

THE
**LITHIUM
VOICE**



ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DO LÍTIO (ILiA)

A revista da Associação Internacional do Lítio (ILiA)

ISSN 2755-354X

O lítio, a água e você

Desertos de sal: Uma breve introdução

A cor do lítio

EDIÇÃO ESPECIAL 2025

Descubra o mundo do lítio



Lagoas de evaporação de lítio na província de Catamarca, Argentina (Imagem: Shutterstock)



É com grande orgulho e alegria que a equipe da R2 Valor Público apoia a edição de 2025 da *The Lithium Voice* no Brasil.

É um bom momento para colocar essa edição nas mãos do público brasileiro que assistirá ao Lithium Business 2025, o maior evento de lítio do Brasil, que conta desde o começo com o apoio da Associação Internacional do Lítio (ILiA).

O Lithium Business terá lugar na cidade de Araçuaí, no Vale do Jequitinhonha, região reconhecida mundialmente pela qualidade de suas pegmatitos ricos em espodumênio. Araçuaí também é rica em cultura, com seu povo hospitaleiro, sua música, seu artesanato e sua cachaça.

A equipe da R2 Valor Público mantém o foco firme em seus dois grandes propósitos: criar valor público e irradiar conhecimento no Vale do Jequitinhonha, o que não seria possível sem o grande apoio ao Lithium Business.

Gostaríamos de agradecer à AMG, à Companhia Brasileira de Lítio - CBL, à PLS, à Lithium Ionic e à Sigma Lithium por tornarem este momento realidade, e a todos os patrocinadores!

Agradecemos à ILiA por seu apoio e aguardamos com expectativa uma parceria contínua para podermos manter o foco firme no nosso objetivo, em que a exploração mineira responsável é essencial no contexto de uma transição energética justa e inclusiva.

Prof. Rossandro Ramos

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro e fundador do Lithium Business



ÍNDICE

4 O lítio, a água e você

Como o nosso corpo contém lítio de forma natural

6 A estrutura e o processo de verificação para o selo PCF da ILiA

A maturidade das pegadas de carbono dos produtos de lítio

9 Desertos de sal

Uma breve introdução

15 Conexões

Networking e eventos em todo o mundo

16 A cor do lítio

Uma propriedade fundamental do lítio com aplicações importantes

19 Atualidade

Matéria especial sobre os eventos com mesas-redondas de especialistas da ILiA



Edição especial 2025

Colaboradores

Equipe da ILiA
Rowan Halkes
Andrew Hughes
Evi Petavratzi

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 209 High Road, Londres, N2 8AN, UK.

Isenção de responsabilidade: A International Lithium Association Ltd (ILiA) enviou 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, nem sua adequação a qualquer utilização geral ou específica. Advertimos os leitores de que o material contido nesta publicação 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



Uma das principais visões e um dos pilares da Associação Internacional do Lítio (ILiA) é a educação, isto é, sermos reconhecidos como uma fonte fiável de conhecimentos sobre todos os aspectos do setor do lítio. A *The Lithium Voice* é o resultado dessa visão.

The Lithium Voice 2025 é uma coleção de artigos especiais que apareceram nas edições trimestrais publicadas entre setembro de 2024 e maio de 2025.

No ano passado, os membros da ILiA e os participantes do setor colaboraram na elaboração do primeiro guia para o cálculo da pegada de carbono dos produtos (PCF) no setor do lítio. O seu sucesso dependerá da sua aceitação e da implementação em toda a cadeia de abastecimento do lítio. Isso ajudará a dar mais transparência e sustentabilidade ao setor do lítio.

O lítio não só é fundamental para a transição energética, ele também está em toda parte, até mesmo no nosso corpo! Com certeza você não sabia disso, nem sabe de que cor é o lítio. E sobre os desertos de sal, você sabe alguma coisa? Estes artigos foram bem recebidos pela comunidade do lítio e são reproduzidos aqui para ampliar sua difusão.

A Associação Internacional do Lítio (ILiA) é a associação industrial sem fins lucrativos que proporciona uma voz global e representativa para toda a cadeia de valor do lítio. A ILiA tem mais de 75 membros que produzem cerca de 90% do atual fornecimento total de lítio. Os membros da associação abrangem toda a cadeia de valor do lítio. Una-se a nós para reforçar a voz do setor global de lítio.

The Lithium Voice é publicada trimestralmente em inglês, espanhol e chinês e sua subscrição é gratuita.

Esperamos que goste dessa edição e que ela lhe permita compreender o papel do lítio no nosso dia a dia. Gostamos sempre de receber a sua opinião!

Estamos no século do lítio!

Anand Sheth
Presidente fundador

O LÍTIO, A ÁGUA E VOCÊ

Os leitores assíduos da *The Lithium Voice* sabem que o lítio é produzido industrialmente a partir de minerais rochosos e salmouras salinas. Mas onde mais é possível encontrar lítio na natureza? A resposta: em quase toda parte, até mesmo em você!

Como é que ele foi parar lá?

O lítio é o 30.º elemento mais abundante na crosta terrestre, com uma média de 0,002% ou 20 partes por milhão (ppm). Os átomos de lítio são muito pequenos, leves e altamente solúveis em água. Além disso, alguns deles existem desde o Big Bang, há 13,8 bilhões de anos, o que lhes deu muito tempo para se dispersarem na natureza.

A vida surgiu na Terra há cerca de 4 bilhões de anos, em oceanos que continham sais de lítio dissolvidos (0,17 ppm). Ao longo de milênios, durante a evolução da vida, o lítio sempre esteve presente em todas as criaturas vivas, inclusive em seres humanos. De fato, o nosso corpo contém lítio de forma natural e todos nós consumimos vestígios dele todos os dias, nos alimentos que comemos e nos líquidos que bebemos.

Toda vez que fazemos uma xícara de café com água da torneira (que muitas vezes é água subterrânea), nos reidratamos com águas minerais de marca na academia ou desfrutamos de uma taça de vinho ou de uma cerveja depois do trabalho com os amigos, também ingerimos uma pequena quantidade de lítio. Mas não se assuste, isso é perfeitamente



normal e seguro. Afinal, os nossos antepassados sobreviveram durante milhões de anos com uma dieta semelhante.

O lítio no seu corpo

"O lítio é um micronutriente importante na dieta humana", explicou à *The Lithium Voice* o Dr. Romain Millot, geoquímico francês e especialista em isótopos de lítio.

Estima-se que um corpo humano adulto médio de 70 kg contenha cerca de 7 miligramas de lítio (cerca de 0,1 ppm), localizadas principalmente no cérebro, nos rins e nos ossos. Acredita-se que esta quantidade permanece relativamente constante; o que consumimos passa por nós e sai de novo com relativa rapidez.

"A função molecular exata do lítio como oligoelemento essencial ainda não é totalmente compreendida", explicou o Dr. Millot. Talvez por causa dessa incerteza, a Organização Mundial de Saúde (OMS) não classifica o lítio como um nutriente essencial nem indica uma dose diária recomendada. No entanto, vários estudos têm sugerido que há uma correlação entre níveis mais elevados de lítio na nossa dieta e menores riscos de demência, redução da mortalidade por doença de Alzheimer e menor risco de suicídio.

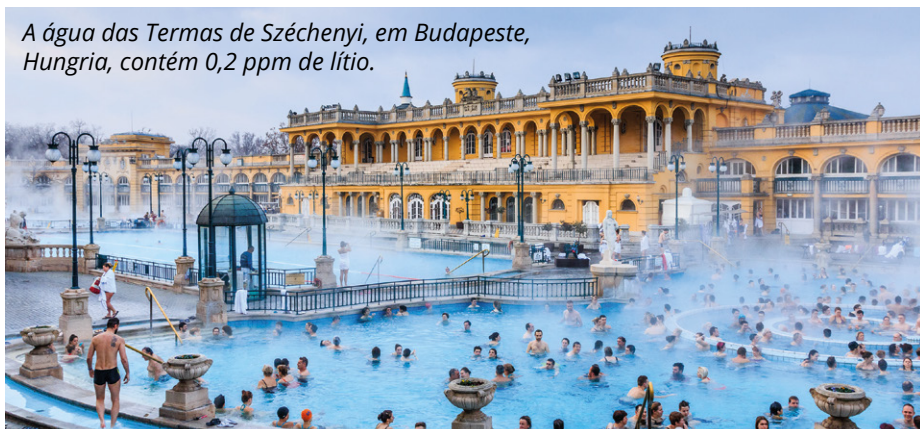
Embora o papel do lítio possa estar pouco claro, um artigo recente do Dr. Gerhard Schrauzer, da Universidade da Califórnia, em San Diego, EUA, afirmou que um ser humano adulto precisa consumir lítio todos os dias, mas apenas ~1 mg por dia.

Será que a moda dos spas e das bebidas enriquecidas com lítio, entre as décadas de 1860 e 1920, estava no caminho certo?

Águas ricas em lítio

Fontes de água potável são muito valorizadas desde a Pré-História, acima de tudo as nascentes e os poços naturais, que muitas vezes eram as únicas fontes de água segura que se podia beber sem precisar ferver. Portanto, a associação entre

A água das Termas de Széchenyi, em Budapeste, Hungria, contém 0,2 ppm de lítio.



água de nascentes e saúde tem raízes profundas.

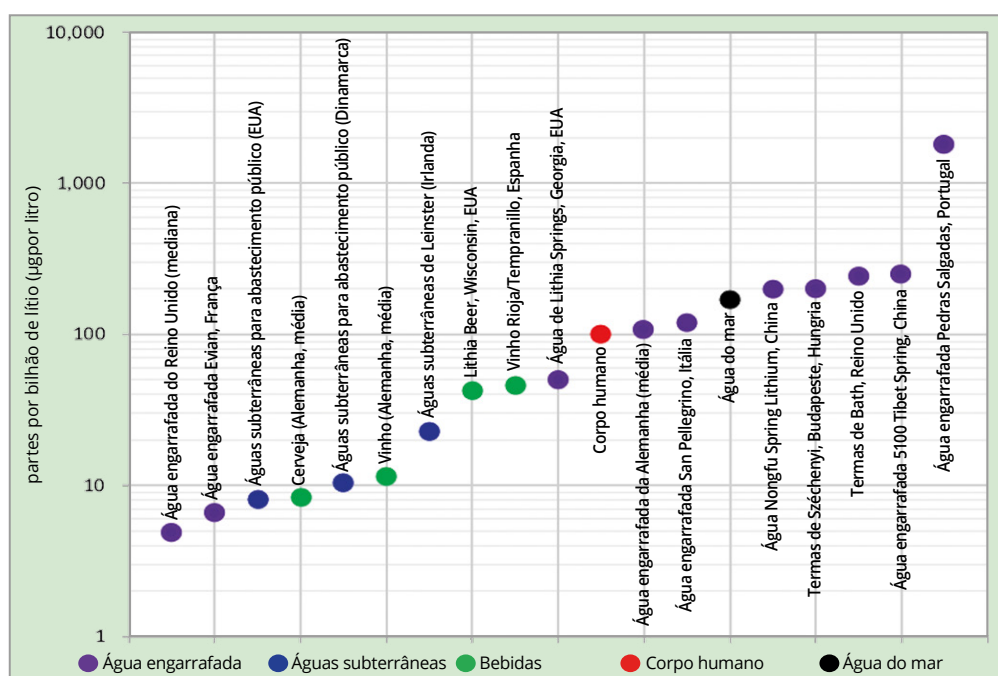
Na Europa, as águas minerais naturais foram engarrafadas e comercializadas pela primeira vez em meados do século XVI, em lugares como Spa, na Bélgica, e Vichy, na França. Na década de 1860, foram desenvolvidas técnicas para analisar os minerais dissolvidos na água e verificou-se a presença de lítio em muitas nascentes naturais em todo o mundo, como em Baden-Baden, na Alemanha; Bath, no Reino Unido; Lithia Springs, na Geórgia, EUA; e Uchinomaki Onsen, no Monte Aso, no Japão.

Em muitos desses lugares, foram construídos spas, hotéis e banhos públicos para os turistas "tomarem água" nas nascentes naturais, que no final do século XIX já eram um grande negócio. As publicidades destacavam a análise química única da água de cada estância, "demonstrando" os benefícios para a saúde através da ciência, ou assim se dizia.

Cada água natural tem composição e sabor únicos, e nem todas contêm lítio. Um estudo abrangente das águas subterrâneas utilizadas para uso público e doméstico nos EUA revelou uma variação expressiva nos níveis de lítio, com concentrações que iam de menos de 1 parte por bilhão (ppb ou µg/L) a 1.700 ppb. As concentrações mais elevadas de lítio nas águas subterrâneas foram encontradas geralmente em regiões áridas e em águas subterrâneas mais antigas, e o estudo sugere que influências naturais, como a composição química das rochas locais, o clima e a mistura com águas salinas, são os principais responsáveis pelo nível mais elevado de lítio.

Bebidas "saudáveis"

No final do século XIX, com a expansão da rede ferroviária, o transporte de água mineral das nascentes para as cidades aumentou rapidamente, popularizando as águas "saudáveis" por toda a parte. Para tirar proveito dessa tendência, foram



Lítio em líquidos selecionados e no corpo humano (ppb ou µg/l)

(Fontes disponíveis a pedido)

criadas muitas bebidas enriquecidas com lítio, que alegavam benefícios semelhantes para a saúde, mas que muitas vezes tinham um sabor bem melhor. No início do século XX, nos EUA, era possível comprar Lithia Coke (xarope de Coca-Cola misturado com água que continha lítio), Lithia Beer (fabricada em West Bend, Wisconsin) e Bib-Label Lithiated Lemon-Lime soda (conhecida atualmente como 7Up, que hoje já não contém lítio).

O lítio nas bebidas modernas

Se você procurar hoje uma água engarrafada que contenha lítio, não será difícil encontrá-la, embora o lítio raramente apareça no rótulo do conteúdo, uma vez que o nível contido é normalmente muito inferior ao do magnésio, do sódio e de outros elementos. Exemplos de águas engarrafadas ricas em lítio incluem a água italiana San Pellegrino (0,12 ppm) e as chinesas 5100 Tibet Spring (0,25 ppm) e Nongfu Spring Lithium Water (>0,2 ppm).

O lítio também é comum em outras bebidas. Um estudo realizado em 2020 com 160 bebidas na Alemanha revelou que, em média, o vinho tinto possuía 17 ppb de lítio; o vinho branco, 8 ppb; os refrigerantes à base de cola, 8 ppb; os energéticos, 24 ppb; e as cervejas, de 3 a 20 ppb.

Devemos tomar lítio como suplemento alimentar?

Não, não é necessário, já que consumimos suficiente lítio para satisfazer as necessidades do nosso organismo de forma natural. Aliás, tais suplementos não são fáceis de encontrar. Na experiência do autor deste artigo, a França é o único país onde se pode comprar suplementos alimentares de lítio sem receita médica (em forma de ampolas de citrato de lítio ou de gluconato de lítio).

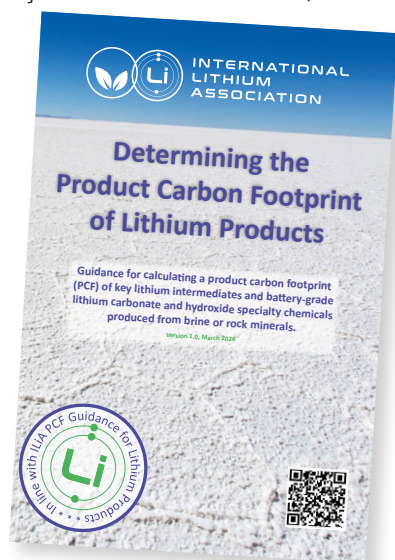
Em conclusão, o lítio parece mesmo desempenhar um papel importante como micronutriente na dieta humana, por mais que os cientistas ainda estejam tentando identificar qual é esse papel. A boa notícia é que precisamos de muito pouco lítio, e que ele está disponível em muitos tipos de alimentos e bebidas. O lítio existe em todo o Universo, em todo o mundo e até no nosso corpo (100 ppb). O lítio é natural, está em todo lugar e (por razões que os médicos ainda não compreendem totalmente) é um elemento importante para a vida.

Aviso médico: O nível de lítio na dieta discutido neste artigo constitui aproximadamente 1/1000 da dose diária típica de lítio medicinal, um poderoso medicamento para a saúde mental que só deve ser tomado com receita médica. O lítio medicinal nunca deve ser tomado como suplemento dietético.

A ESTRUTURA E O PROCESSO DE VERIFICAÇÃO DO SELO DE PEGADA DE CARBONO DE PRODUTOS DA ILiA

Em março de 2024, a ILiA publicou um documento histórico; "Determining the Product Carbon Footprint of Lithium Products" (Determinação da pegada de carbono dos produtos de lítio, o Guia), a primeira forma mundialmente padronizada de medir o dióxido de carbono gerado durante a produção do lítio utilizado em veículos eléctricos (VEs) e outras aplicações.

Abordar esta questão era um desafio urgente para o setor, não só por causa do rápido crescimento da produção de lítio, mas também devido às exigências dos reguladores e do setor automotivo sobre a notificação de emissões de gases de efeito estufa (GEE) de todas as matérias-primas utilizadas nas baterias dos VEs (veja a quinta edição da *The Lithium Voice*).



O Guia foi publicado após um longo processo de consulta a uma ampla variedade de partes interessadas e permite que os profissionais calculem a pegada

de carbono (PCF) dos principais produtos intermediários de lítio e produtos químicos especializados de carbonato e hidróxido de lítio para baterias produzidos a partir de salmouras ou minerais de rochas de forma padronizada como parte da sua avaliação de PCF, seja de forma independente ou como parte de uma Avaliação de Ciclo de Vida (LCA).

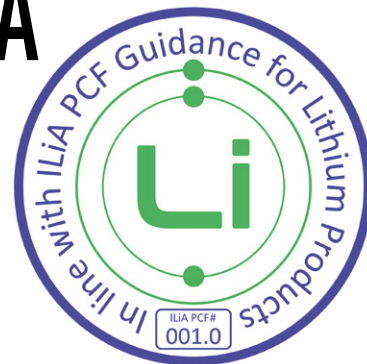
Boa recepção

Nos últimos 14 meses, o Guia foi bem recebido pelo setor e pelas autoridades reguladoras. Ele foi inclusive tomado como base para duas propostas de novas normas ISO. A recepção positiva é reflexo de todo o trabalho árduo investido na elaboração do Guia.

Mark de Boer, Presidente do Subcomitê de Lítio Sustentável (SLS) da ILiA e Vice-Presidente de Sustentabilidade da Albemarle Corporation, afirmou: "É ótimo ver tanto interesse na aplicação do Guia, não apenas por parte dos membros da ILiA, o que já esperávamos, mas também por não membros da ILiA".

Nos últimos meses, a ILiA foi contactada por muitas das principais usinas de lítio do mundo, que disseram que têm utilizado o Guia para determinar a PCF de seus produtos de lítio. Isto levantou a questão de como diferenciar as PCFs que seguem o Guia, e evitar que alguém alegue falsamente estar em conformidade.

Foi decidido que, para reconhecer uma PCF (ou realizar uma LCA) criada em conformidade com as diretrizes do Guia, a ILiA outorgará um selo de PCF único, intransmissível e numerado ("o Selo") da ILiA com a indicação "Em conformidade com o



Guia da ILiA para calcular a PCF dos produtos de lítio".

Os Selos foram bem recebidos pelo setor, mas também resultaram na exigência de que a ILiA elaborasse um procedimento de verificação para confirmar o cumprimento do Guia antes de outorgar um Selo para uma PCF.

O desafio da verificação

Este desafio foi aceito pelo Subcomitê de Lítio Sustentável (SLS) da ILiA. A tarefa consistia em criar um mecanismo de verificação transparente, coerente e eficiente. O mecanismo devia ser rigoroso, mas não desnecessariamente complexo, uma vez que um custo elevado poderia desencorajar a utilização do Selo. O objetivo final era permitir que todas as PCFs que obtivessem um selo fossem significativamente comparáveis, sem importar de quando, onde e por quem elas fossem criadas.

A verificação na prática

Para garantir a correta aplicação do Guia, o SLS decidiu que, antes de a ILiA outorgar um selo a uma PCF, seria necessária uma análise independente dessa PCF. No entanto, como a ILiA não tinha seus próprios recursos para fazer isso, o SLS desenvolveu critérios para especialistas independentes aprovados. A contratação de terceiros

trazia a vantagem adicional de evitar que a ILiA tivesse acesso a dados confidenciais sobre a PCF, uma questão sempre importante para uma associação.

No começo, a equipe desenvolveu um conjunto de critérios de competência para verificadores independentes com base nas diretrizes do Sistema Internacional de Declaração Ambiental de Produto (EPD), mas adaptou esses critérios para atenderem às especificidades do setor do lítio.

Os critérios de competência para verificadores independentes estão indicados no site da ILiA, www.lithium.org, e incluem:

- terem realizado pelo menos 10 PCFs/LCAs nos cinco anos anteriores à candidatura como verificadores independentes;
- possuírem conhecimentos profundos das normas ISO para as LCAs 14040, 14044 e 14049;
- demonstrarem conhecimentos sobre PCFs/LCAs para metais e produtos de mineração;
- terem bom nível de inglês, espanhol ou chinês.

Quem atender esses critérios pode se tornar verificador aprovado pela ILiA, competente para verificar a conformidade das PCFs de lítio com o Guia. Uma lista de verificadores aprovados está disponível em www.lithium.org. Se estiver interessado em se candidatar a verificador, entre em contato com a Associação.

A verificação começa!

Em maio de 2025, os primeiros verificadores independentes aprovados foram:

- Lorraine Amponsah (Loram Consulting)
- Sophie Myers (Minviro Ltd)
- Rob Rouwette (start2see Pty Ltd)
- Joris Šimatis (Minviro Ltd)
- Sébastien Taillemite (Ecovamed)
- Phoebe Whattoff (Minviro Ltd)

A lista de verificadores é mantida pelo Subcomitê de Lítio Sustentável da ILiA. Após a aprovação do verificador, sua condição será válida por três anos, após os quais sua renovação será considerada.

Verificação de uma PCF

Para solicitar a verificação da conformidade da PCF e/ou da LCA de uma operação com o Guia, a organização solicitante pode entrar em contato diretamente com qualquer verificador aprovado e contratá-lo para realizar uma análise independente. O acordo será celebrado entre o verificador aprovado e a organização contratante, e não com a ILiA, e o custo da verificação será arcado pela organização.

Depois de o verificador aprovado ter verificado a conformidade da PCF com o Guia, e caso esta esteja em conformidade, o verificador apresentará um breve resumo à ILiA e a organização contratante poderá solicitar o outorgamento de um Selo exclusivo à PCF confirmada.

Cada Selo é numerado e aplicável apenas a uma PCF determinada. Os Selos não são transferíveis para outra empresa, instalação ou PCF. Portanto, uma organização de grande porte com várias PCFs para as suas instalações terá de verificar cada PCF individualmente, recebendo um Selo exclusivo para cada uma delas.

O registro dos Selos

O site da ILiA contém uma lista com cada selo atribuído, para que terceiros possam verificar se uma PCF que afirma ser verificada é verificada mesmo.

O registro indica:

- a empresa proprietária da usina que foi analisada pela PCF/LCA verificada (e o grupo ao qual essa empresa pertence);
- a localização da usina;
- a data da PCF/LCA verificada de forma independente;
- o nome e a empresa do verificador;
- a data de verificação.

O objetivo da ILiA é publicar estas informações no prazo de seis meses contados da emissão do Selo, a fim de informar claramente ao público e evitar reivindicações falsas ou a utilização de Selos inválidos.

As organizações podem decidir fornecer mais informações sobre as suas PCFs, mas isso é voluntário.

Os primeiros Selos outorgados

No momento da impressão desta publicação, quatro PCFs já foram confirmadas e receberam Selos da ILiA:

Selo 1.0 - Tesla:

Hidróxido de lítio monohidratado para baterias na sua refinaria de lítio em Corpus Christi, Texas, EUA.

Selo 2.0 - Talison Lithium Pty Ltd:

Concentrado de espodumênio da mina de Greenbushes na Austrália Ocidental, Austrália.

Selo 3.0 - Albemarle Corporation:

Produção de hidróxido de lítio monohidratado com 99,5% de pureza na sua usina em Xinyu, China.

Selo 4.0 - Albemarle Corporation:

Produção de hidróxido de lítio monohidratado com 99,5% de pureza na sua usina em Qinzhou, China.

Ao receber o Selo 2.0, Rob Telford, CEO da Talison Lithium, afirmou: "A operação da Talison em Greenbushes tem o grande orgulho de ser a primeira mina do mundo e a primeira operação de lítio na Austrália em receber o Selo da ILiA. A realização de uma LCA em conformidade com as orientações do Guia para calcular a PCF da ILiA nos dá uma base de referência sólida, confiável e verificada de forma independente, com que podemos compreender os nossos impactos e oportunidades de melhoria à medida que expandimos as nossas operações para um futuro energético mais limpo".

Astrid Karamira, Diretora de Sustentabilidade e Governança da ILiA, declarou: "Agora que o processo de acreditação começou, esperamos que muitas outras organizações elaborem as suas LCAs e PCFs em conformidade com o Guia da ILiA".

Se você está realizando uma LCA ou PCF para uma das suas operações de lítio e gostaria de confirmar que ela está em conformidade com o Guia, ou se tiver quaisquer questões relacionadas, envie um e-mail para a ILiA: ILiA@lithium.org

Esperamos que mais PCFs de usinas de lítio sejam certificadas de acordo com o Guia da ILiA e que muitos mais Selos sejam emitidos no futuro.







DESERTOS DE SAL: UMA BREVE INTRODUÇÃO

Autores: Rowan Halkes, Andrew Hughes e Evi Petavratzi, do British Geological Survey (BGS)

Introdução

As projeções de demanda por lítio nas próximas décadas sugerem que haverá um crescimento exponencial em sua produção. Metade das reservas mundiais de lítio estão localizadas nos depósitos de desertos de sal (também conhecidos como "salares") da América do Sul, uma área conhecida como o "Triângulo do Lítio". Essa região, que abrange partes da Argentina, Bolívia e Chile (Fig. 1), será crucial para fornecer o lítio necessário para a descarbonização e eletrificação do mundo. Este artigo apresenta uma breve introdução à forma como estes depósitos se formam, onde são encontrados, como o lítio é produzido e algumas das complexidades associadas ao processo.

Uma introdução aos desertos de sal

Os desertos de sal são os restos de antigos lagos que se formaram ao longo de centenas de milhares de anos, impulsionados pela alternância de ciclos climáticos mais úmidos e mais secos. Nem todos os desertos de sal contêm reservas

de lítio na forma de salmoura rica em lítio, mas os que contêm, são chamados de depósitos de sal. A formação desses depósitos é um processo complexo, que requer condições geológicas e ambientais específicas, bem como longos períodos de tempo.

Os desertos de sal estão entre os sistemas naturais mais complexos do mundo, combinando interações entre a atmosfera, a hidrosfera e a litosfera.

Em termos gerais, há seis fatores necessários para formar um depósito de sal: 1) clima árido; 2) uma bacia fechada contendo um deserto de sal (crosta salina) e/ou um lago salgado; 3) atividade ígnea e/ou hidrotermal associada; 4) subsidência tectônica (que cria espaço para a entrada/o enchimento contínuo); 5) fontes de lítio adequadas; e 6) tempo suficiente para a concentração do lítio.

O deserto de sal é dividido entre o núcleo (centro) e a zona de transição (ou marginal) nas bordas, contida em uma bacia mais ampla (Fig. 2).

Alguns depósitos de sal destacados são o Salar de Uyuni, na Bolívia; o Salar de Atacama, no Chile; e o Salar del Hombre Muerto, na Argentina (Fig. 1). O lítio também é produzido a partir de depósitos de sal na China e na América do Norte; mas os mais importantes para o fornecimento global de lítio são os da América do Sul, que contribuíram com 34% da produção em 2022.

Localizados a 2.300 - 4.000 m acima do nível do mar nos Andes, a combinação de elevação, irradiação solar e aridez torna os desertos de sal alguns dos ambientes mais extremos da Terra. Estas condições fazem com que eles tenham uma flora e uma fauna únicas, incluindo micróbios, que por sua vez formam ecossistemas diversificados e raros. Além disso, eles com frequência acolhem comunidades de povos indígenas, que têm fortes relações sociais e culturais com os desertos de sal. Por causa da aridez da região, o acesso à água e seu consumo por todos os usuários das bacias

continua na página 10

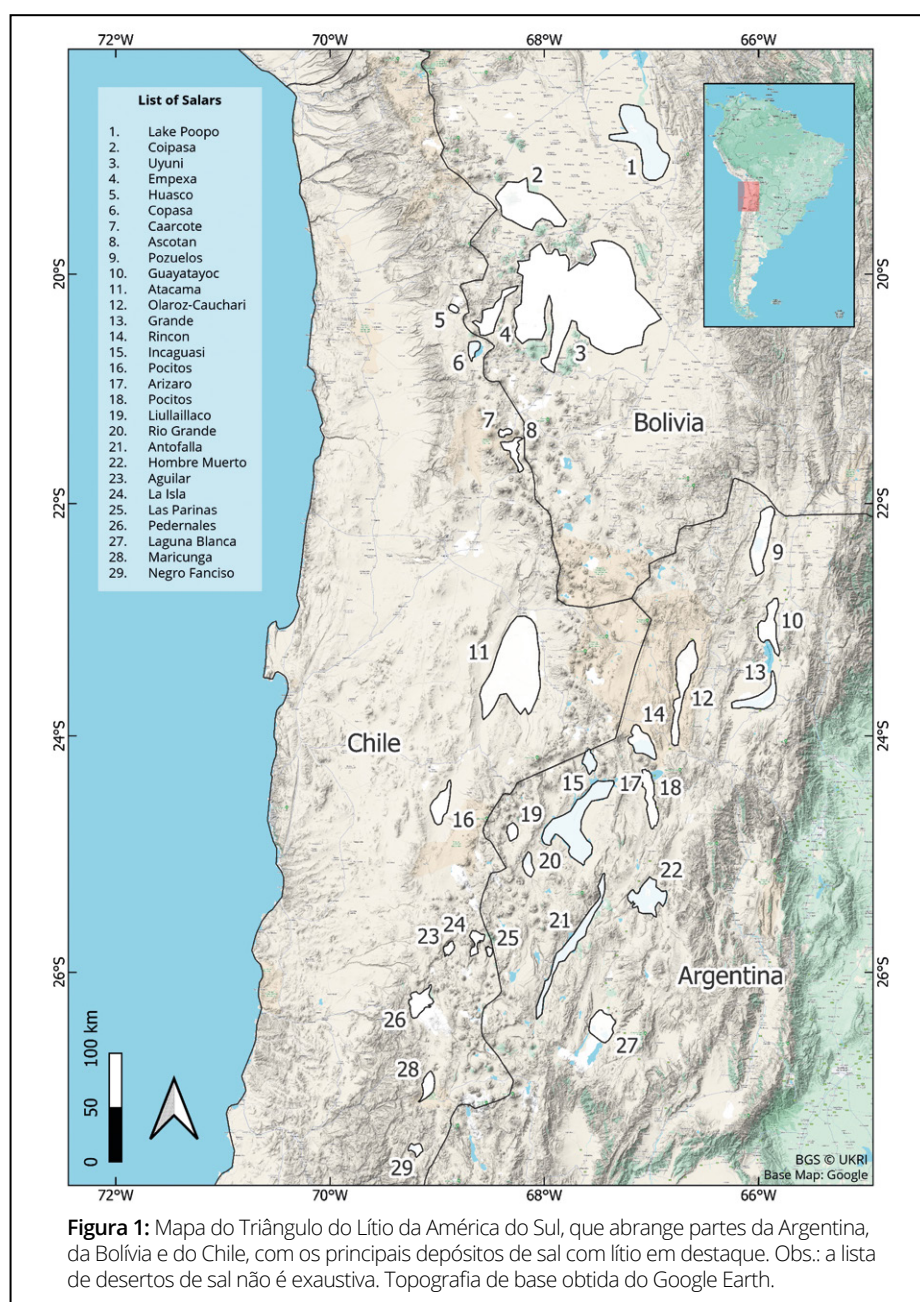
continuação da página 9

hidrográficas em que os desertos de sal estão localizados (que podem incluir outros projetos de mineração, turismo e agricultura) constituem uma preocupação. Além disso, muitos desertos de sal estão localizados no interior ou na proximidade de áreas de proteção da vida selvagem, como as zonas úmidas reconhecidas internacionalmente pela convenção de Ramsar.

Geologicamente, os desertos de sal são constituídos por rochas sedimentares, tais como argilas, siltes, areias e minerais evaporíticos como o sal de halita (NaCl). Estas estão entre as características mais importantes dos desertos de sal, uma vez que os poros (pequenos espaços) dentro destas rochas podem armazenar salmouras e água doce*. É a conexão entre estes poros que permite o movimento dos fluidos, pois ela permite o deslocamento e a acumulação das salmouras e da água doce com o tempo, bem como que elas sejam bombeadas para fora.

Os desertos de sal do Triângulo do Lítio formaram-se num sistema geológico altamente ativo e estão localizados em seu interior. Os Andes que os rodeiam foram criados sobre uma zona de subducção tectônica, onde quantidades significativas de magma foram geradas para formar essas montanhas vulcânicas.

As rochas vulcânicas em volta dos desertos de sal apresentam níveis elevados de lítio, embora não o suficiente para a extração valer a pena. Com o tempo, o lítio é lixiviado e transportado para o deserto de sal por águas superficiais, águas subterrâneas e águas geotermiais em profundidade (Fig. 2, página 8). Devido à altitude elevada, à aridez e à irradiação solar, essas águas ficam significativamente concentradas pela evaporação, formando salmouras com altos níveis de lítio e de outros sais como o potássio, o sódio e o magnésio (Tabela 1). A concentração de lítio na região varia entre 16 e 1.570 mg/l, com uma média de ~336 mg/l. Essa variação pode ser atribuída a diversos fatores, entre eles as diferenças entre as rochas vulcânicas e a variação na composição química do magma a partir do qual elas foram formadas.

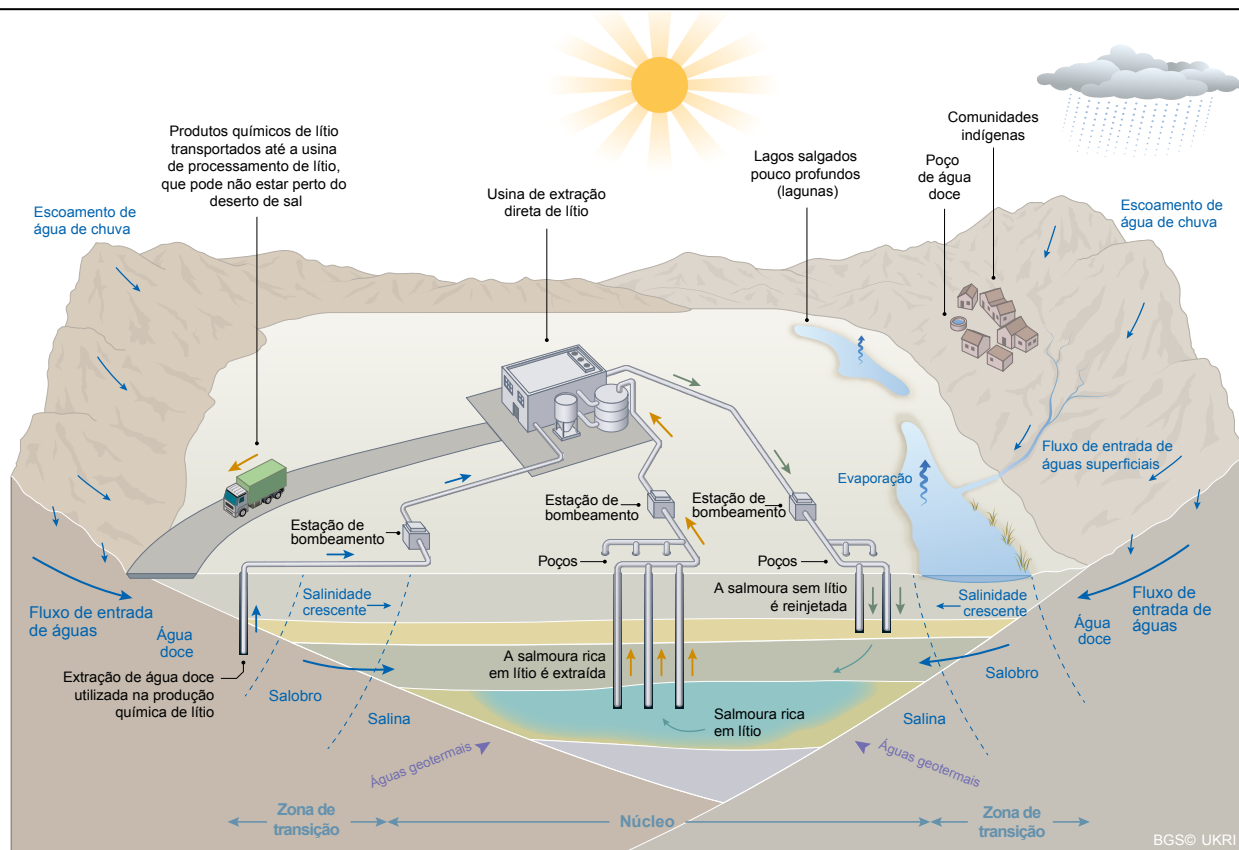


Em termos gerais, existem dois tipos de água nos desertos de sal: a salmoura e a água doce. Enquanto a salmoura está sempre em constante formação, o lítio demora centenas de milhares a milhões de anos para tornar-se concentrado a níveis lucrativos. E para completar, o lítio constitui apenas uma pequena quantidade destas salmouras (<1%), das quais ~75% é água (Tabela 1). Essa água contida na salmoura, junto com a água doce, significa que os desertos de sal contêm grandes quantidades de água. No entanto, as salmouras são extremamente salinas (Tabela 1), e a água delas não é potável nem apta para

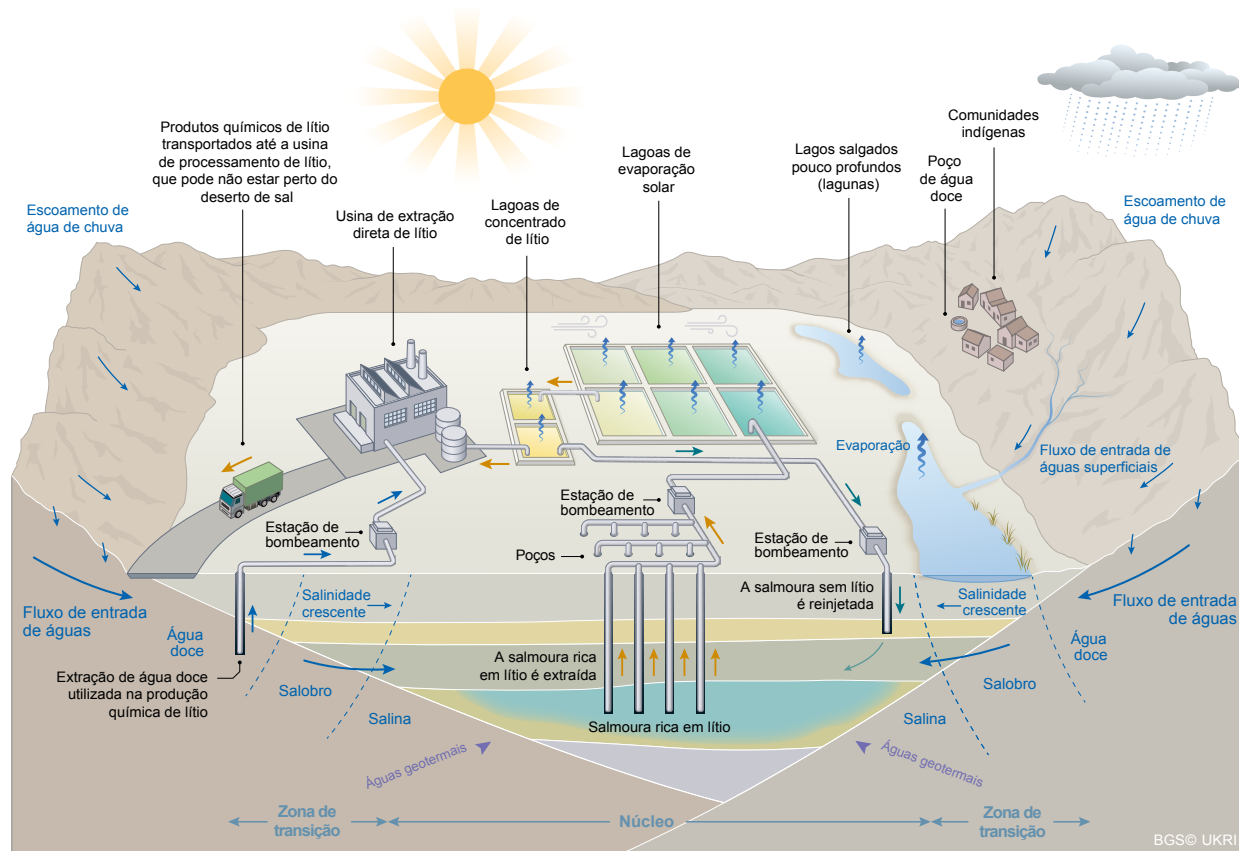
irrigação. Embora a concentração de lítio possa aumentar com a profundidade, as salmouras com conteúdo de lítio são bombeadas principalmente de poços pouco profundos, localizados normalmente entre 20 e 40 m abaixo da superfície do núcleo, mas isso varia (Fig. 2); o núcleo é onde se encontram as maiores concentrações de lítio e também onde as maiores operações de extração ficam localizadas.

continua na página 12

*Neste artigo, "água doce" se refere à água com baixa concentração de sólidos dissolvidos que pode ser geralmente aceitável para extração e/ou tratamento convencional para a produção de água potável.



A ilustração não está na escala. O diagrama é esquemático e pode não representar com exatidão todos os cenários.



A ilustração não está na escala. O diagrama é esquemático e pode não representar com exatidão todos os cenários.

Figura 2: Diagrama de blocos esquemático de um deserto de sal que apresenta a extração e a concentração de salmoura com a) processos evaporativos (EPS), b) extração direta de lítio (DLE). São apresentadas também as características hidrogeológicas e outras características do deserto de sal. Obs.: o diagrama não está em escala e é esquemático, podendo não refletir com exatidão todos os cenários. A posição e a natureza da extração e da reinjeção são indicativas.

A complexidade dos desertos de sal

Os desertos de sal são um dos sistemas naturais mais complexos do mundo, combinando interações entre a atmosfera (por exemplo, padrões de precipitação), a hidrosfera (p. ex., águas subterrâneas e superficiais) e a litosfera (p. ex., liberação e transporte de lítio das rochas), juntamente com a concentração de solutos por evaporação.

A dimensão e a fonte das entradas de água são difíceis de determinar, e cada deserto de sal é diferente quanto ao tipo e à quantidade de entrada de água doce. Normalmente, as principais fontes de água doce são as águas superficiais e subterrâneas, que, embora pequenas, podem ser importantes no balanço hídrico dos desertos de sal e na manutenção das lagoas (lagoas ou lagos de pequeno porte, Fig. 2). As precipitações são tipicamente muito baixas, mas as enchentes periódicas também podem ajudar a manter o balanço hídrico. A evaporação é o principal fluxo de saída natural e, em alguns casos, pode exceder os influxos em um dado momento. A evaporação é também fundamental para o ciclo da água doce através do sistema e para a concentração das salmouras. Por sua vez, os processos geoquímicos podem ser importantes na evolução das salmouras e na determinação da distribuição posterior do lítio.

Há interações complexas entre estes fluxos de entrada e de saída e os tipos de água nos desertos de sal. Por exemplo, a salmoura dentro



do núcleo não é estática. Formam-se células de convecção em grande escala (por causa do afundamento da salmoura mais densa), que influenciam os fluxos de entrada de água doce e as interações entre a salmoura e a água doce na zona de transição. Essa zona, constituída por lagoas, pântanos e turfas, é a parte dos desertos de sal mais sensível do ponto de vista ambiental. As lagoas, partes essenciais dos ecossistemas, são criadas quando a água doce subterrânea encontra as salmouras de alta densidade, que formam uma barreira eficaz, e/ou células de convecção do núcleo, e é forçada a subir à superfície. Portanto, as lagoas são sensíveis a quaisquer alterações nos fluxos de entrada, bem como a variações dos níveis de salmoura no núcleo.

A complexidade dos desertos de sal também vai além das três dimensões, pois eles são altamente dinâmicos, e seus aspectos temporais podem variar de hora em hora (eventos de chuva) até milhões de anos (formação de salmoura e halita). Eles sofrem a influência da mudança do clima, que provavelmente aumentará as temperaturas, mas terá impactos variáveis nas precipitações. Esse fenômeno também pode alterar o equilíbrio dos fluxos de entrada e saída de água ao longo do tempo. No entanto, o efeito exato da mudança do clima sobre os desertos de sal, tanto a curto como a longo prazo, não está claro.

Embora existam semelhanças entre os desertos de sal do Triângulo do Lítio, existem também diferenças significativas entre eles. Cada um deles é único no que tange à composição química da salmoura e da água (Tabela 1), ao microclima, à geomorfologia, à geologia, à hidrogeologia, à elevação e à situação socioeconômica do entorno, para citar apenas alguns exemplos. Também é importante notar que o Salar de Atacama, no Chile, a fonte de grande parte do nosso conhecimento, mesmo não sendo um caso isolado, é um "caso extremo" na distribuição dos desertos de sal - ele é mais quente, mais seco, está a uma altitude mais baixa e apresenta concentrações de lítio mais elevadas do que outros. Portanto, é necessário ter cuidado ao aplicar os conhecimentos obtidos a partir deste deserto de sal a outros.

Tabela 1: Comparação entre salmouras e tipos de água em diferentes desertos de sal

Deserto de sal/ tipo de água	Região/país	Sólidos dissolvidos totais (SDT) (% p/v)	Li (mg/l)	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	K (mg/l)	Na (mg/l)
Uyuni	Potosí, Bolívia	35,10	694	15.365	540	12.197	88.641
Atacama	Antofagasta, Chile	37,50	1.570	9.650	450	23.600	91.100
Hombre Muerto	Salta/Catamarca, Argentina	34,09	535	1.091	766	4.681	43.376
Água do mar	-	3,50	0,18	1.300	400	380	11.000
Água engarrafada	-	0,03	0,005	26	80	1	6,5

Os dados sobre as salmouras de cada deserto de sal provêm de várias fontes e não são diretamente comparáveis. Esta tabela visa demonstrar a variabilidade e não deve ser usada para fins comparativos

Dados de Uyuni: Risacher e Fritz, 1991; dados de Atacama: López Steinmetz e Salvi, 2021; dados de HM: López Steinmetz et al., 2020; dados do SDT da salmoura: Ericksen e Salas, 1987; dados sobre a água do mar: Riley e Tongudai, 1965; Petrowiki; dados sobre a água engarrafada: Evian; Parnell e Armstrong, 2023.

Assim como **"cada pessoa é diferente", "cada deserto de sal é diferente"**.

Produção de lítio em desertos de sal

A descoberta e a extração de lítio nas salmouras dos desertos de sal da América do Sul revolucionaram o setor, fornecendo recursos abundantes e relativamente fáceis de extrair através de um processo com baixas emissões de carbono. No entanto, a produção em depósitos de desertos de sal difere dos projetos de mineração "tradicionais", uma vez que o sistema que contém o minério, ou a salmoura neste caso, está ainda em flutuação e é um sistema "vivo".

Os desertos de sal com a maior tradição de produção de lítio são o Salar de Atacama, no Chile, e o Salar del Hombre Muerto, na Argentina. Inicialmente, produzia-se nitrato de potássio em Atacama, e no final da década de 1980 e começo da década de 1990 acrescentou-se a produção de lítio. Por sua vez, o Salar del Hombre Muerto vem produzindo desde 1997. As operações no Triângulo do Lítio têm se expandido rapidamente graças ao crescimento da eletrificação e da demanda por lítio na última década. Com o tempo, à medida que a pressão devido a questões ambientais tem crescido e diante da necessidade de aumentar a produção, passou-se a dar mais ênfase às tecnologias de processamento utilizadas para recuperar o lítio das salmouras e à expansão de práticas mineiras responsáveis.

A maioria das operações na América do Sul segue uma estrutura de processamento comum:

1) extração de salmoura (bombeamento), 2) concentração e purificação, e 3) processamento químico para produzir carbonato ou hidróxido de lítio. Normalmente, a concentração e a purificação ocorrem "no local", ou seja no próprio deserto de sal, ao passo que o processamento químico tem lugar "fora do local", numa usina separada. Na fase de concentração e purificação, são utilizados dois tipos de tecnologias, os processos evaporativos (EPs) e a

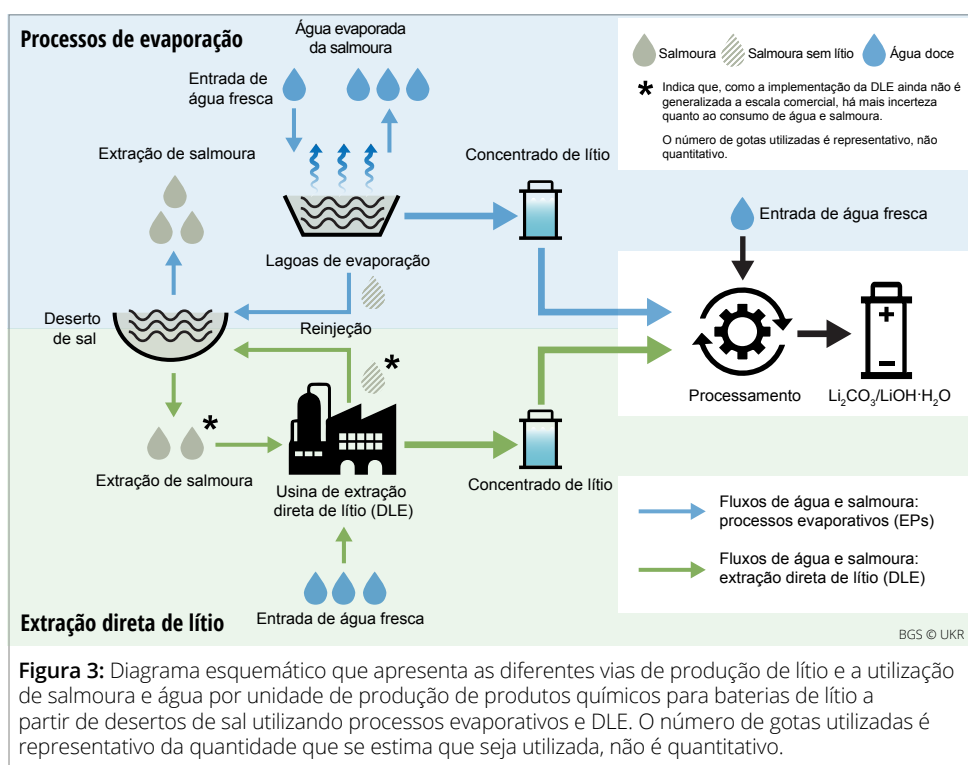


Figura 3: Diagrama esquemático que apresenta as diferentes vias de produção de lítio e a utilização de salmoura e água por unidade de produção de produtos químicos para baterias de lítio a partir de desertos de sal utilizando processos evaporativos e DLE. O número de gotas utilizadas é representativo da quantidade que se estima que seja utilizada, não é quantitativo.

extração direta de lítio (DLE) (Fig. 3). Os EPs são o método mais comum e tradicional e o DLE é uma alternativa um pouco mais recente, mas ambos os métodos podem ser aplicados conjuntamente, como acontece no Salar del Hombre Muerto. Uma vez que cada salmoura tem uma composição única, é necessário um método de processamento sob medida. O que pode ser adequado, ou ótimo, para um deserto de sal pode não ser para outro.

Durante os EPs, após o bombeamento da salmoura, a evaporação solar e a eólica concentram progressivamente a salmoura numa sucessão de lagoas de evaporação (Fig. 2). Este processo é possível graças à aridez, à altitude e à irradiação solar naturalmente elevadas, que resultam em baixas necessidades energéticas e numa pegada de carbono reduzida. Podem ser colhidos diferentes sais à medida que eles precipitam, (p. ex., potássio), e as impurezas podem ser removidas. O processo demora de 12 a 18 meses, com uma taxa de recuperação de lítio de 30% a 50%, enquanto de 85 a 95% da água contida na salmoura é evaporada.

"DLE" é um termo genérico utilizado para designar várias tecnologias que concentram ativamente o lítio. Embora a tendência seja para

a substituição gradual dos EPs pela DLE, como ela ainda não é amplamente implementada em uma escala comercial na América do Sul, há incerteza quanto à sua eficiência e a seus impactos. A DLE tem uma taxa de recuperação de 70% a 95% e potencial para reduzir a utilização de salmoura, encurtar os prazos de produção e permitir o desenvolvimento de depósitos que antigamente não eram lucrativos. Alguns desafios são a necessidade de água doce e energia, a pegada ambiental incorporada e uma maior reinjeção de salmoura esgotada. Para mais informações sobre a DLE, veja a sexta edição da *The Lithium Voice*.

Após a concentração e a purificação, a salmoura empobrecida em lítio pode ser reinjetada no deserto de sal (Fig. 3). No caso dos EPs, este valor pode representar aproximadamente 15% a 20% da salmoura original. Espera-se que a DLE ofereça uma taxa de retorno de lítio mais elevada, embora os valores exatos variem para cada tipo de processo e entre os diferentes desertos de sal. A reinjeção retorna a maior parte da salmoura bombeada, embora empobrecida em lítio, o que ajuda a manter as propriedades químicas do sistema. Além disso, a reinjeção entre os poços e os

continua na página 14

continuação da página 13

locais sensíveis (as lagoas) pode atenuar parcialmente os impactos do bombeamento de salmoura, reduzindo o rebaixamento do lençol freático e seus efeitos decorrentes (Fig. 2). No entanto, as salmouras esgotadas terão uma composição química diferente das salmouras brutas, especialmente aquelas provenientes da DLE, devido às interações e aos processos químicos. Isto pode alterar a geoquímica do sistema, resultando em dificuldades no retorno da salmoura ao deserto de sal; há também preocupação com a possibilidade de a reinjeção causar a diluição do lítio nas salmouras e/ou a perturbação da estrutura estratigráfica (camadas de rocha e sedimentos).

Atualmente, ao considerar o conjunto dos benefícios de sustentabilidade dos EPs e da DLE, nenhum método leva uma vantagem clara no que tange ao impacto global na hidrogeologia dos desertos de sal ou à disponibilidade de água para as comunidades e os ecossistemas. Estes impactos não serão apenas influenciados pela tecnologia utilizada, mas também pela concentração de lítio e impurezas nas salmouras, pela hidrogeologia local e pelas condições climáticas, entre outros fatores. Assim, a tecnologia utilizada, seus méritos e seus inconvenientes exigem uma avaliação exaustiva de cada caso.

Impactos da produção de lítio

O desenvolvimento da produção de lítio na América do Sul tem potencial para produzir impactos positivos significativos, tanto em nível econômico como nos âmbitos local, regional e global. Observaram-se

melhorias promissoras nas práticas de mineração responsável, embora ainda haja muito a ser feito.

Existem preocupações significativas com a utilização de salmoura e de água doce e com os impactos ambientais e sociais associados à produção de lítio. Para compreender os impactos ambientais, é necessário ter em conta numerosas características do deserto de sal, como a quantidade e a natureza das entradas de água e a interação com as lagoas, a natureza e as propriedades do deserto de sal e as características da extração (bombeamento). Tal como acontece com todos os setores extrativos, no intuito de maximizar os benefícios para as comunidades locais e evitar litígios, é necessário ter comunicação e consideração para garantir que os projetos possam ser "bons vizinhos".

Quaisquer impactos serão específicos de cada deserto de sal e de cada projeto. A hidrogeologia, a hidrologia, a geomorfologia, a geologia, a elevação e a tecnologia utilizada influenciarão a forma como os impactos poderão ocorrer. Além disso, a determinação dos impactos é dificultada pela aridez da região, pela complexidade do sistema, pela variação das condições climáticas e à resposta do sistema, que pode levar anos ou até décadas para se materializar em características ambientais sensíveis, como as lagoas.

Além disso, os impactos causados por humanos só podem ser compreendidos e atribuídos com exatidão depois de se ter em conta a influência das variações naturais e da mudança climática. Os impactos também devem ser considerados no contexto mais amplo de outros usuários da água, como o turismo,

a agricultura e outros projetos de mineração (p. ex., as minas de cobre). É também vital ter em conta os potenciais impactos cumulativos decorrentes da operação de múltiplos projetos de lítio no mesmo deserto de sal.

Em conclusão

Depois de ser concentrado e purificado, o lítio é transportado, geralmente sob a forma de uma solução de cloreto de lítio, para uma usina de processamento. Lá, ele é transformado em carbonato de lítio, e depois em hidróxido de lítio, se desejado. Depois, esses compostos são exportados para cadeias de abastecimento globais para sua utilização, entre outras, em baterias, cerâmicas e medicamentos.

Diante da rápida eletrificação da indústria e dos transportes, o tempo disponível para aumentar a escala desse processo de produção de lítio a fim de atender às exigências de descarbonização é alarmantemente curto. O lítio dos desertos de sal do Triângulo do Lítio tem um papel fundamental a desempenhar na descarbonização global. No entanto, para que os países do Triângulo do Lítio e o mundo aproveitem essa oportunidade, será preciso lidar, com cuidado e de forma colaborativa, com questões complexas de caráter econômico, ambiental, social e de governança para que se encontre o equilíbrio entre um ambiente empresarial adequado, um desenvolvimento equitativo, a proteção do meio ambiente e a justiça social.



Este artigo representa as opiniões dos autores e não reflete necessariamente os pontos de vista do British Geological Survey ou da ILiA.



ILiA Connections



Em 15 de abril, Roland Chavasse representou a ILiA na inauguração da nova usina de cloreto de LevertonHELM. Na foto, com Stephen Elgueta-Wallis e Axel Viering da empresa. (Imagem: LevertonHELM)



No Future Mineral Forum em Riade, na Arábia Saudita, Roland Chavasse, da ILiA, participou de um painel com (da esquerda à direita) Ken Hoffman (McKinsey), Daniel Abdo (Sigma Lithium), Raju Daswani (Fastmarkets), o engenheiro Turki Al Babbain (Vice-Ministro de Desenvolvimento da Mineração, Ministério da Indústria e dos Recursos Minerais da Arábia Saudita) e Frank Li (Tianqi Lithium). (Imagem: Beacon Events)



O Presidente Fundador da ILiA, Anand Sheth, pronunciou o discurso de abertura da conferência China International Lithium Industry Conference de 2024, realizada na província de Sichuan, na China. (Imagem: China Nonferrous Metals Industry Association)



Em março, a ILiA organizou um jantar de networking para membros e convidados em Bruxelas, na Bélgica. O jantar foi realizado simultaneamente com a conferência Benchmark Mineral Intelligence GIGA Europe 2025.



Em outubro, realizamos o nosso primeiro almoço de networking em Salta, na Argentina. Foi ótimo poder entrar em contato com membros de toda a região e ficar a par de todos os novos projetos de lítio na Argentina.



Astrid Karamira visita a Companhia Brasileira de Lítio (CBL) no Vale do Jequitinhonha, no nordeste de Minas Gerais, Brasil. (Imagem: CBL).

A COR DO LÍTIO

Os fogos de artifício são uma forma popular de celebrar ocasiões importantes, incluindo aniversários, o ano novo e feriados públicos em todo mundo, mas sabia que muitos dos fogos de artifício vermelhos são feitos de lítio?

De que cor é o lítio? Branco? Cinza-prata? Roxo? Verde?

Bom, o lítio pode ser de todas essas cores dependendo da forma em que se apresente. Na forma metálica, o lítio é cinza-prata brilhante, semelhante à maioria dos outros metais (ver página 8). Na forma de carbonato, o lítio é um pó cristalino branco brilhante, muito parecido com o sal de mesa.

Os principais minerais que contêm lítio, o espodumênio, a petalita e a lepidolita, apresentam uma variedade notável de tons rosas, verdes, roxos e amarelos-acinzentados claros (a inspiração para a paleta de cores da ILiA), enquanto alguns dos minerais mais exóticos, como a turmalina-rubelita, são verdadeiramente espetaculares.

Mas há mais por trás da cor do lítio do que podemos imaginar... E esperem, isso é apenas o começo!

A questão candente

Alguma vez você se sentou perto de uma fogueira à noite e viu como a lenha ardia lentamente, com chamas de cores raras? Será que alguém jogou restos de metais no fogo? Aquilo que você viu provavelmente fosse o objeto de estudo da espectroscopia de emissões óticas, ou seja, a ciência que estuda os diferentes elementos metálicos que ardem com chamas de cores diferentes.

Em química, o "teste de chama" é uma forma antiga, mas fiável, de testar a presença (ou ausência) de diferentes elementos, especialmente metais alcalinos como o lítio, o sódio e o potássio. Cada um desses metais arde com uma assinatura cromática única, claramente visível ao olho humano.

A razão pela qual diferentes elementos parecem arder com cores

diferentes são suas propriedades atômicas fundamentais.

Quando um átomo é aquecido, seus elétrons exteriores passam para um estado de energia mais elevado e o átomo fica "excitado". Se o átomo voltar a esfriar, ele retorna ao seu estado "inicial" habitual e emite energia em comprimentos de onda que aparecem como luz visível.

Como cada elemento tem uma estrutura atômica diferente, o espectro de emissão de cada tipo de elemento é único e universalmente constante. A maioria emite mais de um comprimento de onda de luz visível, e o comprimento de onda dominante determina a cor específica da chama vista a olho nu.



Os íons de lítio reagem na chama de um bico de Bunsen. O lítio é incomum, pois ele reage tanto com o oxigênio para formar óxido de lítio (Li_2O) como com o nitrogênio para formar nitreto de lítio (Li_3N).

(Imagem: Charles D. Winters / Science Source)

Por exemplo, o cobre produz uma chama azul; o cálcio, uma chama

laranja; o sódio, uma chama amarela; e o bário, uma chama verde. No espectro de emissão do lítio, a linha mais forte situa-se a ~670,8 nanômetros (nm) e uma segunda a ~610 nm, que juntas geram uma chama rubro-vermelha brilhante.

Essa é a cor do lítio.

Os átomos de lítio vistos pela primeira vez

Foram alguns testes de chama rudimentares que levaram primeiro à descoberta do lítio e, mais tarde, à sua confirmação.

Antes da invenção da dinamite, a mineração consistia muitas vezes na construção de uma fogueira diretamente sobre um corpo de minério para aquecer as rochas, que depois era extinguida rapidamente com água. Assim, a rocha quente rachava e se fragmentava em pedaços manejáveis que podiam ser extraídos e processados. Esse método de extração de minério, conhecido como "fire setting", era o utilizado numa mina de ferro na ilha de Utö, na Suécia, no final do século XVIII, quando o lugar foi visitado pelo polímata brasileiro José Bonifácio de Andrada e Silva.

Conta-se que apresentaram a Andrada um mineral branco que emitia uma chama vermelha intensa quando era lançado ao fogo. Fascinado, ele recolheu uma amostra para análise e, depois, demonstrou que se tratava de um mineral nunca antes descoberto. Esse mineral era a petalita (no entanto, como a petalita era uma impureza indesejável no depósito de minério de ferro de Utö, é possível que os primeiros mineiros xingassem sempre que viam chamas vermelhas aparecerem nas fogueiras que faziam na mina).

Duas décadas depois, um jovem



cientista sueco chamado Johan Arfwedson demonstrou que a petalita continha um elemento até então desconhecido, que ele chamou de lítio. A descoberta foi confirmada de forma independente um ano mais tarde, quando um químico alemão, Christian Gottlob Gmelin, observou que o novo elemento ardia com uma chama rubro-vermelho intensa, uma cor que nunca tinha sido vista antes em testes de chama em laboratório.

Aplicações práticas

Atualmente, os testes de chama continuam sendo muito utilizados devido à sua simplicidade e fiabilidade. Um teste de chama básico pode desempenhar um papel útil na análise; por exemplo, em testes de campo de amostras de minerais brutos. Esses testes também são uma ótima forma de inspirar as novas gerações de químicos nas aulas de ciência na escola.

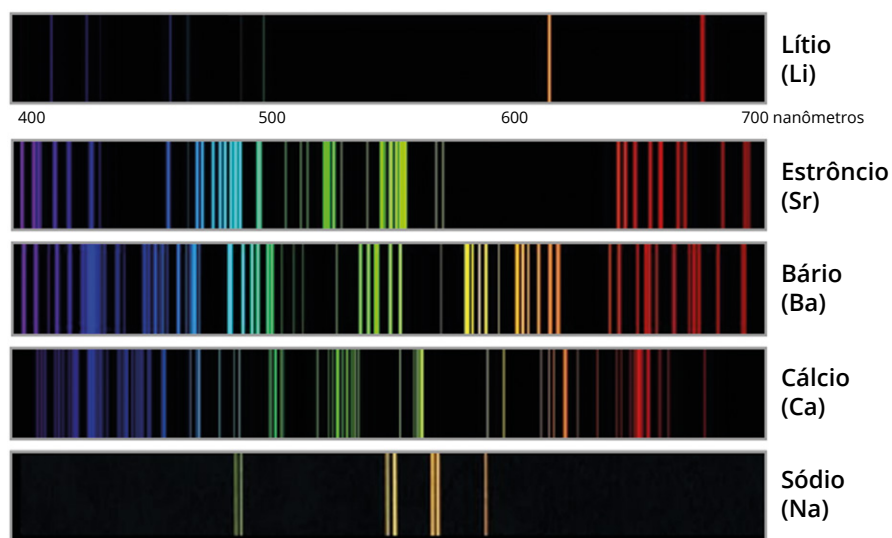
O princípio subjacente ao teste de chama também constitui a base da espectroscopia de emissão atômica (ou fotometria de chama), uma técnica de análise altamente técnica que utiliza uma faísca ou plasma quente para energizar uma amostra e medir as suas emissões.

Para se divertir e salvar vidas

Os fogos de artifício são, sem dúvida, a aplicação mais visível do espectro de emissão do lítio e, provavelmente, aquela que todos nós já tenhamos visto, até mesmo sem perceber. O fato de elementos diferentes arderem com cores diferentes é fundamental para os fogos de artifício; para fazer um amarelo, acrescenta sais de sódio; para um azul, acrescenta cobre, para um laranja, acrescenta cálcio, e assim por diante.

Tradicionalmente, os fogos de artifício vermelhos eram fabricados principalmente com sais de estrôncio (o estrôncio também tem um forte espectro de emissão em comprimentos de onda vermelhos), mas na última década a tendência vem sendo a de substituir o estrôncio por lítio por causa da preocupação com o efeito dos vestígios de estrôncio na saúde humana nos EUA

Espectros de emissão do lítio e de elementos selecionados



e em outros países. Uma vantagem adicional da utilização de sais de lítio na pirotecnia é que, ao alterar ligeiramente a receita, também é possível produzir fogos cor-de-rosa e laranja.

No entanto, o lítio como corante de fogos de artifício vermelhos não apenas tem aplicações lúdicas - ele também salva vidas.

Há muito tempo os sinalizadores pirotécnicos vermelhos de emergência vêm sendo utilizados para chamar a atenção em momentos de perigo. Antigamente, eles também eram feitos com sais de estrôncio, mas agora está em andamento uma transição para o lítio, especialmente nos EUA, onde o trabalho foi liderado pelo Laboratório de Investigação do Exército dos EUA em parceria com a Universidade Ludwig Maximilian, na Alemanha. As luzes vermelhas eletrônicas (que

utilizam baterias de lítio) são cada vez mais populares, mas os sinalizadores pirotécnicos continuam sendo amplamente utilizados e têm várias aplicações, entre elas como balizas de localização em exercícios militares e como sinalizadores pirotécnicos de emergência "SOS" para navegação e montanhismo.

Os minerais e sais de lítio e suas aplicações vêm em uma grande variedade de cores, mas há uma que se destaca por representar uma propriedade fundamental e inimitável do lítio: o vermelho-escarlate. Essa cor única não apenas ajuda os geólogos a identificar o lítio nos minerais, mas também alegra milhões de crianças que assistem a espetáculos de fogos de artifício, e até ajuda a salvar vidas.

Poucos elementos podem fazer o mesmo!



Um relatório especial sobre a mesa-redonda de especialistas

Em março de 2025, a ILiA organizou uma mesa-redonda de especialistas em Londres, que reuniu a importantes toxicologistas, epidemiologistas e psiquiatras para avaliar a fundamentação das classificações propostas para os compostos de lítio como supostamente tóxicos para a reprodução. O projeto reflete o empenho da ILiA no sentido de que as decisões regulatórias relativas ao lítio sejam baseados em debates transparentes com fundamentação científica.

O programa recebeu o apoio generoso de oito empresas líderes no setor do lítio: Albemarle Corporation, Arcadium Lithium (antes da sua aquisição pela Rio Tinto), Ganfeng Lithium, Imerys Lithium France, LeventonHELM Ltd, Rio Tinto, Sibanye Stillwater Ltd e SQM. A Associação agradece muito o envolvimento dessas empresas no projeto.

As mesas-redondas estiveram enfocadas em uma proposta do Comitê de Avaliação dos Riscos (RAC) da Agência Europeia dos Produtos Químicos para classificar o carbonato, o hidróxido e o cloreto de lítio como substâncias tóxicas para a reprodução de categorias 1A e 1B. Os especialistas examinaram os dados disponíveis sobre fertilidade e toxicidade para o desenvolvimento e manifestaram preocupações quanto à solidez das provas que fundamentam a proposta.

Principais conclusões

1. Fertilidade

Os peritos identificaram lacunas importantes em estudos fundamentais, entre elas:

- uma dosagem excessiva que resulta em toxicidade sistêmica, confundindo os efeitos reprodutivos;
- falta de dados sobre os animais ou dados implausíveis sobre os

mesmos (idade, peso, maturidade);

- falhas metodológicas como o manejo deficiente de tecidos, espécies animais inadequadas e dosagem inconsistente;
- não consideração da influência da toxicidade sistêmica nos resultados relativos à fertilidade;
- o fato de o estudo com maior fiabilidade e relevância ter sido discutido pelo RAC, mas não ter sido refletido com o peso adequado na conclusão final do RAC.

Com base numa revisão completa, os especialistas concordaram que as provas podem justificar uma classificação de categoria 2 (suspeito de toxicidade para a reprodução humana), mas não de categoria 1B, que exige "provas claras".

2. Toxicidade para o desenvolvimento

Os especialistas concluíram que os dados existentes sobre seres humanos não demonstram uma relação causal entre a exposição ao lítio e os danos no desenvolvimento.

Em particular:

- os estudos que relacionam o lítio com cardiopatias congênitas (CHD) careciam de controles adequados para variáveis de confusão;
- as pessoas com transtorno bipolar enfrentam múltiplos riscos concomitantes de CHD (por exemplo, medicamentos, obesidade, abuso de álcool/drogas);
- as pequenas dimensões das amostras e os resultados pouco frequentes reduziram o poder estatístico;
- o viés de detecção pode distorcer os resultados, uma vez que as mulheres grávidas expostas ao lítio são mais monitoradas.

Os especialistas também debateram questões relacionadas com as aplicações médicas e enfatizaram que a utilização terapêutica do lítio envolve doses muito mais elevadas do que a exposição ambiental ou profissional. Os benefícios do lítio

para o transtorno bipolar superam os potenciais riscos para a reprodução, e uma classificação incorreta poderia estigmatizar um tratamento essencial e dificultar o desenvolvimento de tecnologias ecológicas.

Recomendações

Os especialistas aconselharam a adoção de uma abordagem mais equilibrada e com fundamentação científica mais sólida, incluindo:

- estudos adicionais em animais sobre a fertilidade;
- meta-análises melhoradas e estudos farmacoepidemiológicos com controle de variáveis de confusão;
- dados mais transparentes e de melhor qualidade nos estudos com seres humanos;
- aplicação de uma metodologia de ponderação das provas, dando prioridade à qualidade e ao contexto do estudo;
- envolvimento dos órgãos reguladores para garantir a utilização correta das provas disponíveis;
- defesa de decisões de classificação que reflitam o risco real e não preocupações teóricas.

Conclusão

Os painéis concluíram que as provas atuais não justificam a classificação dos compostos de lítio como substâncias tóxicas para a reprodução de categorias 1A e 1B.

As preocupações se referem principalmente à utilização medicinal do lítio em doses elevadas e não à exposição ambiental. Uma classificação excessivamente cautelosa poderia prejudicar o cuidado dos pacientes e dificultar o cumprimento dos objetivos de energia limpa, com benefícios limitados no mundo real. Os especialistas manifestaram a necessidade de adotar uma abordagem regulatória mais equilibrada e fundamentada.



Obtenha benefícios exclusivos sendo membro da ILiA

Una-se à Associação Internacional do Lítio (ILiA) e faça parte de uma poderosa força global que está construindo o futuro do lítio! Entre em contato, colabore e abra caminho com os pioneiros do setor para impulsionar a inovação, a defesa de interesses e o crescimento. A ILiA é o seu parceiro de confiança para impulsionar a revolução do lítio!

Mantenha-se informado e à frente do mercado

- Tome melhores decisões: Receba relatórios mensais sobre o mercado do lítio realizados pelos principais analistas independentes.
- Mantenha-se na vanguarda das práticas de ESG: Participe em conversas exclusivas sobre ESG para discutir tendências críticas de sustentabilidade.
- Seja o primeiro em saber: Receba novidades sobre o setor todos os meses e a revista *The Lithium Voice* cheia de informações, direto na sua caixa de entrada.
- Reforce sua marca: Aproveite os descontos em anúncios na *The Lithium Voice* para chegar a um público global em três idiomas.
- Navegue por um extenso arquivo digital de documentos técnicos, apresentações em eventos e gravações.
- Ganhe visibilidade: Obtenha uma listagem gratuita da sua empresa na Revista Anual e no site da ILiA.

Navegue com confiança pelas normas

- Mantenha a conformidade, sem perder competitividade: Receba orientação especializada sobre atualizações de normas, padrões de ESG e melhores práticas do setor.
- Seja representado na criação de políticas: A ILiA representa os seus membros em discussões importantes sobre normas relativas ao lítio, legislações sobre a cadeia de fornecimento e políticas públicas para matérias-primas críticas.
- Apoio prioritário: Obtenha assistência direta da Secretaria do ILiA para quaisquer dúvidas que tiver sobre o lítio - regulatórias, técnicas ou simplesmente informativas.
- Ajude a criar uma estratégia do setor: Contribua para o desenvolvimento da liderança de pensamento e de diretrizes para os produtos a base de lítio no futuro.

Expanda a sua rede de contatos e ganhe acesso exclusivo

- Conecte-se com os líderes do setor: Participe em eventos de networking gratuitos exclusivos para membros em todo o mundo - 12 eventos em 8 países só em 2024!
- Acesso VIP aos eventos online da ILiA: Participe de webinars exclusivos com os melhores especialistas do setor.
- Descontos especiais: Ganhe descontos para os ingressos para as principais conferências de terceiros.
- Apresentações diretas de membros: Construa relacionamentos comerciais significativos com os principais atores da cadeia de valor do lítio.

Influencie o futuro do setor do lítio

- Seja ouvido onde importa: A ILiA defende a criação de normas justas em conferências internacionais e organizações globais (ISO, IGF, OCDE, GBA e ECHA, entre outras).
- Impulsione o desenvolvimento da ILiA: Influencie o trabalho da ILiA em subcomitês e grupos de trabalho.
- Contribua para o futuro do setor: Os membros principais podem nomear representantes para o Comitê Executivo da ILiA para orientar o setor com a visão estratégica da Associação.



INTERNATIONAL
LITHIUM
ASSOCIATION

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

MEMBROS PRINCIPAIS



MEMBROS ASSOCIADOS

