



O papel dos minerais no processo de transição energética

Cooperação regional e protocolos alinhados
às diretrizes de ESG na América do Sul podem
impulsionar globalmente os negócios

Energia e Recursos Naturais • Janeiro de 2023

kpmg.com.br



Apresentação

O Chile é o maior produtor mundial de cobre; o Peru é o terceiro. A Argentina e o Brasil também figuram entre os 20 principais produtores mundiais desse minério, ocupando respectivamente a 14ª e a 15ª posições da lista. Além disso, o Chile integra, com a Argentina e a Bolívia, o chamado “Triângulo do Lítio”: juntos, os três países concentram cerca de 65% das reservas mundiais do minério.

Detentor da segunda maior reserva mundial de elementos de terras raras, o Brasil dispõe de pelo menos 22 milhões em reservas desses minerais. O País também é o segundo maior país produtor de grafite do mundo, superado apenas pela China. Estes e outros minérios são essenciais para, por exemplo, a fabricação de baterias de veículos elétricos, a produção de painéis solares e a construção de usinas eólicas.

Para que os países comprometidos com a mitigação das mudanças climáticas cumpram a meta de zerar as emissões líquidas de carbono até 2050 (net zero), será necessário investir consideravelmente nas fontes renováveis e, conseqüentemente, haverá a necessidade de expandir a extração dos minérios necessários à produção dos veículos e das usinas do futuro.

Para os países sul-americanos, essa necessidade é uma valiosa oportunidade de negócios e fonte de vários desafios.



Sumário

04 Introdução

06 Lítio e ETRs são destaques

07 Reservas sul-americanas

08 Conclusão

Legenda dos botões



Ir para o
sumário



Voltar
Adiantar



Ver mais
informações

Esta publicação foi produzida pelos sócios-líderes do setor em conjunto com a equipe de Marketing e Comunicação da KPMG na América do Sul.

Conteúdo e Aspectos Técnicos:
Manuel Fernandes

Análises e Redação:
Matias Cano // Ricardo Lima

Diagramação:
Alexander Buendía // Marianna Urbina

Coordenação:
Elizabeth Fontanelli // Florencia Perotti



Introdução

Desde 1995, quando foi realizada pela primeira vez em Berlim (Alemanha), acontece anualmente a Conferência do Clima da Organização das Nações Unidas (COP) – órgão supremo da United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Durante duas semanas, os países participantes avaliam a situação das mudanças climáticas e propõem políticas e mecanismos voltados a garantir que a temperatura média do planeta não ultrapasse o teto de 1,5 graus Celsius (em comparação à temperatura pré-industrial).

Ao longo de 27 Conferências – a última delas realizada em novembro de 2022 em Sharm El Sheikh (Egito) –, os países participantes da COP consolidaram a certeza de que o mundo terá que passar por uma transição energética profunda, voltada principalmente a substituir os combustíveis fósseis por fontes mais “limpas” – ou seja, não-emissoras de gases de efeito estufa (GEEs) – e renováveis. Essas alternativas incluem as fontes solar e eólica. Também é consenso que os veículos movidos a combustíveis fósseis, responsáveis pelas emissões de grandes quantidades de dióxido de carbono (CO₂), devem ser substituídos por veículos elétricos.

Assim, vive-se um momento em que as emergências climáticas se impõem e as questões ambientais, sociais de governança corporativa (*Environmental, Social and Governance* - ESG) ganham protagonismo no delineamento de estratégias de empresas e governos.

Todos os países assumiram metas ambiciosas para alcançar o *net zero*, ou *net zero carbon* (emissões líquidas de carbono zero, em tradução livre). Ou seja, a meta é chegar a um patamar em que a emissão de gases de efeito estufa (GEEs) esteja proporcionalmente equilibrada com sua remoção da atmosfera.

Aqui se estabelece o *link* entre esse cenário e a demanda crescente por minerais, inclusive pelas chamadas terras raras: a busca pelo *net zero* tende a impulsionar a demanda por minerais essenciais à viabilização de tecnologias limpas.

No entanto, para a fabricação de painéis solares, usinas eólicas ou de carros elétricos, torna-se necessária a extração de quantidades volumosas de diversos minerais. Um veículo elétrico, por exemplo, precisa de seis vezes mais recursos minerais do que um veículo a combustão; uma usina eólica *onshore* requer nove vezes mais insumos minerais do que uma usina a gás. Se as turbinas forem instaladas *offshore*,

a demanda por materiais será ainda maior: elas exigem até três vezes mais cobre do que as usinas instaladas em terra firme.

Em resposta a essa demanda, a extração de minerais como o grafite, o lítio e o cobalto pode aumentar em quase 500% até 2050, de acordo com estimativas do Banco Mundial. A demanda por telúrio e neomídio, empregados respectivamente na fabricação de painéis solares e de ímãs permanentes (usados na energia eólica e nos carros elétricos), também deve crescer exponencialmente.

De acordo com o estudo *Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition*, produzido pelo Banco Mundial, mais de três bilhões de toneladas de minerais e metais serão necessárias para viabilizar a implementação e o armazenamento de energia eólica, solar e geotérmica.

Já o relatório *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, elaborado pela Agência Internacional de Energia (IEA), elenca os minerais lítio, níquel, cobalto, manganês e grafite como “minerais cruciais para o desempenho, a longevidade e a densidade das baterias” (IEA, 2021).

Por sua vez, os metais de terras raras – que recebem esse nome por serem de difícil extração e têm características como maleabilidade, magnetismo intenso e alta capacidade de absorção e emissão de luz – são essenciais para a produção de ímãs permanentes. Por isso, são essenciais para a fabricação de turbinas eólicas, motores de veículos elétricos, supercondutores, magnetos, catalisadores, lâmpadas de LED e *lasers*.

Conhecidos na tabela periódica por Elementos Terras Raras (ETRs), esses minérios são o escândio, o ítrio, o lantânio, o cério, o praseodímio, o neodímio, o promécio, o samário, o európio, o gadolínio, o térbio, o disprósio, o hólmio, o érbio, o túlio, o itérbio e o lutécio.

Hoje, a China é a maior exportadora do mundo desses elementos. Contudo, uma grande parte desses minerais está disponível também nos subsolos na América do Sul. Será esta uma oportunidade de negócios para os países da região? Que impactos negativos a extração mineral poderá acarretar ao meio ambiente e o que pode ser feito para mitigá-los?

Vale lembrar que minerais comuns e de produção em grande volume, como o ferro, cobre, níquel, manganês, grafite e zinco, também desempenham um papel importante nessa indústria, por isso, a procura por eles tende a crescer.



Lítio e ETRs são destaques

Por sua capacidade de armazenamento de energia, o lítio e os ETRs são componentes-chave em veículos elétricos, turbinas eólicas e outras fontes de energia limpa que são imprescindíveis para a mitigação das mudanças climáticas.

As baterias de veículos elétricos são as que mais exigem insumos, particularmente o lítio. Além disso, as redes de recarga dos veículos elétricos são compostas por vários cabos, os quais requerem uma quantidade significativa de cobre.

No que se refere à geração de energia elétrica, conforme já mencionado, a demanda por minerais é especialmente grande por parte das fontes eólicas. O volume de cobre necessário para a geração de energia eólica *offshore* era, em 2020, de aproximadamente oito toneladas por *megawatt*, contra 2,9 toneladas por *megawatt* para a energia eólica *onshore*.

A construção dessas usinas também requer alumínio, zinco e terras raras. Suas torres e sistemas de transmissão exigem aço, zinco e alumínio; os geradores contêm cobre e as turbinas são feitas de fibra de carbono e vidro nas pás.

Em alguns casos, opta-se por turbinas que usa magnetismo de acionamento direto, à base de neodímio e disprósio — ambos ETRs. Aliás, os minerais de terras raras estão presentes em pelo menos 20% das turbinas eólicas instaladas pelo mundo.

Em relação à energia solar, seu armazenamento pode envolver apenas o uso de baterias individuais (no caso, por exemplo, de um gerador solar para uso privado). No entanto, no caso de um complexo ou parque solar, trata-se de uma grande central geradora elétrica que utiliza milhares de placas fotovoltaicas para, de forma direta ou indireta, transformar a luz do sol em eletricidade e enviá-la aos centros urbanos por meio de linhas de transmissão.

Existem dois tipos principais de usinas solares, que diferem na tecnologia aplicada e no processo como transformam a luz em energia elétrica:

1. **Usinas solares fotovoltaicas: são as mais adotadas atualmente. Nelas, a geração é feita por meio dos módulos fotovoltaicos (placas solares), que podem ser instalados em terra ou sobre superfícies de corpos d'água (usina solar flutuante).**

2. **Usinas heliotérmicas ou termosolares: geram energia por meio de um processo indireto, que utiliza o calor do sol para transformar água em vapor e mover turbinas elétricas. Para que isso ocorra, milhares de espelhos (chamados de coletores ou heliostatos) captam os raios solares e os direcionam a um recipiente contendo líquido. Com o calor dos raios concentrados, o líquido evapora e alimenta as turbinas e os geradores responsáveis pela produção da energia**

elétrica. Ao contrário dos sistemas fotovoltaicos, a tecnologia heliotérmica só é viável em grandes projetos centralizados, devido à maior complexidade na construção e operação dos projetos.

Em qualquer configuração, e de forma ainda mais acentuada nos projetos de larga escala, a produção de energia solar requer um amplo leque de minerais utilizados nas baterias de íons de lítio, que incluem cobalto, lítio, manganês, níquel e grafite.

Pelo seu potencial eletroquímico, o lítio é o componente fundamental das baterias de íons de lítio recarregáveis de alta densidade. As baterias consistem em dois eletrodos ou condutores elétricos (cátodo e ânodo) e um eletrólito por meio do qual trocam íons, entregando uma carga ou descarga. Geralmente, o grafite é empregado como ânodo. Já os cátodos variam: na maioria das vezes opta-se pelo níquel, mas as misturas de cobalto, lítio e manganês também são adotadas com frequência.

Reservas sul-americanas

O Chile é o maior produtor mundial de cobre; o Peru é o terceiro. A Argentina e o Brasil também figuram entre os 20 principais produtores mundiais desse minério, ocupando respectivamente a 14ª e a 15ª posições da lista. As minas de cobre produzem anualmente cerca de 20 milhões de toneladas de minério concentrado. Em 2021, a demanda de cobre do Chile, maior produtor mundial do mineral, já havia aumentado cerca de 80% em relação ao ano anterior.

A Bolívia, a Argentina e o Chile formam o chamado “Triângulo do Lítio”: juntos, os três países concentram cerca de 65% das reservas mundiais do minério.

Detentor da segunda maior reserva mundial de elementos de terras raras, o Brasil tem cerca de 22 milhões em reservas desses minerais, disponíveis principalmente nas areias monazíticas do litoral e em jazidas próximas a vulcões extintos, como nas cidades de Araxá e Poços de Caldas, em Minas Gerais; Catalão, em Goiás; e em Pitinga, no Amazonas. Por se tratar de uma riqueza de difícil obtenção – métodos tradicionais de mineração não são viáveis para a extração de ETRs –, essas reservas ainda não são exploradas.

O Brasil também é o segundo maior país produtor de grafite do mundo, superado apenas pela China.

Como se vê, embora a energia limpa seja uma esperança para o controle da temperatura média do planeta, sua viabilização implica no uso intensivo de uma vasta gama de minerais. Para os países sul-americanos, essa necessidade é uma valiosa oportunidade de negócios e fonte de vários desafios.

O primeiro desses grandes desafios diz respeito à sustentabilidade da exploração desses minerais e, principalmente, à capacidade das nações sul-americanas atenderem ao aumento de demanda sem que isso acarrete danos ambientais e sociais. A mineração de cobre e lítio, por exemplo, exige o uso de muita água, e cerca 80% do cobre chileno está em áreas com baixa disponibilidade hídrica.

Outro aspecto preocupante é a falta de infraestrutura adequada à exploração de minérios. Para suprir essa necessidade, são necessários altos investimentos, que nem sempre são viáveis em países que já enfrentam problemas socioeconômicos históricos. Também é importante revisar as legislações ambientais e tributárias em boa parte dos países sul-americanos, incluindo o Brasil: barreiras regulatórias e a pesada tributação sobre os lucros de mineração dificultam a jornada das mineradoras na região e inibem investimentos.



Conclusão

A demanda global por uma variedade de minérios a serem empregados na indústria de energias renováveis já cresceu, tende a se expandir e pode representar uma nova oportunidade para os países sul-americanos. A cooperação entre governos e iniciativa privada pode ser o caminho para viabilizar a extração responsável e adequada desses minérios.

De acordo com o IEA, a conscientização sobre a necessidade de se investir no desenvolvimento sustentável da mineração em países com reservas abundantes é crucial para assegurar a disponibilidade desses insumos e, portanto, o desenvolvimento e a expansão das fontes de energia limpa e renovável.

O Brasil é um bom exemplo nesse sentido. Uma carta compromisso firmada pelo Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram) estabelece uma série de ações ambientais que devem ser seguidas pelo setor de mineração até 2030. Entre as metas acordadas pelas empresas, incluem-se: ampliar em 10% as áreas protegidas; reduzir em 10% o consumo de água; trabalhar para que o índice de acidentes seja 0%; dobrar a inclusão de mulheres e de pessoas com deficiência nas empresas, principalmente em postos de liderança.

Tornar a exploração mineral na América do Sul sustentável também pressupõe desenvolver tecnologias mais eficientes para o uso de minerais estratégicos e explorar alternativas menos prejudiciais para o solo e a água (biomassa, por exemplo). O desenvolvimento dessas tecnologias e de suas aplicações constitui, por sua vez, um novo nicho de negócios. A cooperação regional, o compartilhamento de pesquisas e conhecimentos e até uma agenda comum de protocolos e compromissos podem pavimentar o caminho para que os países sul-americanos atinjam seu potencial máximo nesse novo cenário.

Referências

ALBUQUERQUE, Dominic. *Os 8 maiores produtores de lítio do mundo*. Sociotécnica. Disponível em: <<https://sociotecnica.com.br/maiores-produtores-de-litio-do-mundo/>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

BERNARDES, Júlio. *Valiosas e versáteis: pesquisas com terras raras mostram caminho para criar cadeia produtiva no Brasil*. Jornal da USP. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/ciencias/valiosas-e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cadeia-produtiva-no-brasil/>>. Acesso em: 8 dez. 2022.

CUÉLLAR, Alejandra; FISCHER, Andrea. *Energias limpas têm alta demanda por minerais: será uma faca de dois gumes?* Diálogo Chino. Disponível em: <<https://dialogochino.net/pt-br/industrias-extrativistas-pt-br/53160-energias-limpas-tem-alta-demanda-por-minerais-sera-uma-faca-de-dois-gumes/>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

ECYCLE. *O que são terras raras?* Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/terras-raras/>>. Acesso em: 8 dez. 2022.

GANDRA, Alana. *Produção do setor mineral cresce 7% em 2021 e faturamento aumenta 62%*. Agência Brasil. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-02/producao-do-setor-mineral-cresce-7-em-2021-e-faturamento-aumenta-62>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

HUND, Kirsten *et al.* *Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition*. Disponível em: <<https://pubdocs.worldbank.org/en/961711588875536384/Minerals-for-Climates-Action-The-Mineral-Intensity-of-the-Clean-Energy-Transition.pdf>>. Acesso em: 7 dez. 2022.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transition*. Disponível em: <<https://iea.blob.core.windows.net/assets/24d5dfbb-a77a-4647-abcc-667867207f74/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf>>. Acesso em: 7 dez. 2022.

OECD LIBRARY. *Governança regulatória no setor de mineração no Brasil*. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/governance/governanca-regulatoria-no-setor-de-mineracao-no-brasil_df9252dc-pt>. Acesso em: 7 dez. 2022.

PORTAL DA MINERAÇÃO. *Cobre é considerado o “novo petróleo” na economia verde*. Disponível em: <<https://portaldamineracao.com.br/cobre-e-na-economia-verde/>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

SCIENCE DIRECT. *Lanthanide ion processing from monazite based on magnetic nanohydrometallurgy*. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304386X19304372?via%3Dihub>>. Acesso em: 8 dez. 2022.

VALENCIO, Nelson. *Brasil é potência em minerais críticos para transição energética*. Disponível em: <<https://editorabrasilenergia.com.br/brasil-e-potencia-em-minerais-criticos-para-transicao-energetica/>>. Acesso em: 6 dez. 2022.

Fale com o nosso time



Manuel Fernandes

Sócio-líder do setor de Energia e Recursos Naturais da KPMG na América do Sul
mfernandes@kpmg.com.br

kpmg.com/socialmedia

