













RELATÓRIO 2026

A nova equação da mineração na América Latina: *os limites invisíveis entre energia e operação*



03	Os limites invisíveis entre energia e operação	
04	1. Vozes do setor: quem ouvimos e os principais insights das entrevistas	
06	2. A mineração na América Latina: entre potencial geológico, infraestrutura e governança	
10	3. A equação operacional da mineração: energia, logística e regulação	
12	3.1 A confiabilidade energética como eixo da competitividade operacional	
15	3.2 A geografia como condicionante estrutural das operações	
17	3.3 Climatização, segurança ocupacional e continuidade produtiva	
20	4. Infraestrutura energética como pilar da mineração moderna	
21	4.1 Como o setor está respondendo aos gargalos energéticos	
23	4.2 Transição energética: da exigência externa à transformação operacional	
27	4.3 A próxima fronteira operacional da mineração	
29	Integração, infraestrutura e estratégia: o novo eixo da mineração	

Os limites invisíveis entre energia e operação

Em meio ao movimento de diversos países para fortalecer cadeias produtivas consideradas estratégicas para a indústria, o setor de energia ocupa uma posição central nesse processo, não por acaso, os investimentos públicos em pesquisa e desenvolvimento em energia ultrapassaram USD 50 bilhões em 2025, [segundo a Agência Internacional de Energia](#).

Nesse momento, onde o mundo passa por uma verdadeira mudança energética, a pressão operacional coloca o setor de mineração como base da transição energética, fomentando uma crescente disputa geológica entre países. Minerais como cobre, lítio, níquel, cobalto, grafite e terras raras deixaram de ser só commodities industriais e passaram a ser vistos como insumos críticos para baterias, redes e veículos elétricos, energia renovável, semicondutores e defesa.

E, na América Latina, conjugar o aumento da produção de minérios à eficiência energética das operações é hoje um dos principais desafios estratégicos da indústria extrativa. A região vive um momento de expansão da demanda global por minerais críticos, [essenciais à transição energética](#), ao mesmo tempo em que enfrenta pressões crescentes para reduzir emissões, custos operacionais e impactos ambientais. Mesmo se tratando de um setor consolidado e estratégico, a mineração é impactada por entraves regulatórios, técnicos e logísticos significativos.

Neste relatório, analisamos os principais mercados de mineração da América Latina a partir de uma perspectiva operacional, observando como energia, logística, localização, climatização e infraestrutura vêm moldando a competitividade do setor em contextos distintos, mas atravessados por obstáculos estruturais semelhantes.

Nos seis países analisados, Argentina, Brasil, Chile, Equador, México e Peru, fica evidente que o futuro da mineração dependerá cada vez menos apenas da abundância de recursos e cada vez mais da capacidade de transformar potencial geológico em operações sustentadas por uma infraestrutura eficiente e de acordo com as exigências do setor.



Foto: Edgar Gutierrez/Stock

"A infraestrutura energética ocupa hoje uma posição central no desenvolvimento da mineração latino-americana e nosso objetivo principal é compreender os desafios e oportunidades relacionados ao setor. Mais do que sustentar as operações, essa infraestrutura influencia decisões estratégicas, condiciona a competitividade do setor e ajuda a definir os caminhos possíveis para uma transição que precisa aliar segurança, eficiência e confiabilidade operacional."



JOSÉ ALBORNOZ,
GERENTE REGIONAL DE
MINERAÇÃO - AGGREKO - LATAM

1. Vozes do setor: quem ouvimos e os principais insights das entrevistas

Este relatório foi elaborado a partir de entrevistas em profundidade com 21 profissionais do setor de mineração. As conversas buscaram captar percepções qualificadas sobre o **contexto atual do setor**, seus principais **desafios e perspectivas**, a partir da experiência prática de profissionais que atuam diretamente no setor de mineração latino-americano.

Os entrevistados estão distribuídos entre os principais polos mineradores da América Latina: Brasil, Chile e Argentina concentram **75%** das entrevistas, enquanto México, Equador e Peru respondem pelos 25% restantes, em uma composição que ainda assegura presença equilibrada entre Cone Sul, Região Andina e México.



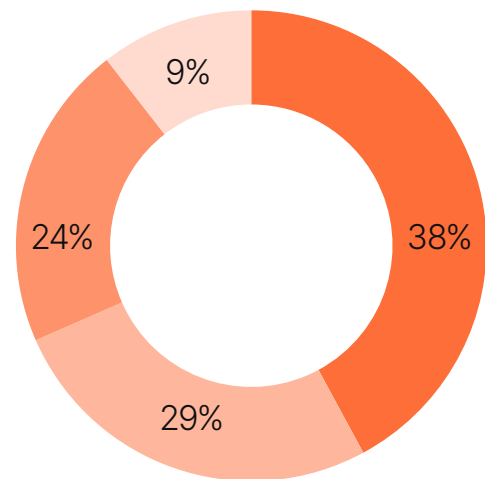
dos entrevistados associa o futuro energético da mineração à transição para modelos mais sustentáveis, baseados em energias renováveis e/ou eficiência energética.

Boa parte dos profissionais entrevistados acreditam que o setor deve avançar para uma matriz mais limpa, diversificada e rastreável nos próximos 5 a 10 anos. Também associam o futuro energético da mineração ao aumento da demanda por energia no mundo.



dos entrevistados destacam a existência de barreiras operacionais e/ou econômicas à transição.

Sobretudo as dificuldades relacionadas ao custo e à disponibilidade de energia renovável fazem com que o diesel continue a desempenhar um papel fundamental na diversificação da matriz energética e na confiabilidade do fornecimento de energia.



- **Mineração metálica tradicional:**
Ouro, Prata, Cobre, Zinco, Chumbo, Níquel
- **Minerais estratégicos e industriais:**
Minerais críticos, Estanho, Fluorita, Sílica, Dolomita, Nitrato de Potássio
- **Cadeia de apoio e tecnologia:**
Engenharia, Equipamentos para mineração, Consultoria
- **Ambiente institucional e comércio:**
Associação setorial, Comércio exterior



Foto: tfonimages/iStock



Segurança energética deixou de ser apenas uma questão de custo e passou a ser condição básica para a viabilidade operacional da mineração.

A preocupação central aparece de forma semelhante em diferentes entrevistas: as operações mineradoras precisam de energia contínua, estável e disponível 24 horas por dia, todos os dias do ano. Isso se torna ainda mais evidente em cenários de vulnerabilidade do sistema elétrico e de dependência de fatores climáticos, como os regimes de chuva.



A viabilidade dos projetos depende não apenas de recursos minerais e energia disponível, mas também de marcos regulatórios mais ágeis e de redes capazes de sustentar a expansão das operações.

Ao longo das entrevistas, diferentes especialistas destacaram o cenário regulatório como um dos pontos de atenção para o setor de mineração na América Latina. Ainda que os desafios variem entre os países, questões relacionadas à burocracia, prazos de licenciamento, segurança jurídica e previsibilidade regulatória foram apontados como fatores que impactam diretamente o ritmo de expansão dos projetos.



A adoção de fontes mais limpas na mineração vem ganhando força não só por pressão ambiental, mas porque passou a gerar valor competitivo.

De um lado, o setor percebe que a fonte de energia usada na operação afeta a pegada de carbono final do produto, e isso importa cada vez mais para compradores e mercados internacionais. De outro, essa mudança também depende de viabilidade econômica.



Foto: Felipe Abreu/iStock

2. A mineração na América Latina: entre potencial geológico, infraestrutura e governança



Foto: Adrian Meli/Stock

A mineração latino-americana entra em 2026 com o entendimento de que uma produção competitiva depende cada vez menos do acesso ao depósito de minerais e mais da qualidade da infraestrutura operacional ao redor da mina. Dentre os fatores que influenciam a infraestrutura estão energia contínua, água, transporte, acesso a fornecedores, licenciamento, controle regulatório, conectividade logística e gestão de riscos territoriais.

Cada país atribui um peso diferente ao setor mineral em sua economia, mas, em todos os casos, a mineração ocupa uma posição relevante como fonte de divisas, investimento, arrecadação e dinamização territorial.

Na Argentina a mineração vive um ciclo de expansão puxado pelo lítio, ouro, a retomada do cobre, e a adesão a padrões de transparência. Entre 2024 e 2025, o país

bateu recordes de exploração e as exportações do setor mineiro chegaram a superar às energéticas em alguns meses. Essa movimentação é sustentada por um arcabouço regulatório que estimula o investimento, ao mesmo tempo em que cresce a necessidade de incorporar práticas socioambientais robustas para garantir a legitimidade diante de investidores e comunidades locais.

A expansão também é percebida no Brasil, mas impulsionada pela demanda por minerais estratégicos e pela transição energética, e enfrenta desafios relacionados com a obtenção de licenças ambientais, à segurança operacional e à necessidade de maior transparência nas práticas socioambientais. O equilíbrio entre expansão produtiva e responsabilidade ambiental tem se tornado essencial para garantir competitividade e legitimidade no cenário nacional e internacional.

PANORAMA LATINO-AMERICANO

Projeções oficiais da [Cochilco](#) (Comissão Chilena do Cobre) e [dados do governo no Chile](#) apontam expansão do portfólio de investimentos 2024–2033 para o maior valor em 10 anos, sustentado principalmente por cobre e lítio. Em 2024 entrou em vigor a [nova lei do royalty](#) da grande mineração do cobre, que estabelece a carga tributária potencial máxima e regras específicas por faixa de produção, dando previsibilidade a investimentos e ampliando a redistribuição regional. Além do cobre, o país implementa a [Estratégia Nacional do Lítio](#), reforçando a presença estatal sem excluir parcerias privadas.

O Equador consolidou-se como um importante [player andino com projetos de grande escala](#) em atividades extrativas. Entre 2024 e 2025, o governo reabriu o cadastro de projetos de mineração para atrair investimento e combater a mineração ilegal. Do lado de governança e dados, o país está sob a égide da Iniciativa de Transparência nas Indústrias Extrativas (EITI), e sua adoção complementa as divulgações do Ministério de Ambiente e Energia e do Banco Central, ampliando a rastreabilidade de receitas e permitindo comparabilidade regional.

O México combina grandes operações de mineração já estabelecidas com novos projetos em desenvolvimento, mas o setor também enfrenta desafios ligados à infraestrutura energética, ao acesso à água, à segurança, ao licenciamento e às mudanças regulatórias. Por parte do governo o [Plano Sonora de Energia Sustentável](#) vem sendo estruturado como política industrial e energética com foco em fotovoltaica, armazenamento e integração produtiva, com desdobramentos sobre as cadeias de minerais energéticos e infraestrutura associada no noroeste do país.

O Peru segue entre os maiores polos mineradores do mundo, com destaque para cobre, ouro e zinco, e com [pipeline](#) de projetos que coloca o país no radar de investidores e fornecedores de tecnologia. [Em 2024 e 2025](#), o governo e a indústria sinalizaram continuidade do protagonismo do cobre, enquanto buscam agilizar licenças e dar previsibilidade regulatória para novos investimentos.

O infográfico a seguir apresenta um panorama comparativo dos principais mercados da América Latina, destacando os principais minerais produzidos, a relevância do setor em cada economia e as características que hoje moldam suas operações.



Foto: JarnoVerdonk/iStock



MAPA DE PRODUÇÃO E VALOR DE MERCADO

MÉXICO

Principais minerais produzidos: Prata, ouro, cobre e zinco

Peso do setor no país: Exportações próximas a USD 17,6 bilhões, representando cerca de 4,7% do PIB nacional mexicano.

GUATEMALA

Principais minerais produzidos: Níquel, ouro, prata.

Peso do setor no país: Contribui para cerca de 1% do PIB do país. Em 2024, exportou cerca de USD 499 milhões sem produtos minerais.

HONDURAS

Principais minerais produzidos: Zinco, chumbo, ouro e prata

Peso do setor no país: Representa apenas 0,6% do PIB. Em 2025, as exportações de metais preciosos totalizaram aproximadamente US\$ 249 milhões, dos quais 98,9% corresponderam ao ouro.

NICARÁGUA

Principais minerais produzidos: Ouro, prata e cobre

Peso do setor no país: O setor de mineração tem uma contribuição anual de 7,4% para o PIB.

PANAMÁ

Principais minerais produzidos: Cobre, ouro e minerais não-metálicos (calcário, areia, cascalho e argila)

Peso do setor no país: Atualmente a representação do setor no PIB nacional é de cerca de 2%, onde anteriormente a essa suspensão, era de quase 5%.

EQUADOR

Principais minerais produzidos: Cobre, ouro e prata

Peso do setor no país: O setor tem uma contribuição de cerca de 1,7% no PIB.

PERU

Principais minerais produzidos: Cobre, ouro, zinco e prata

Peso do setor no país: Contribui com cerca de 10% do PIB nacional peruano, representando cerca de 60% das exportações totais do país. Os valores de exportação do setor atingiram um recorde de USD 61,8 bilhões ao final de 2025.

COLÔMBIA

Principais minerais produzidos: Carvão Mineral, esmeralda, ouro e níquel

Peso do setor no país: Até o terceiro trimestre de 2025, as exportações totalizaram USD 9,18 bilhões, representando 23,2% das exportações. O setor tem uma contribuição anual de 2,2% para o PIB.

BRASIL

Principais minerais produzidos: Minério de ferro, ouro, nióbio, bauxita e manganês

Peso do setor no país: Registrou exportações de USD 46 bilhões em 2025, e foi responsável por 55% do saldo da balança comercial e projetada USD 76,9 bilhões em investimentos até 2030. Contribui diretamente com cerca de 4% do PIB.

BOLÍVIA

Principais minerais produzidos: Ouro, zinco, prata e estanho

Peso do setor no país: Concentra 57% do total das exportações do país, além de contribuir com cerca de 8% do PIB boliviano. Durante o primeiro semestre de 2025 obteve um valor de produção de cerca de USD 2,8 milhões.

URUGUAI

Principais minerais produzidos: Calcário e materiais de construção, Ametista e ágata e outros metais industriais e preciosos

Peso do setor no país: Agrupa a mineração no setor primário (Agropecuária, Pesca e Mineração), sendo a contribuição desse ao PIB de cerca de 1%. Atingiu um recorde nas exportações de pedras semipreciosas, que superaram USD 80 milhões.

ARGENTINA

Principais minerais produzidos: Ouro, prata, lítio e cobre

Peso do setor no país: Em 2025 atingiu o recorde histórico de USD 6 bilhões em exportações, com contribuição direta para o PIB de aproximadamente 1%, porém os minerais já respondem por cerca de 7% a 10% do total exportado.

3. A equação operacional da mineração: energia, logística e regulação



Foto: Edgar Gutierrez/Stock

Na América Latina, a atividade de mineração ocorre, em grande parte, em zonas distantes dos principais centros urbanos e, frequentemente, em áreas de difícil acesso. Essa condição impõe desafios significativos para as empresas do setor, cuja gestão operacional vai muito além do processo de extração, exigindo a coordenação eficiente de uma complexa cadeia de suprimentos integrada.

Do ponto de vista operacional, o ciclo de mineração começa com as atividades de exploração e habilitação das áreas de trabalho, seguidas pela extração do mineral e, em muitos casos, pelo seu processamento inicial no próprio local de operação. Quando se trata de exportar concentrados, o principal desafio reside na coordenação das operações em campo e na mobilização eficiente de grandes volumes de material para portos, plantas de processamento ou centros logísticos.

Em projetos localizados em regiões remotas, a complexidade operacional aumenta consideravelmente, devido à necessidade de garantir o fornecimento contínuo de combustível, energia, equipamentos, peças de reposição, insumos críticos e pessoal especializado. A continuidade operacional depende, em grande medida, da capacidade de manter uma logística robusta e resiliente diante de condições geográficas e climáticas adversas.

Nesse contexto, a infraestrutura energética assume um papel estratégico e se torna um facilitador fundamental da atividade de mineração. A disponibilidade, a confiabilidade e a qualidade do fornecimento de energia elétrica condicionam diretamente a produtividade, os custos operacionais e a viabilidade de expansão dos projetos.

Um exemplo dessa situação é observado no México, onde as limitações decorrentes do investimento insuficiente em redes de transmissão de energia elétrica começaram a impactar o desenvolvimento industrial e minerador. Como consequência, diversas empresas estão reavaliando suas estratégias de abastecimento energético, incorporando soluções de geração própria, sistemas híbridos e tecnologias que lhes permitam garantir a continuidade de suas operações e reduzir sua dependência da rede elétrica convencional.

No Brasil, por sua vez, os problemas relacionados à obtenção de licenças ambientais e às práticas seguras em minas demonstram a necessidade de equilibrar a expansão produtiva com responsabilidade ambiental pode ser fator determinante para garantir competitividade e legitimidade no cenário nacional e internacional.

OPERAÇÕES E LOGÍSTICA

Essas constantes mudanças no marco regulatório afetaram o setor, que passou de um cenário com liberdade para geração própria para um ambiente altamente regulado. Contudo, isso também é visto como benéfico para tornar o setor mais estruturado e organizado, exigindo mais planejamento, previsibilidade e coordenação operacional. Nesse contexto, a logística ganha ainda mais centralidade.

A competitividade do setor de mineração depende não apenas da eficiência de suas operações internas, mas também da qualidade e resiliência da infraestrutura crítica que conecta as minas aos mercados e centros de abastecimento. Rodovias, corredores ferroviários, portos, postos de fronteira modernos e eficientes, bem como marcos regulatórios e sistemas de licenciamento para o transporte de carga, desempenham um papel fundamental na continuidade e produtividade das operações.

Da mesma forma, os prazos de reposição de insumos críticos, peças de reposição e equipamentos têm um impacto direto sobre a disponibilidade operacional e a capacidade de resposta diante de contingências.

No âmbito das operações de mineração, os desafios são igualmente complexos e envolvem a gestão eficiente do movimento e despacho de materiais, sistemas de ventilação de alta exigência, maximização da disponibilidade mecânica e utilização de equipamentos, planejamento ótimo da extração, disponibilidade de minério para processamento e fragmentação, gestão do consumo energético e garantia de estabilidade hídrica para sustentar a continuidade operacional.

Consequentemente, o desempenho de uma operação de mineração é o resultado da interação entre fatores logísticos, energéticos, hídricos e operacionais, onde qualquer restrição em qualquer uma dessas áreas pode afetar significativamente a produtividade, os custos e a capacidade de crescimento do negócio.

Inclusive, no Equador, por exemplo, a dependência da energia hidrelétrica impactou a operação durante períodos de seca, como no final de 2024, causando efeitos significativos em nível nacional. Como resposta, algumas empresas passaram a investir em geração própria por meio de geradores para cobrir a demanda.

No contexto energético, foi publicado em Junho de 2025 o Decreto Executivo nº 32, que reformou o Regulamento Geral da Lei Orgânica do Serviço Público de Energia Elétrica e o Regulamento de Operações de Gás Natural no Equador. Para grandes consumidores de energia, como as empresas de mineração, o decreto sinaliza um maior esforço de coordenação e controle do sistema elétrico e aumenta a pressão para que grandes consumidores tenham mais previsibilidade e responsabilidade sobre seu suprimento.

Foto: William Luque/Stock



"A influência do contexto atual é bastante desafiadora e complexa para o setor de mineração. No entanto, entendo que isso também atua como um fator de impulso. O fato de os processos de licenciamento serem cada vez mais exigentes, tanto para operar uma mina quanto para justificar um novo projeto, obriga o setor minerador a se tornar muito mais formal, mais protocolar e mais padronizado, incorporando também normas internacionais, e não apenas a regulamentação mexicana."



JOSE PEDRO BELTRÁN,
DIRETOR DE MANUTENÇÃO -
FIRST MAJESTIC

"Atualmente, existem regulamentações que, basicamente, determinam que devemos gerar nossa própria energia e que o Estado pode limitar o fornecimento de eletricidade às nossas operações caso haja um déficit energético em nível nacional."



MARÍA CRISTINA ACOSTA,
DIRETORA DE MEIO AMBIENTE E
LICENÇAS - LUNDIN GOLD

Para operações em minas subterrâneas ou de alta altitude, como na Argentina ou no Chile, a logística se conecta ainda à saúde ocupacional, ao conforto térmico e à disponibilidade de equipamentos críticos em janelas curtas de manutenção. Por outro lado, a complexidade regulatória chilena e a obtenção de permissões tem dificultado o desenvolvimento de novos projetos e, como consequência, observa-se um aumento de fusões entre empresas, comportamento que indica a necessidade de ajustes regulatórios que, mantendo a sustentabilidade, viabilizem a expansão da atividade mineradora.

No Peru, a burocracia passou a ter maior impacto no setor, com mudanças em permissões, licenças e autorizações para viabilizar projetos mineradores. Logo, a viabilidade dos projetos depende não apenas de recursos minerais e energia disponível, mas também de marcos regulatórios mais ágeis e de redes capazes de sustentar a expansão das operações.


Todos esses fatores reforçam o entendimento de que a logística operacional não é uma etapa acessória, mas um componente central para a viabilidade e o sucesso do negócio. A produtividade futura passa a depender menos de soluções improvisadas no local e mais de uma integração sistêmica entre ativos, processos e infraestrutura.

3.1 A confiabilidade energética como eixo da competitividade operacional


O setor de mineração na América Latina segue em expansão, impulsionado por uma demanda crescente por minerais estratégicos, mas enfrenta gargalos estruturais relevantes. A oportunidade é significativa, porém a abertura de novas operações mineiras continua sendo um processo lento, oneroso e politicamente complexo. Nesse contexto, o principal gargalo transversal ao setor é a confiabilidade da infraestrutura de suporte. A energia elétrica ocupa posição central nesse desafio, ainda que não atue de forma isolada.

Um primeiro fator crítico é a distância entre as operações mineradoras e os centros de infraestrutura existentes. Linhas de transmissão, subestações e redes internas demandam investimentos elevados, planejamento rigoroso e prazos longos de implantação. Quando essa equação não é bem executada, atrasos na infraestrutura energética podem comprometer os cronogramas dos projetos e elevar substancialmente seus custos.

"Atualmente, o tema dos licenciamentos tem um impacto muito maior. Nos últimos anos, o país implementou diversas mudanças relacionadas a permissões, licenças e autorizações para viabilizar atividades de exploração, construção e operação mineradora. Em um primeiro momento, essas medidas foram necessárias para proteger o patrimônio cultural e ambiental; porém, ao longo do tempo, os processos tornaram-se cada vez mais numerosos e complexos, a ponto de se tornarem excessivamente burocráticos. Em alguns casos, os trâmites se estendem por anos ou enfrentam dificuldades no âmbito social, fazendo com que percam seu propósito ou cheguem desatualizados quando finalmente são aplicados às unidades mineradoras."

→  AMALIA CASTRO,
SUPERVISOR DE MEIO AMBIENTE

"Hoje em dia, como indústria, e em especial as grandes mineradoras, desenvolvemos projetos de grande porte que exigem que o consumo de energia, ao longo das diferentes etapas dos projetos, seja flexível e escalável, além de capaz de chegar a locais de difícil acesso, seja em operações no norte do país ou em minas subterrâneas. Isso demanda uma infraestrutura energética que não apenas acompanhe a fase de implantação ou ramp-up do projeto, mas que também seja ágil e adaptável para viabilizar o cumprimento dos diferentes marcos operacionais de cada iniciativa."

→  KATHERINE FELIÚ,
VICE-PRESIDENTE DA REDE
CHILENA DE MULHERES
ENGENHEIRAS DE MINAS

OPERAÇÕES E LOGÍSTICA

Além da disponibilidade, a qualidade do fornecimento de energia constitui um segundo desafio relevante. A mineração opera com processos contínuos, nos quais oscilações ou interrupções no fornecimento podem gerar perdas diretas de produção e danos a equipamentos. Não basta ter acesso à energia: é fundamental que esse suprimento seja estável e previsível.

Esse cenário produz efeitos financeiros importantes. Quanto maior a incerteza energética, maior tende a ser a necessidade de sistemas redundantes, maior o custo de capital e mais cautelosa a tomada de decisão para novos investimentos ou expansões. Em uma região que busca se consolidar como fornecedora global de minerais para a transição energética, esses fatores se tornam decisivos. Projetos podem perder competitividade internacional não pela escassez de recursos minerais, mas pelo excesso de incerteza operacional. O Chile, por exemplo, é um dos países que sofre com a baixa eficiência energética nas operações.

Ainda assim, a mineração está sob pressão para ser mais sustentável. Não basta extrair mais. O setor está sendo cobrado por emissões, uso de água, impacto territorial, direitos humanos, licenciamento e relacionamento com comunidades. Hoje, o debate internacional não se limita ao volume de minério produzido, mas à capacidade do setor de conciliar produção, redução de impactos e aceitação social.

Além disso, há a necessidade de soluções flexíveis e escaláveis, capazes de atender projetos de grande porte em diferentes etapas e em locais remotos ou de difícil acesso. Os custos também são um fator fundamental, exigindo que tecnologias e fontes de energia sejam competitivas para viabilizar as operações.

No Equador, os desafios apresentam características semelhantes às observadas em outros mercados de mineração da região. A disponibilidade e a confiabilidade do fornecimento de energia elétrica tornaram-se um dos principais gargalos para o desenvolvimento e a expansão das operações de mineração, juntamente com a infraestrutura de transporte e a gestão dos recursos hídricos.

Em particular, a energia e a logística são fatores críticos, pois condicionam a viabilidade técnica e econômica dos projetos. As empresas devem avaliar não apenas a disponibilidade de capacidade elétrica, mas também a confiabilidade do sistema, as alternativas de geração complementar e a infraestrutura necessária para abastecer de forma contínua as plantas de processamento, os sistemas de bombeamento, moagem e demais instalações de beneficiamento mineral.

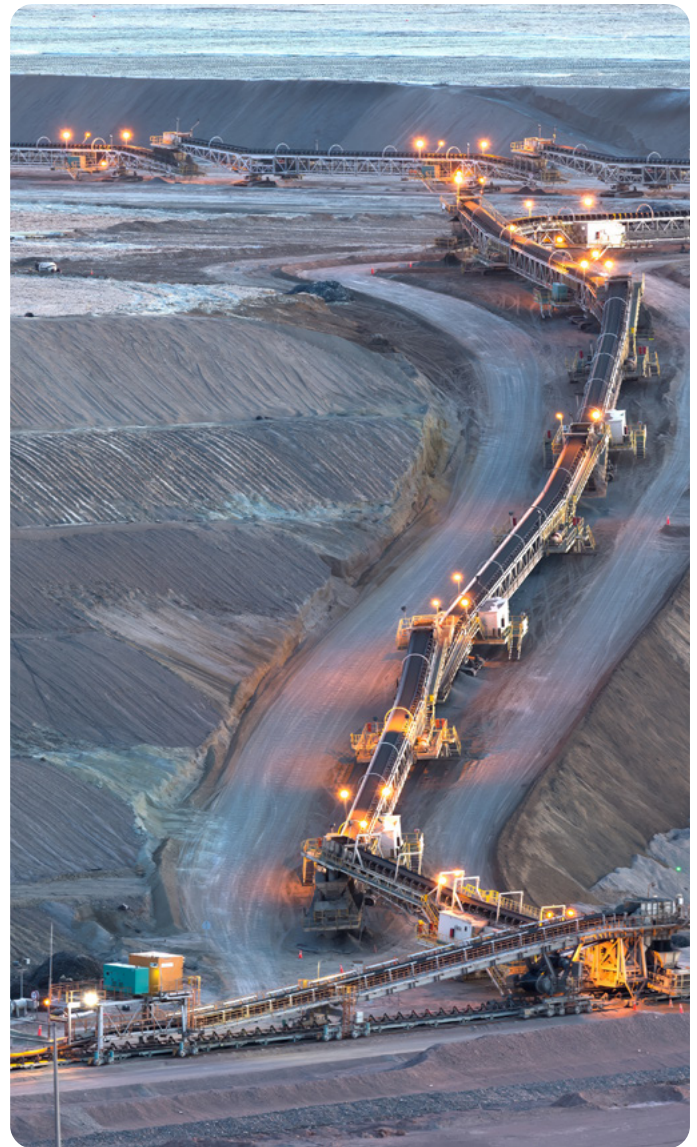


Foto: tfonimages/iStock

“E isso faz com que a demanda por energia seja muito elevada, enquanto a oferta não cresce no mesmo ritmo. Ou seja, existe uma lacuna bastante significativa entre a capacidade de produção de energia do Equador e o que as empresas mineradoras deverão demandar, eu diria, nos próximos cinco ou seis anos.”



SANTIAGO BUSTAMANTE,
GERENTE GERAL - EMSAEC

OPERAÇÕES E LOGÍSTICA

O desafio peruano é um pouco distinto: há uma forte interação social devido à diversidade de grupos culturais e à presença de áreas naturais e reservas protegidas. Promovendo a necessidade de conciliar crescimento econômico com a preservação do patrimônio e da natureza, impulsionando a aplicação do ordenamento territorial.

Outro entrave vem sendo o crescimento da mineração informal e sua relação com atividades ilícitas, indicando a necessidade de políticas firmes para evitar sua expansão. O setor deve estar alinhado ao respeito aos direitos trabalhistas e humanos e às agendas de diversidade, equidade e inclusão. A mineração enfrenta o desafio de deixar de ser apenas um setor extrativo e se alinhar às atuais expectativas econômicas e sociais da região.

No México, um dos principais gargalos da infraestrutura energética para a mineração está na limitada capacidade de sustentar uma transição mais acelerada para fontes e sistemas alternativos de energia. A forte dependência de hidrocarbonetos ainda molda não só o setor mineral, mas boa parte das operações industriais do país, o que reduz a flexibilidade para mudanças rápidas.

Mesmo com o avanço de tecnologias baseadas em gás, a infraestrutura disponível ainda parece insuficiente para suportar uma transformação ampla no curto prazo. Soma-se a isso a baixa oferta de fornecedores de gás, apontada como um entrave importante, já que a concentração em poucos atores limita a competitividade, a segurança de abastecimento e a expansão desse tipo de solução.

Esse cenário também impacta o preço da eletricidade, ao manter o sistema mais exposto a restrições de oferta e a menores condições de concorrência, o que pode aumentar a incerteza energética para as operações de mineração.

A mineração brasileira enfrenta desafios significativos relacionados ao consumo de energia, que é um dos principais custos operacionais do setor. A dependência de fontes tradicionais, como o diesel e a energia proveniente de hidrelétricas, expõe as empresas à volatilidade de preços e à vulnerabilidade em regiões com infraestrutura elétrica limitada, especialmente na Amazônia e em outras áreas remotas.

Na Argentina, igualmente, o consumo de energia figura entre os principais custos operacionais do setor e influencia diretamente a competitividade das operações. Somam-se à isso as complexidades ligadas à infraestrutura energética ainda em consolidação em várias áreas mineradoras e à necessidade de ampliar a capacidade de abastecimento para acompanhar o crescimento de atividades intensivas em energia, como a mineração de lítio.

“Assim, me parece que, na América Latina, muitos desafios têm emergido à medida que o setor de mineração deixa de ser visto apenas como uma atividade extrativa e passa a ser entendido como um setor que também precisa estar alinhado às expectativas atuais de ordem econômica, social e ambiental. Embora a mineração contribua de forma significativa para a economia, historicamente foi percebida como um setor voltado apenas à extração e comercialização de minerais. No entanto, o que se observa hoje é que a mineração tem precisado se transformar para responder às exigências e expectativas globais, a fim de se manter competitiva e viável ao longo do tempo.”


→  AMALIA CASTRO,
SUPERVISOR DE MEIO AMBIENTE



Foto: ribeirorocha/iStock

3.2 A geografia como condicionante estrutural das operações

Para o setor de mineração a questão geográfica não é neutra, uma vez que as empresas não escolhem onde operar, mas precisam se instalar onde o minério está localizado. Desta maneira, muitas operações estão em regiões remotas, frequentemente fora do sistema interligado nacional de energia elétrica e com fatores climáticos críticos, o que impõe custos adicionais de geração e transporte de energia, além de limitar o uso de fontes renováveis.

No México, por exemplo, a localização também traz outros desafios, incluindo problemas no fornecimento de gás causados pelo congelamento das tubulações devido ao clima do norte da América.

Nessas áreas isoladas, soluções como sistemas híbridos, que combinam diesel, gás natural e energia solar, vêm ganhando espaço como alternativas para reduzir emissões e aumentar a autonomia energética das minas. O avanço da digitalização e do monitoramento remoto também tem contribuído para otimizar o consumo e reduzir paradas não planejadas, embora ainda haja desafios de conectividade e qualificação da mão de obra.

Argentina, Chile e Peru compartilham um traço decisivo: parte relevante da mineração metálica está associada à Cordilheira dos Andes. Isso significa altitude, estradas sinuosas, menor disponibilidade de mão de obra local especializada e maior distância entre a mina e os grandes polos de apoio.

Mesmo com um relevo menos desafiador, a extensão territorial também pesa: em um país continental como o Brasil, a localização das operações de mineração impõe desafios geográficos gigantescos que afetam diretamente a logística, a infraestrutura e os custos. Em regiões como a Amazônia, por exemplo, as distâncias são longas, o deslocamento pode depender de rodovias precárias, hidrovias ou estruturas aéreas, e as condições climáticas ainda podem dificultar o fluxo de insumos, equipamentos e pessoas.

“Nós enfrentamos desafios relevantes de infraestrutura, especialmente em relação à capacidade instalada nas nossas plantas. Hoje, existem limites concretos nessa infraestrutura. Por exemplo, se quisermos eletrificar 100% da frota neste momento, não temos capacidade instalada nem disponibilidade de energia suficientes para isso. Por essa razão, o processo precisa ser feito de forma gradual, com a introdução progressiva de equipamentos e a ampliação da infraestrutura em conjunto com as empresas fornecedoras de energia. Essa limitação de infraestrutura é, sim, um dos principais condicionantes para o avanço da transição energética.”

→  GUSTAVO COTA,
DIRETOR GERAL -
MINERAÇÃO JUNDU

“Atualmente, os gasodutos dos quais obtemos o fornecimento vêm de diferentes regiões dos Estados Unidos, em especial do Texas, e em pelo menos algumas ocasiões enfrentamos complicações logísticas devido ao congelamento das tubulações. Esses problemas decorrem de fatores climáticos que fogem ao nosso controle e ao controle dos próprios fornecedores.”


→  JOSE PEDRO BELTRÁN,
DIRETOR DE MANUTENÇÃO -
FIRST MAJESTIC



Foto: William Luque/Stock

OPERAÇÕES E LOGÍSTICA

Por outro lado, em estados como Minas Gerais, os desafios geográficos da mineração não estão ligados apenas à dimensão territorial ou ao relevo, mas também ao fato de se tratar de um estado densamente povoado e com forte ocupação histórica do território. Nesse contexto, a mineração passa a ocorrer em áreas frequentemente próximas a centros urbanos, comunidades rurais, rodovias e outras atividades econômicas, o que torna a expansão dos projetos mais sensível e complexa. Essa proximidade intensifica as pressões sobre o uso do solo, a circulação de cargas, a segurança de barragens e a disponibilidade hídrica, além dos impactos cotidianos como poeira, ruído e percepção ambiental.

No estado do Pará, uma importante empresa de mineração enfrentava o desafio de deslocar grandes escavadeiras elétricas da área de montagem até a frente de lavra, um processo tradicionalmente caro, demorado e que exigia mobilização de linhas de transmissão e alta intervenção manual. Para resolver isso de forma mais eficiente, foi implantada uma solução modular de geração de energia móvel, com usinas transportáveis que acompanham o equipamento durante todo o percurso, dispensando a necessidade de montar toda uma infraestrutura fixa.

O Equador, no contexto latino-americano, é um caso singular pois combina cadeias logísticas mais curtas, em termos relativos, com maior sensibilidade ambiental e territorial. Ao mesmo tempo, há muitas oportunidades, já que o país ainda não foi amplamente explorado com foco em mineração e possui uma geografia, de modo geral, adequada para o desenvolvimento de projetos. Além disso, a presença dos recursos minerais representa uma grande oportunidade para atrair investimentos e gerar receitas desde as fases iniciais.

O impacto da geografia local também se apresenta no tema da transição energética: Nem todas as fontes de energia renovável apresentam a mesma eficiência no país, devido à geomorfologia do mesmo, com variações como maior potencial eólico em zonas costeiras e solar em algumas regiões.

Tanto em países de dimensão continental, como o Brasil, quanto em países de menor extensão territorial, como o Peru, a variação geográfica influencia diretamente os diferentes tipos de produção da indústria de mineração. Isso ocorre porque fatores como relevo, clima, altitude, disponibilidade hídrica, localização das jazidas e condições de acesso moldam não apenas quais minerais são explorados em cada região, mas também a forma como as operações são estruturadas, os desafios logísticos enfrentados e as tecnologias exigidas para viabilizar a atividade mineral.

“No nosso caso, precisamos trabalhar com uma matriz energética bastante diversificada, pois operamos a uma altitude média entre 5.000 e 5.300 metros acima do nível do mar, em um contexto climático bastante particular. Durante aproximadamente metade do ano, enfrentamos a presença de neve e chuvas, o que faz com que determinadas fontes de energia renovável nem sempre operem com 100% de eficiência.”


→  AMALIA CASTRO,
SUPERVISOR DE MEIO AMBIENTE



Foto: rparobei/Stock

A questão geográfica também define um ponto nevrálgico: a ligação ao sistema nacional de energia de cada país. Na mineração *off-grid*, a energia deixa de ser apenas um insumo e passa a fazer parte da própria engenharia da operação. Na prática, isso significa que a mina precisa contar com uma solução energética autônoma e eficiente para manter em funcionamento as operações.

Por isso, muitas operações *off-grid* vêm buscando sistemas híbridos, combinando geração térmica com fontes renováveis, como solar e eólica, além de baterias e soluções de gestão da demanda. A lógica é reduzir custos, aumentar a eficiência e diminuir a vulnerabilidade operacional. Ainda assim, operar fora da rede exige planejamento muito rigoroso, porque qualquer falha no suprimento energético pode comprometer diretamente a produção.


3.3 Climatização, segurança ocupacional e continuidade produtiva

A climatização no setor mineral deve ser entendida como infraestrutura de produção. Ela participa da segurança ocupacional, da confiabilidade dos ativos e da eficiência energética e é um elemento crítico para a viabilidade operacional, a segurança dos trabalhadores e a continuidade da produção.

Em operações localizadas entre 800 e 1.200 metros de profundidade, o ambiente tende a apresentar calor intenso, alta umidade e condições operacionais complexas, o que limita o tempo de permanência das equipes no subsolo e exige escalas fragmentadas, com trocas frequentes de turno e pausas para recuperação térmica.

O controle de temperatura e umidade em áreas subterrâneas otimiza o tempo de trabalho dos operários, reduzindo inatividade causada pela rotatividade excessiva de pessoal. Operacionalmente, isso ajuda a transformar condições físicas adversas em um ambiente controlado, promovendo a continuidade das operações durante todo o turno.

"A operação está na floresta amazônica, um dos lugares que mais chove no mundo. É óbvio que a tecnologia avança, os custos diminuem e a eficiência melhora, mas, há cerca de seis ou sete anos, foi feito um trade-off e concluiu-se que a energia solar ali era inviável. Chove muito, são muitos dias nublados ao longo do ano, e não há incidência solar suficiente para viabilizar uma operação totalmente off-grid com energia solar. Pode-se dizer: 'ah, mas se você instalar uma planta solar no Centro-Oeste, que é excelente'. O problema é que, se a operação está off-grid, esse crédito não chega fisicamente até lá. Então não adianta ter crédito no papel. O que você precisa é de energia para operar."

→  EDUARDO ORBAN,
EXECUTIVO DE MINERAÇÃO

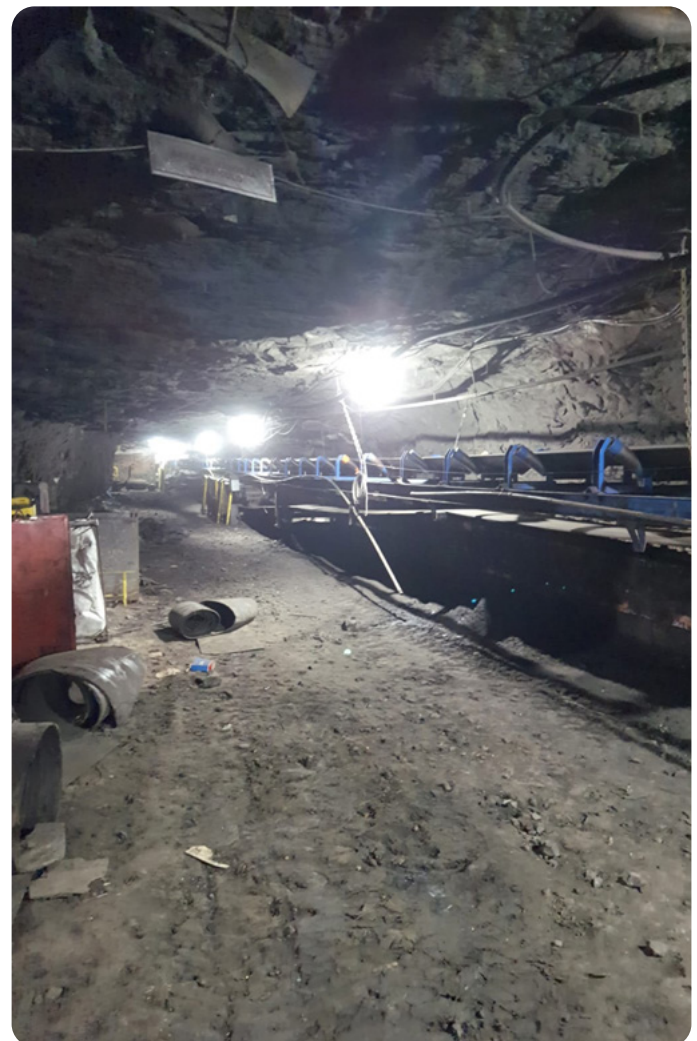


Foto: Elis Cora/iStock

Os requisitos de climatização e ventilação variam de acordo com o método de exploração subterrânea, a profundidade da mina e as características de suas galerias. À medida que as operações avançam para profundidades maiores, o controle da temperatura, a circulação de ar e a qualidade da atmosfera subterrânea tornam-se desafios cada vez mais complexos.

Nesse contexto, os sistemas de ventilação e climatização deixam de ser um simples requisito operacional para se tornarem uma infraestrutura crítica, indispensável para garantir a segurança das pessoas, manter a produtividade das equipes e maximizar a continuidade e a eficiência da exploração mineira.

No Chile, no Peru e na Argentina, a mineração em altitude e em regiões áridas impõe amplitudes térmicas expressivas. A intensificação de eventos extremos e o trabalho em grandes profundidades ampliam a necessidade de soluções de climatização, sendo regularizadas inclusive por normativas governamentais.

No Brasil, no Equador e em partes do México, as condições de temperatura podem assumir outro perfil: calor mais persistente, umidade elevada em certas áreas, maior carga sobre equipamentos eletromecânicos e necessidade de desumidificação em instalações sensíveis. Nesse contexto, a climatização também deixa de ser apenas uma solução de conforto térmico subterrâneo e passa a integrar a própria estrutura de produção da mina.

Empresas mineradoras brasileiras têm recorrentemente adotado sistemas de climatização para lidar com o calor e a umidade extremos em frentes de trabalho subterrâneas ou em ambientes confinados, envolvendo soluções como refrigeração central, "bulk air cooling" de ar fresco enviado às galerias, climatizadores móveis e módulos temporários para garantir conforto térmico e segurança dos trabalhadores.

Outra possibilidade de evolução tecnológica está na cogeração. O aproveitamento do calor residual de geradores, por exemplo, pode ser usado para alimentar sistemas como *chillers* de absorção, que utilizam calor em vez de depender exclusivamente de consumo elétrico. Em operações com geração própria, essa integração entre energia e climatização pode ampliar a eficiência do conjunto e abrir espaço para soluções mais inovadoras em minas remotas ou fora da rede elétrica.

"Assim, nesse sentido, para nós o tema da climatização está diretamente ligado a esse princípio fundamental. Contamos com sistemas de ventilação principal e secundária, ventiladores de altíssima capacidade e soluções de resfriamento em áreas profundas, porque a questão térmica, ou seja, as condições de trabalho, não pode ultrapassar determinados limites, já que isso provoca maior fadiga nas pessoas. A limpeza e a qualidade do ar também são fundamentais do ponto de vista da segurança. Por isso, realizamos o monitoramento contínuo de gases e de temperatura, o que nos permite assegurar que as condições de trabalho dos nossos profissionais sejam as melhores possíveis. Na prática, esse é um foco central da operação: quanto mais profunda é a mina, maior é a carga térmica e mais elevadas são as temperaturas. Por isso, é essencial que a ventilação seja eficiente, pois, sem isso, simplesmente não é possível garantir uma operação segura."



MARÍA CRISTINA ACOSTA,
DIRETORA DE MEIO AMBIENTE E
LICENÇAS - LUNDIN GOLD



Foto: tironimages/iStock

OPERAÇÕES E LOGÍSTICA

Do ponto de vista técnico, a solução envolve sistemas compostos por *chillers*, unidades de tratamento de ar, torres de resfriamento, bombas e demais equipamentos necessários para produzir e distribuir ar frio. A lógica operacional consiste em resfriar a água, retirar o calor do ar e, em seguida, enviar esse ar climatizado para o interior da mina por meio do sistema de ventilação.

Em parte das aplicações, os equipamentos permanecem no nível superior, enquanto o sistema de ventilação da própria mineradora faz a condução do ar resfriado até as áreas subterrâneas. Em outros casos, os equipamentos são posicionados no próprio subsolo, mais próximos da área de produção, o que reduz perdas na distribuição, melhora a eficiência e diminui o tamanho necessário do maquinário.

A dimensão ambiental também entra no debate sobre climatização. Sistemas de refrigeração utilizam gases refrigerantes, e eventuais vazamentos podem contribuir para o efeito estufa. Por isso, a substituição de fluidos refrigerantes por alternativas de menor impacto ambiental se torna uma frente relevante de modernização. A adoção de gases com potencial de dano reduzido permite alinhar a climatização subterrânea a metas mais amplas de desempenho ambiental, sem eliminar sua função operacional central.

“A climatização também passou a incorporar uma dimensão ambiental relevante. Na parte de climatização, uma das principais preocupações está no tipo de gás usado nos equipamentos, porque, se houver vazamento, esse gás vai para a atmosfera e pode contribuir para o efeito estufa. Por isso, a Aggreko tem trabalhado na substituição de gases refrigerantes com maior impacto ambiental por alternativas menos agressivas. Essa mudança faz parte de um processo de retrofit dos equipamentos, buscando tornar a operação mais eficiente e reduzir possíveis danos ambientais durante o transporte ou o funcionamento normal dos chillers.”



EDUARDO GIGLIO,
GERENTE DE OPERAÇÕES
BRASIL DA AGGREKO



Foto: tifoimages/Stock

4. Infraestrutura energética como pilar da mineração moderna



Foto: abriendo mundo / iStock

Se a energia se tornou um fator determinante para a mineração, a grande questão para cada um dos países analisados é se a disponibilidade de infraestrutura é suficiente, confiável e economicamente viável para sustentar a atividade mineradora atual e futura.

Em termos práticos, a infraestrutura energética de uma mina envolve quatro camadas: a geração no sistema nacional, que determina a disponibilidade e o custo da energia, a transmissão, a distribuição na escala da operação e a arquitetura operacional dentro da própria mina.

Esse gargalo acaba por concentrar boa parte dos desafios da mineração, já que atividades como bombeamento de água, processamento do minério, operação de correias, climatização subterrânea, iluminação de galerias e áreas de apoio, além da manutenção dos equipamentos, dependem integralmente de uma base energética confiável. Soma-se a isso a necessidade de redundância para assegurar a continuidade das operações já que as mineradoras precisam de energia contínua, estável e disponível 24 horas por dia, 7 dias por semana, todos os dias do ano.

No Chile, a infraestrutura elétrica é, ao mesmo tempo, uma das bases mais sólidas da transição energética na América Latina e um dos principais pontos de tensão do sistema. O país avançou fortemente na incorporação de energia solar e eólica e segue estruturando sua expansão com instrumentos oficiais de longo prazo, como o planejamento energético 2023–2027 do Ministério de Energia e o Plano de Expansão da Transmissão 2025 da Comissão Nacional de Energia.

“Por um lado, para a indústria de mineração, um dos critérios fundamentais é assegurar a continuidade operacional, dada a dimensão das operações, a magnitude dos ativos envolvidos e a relevância das pessoas e da segurança. Nesse contexto, a continuidade operacional torna-se um fator chave. Por isso, garantir uma fonte de energia que permita sustentar essa continuidade 24/7, é um dos aspectos mais relevantes.”



KATHERINE FELIÚ,
VICE-PRESIDENTE DA REDE
CHILENA DE MULHERES
ENGENHEIRAS DE MINAS

PRESENTE E FUTURO

Enquanto isso, na Argentina, projetos localizados em áreas andinas distantes exigem soluções próprias de geração ou a criação de novas linhas de transmissão para garantir o fornecimento. Em muitos casos, o abastecimento depende de geradores térmicos em terrenos altos ou da construção de linhas de alta tensão para integrar a mina ao sistema interligado nacional.

Para as minas conectadas ao Sistema Elétrico Nacional do México, a confiabilidade e a disponibilidade dependem do cronograma federal de expansão de transmissão e distribuição e da coordenação com a CFE (Comissão Federal de Eletricidade), refletidos em documentos públicos como o [Plano de Ampliação e Modernização da Rede Nacional de Transmissão e Redes Gerais de Distribuição 2024–2038](#) e no [PRODESEN](#). Esses planos definem reforços regionais que impactam estados mineradores e a viabilidade de novos enlaces ou aumentos de carga.

A segurança do suprimento de energia depende do Sistema Elétrico Interconectado Nacional e da expansão de linhas e subestações em regiões andinas e amazônicas no Peru. O [Plano de Transmissão 2023–2032](#), aprovado pelo governo e trabalhado com o operador do sistema, mapeia reforços para atender crescimento de carga industrial, incluindo polos mineradores e suas conexões a centros de consumo e portos.

Em 2023, o Ministério de Minas e Energia do Brasil lançou o programa [Energias da Amazônia](#), que visa substituir a geração a diesel por fontes renováveis nos sistemas isolados da região Norte do país. A iniciativa alia metas de descarbonização e eficiência energética ao desenvolvimento socioeconômico local, promovendo a integração de comunidades e cadeias produtivas com bases mais limpas e resilientes.

No Equador, o reforço da infraestrutura elétrica ganhou força em 2025 e 2026, com foco sobretudo na transmissão, na ampliação de subestações e na modernização da rede. Em janeiro de 2026, a CELEC (Comissão Federal de Eletricidade) [informou um investimento de USD 278 milhões para fortalecer o Sistema Nacional de Transmissão](#). Segundo a estatal, só em 2025, foram destinados USD 114,9 milhões para concluir novos sistemas de transmissão e ampliar instalações existentes, além da execução de manutenções na infraestrutura de transmissão. Na prática, esse movimento indica que o Equador está tentando tornar o sistema mais confiável e com maior capacidade operacional.



Foto: feilpe fredes/Stock

4.1 Como o setor está respondendo aos gargalos energéticos

Para mitigar esses efeitos, as empresas têm investido em ventilação inteligente, sensores de temperatura em tempo real e automação de processos que reduzem a exposição humana a ambientes hostis. Essas iniciativas não apenas melhoram a segurança e o bem-estar dos trabalhadores, mas também contribuem para o aumento da eficiência operacional e para a redução de custos energéticos, um passo essencial para que a mineração cumpra seu papel no fornecimento de recursos críticos à transição energética global, sem perder de vista os compromissos ambientais e sociais.

Algumas empresas focam, portanto, na contratação de fornecimento com desenvolvedores especializados, inicialmente por meio de grandes usinas para atender à demanda em larga escala. No entanto, devido às dificuldades com licenças e limitações na rede de transmissão, também estão sendo buscadas soluções menores e mais sob medida, que garantam fornecimento a um custo competitivo.

PRESENTE E FUTURO

Essa busca por eficiência energética não apenas reduz a pegada de carbono e os riscos hídricos, mas também reforça a competitividade regional, posicionando a mineração latino-americana como um pilar estratégico da economia verde global. Empresas e governos vêm adotando soluções integradas de operações que combinam eletrificação de frotas, contratos de energia renovável, dessalinização alimentada por fontes limpas e sistemas de automação e ventilação inteligente em minas subterrâneas.


Para atingir metas no curto prazo, algumas empresas firmam "Acordos de Compra de Energia" verdes (do inglês, *Power Purchase Agreement* - PPA), que além de avaliar soluções de geração limpa, permitem certificar sua matriz energética e a pegada de carbono.

Também há ampla disponibilidade de tecnologias no mercado, com operações cada vez mais automatizadas e monitoradas, incluindo geração solar, eólica, hídrica e sistemas como BESS (*Battery Energy Storage Systems*), permitindo maior eficiência e redução de riscos.


Existem ainda planos estratégicos que contemplam metas como ampliar o uso de energias renováveis, especialmente para consumo elétrico e iluminação, além de melhorar a eficiência dos equipamentos para reduzir emissões de gases de efeito estufa. Incluindo a gestão do uso de energia com foco em garantir rastreabilidade real das fontes consumidas, além de certificados, como uma exigência atual no país.

Para algumas empresas, soluções energéticas incluem melhorias no sistema de climatização, já que esse é um dos processos que mais consomem energia na operação. Nesse sentido, a mudança de infraestrutura, com a adoção de sistemas estruturais rígidos, que reduzem a resistência à passagem do ar, contribui para diminuir o consumo de energia, pois permite que o ar circule com mais facilidade.

"O que acontece é que, como empresa, o nosso core business não é atuar no setor de energia como negócio. No entanto, entendemos claramente que temos como meta alcançar a neutralidade de carbono em 2040, e isso exige um esforço importante no sentido de transformar a matriz energética atual, hoje baseada em fontes mais intensivas em carbono, para uma matriz mais renovável e de menor impacto ambiental."

→  GERSON SALAS,
GERENTE DE MANUTENÇÃO E
AUTOMAÇÃO - NOVANDINO LITIO

"Eu diria que, mais do que utilizar um produto específico, a abordagem tem sido analisar como funciona o processo e definir de que maneira é possível melhorar sua eficiência. Com o tempo, analisaremos quais outras alternativas ou melhorias podem ser incorporadas."

→  MARÍA CRISTINA ACOSTA,
DIRETORA DE MEIO AMBIENTE E
LICENÇAS - LUNDIN GOLD



4.2 Transição energética: da exigência externa à transformação operacional

A transição energética aumentou a centralidade geopolítica da mineração latino-americana. Mas a transição não é apenas externa. A própria mineração precisa se descarbonizar, reduzir intensidade hídrica e mostrar mais eficiência no uso de energia. Esse movimento cria uma dupla exigência: produzir os minerais da transição e, ao mesmo tempo, operar de forma mais compatível com metas climáticas e pressão social.

O ponto-chave é que a transição energética não tornará a mineração automaticamente mais simples. Em vários casos, ela implicará operações mais intensivas em capital, energia, água, monitoramento e exigências regulatórias. A vantagem competitiva não virá apenas de estar na cadeia certa, mas de operar melhor dentro dela.

O discurso de “minerais para a transição” já não basta sozinho, ganha relevância a ideia de “operações para a transição”, isto é, operações desenhadas para funcionar com mais previsibilidade, menor intensidade de emissões e maior adequação aos padrões internacionais.

No contexto da transição energética argentina, as empresas mineradoras têm adotado inovações para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e promover maior eficiência energética. Em operações localizadas em áreas de alta altitude, onde a infraestrutura elétrica convencional é limitada, a geração térmica a diesel segue como a principal base do suprimento energético, garantindo a continuidade e a confiabilidade das atividades. Ao redor dessa estrutura central, muitas empresas vêm incorporando fontes complementares, como energia solar e sistemas de armazenamento, em arranjos híbridos que buscam aumentar a eficiência operacional sem perder a garantia de estabilidade do fornecimento.

Ao mesmo tempo, operações conectadas à rede elétrica buscam ampliar o uso de energia de menor impacto e assegurar maior confiabilidade nas atividades de lavra e beneficiamento.

As movimentações estratégicas das empresas refletem o momento vibrante do setor na Argentina. No segmento de lítio, empresas internacionais estão acelerando a entrada em projetos argentinos com tecnologias de extração mais limpas e em maior escala. No cobre, o busca se tornar um ator relevante, com apoio estatal à agenda do cobre e incentivos para grandes projetos.

“Fontes de energia mais limpas também beneficiam nossos clientes, que são produtores de lítio, pois contribuem para o cálculo da pegada total de carbono de seus produtos. Esse é um aspecto que as mineradoras passaram a observar com mais atenção, já que alguns mercados, especialmente os europeus, estão atribuindo maior valor à pegada de carbono, considerando que os produtos finais incorporam também as emissões de seus fornecedores.”



SERGIO MASTNAK,
GERENTE DE FINANZAS -
ANDES LITHUM S.A.



PRESENTE E FUTURO

No ouro, as operações tradicionais continuam a expandir, porém com requerimentos mais rígidos em termos de governança e impacto social. Em conjunto, essas frentes consolidam a Argentina como uma região relevante para mineração estratégica no contexto da transição energética global.

Tanto na Argentina quanto no México, o setor percebe que a fonte de energia usada na operação afeta a pegada de carbono final do produto, e isso importa cada vez mais para compradores e mercados internacionais. Por outro lado, essa mudança também depende de viabilidade econômica.


A política energética federal mexicana está expressa no PRODESEN 2024–2038, instrumento de planejamento do Sistema Elétrico Nacional que orienta expansão, modernização e integração de geração e transmissão, temas que afetam diretamente minas conectadas à rede ou em arranjos dedicados. Para o setor mineral, o PRODESEN sinaliza prioridades de capacidade e reforços de rede que influenciam custos, contratos e previsibilidade de suprimento.

Empresas mineradoras relatam avanços em metas de energia limpa e iniciativas de eficiência, com evidências em relatórios anuais e de sustentabilidade. O Grupo México, por exemplo, divulga aumento da participação de fontes renováveis no consumo elétrico e programas de gestão ambiental, o que indica trajetória corporativa de descarbonização operacional alinhada às diretrizes nacionais.


Isso demonstra que os compromissos globais relacionados a transição energética já se espelham nas empresas de mineração com bastante força. Do lado da demanda, mineradoras no Chile vêm firmando PPAs 100% renováveis e substituindo água doce por dessalinização em larga escala, medidas centrais para reduzir emissões e riscos hídricos. No sistema elétrico nacional, a penetração de renováveis não convencionais atingiu patamares elevados, com relatórios da Comissão Nacional de Energia registrando quase metade da injeção mensal de energia a partir de renováveis não convencionais no início de 2025. Esse pano de fundo facilita contratos renováveis para a mineração, mas também expõe gargalos de transmissão que exigem obras estruturantes.

Entre as respostas estruturais, destacam-se o projeto HVDC Kimal–Lo Aguirre e o Plano Anual de Expansão da Transmissão de 2024, com foco em escoar renováveis do norte e do sul e dar segurança de suprimento a grandes cargas industriais. Essas obras são basilares para a eletrificação de frotas e processos na mineração.

“Cada vez há mais projetos e mais pessoas analisando os custos, tanto da geração de energia quanto da eficiência desses custos. Também cresce o número de empresas que se conectam à rede, neste caso, à Comissão Federal de Eletricidade, no México, e que contam com usinas de energia verde, o que posiciona esse tipo de fornecimento com vantagens crescentes em termos de energia limpa. Ainda assim, acredito que esse processo se consolidará no médio prazo. O setor de mineração tem hoje a vantagem de atravessar um bom ciclo de preços dos metais, o que permite realizar investimentos significativos e, nesse horizonte, avançar de forma gradual para o uso de energias mais limpas.”

→  JOSE PEDRO BELTRÁN,
DIRETOR DE MANUTENÇÃO -
FIRST MAJESTIC

“É isso que estamos buscando e planejando: reduzir a participação dos combustíveis, especialmente os fósseis, e ampliar o uso da energia elétrica. Para isso, estamos avaliando processos e equipamentos com o objetivo de ganhar eficiência, capturar outros ganhos operacionais e avançar na descarbonização. Acredito que o setor, de fato, se tornará cada vez mais dependente da energia elétrica.”

→  MATHEUS CARVALHO,
ESPECIALISTA SÊNIOR
DE GESTÃO DE ENERGIA -
ANGLOGOLD ASHANTI



PRESENTE E FUTURO

No Brasil, a AngloGold assumiu um compromisso público como empresa, alinhado ao Acordo de Paris, de limitar o aquecimento global até 1,5°C. A mineradora conseguiu reduzir em 33% suas emissões de CO² em 2022, em comparação com 2021, como parte da estratégia para chegar ao *Net Zero*, ou seja, zerar as emissões de gases de efeito estufa, até 2050.

No contexto brasileiro, a eletrificação aparece como tendência central porque permite reduzir a dependência de combustíveis fósseis e aumentar a eficiência. Ao mesmo tempo, mudanças regulatórias e maior pressão em torno de temas ambientais, geotécnicos e de uso de recursos estão fazendo com que as empresas deixem de buscar apenas produtividade e passem a exigir projetos que já nasçam mais eficientes em energia e água, com soluções híbridas e aproveitamento de resíduos.

Já no Peru, algumas operações vêm ampliando o consumo de eletricidade com certificação renovável e projetando rotas de descarbonização com eletrificação de frotas e contratos de longo prazo. Em 2024 e 2025, mineradoras como Las Bambas passaram a comprovar, por certificação independente, o abastecimento 100% renovável de seu consumo elétrico anual.

Nos últimos anos, houve poucos novos projetos em operação no país, destacando Quellaveco como exceção, que já foi concebido com tecnologias que incorporam a descarbonização desde o início, enquanto operações mais antigas enfrentam maiores desafios devido a equipamentos e processos tradicionais.



Foto: rparobe/iStock



Foto: tiffonimages/iStock

PRESENTE E FUTURO

Boas estratégias incluem critérios como rastreabilidade de energia proveniente de fontes renováveis em contratos de longo prazo, além da formação de alianças com outros atores e da consideração de aspectos como transporte externo e relações com comunidades dentro das iniciativas de descarbonização.

Assim como o Chile, que possui metas claras de redução da pegada de carbono em diferentes políticas públicas, o avanço da transição energética no setor é orientado por diretrizes que incentivam a diminuição das emissões na geração e no consumo de energia, inclusive no âmbito empresarial. A indústria mineradora chilena tem avançado com base em uma forte colaboração público-privada, na qual o setor público define metas e o setor privado executa as soluções.

A partir da perspectiva de como tornar o cobre 'verde', destaca-se a importância de que empresas envolvidas na transição energética desenvolvam roteiros estratégicos que incluam formação de talentos e fortalecimento de lideranças com visão de futuro. Além disso, a gestão da energia é um fator-chave, com o uso de tecnologias e análise de dados impulsionando decisões mais eficientes em termos de consumo, flexibilidade, segurança e continuidade operacional.

Já a matriz elétrica equatoriana é majoritariamente hidrelétrica, o que cria uma oportunidade de intensidade de carbono menor para minas conectadas à rede. Ao mesmo tempo, a crise hídrica de 2023–2024 expôs a vulnerabilidade climática dessa dependência, com racionamentos programados e impactos econômicos.

Mesmo assim, ao avaliar se o setor está preparado para enfrentar a crescente pressão por descarbonização e eficiência energética, observa-se que o tema ainda é complexo. Em operações subterrâneas, à medida que se avança para níveis mais profundos e se trabalha com teores menores, aumentam as distâncias percorridas para a extração da rocha, o que tende a elevar a intensidade das emissões.

A própria Lundin Gold [reportou que em 2024](#) tiveram uma das menores intensidades de emissão de gases de efeito estufa da indústria do ouro. Esse tipo de perfil emissivo favorece compromissos ESG e contratos com compradores exigentes. Fatores que impactam a competitividade do setor minerador incluem não só o consumo significativo de recursos, mas também o que é devolvido, com iniciativas como a recirculação de mais de 90% da água utilizada nas operações.

“Se, com o passar do tempo, avançarmos para maiores profundidades e, além disso, trabalharmos com leias menores, isso implica que a intensidade das emissões tende a aumentar. É um tema que vem sendo discutido no setor de mineração, mas estou convencida de que é uma área em que se pode trabalhar. É necessário impulsionar projetos de inovação, explorar parcerias com empresas que tenham conhecimento na área energética e traçar uma estratégia energética de longo prazo.”



MARÍA CRISTINA ACOSTA,
DIRETORA DE MEIO AMBIENTE E
LICENÇAS - LUNDIN GOLD



Assim, a transição energética se consolida como um pilar central da infraestrutura do setor de mineração, não apenas por sua dimensão ambiental, mas por seu papel direto na ampliação da eficiência operacional, na modernização dos projetos e na redução da dependência de combustíveis fósseis.

4.3 A próxima fronteira operacional da mineração

O futuro das operações mineiras na América Latina tende a ser mais elétrico, mais digital, mais dependente de infraestrutura externa e mais exigente em coordenação territorial. Isso significa que a fronteira competitiva estará menos em ter recurso e mais em fazer o recurso operar bem, não dependendo apenas de novas reservas, mas da capacidade de sustentar uma produção confiável em territórios complexos, com menos emissões e mais inteligência operacional.

Ao mesmo tempo, também podemos esperar por uma combinação de desafios e oportunidades: de um lado, persistem entraves ligados à localização das minas, à necessidade de infraestrutura robusta, à volatilidade regulatória e aos custos de energia. De outro, esse mesmo contexto abre espaço para avanços em eletrificação, sistemas híbridos, automação, gestão mais inteligente do consumo e soluções capazes de tornar as operações mais seguras e eficientes.

Por exemplo, no Equador, nos próximos cinco anos, será necessário ampliar a produção de energia por diferentes meios, já que a geração hidrelétrica, embora siga funcionando bem, passou a enfrentar limites de infraestrutura, contexto que também se reflete em medidas recentes, como o [Decreto 32](#). Além disso, há um risco em termos de estabilidade, por causa da dependência da chuva, o que já impactou as atividades anteriormente devido a um período de seca, fazendo com que as usinas hidrelétricas ficassem sem água e resultando em cerca de um mês de apagões.

Pensando de modo pragmático, a agenda operacional da próxima década exigirá mais soluções híbridas: armazenamento, geração dedicada, integração entre mina e rede, uso de dados para gestão energética e planejamento de rotas. Um excelente exemplo são os centros de controle das operações à distância, onde o controlador não precisa mais estar necessariamente na própria mina, o que permite reduzir o impacto da operação e torná-la mais eficiente.

"Inclusive as grandes empresas tiveram que se adaptar e adquirir geradores elétricos. Basta imaginar o nível de mobilização e o volume de energia que foi necessário. Isso evidencia uma fragilidade do sistema elétrico equatoriano: dependemos das chuvas para ter energia; se chove, há energia, e se não chove, não há."

→  SANTIAGO BUSTAMANTE,
GERENTE GERAL - EMSAEC

"Nós conhecíamos muito bem nosso ciclo de vida de ponta a ponta, desde o momento em que os insumos chegavam até a entrega do produto final, fosse cobre, ouro, prata ou qualquer outro mineral. No entanto, agora estamos olhando um pouco mais para trás, analisando também nossos fornecedores, os destinos de venda e para onde os produtos chegam. Nesse processo, passamos a avaliar com mais precisão a origem dos consumos, da energia utilizada, bem como a pegada de carbono e a pegada hídrica."


→  AMALIA CASTRO,
SUPERVISOR DE MEIO AMBIENTE



Foto: JarnoVerdonk/iStock

PRESENTE E FUTURO

Já no Peru, há uma tendência de diversificação da matriz energética para garantir o uso de fontes renováveis e rastreáveis. A sustentabilidade e a transparência com os grupos de interesse impulsionam o aprofundamento das análises de ciclo de vida nas operações mineradoras. Enxergando que esses dois pontos, diversificação energética e avanço na análise de ciclo de vida, devem orientar a agenda da mineração. Sobre a exploração de terras raras e minerais críticos, é considerado adequado ampliar a exploração de minerais críticos devido ao seu papel na transição energética. O setor minerador no Peru possui grande potencial, especialmente pelos depósitos de cobre que podem contribuir para esse processo.

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) tem destacado a importância dos minerais críticos para o avanço da transição energética, especialmente por seu papel em tecnologias limpas, como baterias, veículos elétricos e infraestrutura energética. Nesse contexto, o país tem potencial para ocupar uma posição estratégica no fornecimento desses recursos, desde que consiga ampliar sua produção. A mesma transição que impulsiona a mineração também consumirá intensamente os insumos que ela produz, ampliando a pressão por energia confiável. Esse movimento cria uma oportunidade estratégica para o Brasil, mas também impõe desafios.

No México, observa-se um crescimento no número de projetos voltados à substituição parcial de fontes tradicionais baseadas em hidrocarbonetos por alternativas mais limpas, ainda que os resultados mais concretos devam se consolidar no médio prazo. Ao mesmo tempo, mais empresas vêm avaliando a

viabilidade econômica dessa migração e ampliando sua conexão a matrizes com maior participação de energia verde, o que reforça a percepção de que o setor caminha, progressivamente, para modelos energéticos mais sustentáveis. Esse movimento também é favorecido pelo atual ciclo positivo dos preços dos metais, que amplia a capacidade de investimento das mineradoras e cria condições mais propícias para financiar mudanças estruturais em sua infraestrutura energética.

No Chile, a demanda por minerais deve se manter elevada nesse momento, refletindo-se em preços historicamente altos, como no caso do cobre. No entanto, esse cenário de superávit pode incentivar o desenvolvimento de materiais substitutos e não tende a se equilibrar no curto prazo. O ambiente regulatório e político tem incentivado o uso de energia limpa, contribuindo para maior competitividade e atração de investimentos no setor. No entanto, surgiram desafios relacionados ao tema tarifário e ao vertimento de energia, impactando a rentabilidade dos projetos. Apesar disso, as políticas existentes ainda favorecem o desenvolvimento do setor, com custos cada vez mais competitivos e bom potencial de expansão.

O futuro das operações mineradoras na Argentina tende a ser de expansão, mas com maior seletividade e maior exigência de infraestrutura. Isso significa que o futuro das operações deve ser marcado por uma mudança de escala. O país já não aparece apenas como produtor relevante de lítio, mas como uma plataforma de expansão mineral mais ampla, com portfólio de projetos em andamento e tentativa de atrair capital de longo prazo.



Foto: abriendomundo/iStock

Integração, infraestrutura e estratégia: o novo eixo da mineração

O futuro das operações de mineração tende a ser marcado por maior complexidade operacional: cadeias mais tecnológicas e a transformação do potencial em produção competitiva. Ao mesmo tempo, esse avanço não deve ser linear. O grande divisor entre projetos promissores e projetos efetivamente bem-sucedidos tende a estar na capacidade de resolver gargalos estruturais já mencionados: regulação, transmissão de energia, corredores logísticos, disponibilidade hídrica, adaptação climática e relacionamento com os territórios e comunidades.

Por isso, a tendência é que o futuro da mineração latino-americana seja de operações mais robustas, mais intensivas em planejamento e mais dependentes de integração entre infraestrutura, energia e estratégia industrial.

As empresas, por sua vez, precisam avançar para além da extração em si e tratar infraestrutura, energia e logística como partes centrais da estratégia operacional. Se a próxima década será decisiva para minerais críticos, cobre, lítio e para a relação entre mineração e transição energética, a disputa regional não será vencida apenas por quem possui depósitos melhores. Será vencida por quem construir o melhor ambiente operacional.

Estabelecer parcerias operacionais ajudam a reduzir o intervalo entre a necessidade e a disponibilidade real de infra. Na mineração, nem sempre a energia permanente, a climatização industrial ou a capacidade elétrica adicional chegam no mesmo ritmo do projeto. Nesses momentos, um parceiro desse tipo entra para viabilizar construção, comissionamento, expansão, manutenção e resposta a contingências sem que a operação precise esperar que toda a infraestrutura definitiva fique pronta. Um parceiro especializado pode fornecer energia temporária ou complementar em grande escala, inclusive em locais remotos, com implantação relativamente rápida e adaptação às necessidades locais.

Outro ponto importante é a flexibilidade estratégica. Em vez de obrigar a mineradora a investir imediatamente em toda a infraestrutura própria, aliados estratégicos permitem escalar capacidade conforme a fase do projeto, testar arranjos operacionais, cobrir atrasos de rede, apoiar expansões e reduzir riscos durante transições.

Os seis países em foco mostram trajetórias distintas, com níveis diferentes de maturidade operacional e arcabouço regulatório, mas com pontos convergentes para além da geografia regional. A análise considerada neste relatório reafirma a ideia de que a mineração latino-americana não pode mais ser interpretada por rankings de produção ou quantidade de reservas, mas o ponto decisivo passa a ser a capacidade operacional dos países e empresas.

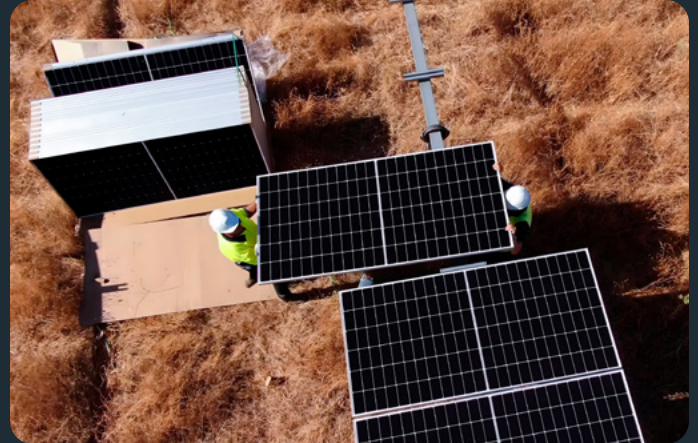


Foto: William Luque/Stock

“No fim do dia, o desafio não é gerar energia limpa ou térmica, mas entregar energia confiável. A transição acontece quando conseguimos fazer isso com mais eficiência, menor impacto e maior previsibilidade, mesmo nos lugares mais remotos.”



JOSÉ ALBORNOZ,
GERENTE REGIONAL DE
MINERAÇÃO - AGGREKO - LATAM

A Aggreko é líder global em soluções customizadas de energia e temperatura. Projetamos, implantamos e otimizamos soluções flexíveis de energia e controle de temperatura que são essenciais para as operações dos nossos clientes.

Trabalhamos em todos os principais setores e aplicamos profundo conhecimento especializado para desenvolver soluções alinhadas às necessidades dos nossos clientes. Utilizamos nossa experiência em ambientes exigentes e aplicações complexas para projetar soluções confiáveis, eficientes e sustentáveis que atendam às demandas dos clientes — desde emergências críticas até necessidades de segurança energética de longo prazo.

Fundada em 1962, criamos essa categoria e continuamos liderando o setor. Em um mundo de crescente demanda por energia e foco cada vez maior em sustentabilidade, estamos definindo o ritmo. Estamos investindo em novos mercados, novas aplicações e em equipamentos, combustíveis e serviços sustentáveis que impulsionam nossos clientes e sua transição energética, independentemente de onde estejam nessa jornada.

Com sede no Reino Unido, empregamos mais de 6.900 pessoas em todo o mundo e atuamos em mais de 70 países. Fazemos parte do grupo Aggreko, que inclui especialistas em todos os aspectos de energia e controle de temperatura.