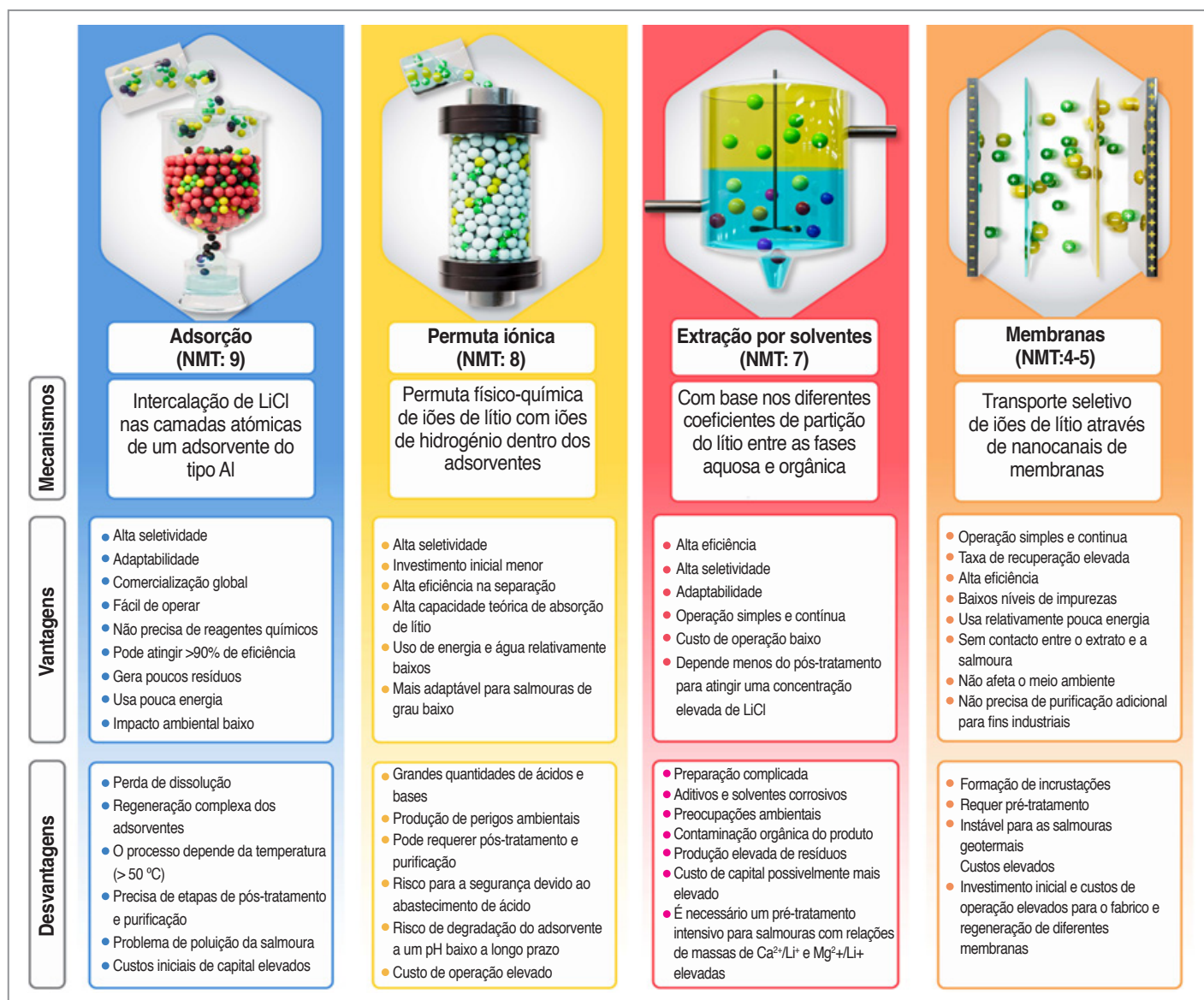
processos de extração subsequentes. Os métodos de DLE utilizam várias técnicas para capturar seletivamente íões de lítio da salmoura, deixando outros íões para trás.

Estes métodos de extração oferecem uma separação eficiente e seletiva do lítio da salmoura, abrindo caminho para uma produção de lítio de elevada pureza. Após a extração, os íões de lítio capturados são submetidos a um pós-tratamento para serem recuperados de uma forma utilizável, como o cloreto de lítio (LiCl).

Este pós-tratamento também garante uma gestão adequada da salmoura esgotada, em conformidade

com as regulamentações ambientais, antes de esta voltar a ser introduzida no ambiente ou injetada no reservatório subterrâneo ou no salar.

As principais considerações que afetam a eficiência da DLE incluem a relação entre o lítio e outros sais dissolvidos na salmoura (Li/sólidos totais dissolvidos ou STD), entre o lítio e o sódio (Li/Na), entre o lítio e o magnésio (Li/Mg) e entre o lítio e os sulfatos (Li/SO₄), antes e depois do processamento da DLE. Além disso, parâmetros como a quantidade de água doce e a necessidade de energia são extremamente importantes para o sucesso de um projeto de DLE.



A Figura 1 apresenta uma visão geral destas técnicas de DLE selecionadas, com os seus mecanismos, vantagens e desvantagens. NMT refere-se ao nível de maturidade tecnológica, um método de avaliação da maturidade de uma tecnologia de 1 (baixo) a 9 (alto) concebido pela NASA (Fonte: Dr. A. Razmjou).



A DLE já produz lítio à escala industrial numa série de instalações. Esta instalação na China, propriedade da EVE Energy Co. Ltd., extrai até 10 000 tpa de LCE (grau bateria) de salmouras utilizando a tecnologia de DLE fornecida pela Sunresin New Materials Co. Ltd. A concentração de lítio na salmoura tratada nesta instalação é de 100-120 mg/L (Foto: Sunresin New Materials Co. Ltd).

Principais tecnologias de DLE

As tecnologias de DLE podem ser classificadas em quatro grupos (ver Figura 1):

- Adsorção
- Permuta iónica
- Extração por solventes
- Membranas

Na DLE baseada em adsorção, os iões de lítio intercalam-se na superfície de partículas sólidas, normalmente sorventes à base de alumínio. Na indústria, os sorventes à base de alumínio são por vezes referidos como DLE de primeira geração, enquanto os sorventes de permuta iónica à base de manganês e titânio são referidos como DLE de segunda geração.

Já a DLE baseada na permuta iónica envolve a permuta de iões de lítio numa fase líquida com iões de carga positiva, mas com propriedades químicas diferentes (por exemplo, H⁺) num permutador de iões sólido, principalmente sorventes à base de manganês e titânio.

A DLE por solventes para a recuperação de lítio baseia-se na exploração das diferentes solubilidades dos compostos nas fases aquosa e orgânica. Este método envolve várias etapas: combinar a fase orgânica que contém um extrator seletivo de lítio com salmoura para formar complexos de lítio, submeter os complexos a uma etapa de decapagem para extrair o lítio e reciclar a fase orgânica.

A extração de lítio utiliza uma variedade de solventes orgânicos, incluindo querosene (o mais comum), m-xileno, p-xileno, clorobenzeno, benzeno, dodecano, clorofórmio, ciclohexano, cetona, éter metil-terc-butilico e acetato de etilo.

A tecnologia de membranas desempenha um papel crucial no avanço dos métodos de DLE. Aqui, uma membrana atua para filtrar os iões de lítio do líquido hospedeiro. Na DLE baseada em membranas, é importante reconhecer dois tipos principais de processos com membranas: processos de membrana assistidos por pressão e processos de membrana assistidos por osmose inversa e potencial.

Esta lista está longe de ser exaustiva e já estão a ser desenvolvidos vários outros tipos de tecnologias de DLE.

O caminho a seguir

De um ponto de vista técnico, as perspectivas para DLE parecem promissoras, com os avanços tecnológicos a aumentar a eficiência e a eficácia da recuperação do lítio.

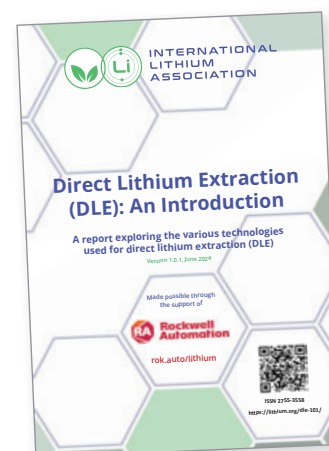
Do ponto de vista da sustentabilidade, a DLE oferece várias vantagens potenciais no que diz respeito à pegada ambiental. Estas requerem uma superfície menor, utilizam relativamente pouca água (supondo que reciclam a água e reinjetam a salmoura esgotada) e podem emitir menos gases de efeito estufa quando são utilizadas fontes de energia

renováveis para alimentar o processo de extração.

O principal desafio para a DLE é a composição única de cada salmoura encontrada em todo o mundo. Também é necessário investigar mais sobre os riscos e benefícios da reinjeção de salmoura esgotada.

Embora não exista uma “resposta mágica”, esta é uma tecnologia com muito potencial para contribuir com as tão necessárias unidades de lítio para o mercado nos próximos anos.

Esteja atento à sua evolução!



Este artigo é um extrato de um novo relatório sobre tecnologias DLE encomendado pela ILA em colaboração com um de seus membros, a Rockwell Automation (rok.auto/lithium). O relatório foi redigido por Amir Razmjou, professor adjunto da Universidade Edith Cowan, em Perth, na Austrália. O relatório completo está disponível em www.lithium.org

O LÍTIO NA SUA VIDA

Já se perguntou como é que os seus utensílios de cozinha suportam o calor extremo a que são submetidos na cozinha? A resposta está num dos seus ingredientes essenciais: o lítio.

Em 1953, Stanley Donald Stookey, um químico de investigação que trabalhava para a empresa norte-americana de vidros Corning Inc., fez uma descoberta por acaso. Por engano, este aqueceu vidro fotossensível que continha lítio a mais de 482 °C (900 °F).

A grande descoberta do Dr. Stookey ocorreu quando este retirou o vidro (que tinha ficado de um branco leitoso) do forno quente com uma pinça e o deixou cair acidentalmente. O vidro sobreviveu tanto ao calor como à queda. A combinação entre o erro e a falta de jeito de Dr. Stookey levou à constatação de que adicionar lítio ao vidro reduz a expansão térmica, permitindo que o vidro seja utilizado em variações

de temperatura extremas sem rachar.

Esta descoberta levou ao lançamento da coleção de utensílios de cozinha CorningWare, em 1958. Tal como outros produtos resistentes ao calor, o lítio é atualmente muito utilizado em cozinhas de todo o mundo, sendo possível levar alimentos diretamente do congelador para o forno.

Muitas aplicações

O vidro e a cerâmica reforçados com lítio são essenciais para as exigências da vida moderna. O lítio e os seus compostos são fundamentais para o fabrico de fogões de vitrocerâmica, janelas de fornos, vidros resistentes,



O dissilicato de lítio confere durabilidade aos implantes dentais e às coroas.

fibra de vidro, fritas de cerâmica e dentaduras cerâmicas.

Estes mercados combinados representam a segunda maior utilização de lítio, a seguir às baterias de iões de lítio, sendo que se estima que representem 5% do mercado em 2021, em comparação com os 12% em 2011.



O vidro na porta de alguns fornos muitas vezes contém lítio

As placas de indução usam lítio, uma vez que este não se expande quando aquece

Chávenas: Algumas cerâmicas têm um revestimento de lítio

As placas vitrocerâmicas resistentes ao calor são criadas através da adição de grandes quantidades de lítio na formulação do vidro. Os fundentes de lítio são utilizados no fabrico de revestimentos cerâmicos para revestir corpos cerâmicos, em revestimentos de porcelana para revestir eletrodomésticos, aparelhos de aquecimento de água, grelhas, tubos de combustão e painéis arquitetónicos e em loiças sanitárias, loiças de mesa, painéis e muitos outros tipos de utensílios de cerâmica [nota para não engenheiros: um fundente é uma substância que baixa a temperatura de fusão de outra].

Acrescentar lítio durante o processo de fabrico de vidros e placas vitrocerâmicas traz muitos benefícios. Isto diminui a temperatura de combustão (derretimento) e a dilatação térmica, o que aumenta a resistência do produto final e melhora a sua cor, resistência e brilho. A temperatura de combustão mais baixa resulta num menor consumo de energia, na redução das emissões e num maior rendimento.

O lítio aumenta a durabilidade, a resistência e a beleza

O departamento de investigação e desenvolvimento do Grupo Colorobbia disse à *The Lithium Voice* que “utilizam o lítio para aumentar a reatividade do revestimento para



O lítio confere resistência e brilho a frascos de perfume com formas complexas.

obter revestimentos com aderência robusta ao aço e conferir resistência química e física a ácidos, alcalinos, corrosão por vapor de água, choque térmico e escamação. Além disso, o lítio proporciona excelentes propriedades eletrostáticas, fundamentais para aplicações eletrostáticas em pó”.

Outros produtos de vidro que são melhorados com lítio incluem recipientes de vidro, vidro plano, vidro farmacêutico, vidro para uso específico (utilizado em ecrãs táteis) e fibra de vidro. Acrescentar lítio reduz a viscosidade e a temperatura de fusão, o que resulta num maior rendimento, poupança de

energia, maior resistência química e benefícios em moldagem.

A resistência conferida ao vidro pelo lítio é comprovada pelo facto de este ser utilizado no fabrico de vidro à prova de bala para uso militar em helicópteros e aviões de combate.

O brilho e a resistência são importantes nos mercados de luxo de alta gama. Acrescentar lítio ao vidro utilizado para fabricar frascos de perfume permite aos designers dos mesmos moldá-los de formas intrincadas e criativas, suficientemente resistentes para suportar o manuseamento diário. Do mesmo modo, alguns *smartphones*

utilizam um vidro fino mas resistente que contém lítio nos seus ecrãs táteis, conferindo ao elemento um papel adicional nos telemóveis, além da utilização mais tradicional como componente de bateria.

A capacidade de armazenamento de energia do lítio permite-nos levar aparelhos como telemóveis, portáteis e ferramentas elétricas para onde quer que vamos, mas outras propriedades do lítio também ajudam a proporcionar comodidade, segurança e beleza em casa e no local de trabalho.



São adicionadas fritas de lítio ao vidro para conferir propriedades como cor e resistência.

QUAL É O PREÇO DO LÍTIO?

Maior transparência no preço do lítio

O preço do lítio é um dos assuntos mais importantes e debatidos na nossa indústria. O lítio é uma especialidade química e a indústria é verdadeiramente global, portanto, a estimativa de um preço de referência para um produto de lítio representativo é um desafio muito complexo. Será que alguém sabe realmente o preço do lítio?

Como explica Ellen Lenny-Pessagno, da Albemarle, “os preços são a base da tomada de decisões no mercado, [mas] no caso do lítio, a dependência histórica de contratos a longo prazo levantou desafios para o desenvolvimento de preços de referência sólidos que reflitam com precisão a dinâmica do mercado. Isto pode tornar a avaliação comparativa dos preços um desafio para fabricantes de automóveis, comerciantes e outras partes interessadas”.

Uma indústria em desenvolvimento

Diz-se frequentemente que a indústria do lítio é relativamente nova. Embora o lítio seja produzido industrialmente desde 1924 (ver a edição 4 da *The Lithium Voice*), o mercado só se tornou mais visível nos anos 2000, quando as baterias recarregáveis se tornaram comuns.

Atualmente, as baterias recarregáveis de lítio são essenciais para veículos elétricos (VE) e para sistemas de armazenamento de energia que nos permitem efetuar a descarbonização. Mais de 85% do lítio fornecido é utilizado para fabricar baterias, em comparação com apenas 23% em 2010. Naquela época, a maior parte do lítio era utilizada em aplicações industriais especializadas, como o vidro, a cerâmica e as massas lubrificantes (ver a edição 2 da *The Lithium Voice*). O mercado está a crescer rapidamente e as previsões

de crescimento futuro são igualmente fortes. A empresa analista Wood Mackenzie prevê que a procura de lítio quintuple até 2040.

No entanto, esta rápida evolução do mercado pode criar desequilíbrios na oferta e na procura, uma vez que as novas minas de lítio, as refinarias e as fábricas de baterias e de VE não estão a ser construídas nas mesmas áreas, muito menos ao mesmo tempo. Quando ocorrem desequilíbrios entre a oferta e a procura, o preço do lítio pode flutuar. Um desses desequilíbrios ocorreu em 2023, quando a procura de lítio ultrapassou a oferta, resultando num aumento rápido dos preços à vista em meados desse ano, antes de voltarem a baixar.



Embora tais variações de preços não sejam incomuns, mesmo em mercados consolidados, a falta de previsibilidade pode dificultar a obtenção de capital de investimento, que é fundamental para novos projetos de mineração e refinação. Portanto, é importantíssimo que os participantes do mercado compreendam os preços atuais e reduzam o risco de futuras alterações.

Existem duas formas de os participantes no mercado se esforçarem por compreender

melhor os preços, as agências de informação de preços e os leilões e duas formas de trabalharem para estabilizar os preços dos seus bens e, por conseguinte, o fluxo de caixa: contratos de *offtake* a preços fixos (ou semifixos) e utilizando acordos de futuros de lítio negociados em bolsa (contratos de compra ou venda de material a um determinado preço numa data futura).

Acordos a longo prazo e preços à vista

Tradicionalmente, a maior parte do fornecimento de lítio é vendida em contratos plurianuais de grande tonelagem, conhecidos como contratos de *offtake*. Estes contratos têm um preço que é normalmente fixado durante toda a duração, mas podem ter uma cláusula para flutuar entre um preço mínimo e um preço máximo. O preço é negociado diretamente entre os vendedores e os compradores e não é invulgar que seja incluída uma especificação química nos termos do contrato.

Os contratos de *offtake* oferecem ao comprador e ao vendedor uma transação financeira previsível e são comuns em muitas indústrias, especialmente naquelas com produtos com características específicas ou com um número limitado de produtores. Ao longo da história, o lítio apresentou estas duas condições e os participantes utilizavam contratos anuais para fixar os preços e reduzir os riscos.

Na última década, a indústria do lítio cresceu consideravelmente e os contratos de *offtake* continuam a ser comuns, mas por outra razão: o número de novos projetos de mineração.

Os novos projetos de mineração são dispendiosos e o início da produção demora vários anos, motivo pelo qual um contrato de *offtake* a longo prazo que garanta rendimentos

futuros dá aos investidores confiança no retorno do seu investimento. De acordo com Anand Sheth, presidente fundador da ILiA, que aconselhou vários novos projetos de mineração de lítio bem-sucedidos, “os investidores exigiam que novos projetos de mineração garantissem contratos de *offtake* a longo prazo para os volumes totais [de produção de lítio], com condições adicionais de preços mínimos e máximos como condição para investirem. Sem dívida, não é possível desenvolver um novo projeto”.

Contudo, atualmente, os preços fixos são coisa do passado e o lítio é cada vez mais vendido a preços baseados num índice de mercado. O preço do contrato está ligado a mecanismos de preços flutuantes que podem incluir preços mínimos e máximos a fim de permitir ajustes trimestrais ou mesmo mensais, acompanhando as mudanças no preço à vista do lítio.

O preço à vista é o custo em dinheiro para a compra e entrega a curto prazo, refletindo o custo marginal da compra ou venda de uma unidade de lítio no mercado imediato. No mercado do lítio, pelo menos seis agências de relatórios de preços publicam regularmente estimativas dos preços do lítio. O preço à vista do carbonato de lítio na China é considerado por alguns observadores do mercado como uma referência para a indústria, dada a forte posição do país no negócio a jusante do lítio.

No entanto, o debate, a análise e a especulação sobre os preços são constantes, uma vez que não existe um produto “padrão” de carbonato ou hidróxido de lítio. O lítio é um produto químico especializado e muitos consumidores requerem graus de pureza específicos.

Os investidores exigiam que novos projetos de mineração garantissem contratos de *offtake* a longo prazo para os volumes totais de produção de lítio.

Por exemplo, o lítio de grau técnico, utilizado nos setores do vidro, dos lubrificantes e do aço, é um produto relativamente padronizado, embora ainda esteja longe de ser homogêneo. Já os fabricantes de baterias são particularmente exigentes e, normalmente, estipulam uma série de variáveis, como o nível máximo de impurezas permitido. Os seus requisitos de certificação rigorosos para matérias-primas podem fazer com que um novo produtor leve até dois anos a ser aprovado para

fornecer lítio para baterias.

Por outras palavras, é extremamente difícil estimar o preço médio ponderado de um produto de lítio genérico a determinado momento, embora isso não impeça as agências de relatórios de preços de tentarem fazê-lo. Uma delas, a Fastmarkets, sediada no Reino Unido (e membro da ILiA), tem uma equipa de 12 pessoas que avalia diariamente diferentes dados relativos a preços para criar um preço de referência.

Apesar destes esforços hercúleos de determinação de preços, é notável uma falta de transparência dos preços no mercado, uma vez que os contratos não são públicos. Isto dificulta a capacidade de os investidores avaliarem os riscos e os rendimentos associados a novos projetos. Não deveria ser uma surpresa saber que, com a expansão do mercado do lítio, estão a surgir novos mecanismos de fixação de preços para atender à maior liquidez do mercado. Isto também pode ajudar os produtores. Apesar de os contratos de *offtake* a preço fixo funcionem em períodos de estabilidade, fazem com que seja difícil os produtores tirarem partido do valor mais elevado do seu produto, se os preços subirem subitamente, ou evitarem operar com prejuízo, se os seus custos aumentarem (e para os consumidores, vice-versa).

Contratos para o futuro lítio

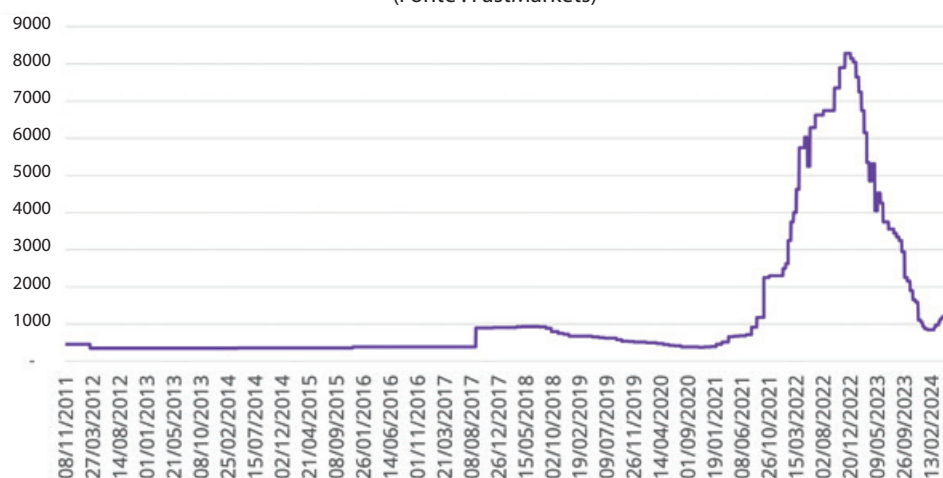
Os contratos futuros são acordos de

compra ou venda de ativos a um preço e numa data pré-determinados e podem ser para a entrega de material físico ou uma transação puramente financeira (“liquidação em dinheiro”).

Os primeiros contratos futuros foram desenvolvidos para produtos agrícolas, como o arroz e o milho, nos séculos XVIII e XIX, respetivamente. Desde então, as bolsas financeiras desenvolveram muitos futuros e outros instrumentos sofisticados que permitem aos compradores e vendedores gerir e

Espodumena com mín. de 6% de Li2O, preço à vista, CIF China, USD/t

(Fonte : FastMarkets)



continua na página 18

continuação da página 17

reduzir os riscos financeiros. Recentemente, estes também foram criados para o lítio.

Graças à capacidade de se proteger contra a volatilidade dos preços, um produtor de lítio pode garantir as receitas das vendas e estabilizar o fluxo de caixa. Esta capacidade também incentiva a alocação de capital de investimento para novos projetos de matérias-primas e aumenta a probabilidade de os bancos oferecerem financiamento a projetos, pois o risco de preço associado à produção futura do projeto fica coberto.

Os consumidores também gostam de futuros. Os fabricantes de veículos elétricos e as empresas de produtos eletrônicos de consumo têm de se abastecer de grandes volumes de metais para baterias, incluindo lítio, níquel e cobre, e qualquer volatilidade nos preços destes materiais aumenta o seu risco financeiro. Assim, estes utilizadores finais costumam utilizar futuros para fixar os seus custos, por exemplo, para proteger o cobre com o COMEX do CME Group.

Ron Mitchell, presidente do Comité de Lítio e Cobalto da Bolsa de Metais de Londres (LME), disse à *The Lithium Voice*: “O maior desafio para a indústria do lítio é a obtenção de capital de investimento, uma vez que o mercado de dívida não está ativo na indústria. Os bancos não têm especialistas em lítio capazes de projetar preços. Portanto, os contratos de futuros constituem um mecanismo de risco muito necessário”.



Há cinco anos, o CME Group e a LME lançaram contratos de futuros de lítio em resposta ao crescimento do mercado de lítio e às necessidades dos participantes, incluindo financiadores e utilizadores finais, como o setor automóvel. Desde então, seguiram-se várias bolsas, aumentando a gama de mecanismos de cobertura disponíveis para os atores do mercado, incluindo para a entrega física.

Bolsas mundiais que oferecem contratos de futuros de lítio

Um mercado centralizado pode proporcionar melhores oportunidades para a determinação e transparência de preços. Os preços de referência do lítio são fundamentais para os contratos dinâmicos que estão a ser desenvolvidos pelo CME Group (CME Globex), pela Bolsa de Futuros de Guangzhou (GFEX), pela LME e pela Bolsa de Singapura. Estes contratos de futuros são liquidados em dinheiro

com o preço de referência da Fastmarkets, com exceção daquele da GFEX, que é entregue fisicamente. Estão a caminho mais contratos, incluindo um contrato de lítio com liquidação física, que está a ser desenvolvido pela Abax Exchange, em Singapura.

A negociação de contratos de futuros de lítio está a crescer de forma constante, o que reflete a necessidade dos investidores de visibilidade de preços e de instrumentos de gestão de risco para reduzirem o risco dos seus investimentos e financiarem novos projetos. Para Szetoo Yuway, diretor sénior de vendas e futuros numa das principais produtoras de lítio, Tianqi Lithium, os benefícios para a indústria são claros. “As bolsas de valores fornecem instrumentos eficazes de gestão de risco de preços para a indústria do lítio tanto a montante como a jusante, reforçando a função de determinação dos preços do

Bolsa	Localização	Produto	Mecanismo de fixação de preços	Lançamento
CME Group	EUA	Carbonato de lítio, hidróxido de lítio (liquidação em dinheiro)*	Fastmarkets	2021
Bolsa de Futuros de Guangzhou (GFEX)	China	Carbonato de lítio (entrega física)	Participação no mercado	2023
Bolsa de Metais de Londres (LME)	Reino Unido	Hidróxido de lítio para baterias (liquidação em dinheiro)	Fastmarkets	2021
Bolsa de Singapura	Singapura	Carbonato de lítio (liquidação em dinheiro)	Fastmarkets	2023

Futuros de lítio disponíveis para a indústria em maio de 2024 (*Nota: o CME Group também oferece opções).

mercado, o que contribui para a estabilização da cadeia industrial”.

Embora a evolução do mercado de futuros de lítio seja bastante promissora, é importante referir que, ao contrário de uma folha de cobre ou de um lingote de zinco, os produtos químicos especializados de lítio devem ser manipulados e armazenados com cuidado. Por exemplo, o hidróxido de lítio é higroscópico, absorvendo naturalmente o vapor de água do ar. Segundo a Chengxin Lithium, o hidróxido de lítio para baterias tem normalmente um prazo

de validade de seis meses a partir da data de produção. Assim, para uma entrega normal, a GFEX só aceita carbonato de lítio com uma data de produção inferior a 60 dias (inclusive) a partir da data de entrega.

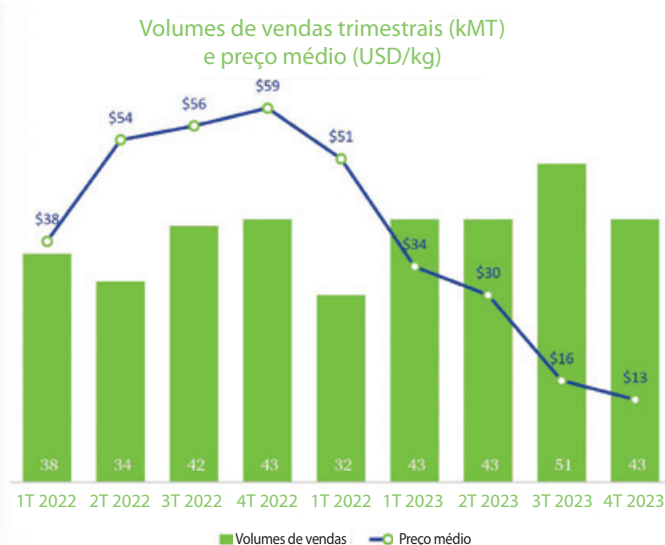
Determinação de preços digitais

Nos últimos anos, para complementar a determinação de preços tradicional feita pelos representantes das agências de relatórios de preços, surgiram leilões digitais, que oferecem sinais ocasionais de transparência, embora para tonelagens relativamente pequenas.

A Pilbara Minerals vende ocasionalmente parcelas dos seus concentrados de espodumena não alocados ao mercado à vista através da sua plataforma Battery Material Exchange (BMX). Durante o período de subida dos preços em 2023, a BMX ofereceu um indicador tentadoramente transparente do mercado no seu conjunto, mas em março de 2024 a empresa explicou que “[uma vez que] o volume de produção para o ano civil de 2024 já está em grande parte atribuído, é improvável que haja vendas à vista de futuros regulares através da BMX durante 2024”.

Outra plataforma de negociação de matérias-primas onde os produtores podem vender material é a Metalshub, sediada na Alemanha. Esta foi utilizada pela Albemarle

Para garantir a transparência dos preços do lítio, a SQM, uma das principais produtoras de lítio, publica os volumes trimestrais (kMT de LCE) e o preço médio (USD/kg de LCE) das vendas de lítio nos seus relatórios públicos a cada trimestre (ver www.sqm.com).



várias vezes este ano para vender alguns dos seus concentrados de espodumena australianos de grau químico e carbonato para baterias.

“O principal motivo para a realização destes eventos de licitação é oferecer transparência de preços a todos os participantes no mercado do lítio... O nosso objetivo é promover uma cadeia de abastecimento mais eficiente, sustentável e atraente para investimentos”, disse Lenny-Pessagno à *The Lithium Voice*.

Um terceiro produtor de lítio australiano, Mineral Resources, também planeia vender através de uma plataforma digital.

Embora os leilões digitais, indiscutivelmente, ofereçam transparência aos seus participantes e tenham a vantagem de se basearem em vendas reais, continua a ser uma incógnita até que ponto poderiam funcionar como produto de lítio de referência para o mercado.

A pensar no futuro

Os futuros e outras formas de determinação de preço são passos importantes para a indústria e refletem o crescimento e o papel fundamental do lítio na transição para o transporte descarbonizado.

À medida que o mercado de produtos de lítio evoluiu, espera-se que as opções de financiamento para novos projetos e para a cadeia de valor de baterias aumentem,

sendo provável que os futuros de lítio negociados em bolsa façam parte deste cenário. Przemek Koralewski, diretor global de desenvolvimento de mercados da Fastmarkets, disse à *The Lithium Voice*: “A trajetória do mercado do lítio poderia ser semelhante à do minério de ferro, que evoluiu de um mercado de contratos à vista para um mercado com contratos de futuros avaliados em mais do triplo do mercado físico [ao longo de várias décadas]”.

Um mercado de financiamento de lítio mais vasto poderá ter efeitos positivos tanto para a indústria de baterias como para a transição energética em geral. É verdade que existe um forte apoio para uma maior transparência de preços e mecanismos de cobertura por parte dos principais fabricantes de veículos elétricos, que já conseguem cobrir os preços da maioria das suas outras matérias-primas para baterias.

Não compete à *The Lithium Voice* prever a evolução do mercado, mas as tendências históricas mostram que se desenvolvem novos mecanismos de determinação de preços à medida que as indústrias crescem, tanto em tamanho como em número de participantes. Seria invulgar se o preço do lítio, embora este seja um produto químico especializado, não seguisse uma trajetória semelhante.

Nota: As diretrizes em matéria de direito da concorrência e antitruste da ILiA proíbem-na de divulgar os futuros preços do lítio.

O CAMINHO A SEGUIR PARA DETERMINAR A PEGADA DE CARBONO

A ILiA publicou o primeiro guia para determinar a pegada de carbono de produtos (PCF) dos produtos de lítio

O lítio é essencial para a transição energética, o que permite transportes com menos emissões de carbono e uma gestão mais eficiente da energia. Contudo, até agora não existia uma forma padronizada de determinar o dióxido de carbono gerado durante a produção do lítio utilizado em veículos elétricos e noutras aplicações.

Resolver este problema era um desafio urgente para a indústria, não só devido ao rápido crescimento da produção de lítio, como também pelas exigências das entidades reguladoras e do setor automóvel de comunicar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) de todas as matérias-primas utilizadas nas baterias de veículos elétricos.

O novo guia da ILiA, **"Determining the Product Carbon Footprint of Lithium Products"** (Determinar a pegada de carbono dos produtos de lítio), atende a essa necessidade.

Com o guia, qualquer pessoa poderá calcular a PCF dos principais produtos intermédios de lítio e dos produtos químicos especializados de carbonato e hidróxido de lítio para baterias de forma padronizada, replicável e comparável.

"É importante dispor de uma metodologia de cálculo da PCF uniforme em todo o mundo, a fim de permitir o cálculo exato das emissões de GEE e estabelecer comparações relevantes", afirmou Anand Sheth, presidente fundador da ILiA.

Esta é a primeira iniciativa global de padronização das orientações sobre a PCF do lítio, produto da colaboração de mais de 40 organizações de todo o mundo.

"Encorajamos qualquer pessoa que pretenda calcular a PCF de um produto de lítio a utilizar este guia, uma vez que, assim, aumentará a comparabilidade dos estudos. Convidamos também os utilizadores a consultarem o guia para criarem uma base de referência comum e nos darem a sua opinião", afirmou Mark de Boer, presidente do Subcomité de Lítio Sustentável da ILiA, que geriu o projeto.

O novo guia da ILiA não é apenas mais um padrão e não compete com outros padrões.

Pelo contrário, ajuda a calcular uma PCF no contexto da indústria do lítio, interpretando e cumprindo todos os padrões relevantes.

Porquê padronizar?

Qualquer história da civilização humana irá inevitavelmente mencionar a padronização. Desde a utilização de uma língua comum à adoção de medidas uniformes, as normas podem promover a uniformização e governo de uma nação, simplificar o desenvolvimento industrial e permitir a comunicação entre diferentes populações.

Um excelente exemplo é a dinastia Qin, na China, que introduziu pesos e medidas

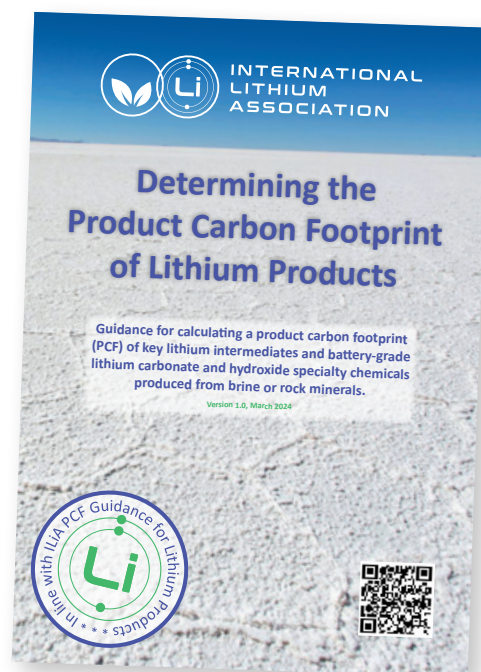
padronizados tão eficazes que se acredita serem as bases da China moderna. Por outro lado, a confusão e a frustração causadas pela falta de padronização são

familiares a qualquer pessoa que já se tenha esquecido de levar o seu adaptador de tomadas nas férias.

O crescimento tanto da produção total de lítio como da proporção utilizada em baterias recarregáveis, combinado com as tendências regulatórias, motivou a necessidade de padronizar a pegada de carbono na indústria do

lítio e reflete projetos semelhantes noutros setores de matérias-primas para baterias, como cobalto, níquel e grafite.

Segundo dados da Benchmark Mineral Intelligence, em 2018, a procura do mercado de lítio rondou as 270 000 toneladas de carbonato de lítio equivalente (LCE) e quase metade desse material foi utilizado nas indústrias do vidro, cerâmica, massas lubrificantes e outras indústrias que não a de baterias. Projeta-se que a procura do mercado em 2024 atinja um



Sobre o guia:

- É o primeiro guia para calcular a PCF específica para a indústria do lítio.
- É um documento curto e prático que aborda e resume as principais dificuldades detetadas nas dezenas de padrões relevantes para calcular uma PCF do lítio.
- Contém uma lista dos pontos críticos de GEE típicos na produção de lítio para evitar omissões no cálculo da PCF.
- Fornece instruções claras e exemplos de como gerir a contribuição dos coprodutos.
- Aplica-se a qualquer rota de produção (salmoura, rocha, argila, etc.).

volume de 1,2 milhões de toneladas de LCE, das quais 88% serão utilizadas em baterias, ao passo que, em 2030, o mercado poderá atingir 3 milhões de toneladas, das quais 94% serão utilizadas em baterias, principalmente para veículos elétricos e sistemas de armazenamento de energia.

Os padrões que podem ser utilizados para realizar uma análise do ciclo de vida (ACV) ou calcular uma PCF variam de padrões ISO amplamente aplicáveis, mas de uso geral, a padrões focados nas indústrias de baterias e produtos químicos. O novo guia da ILiA não é apenas mais um padrão e não compete com outros padrões. Pelo

contrário, ajuda a calcular uma PCF no contexto da indústria do lítio, interpretando e cumprindo todos os padrões relevantes.

A padronização permite fazer comparações relevantes entre os diferentes produtores de lítio. Permitindo também a qualquer produtor melhorar (ou não) o seu processo de produção ao longo do tempo. Peter Drucker, o guru norte-americano de gestão, tem uma expressão famosa: “o que é possível medir, é possível gerir” e o que é possível gerir pode ser melhorado.

Além disso, é de notar que a padronização na indústria do lítio não se limita às pegadas de carbono. A Organização

Internacional de Normalização (ISO) tem atualmente em funcionamento um Comité Técnico (N.º 333) focado em vários aspetos da padronização do lítio, incluindo terminologia, análise química e condições técnicas de entrega para superar as dificuldades de transporte [A ILiA é um observador neste projeto]. A ISO também iniciará um projeto ISO/PC348 para matérias-primas sustentáveis num futuro próximo.

Laurens Tijsseling, da Minviro, explicou: “A introdução de um guia para o cálculo da PCF representa um avanço importante para a indústria do lítio, pois oferece uma estrutura unificada para avaliar com precisão as pegadas de carbono dos diversos processos de produção de lítio. Este avanço aumenta a transparência e a consistência dos cálculos da pegada de carbono numa série de tipos de depósito de lítio e de rotas de produção, colocando a indústria na vanguarda das práticas sustentáveis. O cálculo da PCF também estabelece as bases para uma harmonização mais vasta da LCA, com a possibilidade de abranger uma gama maior de impactos ambientais”.

continua na página 22

A operação Pilgangoora da Pilbara Minerals, em Pilbara, região da Austrália Ocidental.

continuação da página 21

Criação do novo guia

Em maio de 2023, o Subcomité de Lítio Sustentável da ILiA nomeou a Drielsma Resources Europe para gerir o projeto. Toda a cadeia de valor do lítio foi convidada a contribuir para tornar o guia um documento de consenso para e pela indústria do lítio. Durante o projeto, foram enviadas contribuições de 45 organizações da indústria de lítio, do meio académico, de consultores, de profissionais de LCA e de parceiros da cadeia de abastecimento [os seus nomes estão registados no Anexo E do guia], todas elas orquestradas sob a liderança competente de Johannes Drielsma.

Um dos participantes, o especialista em lítio Peter Ehren, afirmou: “o processo de orientação e consulta da ILiA aos intervenientes da indústria, para publicar o primeiro guia sobre a PCF do lítio, tem sido impressionante. O objetivo é que, no futuro, os números contem a história com a máxima transparência, tornando a cadeia de abastecimento do lítio mais sustentável”.

Todos os documentos de orientação são acompanhados de observações. Neste caso, os profissionais devem notar que (i) este cálculo da PCF é restrito aos limites do berço à porta da fábrica, o que exclui a fase de



utilização e reciclagem, (ii) este aplica as normas ISO relacionadas à PCF, incluindo a especificação de uma percentagem de corte e expansão do sistema, que diferem das normas ISO relacionadas com as DAP, (iii) este não especifica requisitos de qualidade de dados, mas faz referência a padrões gerais e (iv) embora este guia se foque nos produtos predominantes (hidróxido de lítio e carbonato de lítio), pode ser aplicado a outros, como lítio metálico, sulfeto de lítio e outros.

Próximas etapas

As PCF são utilizadas para comparar produtos, indústrias e, por vezes, para fazer reivindicações. Portanto, é importante que os cálculos das PCF se baseiem nos mesmos pontos de partida, princípios e interpretações dos padrões, contextualizados para a indústria do lítio. As PCF padronizadas podem até ser utilizadas como métrica numa (futura) legislação que exija um método de cálculo uniforme.

“Há uma procura crescente para compreender os pontos críticos ambientais na produção de lítio. Esta abordagem padronizada de cálculo da pegada de carbono vai permitir comparações equilibradas entre as fontes de material”, afirmou Sarah Colbourn, diretora interina de sustentabilidade da Benchmark Mineral Intelligence.

O guia para o cálculo da PCF do lítio foi elaborado pela indústria do lítio e pelas suas partes interessadas

e serve para todas as rotas de produção. Dada a vasta participação e conformidade com padrões existentes mais gerais, a ILiA espera que este guia se torne a referência principal para qualquer pessoa que queira determinar a PCF de um produto de lítio.

“Embora a ILiA se orgulhe de apresentar este primeiro guia para o cálculo da PCF para a indústria do lítio, também reconhecemos que se trata de um processo iterativo e que alguns aspetos, como a reciclagem do lítio, devem ser abordados numa edição posterior. Isto faz parte do processo de padronização e esperamos que se juntem a nós nesta viagem!”, afirmou de Boer.

O próximo projeto da pegada ambiental dos produtos para o Subcomité de Lítio Sustentável irá focar a utilização de água.

Para saber mais sobre este projeto, visite www.lithium.org.



As avaliações da pegada de carbono dos produtos que estiverem em conformidade com o guia da ILiA receberão este selo



O guia pode ser transferido em www.lithium.org/guidance



DESTAQUE SOBRE SUSTENTABILIDADE

Envolvimento da comunidade na Lithium Business em Araçuaí, Minas Gerais, Brasil. Existem muitas conferências para a indústria do lítio, mas poucas dão tanta atenção ao envolvimento da comunidade como a Lithium Business. Relato de Astrid Karamira, da ILiA.

Ao embarcar no meu voo de Lisboa para Belo Horizonte, no dia 1 de julho deste ano, não poderia imaginar como seriam os dias que me esperavam.

Era a primeira vez que visitava o Brasil e o objetivo era participar na segunda edição da conferência Lithium Business, em Araçuaí, uma pequena cidade mineira no estado de Minas Gerais. O organizador, o Prof. Rossandro Ramos, convidou a ILiA para fazer uma apresentação na conferência e, sendo eu o único membro da equipa que fala português, tive a sorte de representar a associação no evento, no vale do lítio de Jequitinhonha.

Depois de dois voos e de cinco horas de viagem de carro, cheguei a Araçuaí a pensar que esta seria uma conferência típica sobre lítio, como tantas outras, mas estava enganada. A conferência teve lugar no clube de ténis de Araçuaí, o que significa que grande parte decorreu ao ar livre. Tudo o que aconteceu no palco principal – a abertura, as palestras e os painéis de discussão – foi transmitido num grande ecrã no exterior, numa área que parecia um espaço público para assistir a um jogo de futebol do Mundial.

A maioria das grandes empresas de exploração mineira de lítio ativas na região do “Vale do Lítio” – a Companhia Brasileira



de Lítio (CBL), a Sigma Lithium, a Latin Resources, a Lithium Ioniq – tinham expositores com um grande foco na educação, não apenas sobre o lítio, mas também sobre o setor num sentido mais amplo, incluindo os impactos e benefícios para a comunidade local.

Ao visitar as diferentes exposições, dei por mim no meio de expositores onde se vendia pedras preciosas, joias, mel e cachaça. Uma parte fundamental do conceito da conferência era reunir os exploradores de lítio e as comunidades num único local. Isto também explica a escolha do local, o “Vale do Lítio”, em vez de Belo Horizonte ou outra grande cidade brasileira. A Lithium Business proporcionou o espaço para todos poderem conviver e saber mais uns sobre os outros e correu bastante bem. A senhora que vendia cachaça (uma das melhores do Brasil, segundo me disseram) e o senhor que vendia pedras preciosas visitaram os expositores dos exploradores mineiros e aprenderam sobre a extração de lítio na região. Em troca, os representantes das empresas de exploração mineira compraram joias, cachaça e pedras preciosas. Este é um ótimo exemplo de

benefício mútuo e uma excelente forma de obter a “licença social para funcionar” não só para uma empresa, como para uma região inteira.

Um programa educativo e oportuno abordou muitos tópicos relevantes, incluindo novas tecnologias para a indústria de exploração mineira, a questão do género na exploração mineira e a produção sustentável e responsável do lítio. Os oradores do setor conversaram com representantes do governo, académicos e entidades da indústria. À noite, uma banda local tocou samba e muitos participantes exibiram os seus passos de dança.



Lithium Business 2024 foi um excelente exemplo de como o envolvimento da comunidade na exploração mineira de lítio pode ser bem feito desde o início e de como outros podem aprender com este tipo de criação e educação conjuntas. Foi incrível conhecer pessoalmente tantos dos nossos membros – a AMG Brasil, a CBL, a Latin Resources e a Sigma Lithium – e estou ansiosa por participar na próxima edição da Lithium Business, no próximo ano, em Araçuaí! 🍷



ILiA Connections



A ILiA teve o prazer de oferecer um jantar a David Choquehuanca Céspedes, vice-presidente do Estado Plurinacional da Bolívia, ao seu secretário-geral, Juan Carlos Alurralde, e a Richard Porter, embaixador do Reino Unido na Bolívia, quando estes visitaram Londres, em março.



Numa visita recente a Chengdu, na China, a ILiA doou uma amostra de petalite de Utö, na Suécia, ao Discovery Li, o novo museu dedicado ao lítio, criado pela Tianqi Lithium. Aqui, o Sr. Frank Ha Chun Shing, presidente da Tianqi Lithium, recebe a amostra. (Foto: Tianqi Lithium).



Na Conferência sobre Minerais para Baterias da Paydirt, em Perth, Roland Chavasse da ILiA reuniu-se com David Michael, ministro das Minas e do Petróleo da Austrália Ocidental, para debaterem a pegada de carbono do lítio.



Panelistas no Mining Indaba (da esquerda para a direita): Roland Chavasse (ILiA); Oladele Henry Alake, ministro do Desenvolvimento de Minerais Sólidos da Nigéria; Chris Gibbs Steward (Austmine Ltd); Dr. Paulo Tanganha, diretor nacional dos Recursos Minerais, do Departamento de Recursos Naturais e Minas de Angola; Dinah McLeod, diretora-geral do Cobalt Institute; Julien Paluku Kahongya, ministro da Indústria da Rep. Democrática do Congo.



No 41.º Seminário e Exibição Internacional de Baterias da ILiA, Astrid Karamira fez uma apresentação sobre o guia para o cálculo da pegada de carbono dos produtos e reuniu-se com o Dr. Apurba Sakti (Albemarle) e Stefan Debruyne (SQM).



A equipa dá boas-vindas aos convidados do primeiro evento de lítio da ILiA, realizado na China, que coincidiu com a Feira Internacional de Baterias da China, em Chongqing, na China. Os nossos agradecimentos à Minviro e à C&D pelo seu patrocínio.



A ILIA é uma associação industrial sem fins lucrativos gerida por e para os seus membros

MEMBROS PRINCIPAIS



MEMBROS ASSOCIADOS



Junte-se a nós em www.lithium.org/join