

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 O básico

Uma introdução ao mundo do lítio

9 Uma breve história do lítio

Analizamos a história por trás de um elemento muito especial que energiza grande parte das nossas vidas

12 Extração direta de lítio (DLE)

Uma brevíssima introdução

16 O lítio na sua vida

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

18 Qual é o preço do lítio?

Aumentando a transparência dos preços do lítio

22 O caminho a seguir para determinar a pegada de carbono

Determinação da pegada de carbono dos produtos do lítio

25 Destaque sobre sustentabilidade

Engajamento da comunidade

26 Conexões

Redes e eventos pelo mundo afora



Edição especial 2024

Colaboradores

Equipe da ILiA
Dr. Amir Razmjou

Publicidade

info@lithium.org

Criativo

GFI PROJECTS

Tradução

mind translations
mind over translation matters

* referências disponíveis
a pedido



A revista *The Lithium Voice* é publicada pela International Lithium Association Ltd., registrada no Reino Unido (#13299086), em Cannon Place, 78 Cannon Street, Londres EC4N 6AF, Reino Unido.

Isonção de responsabilidade: A International Lithium Association Ltd. (ILiA) envidou todos os esforços para garantir que as informações aqui apresentadas sejam corretas. No entanto, a ILiA não representa nem garante a exatidão das informações contidas nesta publicação ou sua adequação a qualquer utilização geral ou específica. Advertimos os leitores de que o material contido neste documento é apenas para fins informativos, não devendo ser utilizado ou considerado para qualquer aplicação específica ou geral sem que antes se obtenha orientação competente. A ILiA, seus membros, sua equipe e seus consultores se isentam especificamente de toda e qualquer responsabilidade ou obrigação de qualquer tipo por perdas, danos, custos ou lesões resultantes do uso ou da confiança nessas informações.

© International Lithium Association Ltd, 2024

BOAS-VINDAS do Presidente



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

Estamos vivendo uma revolução energética à medida que o mundo transita para a neutralidade de carbono. O lítio é a principal matéria-prima essencial para esta mudança e quantidades substanciais deste elemento são necessárias para a descarbonização do transporte e o armazenamento da energia. Em todo o mundo, há uma conscientização cada vez maior quanto à importância do lítio e à necessidade de trabalhar em conjunto pelo bem do planeta.

A Associação Internacional do Lítio (ILiA) é uma organização sem fins de lucro 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 atual abastecimento de lítio. Nossa comunidade global inclui produtores e refinadores, fabricantes de materiais para baterias, engenheiros, recicladores e outros usuários importantes de lítio no mundo. A ILiA incentiva e apoia seus membros a introduzirem no mercado lítio produzido de forma sustentável e responsável, bem como a defenderem um ambiente empresarial competitivo e adequado.

The Lithium Voice procura compartilhar conteúdos que permitam aos leitores compreender melhor o mundo do lítio e espero que esta revista seja do seu interesse. A assinatura da revista *The Lithium Voice*, publicada trimestralmente em inglês, espanhol e chinês, é gratuita, e sua opinião será sempre bem recebida.

Estamos no século do lítio!

Anand Sheth
Presidente-fundador

O BÁSICO

Resumo executivo

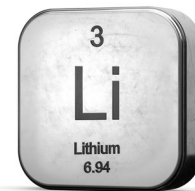
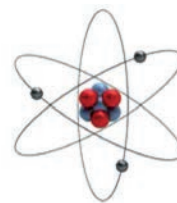
O lítio possui propriedades químicas únicas que o tornam insubstituível em uma vasta gama de aplicações importantes, entre elas as baterias recarregáveis para veículos elétricos (VEs).

O lítio é vital para a transição energética em pós de uma economia com baixas emissões de carbono e projeta-se que a demanda aumente mais de quatro vezes até 2030, atingindo mais de 3 milhões de toneladas de equivalente de carbonato de lítio (LCE).

A maior parte do lítio é extraída a partir de minerais de rocha na Austrália, enquanto quantidades significativas também são produzidas em salares no Chile, na Argentina e na China. O lítio é produzido em minas industriais por empresas cotadas em bolsa que operam de acordo com normas ambientais, sociais e de governança rigorosas.

O lítio é abundante no solo, porém são necessários investimentos expressivos em novas minas e refinarias para que a oferta satisfaça sua demanda no futuro. A incerteza econômica pode pôr em risco este investimento.

Como matéria-prima para baterias, os recursos e as cadeias de suprimento de lítio são objeto de considerável interesse político.



A ciência do lítio

O lítio é um metal macio, de cor 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 1.347°C (2457°F).

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

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



Lítio metálico

O lítio em baterias recarregáveis

Devido a sua massa atômica muito pequena, o átomo de lítio tem carga e relação peso/potência elevadas, o que o torna adequado para baterias recarregáveis, especialmente para VEs em que o peso é um fator

importante, mas também para sistemas de armazenamento de energia (ESS) estacionários e aparelhos eletrônicos portáteis.

Seus 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 atraentes para a maioria das aplicações em VEs e aparelhos portáteis (um átomo de lítio tem apenas 30% do peso de um átomo de sódio).

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



baterias comerciais de lítio-íon, a proporção de lítio consumido em baterias cresceu rapidamente; projeta-se que ela atinja 90% do mercado de lítio até 2030.

Demanda de lítio: grande previsão de crescimento para muitos anos

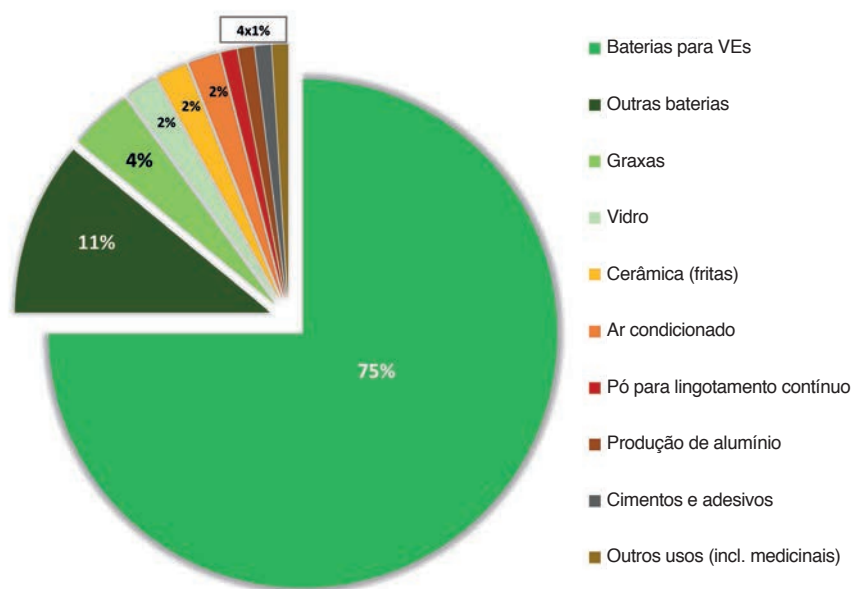
A transição verde exigirá quantidades consideráveis de lítio.

Muitos analistas preveem um crescimento anual composto de mais de 20% na próxima década, impulsionado pela demanda para uso em veículos elétricos.

Com base em 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

Demanda de produtos químicos de lítio em 2023



O lítio tem muitas aplicações essenciais



Baterias recarregáveis

A principal aplicação é em veículos elétricos, mas também é utilizado em ESS e em eletrônicos portáteis



Medicina

O carbonato de lítio é utilizado para tratar a mania, a depressão e o transtorno bipolar



Cerâmica

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



Vidro

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



Catalisador industrial

Os compostos de lítio podem ser catalisadores para a fabricação 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 detecção de fumaça



Produção de alumínio

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



Lubrificantes e graxas

O estearato de lítio é usado em lubrificantes de alto desempenho, inclusive para turbinas eólicas



Resfriamento e secagem do ar

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



Cor

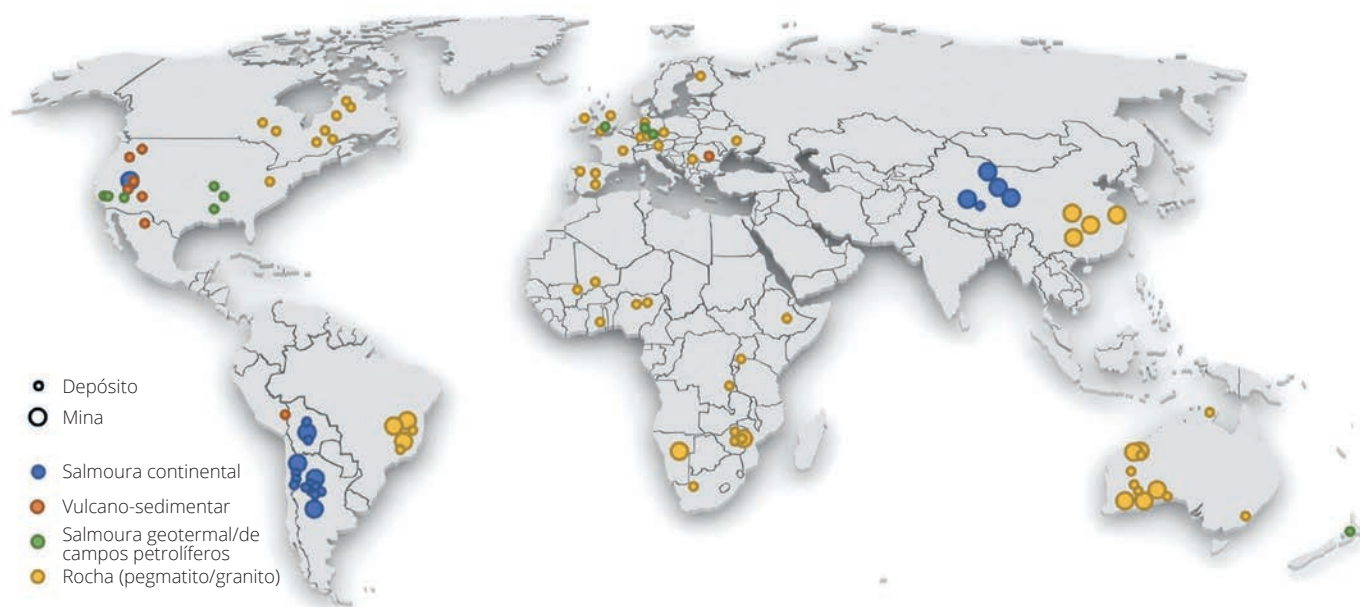
O carbonato de lítio cria efeitos de vermelho intenso em fogos artificiais



Liga para uso em aeronaves

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

Principais minas e depósitos de lítio do mundo



(fonte: British Geological Survey, 2021)

continuação da página 5

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

Os dois compostos comerciais de lítio para veículos elétricos são o carbonato de lítio (Li_2CO_3) e o hidróxido de lítio monohidratado ($\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$) "grau bateria" de alta pureza. A escolha entre um e outro é geralmente determinada pelo tipo de bateria de lítio que vai ser produzido.

Depósitos mundiais de lítio

O lítio não é um elemento raro, mas o 33.o elemento mais abundante na crosta terrestre, com uma massa total estimada em 98 milhões de toneladas. Ele se encontra amplamente distribuído em rochas, solos e águas naturais. Está sempre na natureza na forma de composto e por isso tem de ser purificado para poder ser utilizado.

O lítio é encontrado principalmente em três tipos de depósitos: formações rochosas de pegmatitos graníticos, salmouras continentais e argilas processadas hidrotermalmente. A produção de lítio a partir de rochas e salmouras começou há décadas, e a produção a partir de argila se encontra numa fase avançada de desenvolvimento.

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

A indústria do lítio tem relativamente poucos produtores, sendo as maiores empresas proprietárias tanto de minas de rocha e salmouras como de refinarias integradas. As empresas de mineração de rochas de menor porte não estão normalmente integradas e vendem o concentrado a refinarias a jusante para sua conversão em um 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 espodumênio ou um recurso de salmoura, demora normalmente entre 5 e 10 anos. A construção de uma refinaria pode demorar de 2 a 4 anos. Ambos implicam investimentos expressivos, que exigem um esquema 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 o espodumênio, que contém, em teoria, cerca de 8% de óxido de lítio. Outros minerais importantes incluem a lepidolita,

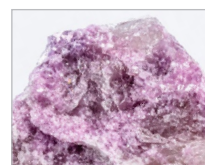
a petalita e a zinnwaldita. A pedra preciosa mais fotogênica é, sem dúvida, a turmalina rosa.

Para extrair o lítio do espodumênio, o minério é triturado e selecionado, torrado num forno a cerca de 1.150°C e depois dissolvido em ácido sulfúrico. Os subprodutos do refino do espodumênio incluem o gesso (utilizado para melhorar o solo), a cal e um alumino-silicato que pode ser adicionado ao concreto.

Atualmente, a maior parte do espodumênio é extraída na Austrália e refinada na China, embora isso agora esteja mudando por causa da



Espodumênio



Lepidolita



Petalita



Zinnwaldita



Turmalina

construção de novas minas e refinarias em todo o mundo.

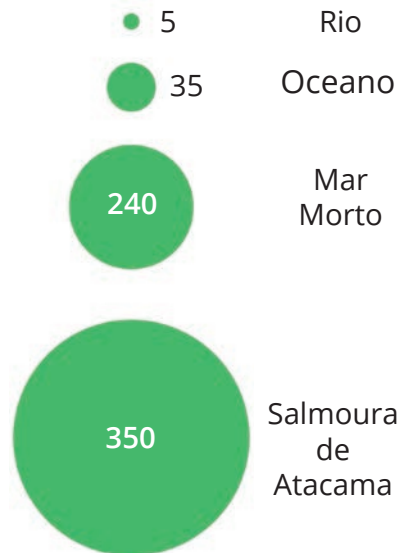
Produção de lítio a partir de salmouras

As maiores concentrações conhecidas de lítio encontram-se em salmouras continentais extremamente salgadas localizadas em lagos e crostas salgadas (salares) das altas montanhas dos Andes na Argentina, na Bolívia e no 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 faz com que, à medida que os depósitos vulcânicos se decompõem, o lítio e outros sais sejam lixiviados e levados 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, em sua maior parte, sal de mesa comum (cloreto de sódio), mas, abaixo da superfície, é uma salmoura supersaturada que pode conter até 35% de sais dissolvidos, incluindo o 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 abaixo). Aqui,

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.

ela permanece durante 12-18 meses, período durante o qual a maior parte da água se evapora, tornando os sais dissolvidos ainda mais concentrados. Posteriormente, este fluido é refinado para produzir carbonato de lítio.

Várias tecnologias de extração direta de lítio (DLE, na sigla em inglês) estão sendo industrializadas

atualmente, incluindo algumas que usam membranas, concentração eletroquímica e resinas de troca iônica. O processo de DLE visa permitir que os sais de lítio sejam removidos do líquido hospedeiro sem a necessidade de lagoas de evaporação. Esta técnica também poderia ser aplicada às salmouras geotermiais e às de campos petrolíferos.

Principais conclusões:

- **Os VEs são essenciais** para reduzir as emissões de carbono provenientes dos meios de transporte. Um VE típico precisa de uns 7 kg de lítio. Para substituir os veículos tradicionais por elétricos, 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 das minas e das refinarias. Os dois principais gargalos no fornecimento de lítio são a mineração e o refino de alta pureza, sendo que cada um desses processos custa centenas de milhões de dólares para ser estabelecido e operado. Para que um país atraia investimentos na sua indústria de lítio e baterias, são necessários um ambiente empresarial estável e uma regulamentação adequada.

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

- **O futuro é circular.** A reciclagem será fundamental para a futura sustentabilidade dos transportes, mas atualmente a produção de lítio reciclado é um setor relativamente pequeno. À medida que mais VEs forem chegando ao fim de sua vida útil na próxima década, a reciclagem desempenhará 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 as lagoas de evaporação no Salar de Atacama.

*“O Sertão é formado
por gente forte e é do
tamanho do mundo”*

Grande Sertão: Veredas

Guimarães Rosa escreveu um livro grandioso ao mostrar que o Sertão é mais que um lugar geográfico: **ele está dentro da gente!**

No sertão dos Gerais de Rosa está o Vale do Jequitinhonha e nele está a **CBL**, empresa pioneira na produção e exportação do lítio.

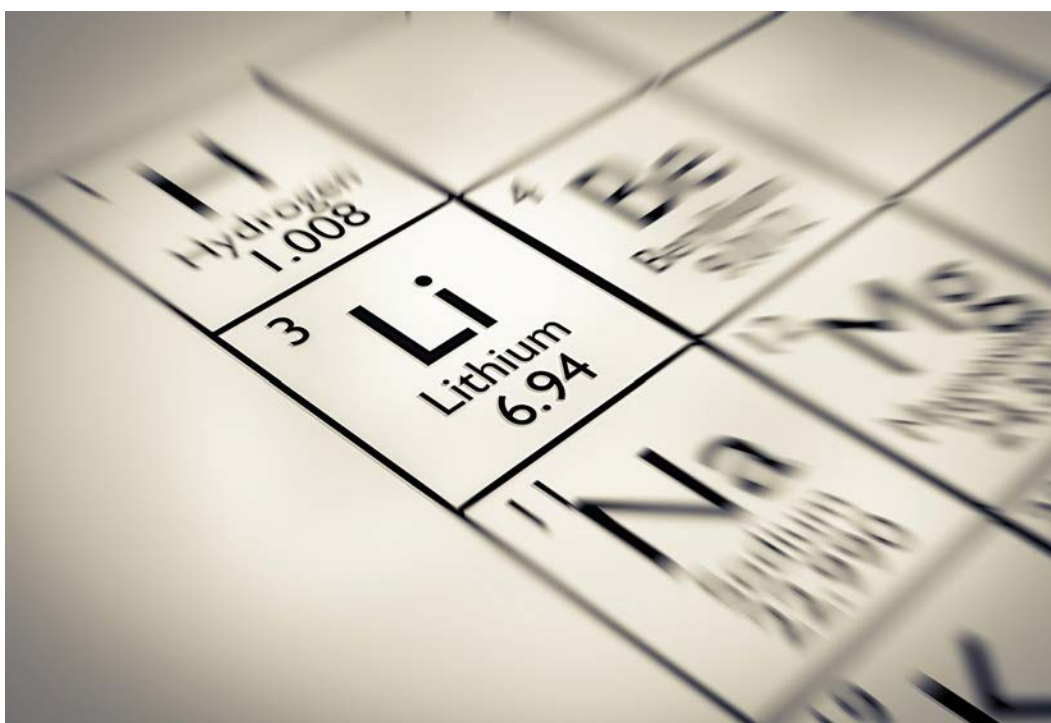
Nossa história tem heróis do Sertão, homens e mulheres que são protagonistas deste **novo Vale do Jequitinhonha** gerado pelas riquezas do lítio.

O lítio da CBL é do Sertão, mas como **Grande sertão: veredas**, ganhou o mundo. E, ao ajudar a combater o aquecimento global, está fazendo este mundo melhor.

CBL
COMPANHIA BRASILEIRA DE LÍTIO

UMA BREVE HISTÓRIA DO LÍTIO

O lítio (Li) é um elemento muito especial. Parte do lítio que utilizamos nas baterias recarregáveis dos nossos smartphones, laptops e VEs foi criada durante o Big Bang, há 13,8 bilhões de anos.



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

No entanto, em algumas regiões montanhosas elevadas, como os Andes na América do Sul, os rios não chegam ao oceano, mas terminam em bacias fechadas onde

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

Outras fontes de lítio são as salmouras de campos petrolíferos, as salmouras geotermiais e as 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 vem interagindo com o lítio há pouco mais de dois séculos. Na década de 1790, o cientista, poeta e estadista brasileiro José Bonifácio de Andrada e Silva descobriu dois novos minerais na ilha

sueca de Utö e batizou-os de petalita e espodumênio. Em 1817, o cientista sueco Johan August Arfwedson, que trabalhava no laboratório do Barão Jöns Jacob Berzelius, o químico e professor de medicina e farmácia, resolveu o mistério destes minerais. Ele isolou um sulfato que não continha nenhum dos metais alcalinos ou alcalino-terrosos conhecidos. Arfwedson deu o nome de 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 atômico padrão de 6,94. O lítio metálico é altamente reativo e se inflama ao entrar em contato com a água (como os estudantes de química já devem ter visto no laboratório), e é por isso que ele só é encontrado na natureza como mineral ou sal. Em sua forma metálica, o lítio é um metal macio, de coloração cinza-prateada, e que possui 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 um

dos pontos de fusão (180,5 °C) e de ebulição (1.347 °C) mais baixos para um metal. O lítio tem alto potencial para ser eletrodo. Devido à sua baixa massa atômica, ele tem alta carga e taxa peso/potência, o que o torna adequado para as 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 mania que padeciam de gota.

continua na página 10



Um anúncio antigo do refrigerante 7-Up.

continuação da página 9

Quando lançado em 1929, apenas duas semanas antes da queda da bolsa de valores dos EUA, o refrigerante 7-Up foi inicialmente chamado de *Bib-Label Lithiated Lemon-Lime Soda* (refrigerante litiado de lima-limão com etiqueta bibe). O criador da bebida, Charles Leiper Grigg, afirmava que o refrigerante, que continha citrato de lítio, podia melhorar o humor de quem o bebia. Quando a Agência de Alimentos e Medicamentos dos Estados Unidos 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 queda da demanda não durou muito tempo, porque um ano depois, o psiquiatra australiano John Cade estabeleceu que o lítio podia tratar a mania e, desde então, o carbonato de lítio passou a ser o tratamento padrão para o transtorno bipolar e a depressão, oferecendo ajuda a um enorme número de pessoas em todo o mundo.

A graxa lubrificante de lítio foi inventada por volta de 1940 e foi considerada superior às graxas lubrificantes à base de sódio e cálcio utilizadas naquela época. Seu uso industrial passou a ser comum em motores de aviões durante a década de 1940 e ainda hoje ela é muito usada. Algumas aplicações industriais que surgiram posteriormente

incluem o uso do lítio como aditivo na fundição do alumínio e na fabricação de produtos vitrocerâmicos de alta resistência, inclusive fogões de indução em muitas cozinhas, vidros resistentes, fibra de vidro, fritas de cerâmica e até mesmo dentaduras de cerâmica. Além dessas aplicações, ele também é usado em ares-condicionados e catalisadores de polímeros.

A procura do lítio aumentou novamente após o desenvolvimento das armas nucleares; quando adicionado ao núcleo de uma arma nuclear, o isótopo lítio-6 reage com nêutrons para produzir trítio (T), em um 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 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, que resultou em uma bateria de lítio-íon (LIB) estável, confiável e de alta potência, que foi posteriormente comercializada pela Sony.

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



O lítio medicinal é amplamente utilizado no mundo todo.



As graxas lubrificantes de lítio são muito utilizadas atualmente.

As LIBs têm boas relações energia/peso, alta voltagem de circuito aberto, uma taxa de autodescarga baixa, nenhum efeito de memória e uma perda de carga lenta quando não são utilizadas. Além de produtos eletrônicos de consumo, as LIBs são utilizadas em veículos militares e elétricos e ainda em aplicações aeroespaciais, graças à sua alta densidade energética.



Muitos produtos eletrônicos de consumo dependem do lítio, incluindo ferramentas elétricas, laptops e smartphones.

Em 2019, os professores John B. Goodenough, Stanley Whittingham e Akira Yoshino receberam o Prêmio Nobel de Química pelo seu trabalho no desenvolvimento das LIBs. Sua descoberta mudou nossas vidas, ao permitir-nos carregar o agora onnipresente smartphone e outros dispositivos portáteis. Enquanto o mundo busca o zero líquido, cerca de

85% do lítio extraído atualmente no mundo é utilizado em LIBs, inclusive para carregar veículos elétricos e soluções de armazenamento em redes de energias renováveis.

Atualmente, a maior parte do lítio é extraída do espodumênio (rocha dura) na Austrália e de salmouras no Chile e na Argentina. A maior parte do espodumênio australiano é atualmente transformada em produtos químicos na China, embora

novas instalações de refino estejam sendo planejadas e construídas em muitos locais, inclusive na Europa, nos Estados Unidos, na Coreia do Sul, no Japão e na Austrália. A cadeia de suprimentos intermediária, que engloba os produtos químicos do lítio e os materiais para os cátodos das baterias, está concentrada atualmente no Japão, na China e na Coreia do Sul.

A Wood Mackenzie estima que o crescimento dos VEs poderá fazer com que a procura do lítio aumente cinco vezes até 2040. Estima-se que o mercado mundial de LIBs atinja um valor de USD 75 bi em 2027. O papel do lítio na descarbonização da economia global é tão importante que vários países o classificaram como uma matéria-prima crítica ou estratégica. Os governos de todo o mundo estão estimulando o desenvolvimento de recursos e cadeias de suprimento de lítio próprios, oferecendo subsídios

aos VEs produzidos internamente e outros incentivos. Para satisfazer a demanda prevista, muitos dos produtores existentes estão aumentando suas operações e há um grande interesse em recursos de lítio não tradicionais, como argilas, salmouras geotermiais e minerais de lítio alternativos, como a lepidolita e a amblygonita. Do mesmo modo, várias tecnologias de DLE estão sendo desenvolvidas.

A grande vantagem dos veículos elétricos em relação aos veículos tradicionais a gasolina e a diesel é que os elementos da bateria podem ser reciclados indefinidamente. Conforme a indústria dos VEs for amadurecendo, ela se tornará cada vez mais uma cadeia de suprimento circular, e não linear, como é o caso dos modelos econômicos anteriores.



Os ônibus, as vans e os carros elétricos têm um papel central na transição energética.

Atualmente, os processos de reciclagem de baterias podem extrair até 90% do lítio original e o índice de recuperação e os aspectos econômicos tendem a melhorar por causa do aumento de investimentos e da disponibilização de sucatas de baterias. À medida que mais VEs forem chegando ao final de sua vida útil na próxima década, a reciclagem desempenhará um papel cada vez mais importante.

Estamos vivendo uma revolução energética e nos transportes. O lítio é o principal fator desta mudança e sua importância continuará crescendo ao longo das próximas décadas.

Uma brevíssima introdução à EXTRAÇÃO DIRETA DE LÍTIO (DLE)

Análise das tecnologias e do potencial de extração do lítio de salmouras sem a utilização de tanques de evaporação

O setor do lítio está atravessando um período de crescimento expressivo, impulsionado pela demanda de baterias recarregáveis para veículos elétricos e apoiada pelas políticas de emissões de carbono líquidas zero. A Albemarle, uma das empresas líderes do setor, 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 o espodumênio ou a petalita, 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, ele já é bem conhecido 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, na sigla em inglês). Esses processos poderão permitir uma reinvenção radical da produção de lítio e vários governos, incluindo os da Bolívia, do Chile e da Argentina, apoiam fortemente a utilização de tecnologias de DLE em novos projetos de lítio.

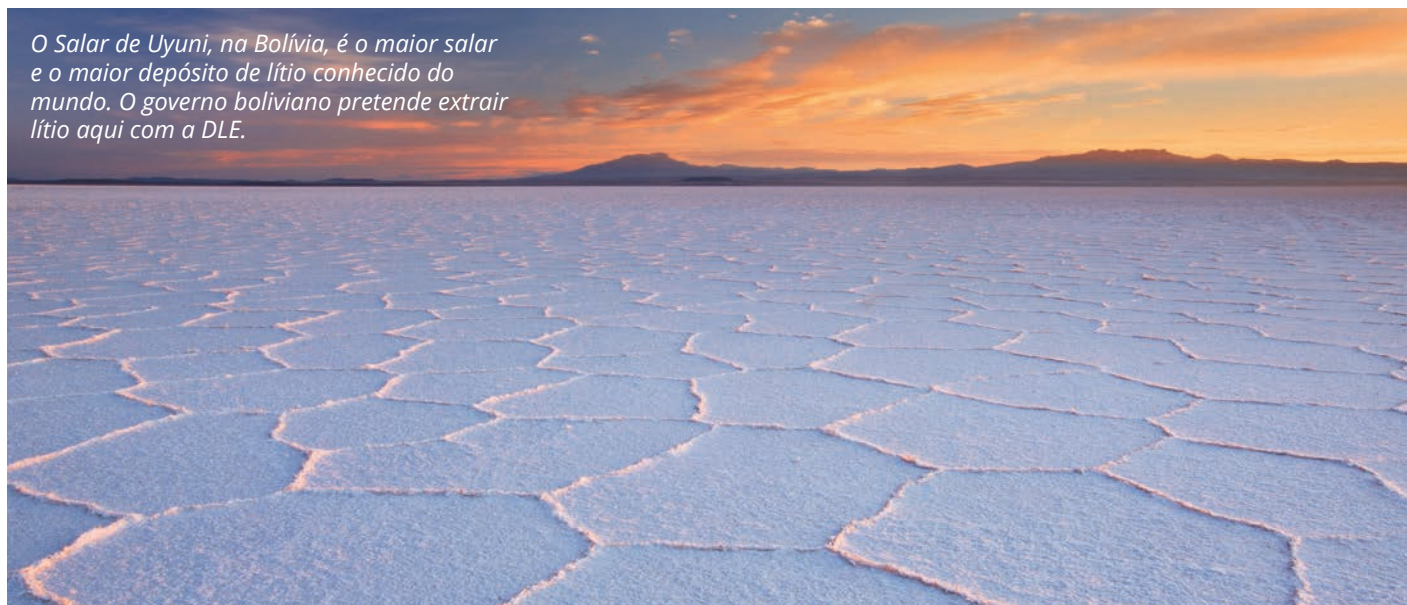
Algumas usinas de DLE em escala industrial já estão em funcionamento e muitas outras foram demonstradas em provas de laboratório e testes preliminares. Desde 2020, foram investidos mais de USD 980 mi na DLE, com um grande interesse mostrado por parte de entidades governamentais e privadas. No entanto, a DLE não

oferece apenas possibilidades para as salmouras de salares; várias empresas, entre elas alguns membros da ILiA, estão trabalhando na extração de lítio de salmouras geotermiais e de salmouras de campos de petróleo e gás.

A DLE tem um potencial tentador, mas por que ainda não é amplamente utilizada? A resposta é complexa e se resume no fato de as salmouras serem líquidas muito complexas para se trabalhar e, muitas vezes, serem encontradas em locais remotos. Cada etapa da extração, do processamento e da reinjeção da salmoura envolve desafios técnicos que têm de ser superados em grande escala.

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

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



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 usam métodos concebidos originalmente para fins de dessalinização e tratamento de águas residuais, sem adaptação específica à extração de lítio.

O processo de DLE começa com a coleta de salmoura rica em lítio de reservatórios subterrâneos ou salares, onde é submetida a um pré-tratamento para remover impurezas e criar condições para os processos de extração subsequentes. Os métodos de DLE empregam várias

técnicas para capturar seletivamente íons de lítio da salmoura, deixando outros íons para trás.

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

Esse pós-tratamento também garante uma gestão adequada da salmoura esgotada, em conformidade com as regulamentações ambientais, antes

de sua reintrodução no ambiente ou reinjeção 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.

continua na página 14

	Adsorção (TRL: 9)	Troca iônica (TRL: 8)	Extração por solventes (TRL: 7)	Membrana (TRL: 4-5)
Mecanismos	Intercalação de LiCl dentro das camadas atômicas de um adsorvente à base de Al	Permuta físico-química de íons de lítio com íons de hidrogênio dentro dos adsorventes	Com base nos diferentes coeficientes de partição do lítio entre as fases aquosa e orgânica	Transporte seletivo de íons de lítio por nanocanais de membranas
Vantagens	- Adaptabilidade - Comercialização global - Fácil de operar - Não precisa de reagentes químicos - Pode atingir >90% de eficiência - Gera poucos rejeitos - Usa pouca energia - Impacto ambiental baixo	- Alta seletividade - Investimento inicial menor - Alta eficiência na separação - Alta capacidade teórica de absorção de lítio - Uso de energia e água relativamente baixo - Más adaptável para salmouras de grau baixo	- Alta eficiência - Alta seletividade - Adaptabilidade - Operação simples e contínua - Custo de operação baixo - Depende menos do pós-tratamento para atingir uma concentração elevada de LiCl	- Operação simples e contínua - Taxa de recuperação elevada - Alta eficiência - Baixos níveis de impurezas - Usa relativamente pouca energia - Sem contato entre o solvente de extração e a salmoura - Não afeta o meio ambiente - Não precisa de purificação adicional para fins industriais
Desvantagens	- Perda de dissolução - Regeneração complexa dos adsorventes - O processo depende da temperatura (> 50 °C) - Precisa de etapas de pós-tratamento e purificação - Poliuição da salmoura - Custos iniciais de capital elevados	- Grandes insumos de ácidos e bases - Produção de perigos ambientais - Pode requerer pós-tratamento e purificação - Risco para a segurança por causa do abastecimento de ácido - Risco de degradação do adsorvente a um pH baixo no longo prazo - Custo de operação elevado	- Preparação complicada - Aditivos e solventes corrosivos - Problemas ambientais - Contaminação orgânica do produto - Produção elevada de rejeitos - Custo de capital possivelmente mais elevado - É preciso um pré-tratamento intensivo para as salmouras com relação de massas de Ca²⁺/Li⁺ e Mg²⁺/Li⁺ elevada	- Formação de incrustações - Requer pré-tratamento - Instável para as salmouras geotermiais - Custos elevados - Investimento inicial e custos de operação elevados para a fabricação e regeneração de distintas membranas

A Figura 1 apresenta uma visão geral destas técnicas de DLE selecionadas com seus mecanismos, vantagens e desvantagens. TRL significa o nível de prontidão tecnológica, um método de avaliação da prontidão de uma tecnologia de 1 (baixo) a 9 (alto) concebido pela NASA (fonte: Dr. A. Razmjou).



A DLE já está produzindo lítio em escala industrial em uma série de locais. Esta usina 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 usina é de 100-120 mg/L (Foto: Sunresin New Materials Co. Ltd).

continuação da página 13

Principais tecnologias da DLE

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

- Adsorção
- Troca iônica
- Extração por solventes, e
- Membranas

Na DLE baseada em adsorção, os íons de lítio se intercalam na superfície de partículas sólidas, normalmente sorventes à base de alumínio. No setor, os sorventes à base de alumínio são às vezes chamados de DLE de primeira geração, enquanto os sorventes de troca iônica à base de manganês e titânio são chamados de DLE de segunda geração.

Já a DLE baseada na troca iônica envolve a permuta de íons de lítio em uma fase líquida com íons de carga positiva, mas com propriedades químicas diferentes (p. ex., H⁺) em um trocador de íons 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 tem 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-terbutílico e éter acético.

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

Esta lista está longe de ser exaustiva e vários outros tipos de tecnologias de DLE já estão em processo de desenvolvimento.

O caminho a seguir

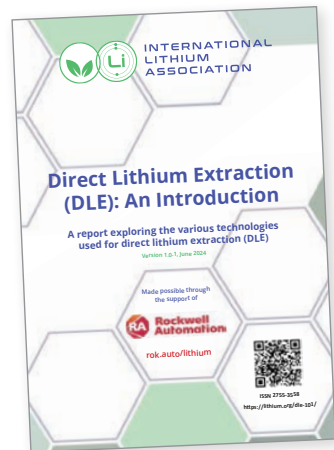
De um ponto de vista técnico, as perspectivas para a DLE parecem promissoras - os avanços tecnológicos estão aumentando a eficiência e a eficácia da recuperação do lítio.

Do ponto de vista da sustentabilidade, a DLE oferece várias vantagens potenciais no que diz respeito à pegada ambiental. Ela requer uma superfície menor, utiliza relativamente pouca água (supondo que a água seja reciclada e a salmoura esgotada seja reinjetada) e pode até mesmo emitir menos gases de efeito estufa quando fontes de energia renováveis são utilizadas para alimentar o processo de extração.

O principal desafio para a DLE é a composição única de cada salmoura encontrada em todo o mundo. Os riscos e benefícios da reinjeção de salmoura esgotada também precisam de mais investigação.

Embora essa não seja uma 'resposta mágica', trata-se de uma tecnologia com muito potencial para contribuir com as tão necessárias unidades de lítio para o mercado nos próximos anos.

Fique de olho nesse espaço! 

Este artigo é um extrato de um novo relatório sobre tecnologias DLE encomendado pela ILiA 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

CORAGEM PARA TRANSFORMAR

**CBL é a primeira empresa
produtora de lítio do mundo
a obter o selo**



“O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.”

(João Guimarães Rosa, Grande Sertão: Veredas)

CBL
COMPANHIA BRASILEIRA DE LÍTIO



O LÍTIO NA SUA VIDA

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

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

A grande descoberta do Dr. Stookey ocorreu quando ele retirou o vidro (que tinha ficado 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 do Dr. Stookey levou à constatação de que o acréscimo de lítio ao vidro reduz a expansão térmica, permitindo que o vidro seja usado em variações extremas de

temperatura sem rachaduras.

Essa descoberta resultou no 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, tornando possível levar os alimentos diretamente do congelador para o forno.

Muitas aplicações

Atualmente, o vidro e a cerâmica reforçados com lítio são essenciais para as exigências da vida moderna. O lítio e seus compostos são fundamentais para a fabricação de fogões de vitrocerâmica, portas de fogão, vidros resistentes, fibra de



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

vidro, fritas de cerâmica e dentaduras de cerâmica. Esses mercados combinados representam o segundo maior uso do lítio depois das baterias de lítio-íon; estima-se que representem 5% do mercado em 2021, em comparação com 12% em 2011.



O vidro na porta de alguns fornos muitas vezes contém lítio

As placas de indução usam lítio, já que ele não se expande quando esquenta

Xícaras: algumas cerâmicas têm um esmalte de lítio

As vitrocerâmicas resistentes ao calor são criadas através do acréscimo de grandes quantidades de lítio na formulação do vidro. Os fundentes de lítio são usados na fabricação de esmaltes cerâmicos para revestir corpos cerâmicos, em esmaltes de porcelana para revestir produtos de linha branca, aquecedores de água, grelhas, tubos de combustão e painéis arquitetônicos e em louças sanitárias, louças 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.]

O acréscimo de lítio durante o processo de fabricação de vidros e de vitrocerâmicas traz muitos benefícios. Ela diminui a temperatura de aquecimento (derretimento) e a dilatação térmica, o que aumenta a resistência do produto final e melhora sua cor, sua resistência e seu brilho. A temperatura de aquecimento mais baixa resulta em um menor consumo de energia, em uma redução das emissões e em um maior rendimento.

O lítio aumenta a durabilidade, a resistência e a beleza

O departamento de pesquisa e desenvolvimento do Grupo Colorobbia disse à *The Lithium Voice* que o Grupo “usa o lítio para



aumentar a reatividade do esmalte, no intuito de obter revestimentos com aderência robusta ao aço e para conferir resistência química e física a ácidos, álcalis, 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 o lítio são o vidro para contêineres, o vidro plano, o vidro farmacêutico, o vidro para uso específico (utilizado em telas táteis) e a fibra de vidro. O acréscimo de lítio reduz a viscosidade e a temperatura de fusão, resultando em maior rendimento, economia de

energia, maior resistência química e benefícios em moldagens.

A resistência conferida ao vidro com o lítio é demonstrada pelo fato de ser utilizado na fabricação 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. O acréscimo de lítio ao vidro utilizado para fabricar frascos de perfume permite aos designers de frascos moldá-los em formas intrincadas e criativas, suficientemente resistentes para suportar o manuseio diário. Do mesmo modo, alguns smartphones utilizam um vidro fino mas resistente

que contém lítio nas suas telas - dando ao elemento um papel adicional nos telefones celulares além do uso mais tradicional como componente de bateria.

A capacidade de armazenamento de energia do lítio nos permite transportar aparelhos como telefones, laptops e ferramentas elétricas conosco 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.



Fritas de lítio são adicionadas ao vidro para conferir propriedades como cor e resistência.

QUAL É O PREÇO DO LÍTIO?

Aumentando a transparência dos preços do lítio

O preço do lítio é um dos assuntos mais importantes e debatidos em nosso setor. O lítio é um produto químico especializado 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 conhece 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 de longo prazo levantou desafios para o desenvolvimento de preços de referência confiáveis que refletissem com precisão a dinâmica do mercado. Isso pode tornar a avaliação comparativa dos preços algo desafiante para as montadoras de automóveis, os operadores de bolsa e outras partes interessadas".

Uma indústria em processo de amadurecimento

Diz-se frequentemente que o setor do lítio é relativamente jovem. Embora o lítio seja produzido industrialmente desde 1924 (ver o número 4 da *The Lithium Voice*), o mercado só arrancou realmente nos anos 2000, quando as baterias recarregáveis se tornaram comuns.

Atualmente, as baterias recarregáveis de lítio são essenciais para os veículos elétricos e para os sistemas de armazenamento de energia que nos permitem 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 graxas lubrificantes (ver o número 2 da *The Lithium Voice*). O mercado está crescendo

rapidamente e as previsões de crescimento futuro são igualmente fortes. O analista Wood Mackenzie prevê que a demanda de lítio quintuple até 2040.

No entanto, esta rápida evolução do mercado pode criar desequilíbrios na oferta e na demanda, uma vez que as novas minas de lítio, as refinarias e as usinas de baterias e de VEs não estão sendo construídas nas mesmas áreas, e muito menos ao mesmo tempo. Quando ocorrem desequilíbrios entre a oferta e a demanda, o preço do lítio pode flutuar. Um desses desequilíbrios ocorreu em 2023, quando a demanda de lítio ultrapassou a oferta, resultando num



rápido aumento dos preços spot em meados do ano, antes de voltarem a baixar.

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

Há duas maneiras por meio das quais os participantes do mercado se esforçam para compreender melhor

os preços: as agências de informação de preços (PRA, na sigla em inglês) e os leilões. Eles também têm duas formas de estabilizar os preços de seus produtos (e daí, seu fluxo de caixa): contratos de compra mínima garantida (*offtake agreements*) com preços fixos (ou semifixos) e o uso de contratos futuros de lítio negociados em bolsa (acordos de compra ou venda de material a um preço específico em uma data futura).

Acordos de longo prazo e preços spot

Tradicionalmente, a maior parte do estoque de lítio é vendida em contratos plurianuais, em grande tonelagem, os contratos de *offtake*. Esses contratos têm um preço que é normalmente fixado pela duração do contrato, mas podem ter uma autorização para flutuar entre um preço mínimo e um preço máximo. O preço é negociado diretamente entre os vendedores e os compradores, e não é raro que uma especificação química seja incluída 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 apresentava essas duas condições e os participantes utilizavam contratos anuais como uma maneira de fixar os preços e mitigar os riscos.

Na última década, a indústria do lítio cresceu consideravelmente e os contratos de compra e de *offtake* continuam sendo comuns, mas por outra razão - o número de novos projetos mineiros.

Esses novos projetos 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 exigiriam que os projetos *greenfield* de mineração garantissem contratos de *offtake* a longo prazo para os volumes totais [de produção de lítio] e com condições adicionais de preços mínimos e máximos como condição para investirem. Sem dívida, não é possível desenvolver um novo projeto”.

No entanto, atualmente, os preços fixos são coisa do passado e o lítio, cada vez mais, é vendido a preços baseados em um 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 spot do lítio.

O preço spot é o custo em dinheiro para a compra e entrega a curto prazo, que reflete o custo marginal da compra ou venda de uma unidade de lítio no mercado imediato. No mercado do lítio, pelo menos seis PRAs publicam regularmente estimativas dos preços do lítio. O preço spot 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 *downstream* 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

Os investidores exigiriam que os projetos *greenfield* de mineração garantissem acordos de *offtake* a longo prazo para os volumes totais de produção de lítio.

muitos consumidores requerem graus de pureza específicos. Por exemplo, o lítio grau técnico, que é utilizado nos setores do vidro, dos lubrificantes e do aço, é um produto relativamente padronizado, embora esteja ainda 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. Seus rigorosos requisitos de certificação para matérias-primas podem fazer com que um novo produtor leve até dois

anos para ser aprovado para fornecer lítio para baterias.

Em outras palavras, é extremamente difícil estimar o preço médio ponderado de um produto genérico de lítio a qualquer momento, embora isso não impeça as PRAs de tentar fazê-lo. Uma delas, a Fastmarkets, sediada no Reino Unido (e membro da ILiA), tem uma equipe de 12 pessoas que avaliam diariamente diferentes dados relativos aos preços para criar um preço de referência.

Apesar desses esforços hercúleos de determinação dos preços, percebe-se certa falta de transparência no mercado, uma vez que os contratos não são públicos. Isso dificulta aos investidores a avaliação dos riscos e dos retornos associados a novos projetos. Não deveria ser uma surpresa saber que, com a expansão do mercado do lítio, novos mecanismos de precificação estão surgindo para atender à maior liquidez do mercado. Isso também pode ajudar os produtores; embora os contratos de *offtake* a preço fixo funcionem bem em períodos de estabilidade, eles dificultam para os produtores o aproveitamento dos valores mais elevados do seu produto se os preços subirem subitamente, ou a evitação de prejuízos se seus custos aumentarem (e vice-versa para os consumidores).

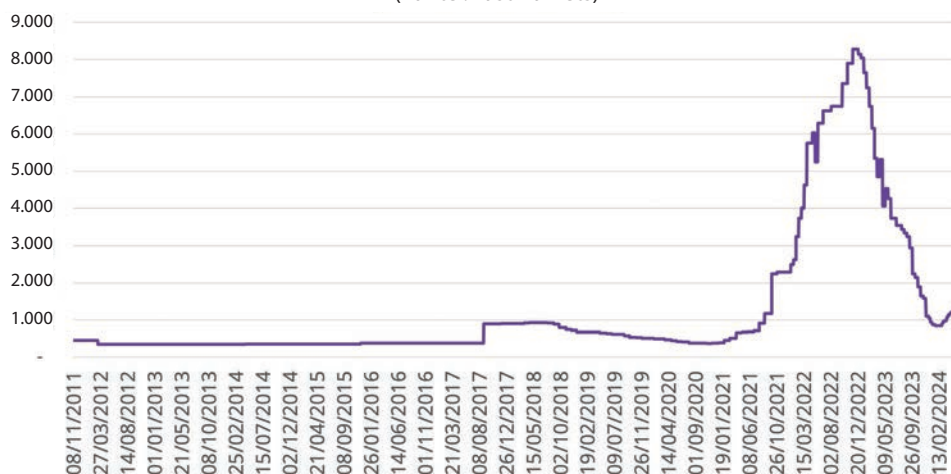
Futuros do lítio

Os contratos futuros são acordos de compra ou venda de ativos a um preço e em uma data pré-determinados, e podem ser para a entrega de material físico ou uma transação puramente financeira (“liquidação financeira”). Os primeiros contratos futuros foram desenvolvidos para produtos agrícolas como o arroz e o milho nos séculos XVIII e XIX, respectivamente. Desde então, as bolsas financeiras desenvolveram muitos futuros e outros instrumentos sofisticados que permitem aos compradores e vendedores administrarem e mitigarem os riscos financeiros.

continua na página 20

Espondumênio com mín. de 6% de Li20, preço spot, CIF China, USD/t

(Fonte : FastMarkets)



continuação da página 19

Recentemente, eles 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. Essa capacidade também incentiva a alocação de capital de investimento para novos projetos de matérias-primas e aumenta a probabilidade de os bancos oferecerem financiamento de 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 precisam se abastecer de grandes volumes de metais para baterias, inclusive lítio, níquel e cobre, e qualquer volatilidade nos preços destes materiais aumenta seu risco financeiro. Assim, esses usuários finais costumam utilizar os futuros para fixar seus custos, por exemplo, para proteger o cobre com o COMEX do CME Group.

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

um mecanismo de risco muito necessário”.

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

Bolsas que oferecem contratos futuros de lítio

Um mercado centralizado pode proporcionar mais oportunidades para a determinação de preços e a transparência. Os preços de referência do lítio são fundamentais para os contratos dinâmicos que estão sendo desenvolvidos pelo CME Group (CME Globex), pela Bolsa de Futuros de Guangzhou

(GFEX, na sigla em inglês), pela LME e pela Bolsa da Singapura. Estes contratos de futuros têm liquidação financeira com o preço de referência da Fastmarkets, com exceção daquele da GFEX, que é entregue fisicamente. Mais contratos estão a caminho, inclusive um contrato de lítio com liquidação física que está sendo desenvolvido pela Abaax Exchange em Singapura.

A negociação de contratos futuros de lítio está crescendo 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 de seus investimentos e financiarem novos projetos. Para Szetoo Yuway, diretor sênior de vendas e futuros em uma das principais produtoras de lítio, a Tianqi Lithium, os benefícios para o setor são claros. “As bolsas de valores fornecem instrumentos eficazes de gestão de riscos de preços

Bolsa	Localização	Produto	Mecanismo de precificação	Data de lançamento
CME Group	EUA	Carbonato de lítio, hidróxido de lítio (liquidação financeira)*	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, grau bateria (liquidação financeira)	Fastmarkets	2021
Bolsa de Singapura	Singapura	Carbonato de lítio (liquidação financeira)	Fastmarkets	2023

Futuros de lítio disponíveis para o setor em maio de 2024 (*Obs.: o CME Group também oferece opções).



para a indústria do lítio tanto *downstream* quanto *upstream*, reforçando a função da determinação dos preços do mercado, o que contribui para a estabilização da cadeia industrial”.

Embora a evolução do mercado de futuros de lítio seja bastante promissora, é importante observar 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 - ele

absorve naturalmente a umidade do ar. Segundo a Chengxin Lithium, o hidróxido de lítio grau bateria tem normalmente um prazo de validade de seis meses a partir da data de produção. Assim, para uma entrega normal, o GFEX só aceita carbonato de lítio com data de produção dentro de 60 dias (inclusive) a partir da data de entrega.

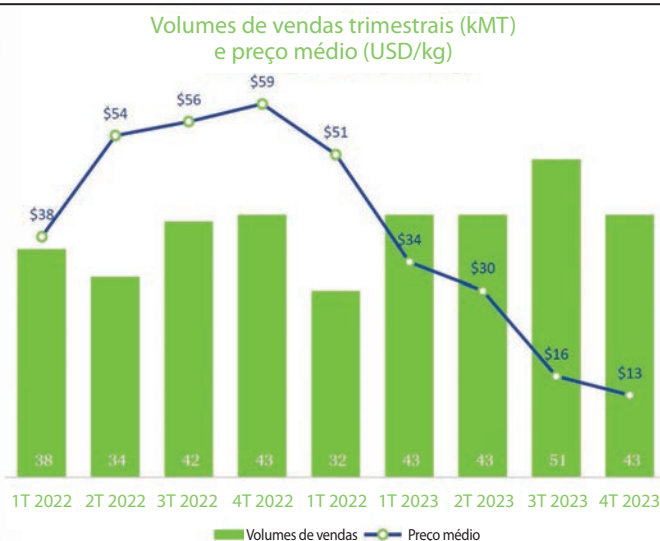
Determinação digital de preços

Para complementar a determinação de preços tradicional feita pelos representantes das PRAs, surgiram nos últimos anos leilões digitais, que oferecem alguns sinais ocasionais de transparência, embora para toneladas relativamente pequenas.

A Pilbara Minerals vende ocasionalmente parcelas de seus concentrados de espodumênio não alocados para o mercado spot através da sua plataforma Battery Material Exchange (BMX). Durante o período de subida dos preços em 2023, a BMX ofereceu um indicador (*proxy*) bastante transparente do mercado como um todo, mas em março de 2024 a empresa explicou que “[dado que] grande parte do volume de produção previsto para o ano civil de 2024 já foi alocado, é improvável que haja vendas spot futuras regulares através da BMX durante 2024”.

Outra plataforma de comercialização para matérias-primas onde os produtores podem vender material é a Metalshub,

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 em seus relatórios públicos a cada trimestre (ver www.sqm.com).



sediada na Alemanha. Ela foi utilizada pela Albemarle várias vezes neste ano para vender alguns dos seus concentrados de espodumênio de grau químico e carbonato grau bateria da Austrália.

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

Um terceiro produtor de lítio da Austrália, a Mineral Resources, também planeja vender através de uma plataforma digital.

Embora os leilões digitais sem dúvida ofereçam transparência a seus participantes e a vantagem de se basearem em vendas reais, ainda não se sabe até que ponto eles podem funcionar como produto de lítio de referência para o mercado.

Olhando para o futuro

Os futuros e outras formas de determinação de preços são passos importantes para o setor 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 amadurece, 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 futuros avaliados em mais do triplo do mercado físico [ao longo de várias décadas].”

A ampliação do mercado de financiamento do lítio poderá ter efeitos positivos tanto para o setor de baterias como para a transição energética em geral. É verdade que existe um forte apoio a uma maior transparência de preços e a mecanismos de cobertura por parte dos principais fabricantes de veículos elétricos, que já conseguem coberturas para 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 novos mecanismos de precificação se desenvolvem à medida que as indústrias crescem, tanto em tamanho como em número de participantes. Seria raro se o preço do lítio - embora 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 preços futuros 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, pois permite transportes com menos emissões de carbono e uma gestão mais eficiente da energia. Entretanto, até agora não existia uma forma padronizada para determinar o dióxido de carbono gerado durante a produção do lítio utilizado nos VEs e em outras aplicações.

Resolver esse problema era um desafio urgente para o setor, não só devido ao rápido crescimento da produção de lítio, mas também pelas exigências de órgãos reguladores e do setor automotivo de notificar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) de todas as matérias-primas usadas nas baterias dos VEs.

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

Com ele, qualquer pessoa poderá calcular a PCF dos principais produtos intermediários de lítio e das produtos químicos especializados de carbonato e hidróxido de lítio grau bateria 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 usuários a consultarem o guia, a fim de criar uma base de referência comum e de nos dar sua opinião", afirmou Mark de Boer, presidente do Subcomitê de Lítio Sustentável da ILiA, que gerenciou o projeto.

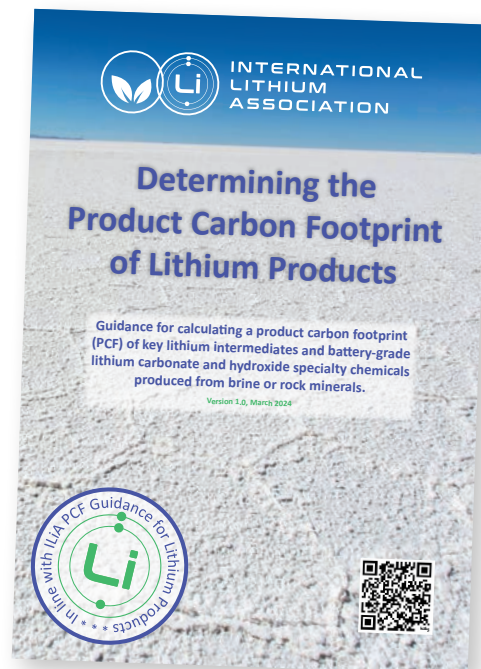
O novo guia da ILiA não é apenas mais um padrão e não compete com os demais padrões.

Ao contrário, ele orienta como calcular uma PCF no contexto do setor de lítio, interpretando e cumprindo todos os padrões relevantes.

Por que padronizar?

Qualquer história da civilização humana inevitavelmente mencionará a padronização. Desde a utilização de uma língua comum até à adoção de medidas uniformes, os padrões podem promover a unificação e a governança 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, segundo se diz, assentaram as bases da China moderna. Por outro lado, a confusão e a frustração causadas pela falta de padronização são conhecidas por qualquer pessoa que já tenha se esquecido de levar seu adaptador de tomadas de viagem nas férias.

O crescimento tanto da produção total de lítio como da proporção desta usada 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 em outros setores de matérias-primas para baterias, como cobalto, níquel e grafite.

De acordo com dados da Benchmark Mineral Intelligence, em 2018, a demanda do mercado de lítio ficou em torno de 270.000 toneladas de equivalente de carbonato de lítio (LCE), e quase metade desse material foi usada nos setores de vidros, cerâmicas, graxas e em outras indústrias que não a de baterias. Projeta-se que a demanda do mercado em 2024 atinja um volume de 1,2 milhões de

Sobre o guia:

- É o primeiro guia para calcular a PCF específico para o setor de lítio.
- É um documento breve e prático que aborda e resume as principais dificuldades detectadas nas dezenas de padrões relevantes para uma calcular a PCF do lítio.
- Ele contém uma lista dos “pontos nevrálgicos” da emissão de GEE na produção do lítio, no intuito de evitar omissões na hora do cálculo da PCF.
- Oferece instruções claras e exemplos de como gerenciar a contribuição dos coprodutos.
- Aplica-se a qualquer rota de produção (salmoura, rocha, argila etc.).

toneladas de LCE, das quais 88% serão usadas em baterias, ao passo que, em 2030, o mercado poderá atingir 3 milhões de toneladas, das quais 94% serão usadas em baterias, principalmente para VEs e sistemas de armazenamento de energia.

Os padrões que podem ser usados para realizar uma avaliação de ciclo de vida (LCA) ou calcular uma PCF variam desde padrões ISO amplamente aplicáveis, mas de uso geral, até padrões enfocados no setores de baterias e produtos químicos. O novo guia da ILiA não é apenas mais um padrão e não compete com os demais padrões. Ao contrário, ele orienta como calcular uma PCF no contexto do setor de 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) seu processo de produção com o passar do tempo. Peter Drucker, o guru americano da administração, tem uma frase famosa: “o que você consegue medir, você consegue gerenciar” e o que você pode gerenciar, você pode melhorar.

Além disso, vale a pena observar 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 Comitê Técnico (N.º 333) focado em vários aspectos da padronização do lítio, incluindo a terminologia, a análise química e as condições técnicas de entrega para superar as dificuldades de transporte [a ILiA é um observador nesse projeto]. A ISO também iniciará um projeto ISO/PC348 para matérias-primas sustentáveis em um futuro próximo.

Laurens Tijsseling, da Minviro, explicou: “A introdução de um guia para o cálculo da PCF representa um importante avanço para o setor de lítio, pois oferece um marco unificado 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 em uma série de tipos de depósitos de lítio e de rotas de produção, posicionando a indústria na vanguarda das práticas sustentáveis. O cálculo da PCF também estabelece as bases para uma harmonização mais ampla da LCA, com a possibilidade de abranger uma gama maior de impactos ambientais”.

continua na página 24

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

continuação da página 23

Criação do novo guia

Em maio de 2023, o Subcomitê de Lítio Sustentável da ILiA nomeou a Drielsma Resources Europe para gerenciar 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 recebidas contribuições de 45 organizações do setor de lítio, do meio acadêmico, de consultores, de profissionais de LCA e de parceiros da cadeia de suprimentos [os seus nomes estão registrados no Anexo E do guia], todas elas orquestradas sob a liderança competente de Johannes Drielsma.

Um dos participantes, o perito em lítio Peter Ehren, afirmou: "O processo de orientação e consulta da ILiA aos atores da indústria para publicar o primeiro guia sobre a PCF do lítio foi impressionante. O objetivo é que, no futuro, os números contem a história com a máxima transparência, tornando a cadeia de suprimento do lítio mais sustentável".

Todos os documentos de guia vêm acompanhados de observações. Neste caso, os profissionais devem observar que (i) esta PCF está restrita ao *cradle-to-gate* ("do berço ao portão"), ou seja, ela exclui a fase de uso e a reciclagem, (ii) o guia aplica as normas ISO relacionadas à PCF, inclusive a especificação



A reunião inicial híbrida terá lugar em Amsterdã em setembro de 2023.

de uma porcentagem de corte e expansão do sistema - que diferem das normas ISO relacionadas as Declarações Ambientais de Produto (DAP), (iii) ele não especifica requisitos de qualidade de dados, mas faz referência a padrões gerais e (iv) embora este guia focalize os produtos predominantes (hidróxido de lítio e carbonato de lítio), pode ser aplicado a outros, como o lítio metálico, o sulfeto de lítio e outros.

Próximas etapas

As PCFs são utilizadas para comparar produtos, indústrias e, por vezes, para fazer afirmações. Portanto, é importante que os cálculos subjacentes às PCFs se baseiem nos mesmos pontos de partida, princípios e interpretações dos padrões, contextualizados para o setor de lítio. As PCFs normalizadas podem até mesmo ser utilizadas como métrica em uma (futura) legislação que exija um método de cálculo uniforme.

"Há uma procura crescente para compreender os pontos críticos ambientais na produção de lítio. Essa abordagem padronizada de cálculo da pegada de carbono permitirá realizar uma comparação equilibrada entre as fontes de material", afirmou Sarah Colbourn, diretora interina de sustentabilidade da Benchmark Mineral Intelligence.

O guia para a PCF do lítio foi elaborado pelo setor de lítio e pelas suas partes interessadas e serve

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

"A ILiA se orgulha de apresentar este primeiro guia para uma PCF para a indústria do lítio, mas também reconhecemos que se trata de um processo iterativo e que alguns aspectos, como a reciclagem do lítio, devem ser abordados numa edição posterior. Isso faz parte do processo de padronização e esperamos que se juntem a nós nesta viagem!", afirmou de Boer.

O próximo projeto de PCF para o Subcomitê de Lítio Sustentável focalizará a utilização da água.

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

Os cálculos de PCF que estiverem em conformidade com o guia da ILiA poderão utilizar este selo



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



DESTAQUE SOBRE SUSTENTABILIDADE

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

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

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

Dois voos e cinco horas de viagem de carro depois, cheguei a Araçuaí pensando que seria mais uma típica conferência sobre o lítio como tantas outras, mas me enganei. A conferência teve lugar no clube de tênis de Araçuaí, o que significa que grande parte transcorreu ao ar livre. Tudo o que acontecia no palco principal - a abertura, as palestras e os painéis de discussão - era transmitido para uma grande tela no exterior, em uma área que parecia um espaço público para assistir a um jogo de futebol na Copa do Mundo.

A maior parte das principais empresas de mineração de lítio ativas na região do "Vale



do Lítio" - a Companhia Brasileira de Lítio (CBL), a Sigma Lithium, a Latin Resources, a Lithium Ioniq - tinha estandes de exposição com 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 os diferentes expositores, de repente eu estava ali no meio dos estandes, onde as pessoas vendiam pedras preciosas, joias, mel e cachaça. Uma parte fundamental do conceito da conferência era reunir as mineradoras de lítio e as comunidades em um único local. Isso também explica a escolha do local - uma cidade no "Vale do Lítio" em vez de Belo Horizonte ou outra grande urbe brasileira. A Lithium Business proporcionou o espaço para todos entrarem em contato e aprenderem mais uns sobre os outros, e deu tudo certo. A senhora que vendia sua cachaça (uma das melhores do Brasil, segundo me disseram) e o senhor que vendia pedras preciosas visitaram os estandes das mineradoras e aprenderam mais sobre a extração de lítio na região. Em troca, os representantes das mineradoras compraram joias, cachaça e pedras preciosas. Esse é um ótimo exemplo de

benefício mútuo e uma excelente forma de obter a "licença social para operar" não só para uma empresa, mas para toda uma região.

Um programa educativo e oportuno abordou muitos tópicos relevantes, incluindo novas tecnologias para a indústria mineira, a questão do gênero na mineração e a produção sustentável e responsável de lítio. Oradores do setor se misturaram com representantes do governo, acadêmicos e entidades da indústria. À noite, uma banda local tocou samba e muitos participantes mostraram seus passos de dança.



A Lithium Business 2024 foi um ótimo exemplo de como o engajamento da comunidade na extração do lítio pode ser bem feito desde o começo e como outros podem aprender com este tipo de criação e educação conjuntas. Foi ótimo conhecer pessoalmente tantos dos nossos membros (a AMG Brasil, a CBL, a Latin Resources e a Sigma Lithium) e estou ansiosa por participar novamente da próxima edição da Lithium Business no ano que vem em Araçuaí! 🌱



ILiA Connections



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



Numa visita recente a Chengdu, na China, a ILiA doou uma amostra de petalita de Utö, na Suécia, para o Discovery Li, o novo museu dedicado ao lítio, criado pela Tianqi Lithium. Na foto, 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 se reuniu com David Michael, Ministro das Minas e do Petróleo da Austrália Ocidental, para debaterem sobre a pegada de carbono do lítio.



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



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



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



A ILiA é uma associação industrial sem fins lucrativos gerenciada por e para seus membros

PRINCIPAIS MEMBROS



MEMBROS ASSOCIADOS



Una-se a nós em www.lithium.org/join