

# Como abraçar o hidrogênio verde na mineração



Ponto de vista sobre a indústria mundial de Metais e Mineração

**dss<sup>+</sup>**

Protect. Transform. Sustain.

A indústria da mineração tem se esforçado para se descarbonizar e, para isso, as empresas estão rapidamente adotando novas tecnologias para viabilizar a transição energética. Uma tecnologia com enorme potencial é o hidrogênio - particularmente o hidrogênio verde<sup>1</sup> -, que deverá gerar benefícios substanciais em termos de redução de gases de efeito estufa (GEE) e oportunidades de negócios.

A expectativa é que, nas próximas décadas, o hidrogênio desempenhe um papel fundamental na transição energética e na descarbonização em vários setores de atividade.

---

O hidrogênio deve  
responder por

**12% a 20%**

de demanda de  
energia em 2050.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Neste artigo, vamos nos concentrar no hidrogênio verde versus hidrogênios azul e cinza.

<sup>2</sup> Fonte: Relatório IRENA 2022.

# Hidrogênio na mineração: uma transformação inevitável

**Para migrar com sucesso para um sistema de energia renovável que inclua o hidrogênio, as empresas de mineração devem passar por uma transformação holística dos negócios. Quando devidamente planejada e implementada, é possível realizar uma mudança significativa e ambientalmente correta no setor.**

Por exemplo, em operações de mineração, a adoção de hidrogênio verde pode reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) ao substituir o óleo diesel em veículos de transporte, que pode responder por 30% a 80% das emissões das minas. Outros benefícios são a remoção de partículas de diesel e a redução dos requisitos de ventilação na mineração subterrânea<sup>3</sup>.

Uma transformação mais ampla dos sistemas energéticos no setor de mineração já começou, tendo o hidrogênio como tática principal. De fato, várias empresas de mineração estão realizando uma série de iniciativas para adotar o hidrogênio verde em seu mix de energia e também como uma nova fonte de negócios (Figura 1), entre elas:

- Produção e uso de hidrogênio verde como substituto de combustível em diversos veículos e equipamentos pesados de mineração;
- Redução da pegada de carbono resultante dos minerais e metais produzidos para atender aos requisitos de baixo carbono em operações de processamento a jusante (por exemplo, aço de baixo carbono/verde);
- Evolução/expansão do modelo de negócios além da produção de minerais e metais na direção da geração de energia verde;
- Parcerias e alianças estratégicas com o objetivo de influenciar, apoiar e impulsionar investimentos, avanços tecnológicos e aproveitar oportunidades de negócios mais amplas oferecidas pela transição energética e descarbonização.

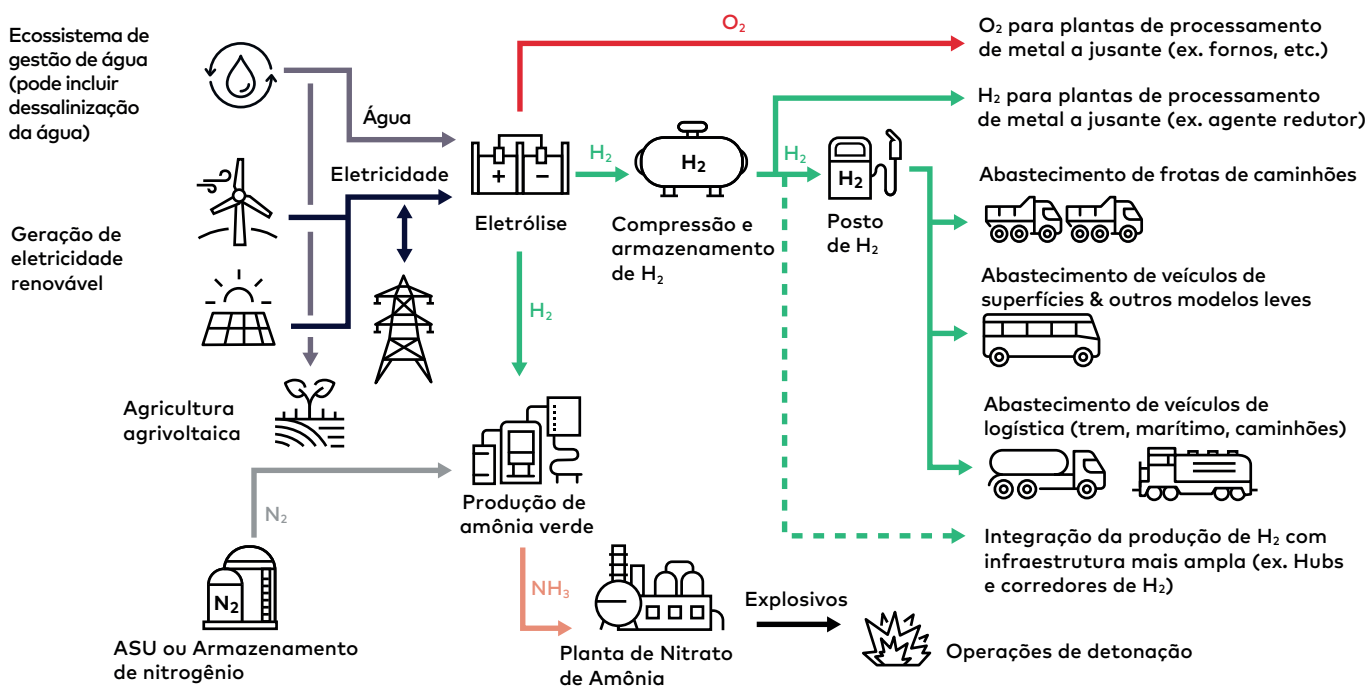


Figura 1: Ilustração simplificada da produção e uso de hidrogênio verde em operações de mineração

<sup>3</sup> Fonte: ourworldindata.org, Hannah Ritchie e Max Roser, "Emissões por Setor"



Na **Anglo American**, por exemplo, o plano é converter caminhões de transporte movidos a diesel em modelos verdes movidos a hidrogênio em várias operações. A FMG está promovendo o desenvolvimento de instalações de produção de H<sup>2</sup> verdes em várias localidades.

A **Freeport-McMoRan** também está planejando fazer a transição de sua frota de caminhões a diesel e outras máquinas para energia elétrica ou hidrogênio.

A **BHP** está se associando aos principais fabricantes de aço para pesquisar o uso alternativo de hidrogênio nos processos de fabricação de aço. E muitas outras empresas de mineração estão explorando opções para adoção do hidrogênio.

### Ampliando o uso do hidrogênio verde na mineração

Embora o hidrogênio e suas propriedades perigosas não sejam novidade, o elemento ainda não foi usado em escala no setor de mineração. Como tal, há risco.

Para colher os potenciais benefícios e oportunidades que o hidrogênio verde é capaz de oferecer, as empresas devem desenvolver uma abordagem holística dos fatores de risco, desafios operacionais e implicações de sustentabilidade que podem afetar o uso em larga escala. Isso vai muito além do tecnicismo de projetar e construir instalações de produção de hidrogênio ou converter toda uma frota de caminhões. É fundamental realizar uma transformação abrangente, tanto operacional quanto de negócios englobando a evolução dos modelos de negócios e operacionais, o realinhamento dos principais processos, a implantação bem-sucedida de novas tecnologias, o desenvolvimento dos recursos organizacionais necessários – seja internamente ou com novos parceiros – e a garantia de que a mentalidade e os comportamentos corretos serão empenhados para sustentar a transformação (Figura 2).



Figura 2: Estrutura da dss\* para Transformação dos Negócios

Além das mudanças necessárias no ambiente regulatório, nas políticas e na infraestrutura externa de energia, identificamos **cinco importantes aspectos operacionais** que sustentam a implantação bem-sucedida de hidrogênio verde em escala nas operações de mineração:

# 1.

## Mudança no perfil de risco

A introdução de grandes volumes de hidrogênio pode aumentar a exposição a eventos indesejados, como incêndios, explosões e arco voltaico. É necessária uma revisão completa da gestão de riscos operacionais, da integridade dos ativos e dos programas de confiabilidade. A redução dos riscos depende de um projeto eficaz, da seleção de materiais e dos controles de engenharia.

# 2.

## Prontidão tecnológica e gestão do portfólio de inovação

Houve um aumento acentuado na Pesquisa & Desenvolvimento de novas tecnologias relacionadas ao hidrogênio nos últimos anos. Espera-se que essas tecnologias continuem evoluindo, e haverá pressão para que isso suceda rapidamente. O nível de prontidão, portanto, será variável e apresentará incertezas quanto à viabilidade tecnológica, custos, segurança e eficiência em aplicações em escala. Um rigoroso processo de desenvolvimento e implantação da tecnologia pode compensar as incertezas de custo e desempenho. Desenvolver um portfólio de produtos e soluções pode ajudar a atingir as metas de transformação.

# 3.

## Projetos de capital

Hidrogênio verde ainda é muito caro para produzir, então redução de custos é fundamental para permitir a adoção em escala. Ao mesmo tempo, grandes projetos de capital estão expostos a várias incertezas e riscos com os quais gestores de projeto precisam lidar para manter os trabalhos em andamento e dentro do orçamento e do prazo, atendendo às expectativas de sustentabilidade cada vez mais rigorosas. Assim, o uso ampliado do hidrogênio na mineração deve envolver o planejamento e a execução de diferentes projetos sob um abrangente guarda-chuva de gestão de programas. Nesse sentido, dependendo do tipo de projeto e do nível de risco, é preciso fazer a gestão combinando as abordagens "tradicionais em cascata" e "ágil" para obter melhores resultados.

# 4.

## Integridade e confiabilidade dos ativos

É preciso um alto nível de disciplina operacional para produzir e manusear hidrogênio. Os programas de gestão de controles críticos comumente adotados no setor de mineração não são suficientes para gerenciar a mudança no perfil de riscos operacionais. Modos de falha específicos em equipamentos que lidam com hidrogênio exigem estratégias e programas de integridade e confiabilidade de ativos bem mais aprimorados. São de importância crítica para as tecnologias de hidrogênio uma análise de riscos de processos mais completa, conhecimento especializado em segurança de processos nas fases de engenharia e projeto, bem como garantia de qualidade durante os estágios de fabricação e instalação.

# 5.

## Parceiros e fornecedores

Como a cadeia de valor do hidrogênio ainda está engatinhando, será preciso contar com uma abordagem colaborativa. Parcerias adequadas são fundamentais para criar massa crítica, cortar custos e qualificar a mão de obra.

Em suma, a complexidade em ampliar o uso do hidrogênio na mineração não deve ser subestimada. **Usar uma abordagem holística e integrada é de suma importância para a adoção segura, confiável e eficaz de novas tecnologias e sistemas.** Depois que perceberem a mudança significativa no perfil de risco e as potenciais oportunidades de negócios, as empresas estarão mais bem preparadas para iniciar a jornada na direção do hidrogênio verde. A orquestração desse caminho exigirá uma abordagem transformadora com forte ênfase no desenvolvimento de capacidades organizacionais, novas competências, engajamento e colaboração maduros com parceiros e mais membros da cadeia de suprimentos e no ecossistema de negócios.

# Líderes da dss+ em Mineração & Metalurgia



**Johan Coetzee**

Líder Global de Mineração e Metalurgia

[johan.coetzee@consultdss.com](mailto:johan.coetzee@consultdss.com)



**Guerau Carbo**

Líder de Mineração e Metalurgia para América do Norte & Canadá

[guerau.carbo@consultdss.com](mailto:guerau.carbo@consultdss.com)



**Helder Santos**

Líder de Mineração e Metalurgia para Europa, Oriente Médio & África

[helder.santos@consultdss.com](mailto:helder.santos@consultdss.com)



**Andrew Wilson**

Líder de Mineração e Metalurgia para Ásia-Pacífico

[andrew.wilson@consultdss.com](mailto:andrew.wilson@consultdss.com)



**Jaco Pieterse**

Líder de Mineração e Metalurgia para Turquia, Oriente Médio & África

[jaco.pieterse@consultdss.com](mailto:jaco.pieterse@consultdss.com)



**Marcio Amorosino**

Líder de Mineração e Metalurgia para América Latina

[marcio.amorosino@consultdss.com](mailto:marcio.amorosino@consultdss.com)



**Wes Austerberry**

Líder de Mineração e Metalurgia para Austrália & Nova Zelândia

[wes.austerberry@consultdss.com](mailto:wes.austerberry@consultdss.com)



## **PATROCINADOR EXECUTIVO**

**Marco Pagnini**

Líder Global de Indústrias Estratégicas

[marco.pagnini@consultdss.com](mailto:marco.pagnini@consultdss.com)

### **About dss+**

A dss+ é líder na prestação de serviços de consultoria em gestão de operações com o propósito de salvar vidas e garantir um futuro sustentável. Ajuda empresas a desenvolver capacidades organizacionais e humanas, gerenciar riscos, aprimorar operações, atingir metas de sustentabilidade e operar com mais responsabilidade.

Mais informações estão disponíveis em [www.consultdss.com.br](http://www.consultdss.com.br)

# dss+

Protect. Transform. Sustain.

[linkedin.com/company/consultdss](https://www.linkedin.com/company/consultdss)

[twitter.com/consultdss](https://twitter.com/consultdss)

[youtube.com/consultdss](https://www.youtube.com/consultdss)

<https://www.consultdss.com.br>