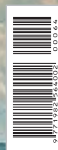


www.inthemine.com.br

UMA PUBLICAÇÃO FACTO EDITORIAL

# the **inmine**

Ano XVII | 2024 | Nº111 | R\$ 25,00 GESTÃO DE PROCESSOS E TECNOLOGIA PARA MINERAÇÃO



**ESPECIAL**

# INOVAÇÃO

METODOLOGIAS E TECNOLOGIAS ALTERAM  
CONCEITOS E PARADIGMAS HISTÓRICOS EM  
PROCESSOS DE LAVRA E BENEFICIAMENTO

PERSONALIDADE

ADRIANO ESPESCHIT: O  
RESILIENTE EXECUTIVO DO  
POTÁSSIO DE AUTAZES

LEGISLAÇÃO

DECISÕES DOS TRIBUNAIS  
ESTADUAIS EM QUESTÕES  
DE DIREITO MINERÁRIO

MERCADO

OS NOVOS POTENCIAIS PARA  
EXTRAÇÃO DE TERRAS RARAS  
NO BRASIL - ARGILAS IÔNICAS

GEOLOGIA

PRIMEIRA ETAPA DO MÓDULO  
REVISÃO DO WORKFLOW – A  
MODELAGEM DE PROCESSOS

Fabiola Gonçalves  
Coordenadora  
Manutenção Filtragem



# 10 anos

## — Minas-Rio

## Uma década construindo um futuro sustentável.

O Sistema Minas-Rio celebra 10 anos de operação. Durante essa década, a Anglo American se dedicou, ano após ano, a preparar o Minas-Rio para os desafios de um futuro sustentável. Produzindo minério de ferro de alta qualidade, reimaginamos a mineração para melhorar a vida das pessoas. Nosso Plano de Mineração Sustentável busca excelência operacional para alavancar o desenvolvimento socioeconômico das comunidades que nos acolhem e a preservação do meio ambiente. Já são milhares de pessoas beneficiadas pelos nossos programas sociais, que promovem a educação, a renda e a qualidade de vida – um investimento de aproximadamente R\$ 750 milhões entre 2007 e 2023. Temos mais de 32 mil hectares de áreas verdes nativas preservadas no Brasil e contribuimos para a recuperação de nascentes de importantes tributários nas bacias dos rios Araguaia e Doce. Além disso, somos um dos financiadores do Programa ARPA\*, a maior iniciativa de conservação do mundo. São 10 anos de muito trabalho realizado por pessoas dedicadas, que fazem a diferença, que preparam as bases para muitas outras décadas de desenvolvimento sustentável.

\*Áreas Protegidas da Amazônia

## DESTAQUES DA EDIÇÃO

- 08** **LEGISLAÇÃO**  
**DIREITO MINERÁRIO**  
Análise das decisões de Tribunais Estaduais entre 2020 e setembro de 2024
- 10** **MERCADO**  
**TERRAS RARAS**  
Potencial de extração a partir de argilas iônicas
- 13** **ESPECIAL**  
**INOVAÇÃO**  
Lavra: novos conceitos e tecnologias em projetos
- 33** **ESPECIAL**  
**INOVAÇÃO**  
Processos com foco na recuperação de minério
- 44** **GEOLOGIA**  
**METODOLOGIA**  
GDQM: a importância da revisão do Workflow

**PERSONALIDADE**  
**ENTREVISTA**

Uma carreira impressionante em grandes mineradoras, passando pelo Pará, com a bauxita da MRN (Mineração Rio do Norte) e o minério de ferro e cobre da Vale, areias betuminosas da Shell Canadá, níquel da BHP Billiton em Mount Keith, na Austrália e, de volta ao Brasil, na Mirabela Mineração, atual Atlantic Nickel, para ficar apenas em alguns exemplos. Mais que por essa trajetória, nos últimos três anos ele se tornou conhecido pela defesa incansável de um projeto iniciado em 2009, com o ambicioso objetivo de encravar na Amazônia brasileira uma mina de potássio. Presidente da Potássio do Brasil, subsidiária da Brazil Potash, desde 2021, **Adriano Viana Espescht** vem transitando por fóruns, órgãos das três instâncias de poder, aldeias várias e veículos da imprensa falada, escrita e digital. Em todos eles para mostrar a importância do projeto Autazes



## 13 | CAPA



O Especial Inovação desta edição se divide em dois temas: Lavra e Processos. No primeiro estão projetos recentemente implantados ou ainda em curso para elevar a eficiência do processo de lavra na Mineração Rio do Norte (MRN), Anglo American, Equinox Gold e Vale. No tema Processos, os cases referem-se ao aperfeiçoamento das rotas de beneficiamento, para melhor desempenho das plantas e maior aproveitamento do minério lavrado. São iniciativas desenvolvidas e implementadas pela Aura Minerals, Jaguar Mining, MRN, Nexa e Mosaic. Todos refletem o uso intensivo de aportes tecnológicos e digitais e, em muitos casos, um longo e rigoroso estudo baseado em trabalhos de Geologia, análises laboratoriais, testes em condições reais e validação dos resultados, resultando em novos conceitos e na quebra de paradigmas historicamente consolidados

## EDITORIAS - INTHEMINE

- 05** **MINEPROSPECÇÃO** Planta Modular para o Projeto Neves
- 06** **MINEAGENDA** Expominério 2024, em Cuiabá – Mato Grosso
- 06** **MINEBOOK** Geologia Econômica: conceitos e aplicações
- 06** **MINEWEB** IGF Mining: fórum intergovernamental de mineração
- 06** **MINEMARKET** Robô de recarga para baterias de off roads
- 47** **MINEGALERIA** Genbudo, a caverna de basalto de Toyooka

SUMÁRIO

BRASIL

## A PALAVRA DA EDITORA



## REDAÇÃO

Comentários, dúvidas, sugestões, críticas e informações sobre o conteúdo editorial da **In The Mine** e mensagens para a seção MINE MAIL - leitor@inthemine.com.br.  
**Correspondência:** Rua Pereira Stéfano, 114, cj 911/912 - São Paulo (SP) - 04144-070  
 Tel.: (11) 3477-6768

## ASSINATURA

Serviços de Vendas por Assinaturas  
 Tel.: (11) 3477-6768

**Loja virtual:** www.factoeditorial.com.br

## PUBLICIDADE

Para anunciar na **In The Mine**  
 publicidade@inthemine.com.br.  
 Tels: (11) 3477-6768  
 Tais Malta (gerente comercial)  
 tais@inthemine.com.br

## LICENCIAMENTO

Para licenciar o conteúdo editorial da **In The Mine** em qualquer mídia, ou fazer reprints das páginas da revista, o e-mail é: atendimento@inthemine.com.br.  
 Nenhum material pode ser reproduzido de qualquer forma sem autorização por escrito.

[www.inthemine.com.br](http://www.inthemine.com.br)

**A revista In The Mine - Gestão de Processos e Tecnologia para Mineração**, é uma publicação bimestral da **Editoria Facto**, dirigida aos profissionais e empresas das áreas de Mineração, Meio Ambiente e Equipamentos.  
**Redação e Publicidade** - Pereira Estéfano, 114 - cj 911/912, CEP 04144-070 - São Paulo (SP).  
[www.editorafacto.com.br](http://www.editorafacto.com.br)

## Editor e Jornalista responsável

Wilson Bigarelli (MTB 20.183)

editor@inthemine.com.br

**Redação** Tébis Oliveira (Editora Executiva),

Fernando Rezende e Marisa Santos

tebis@inthemine.com.br

**Fotógrafos** Betho Rocha (MG) e

Gildo Mendes (SP)

**Ilustradores** Heder e Moacyr Vasquez

**Direção de arte** Ari Maia

**Publicidade** Tais Malta (gerente comercial)

**Circulação** 10 mil exemplares



## OS PREFEITOS E A CFEM

Indo votar no primeiro turno das eleições municipais, no último dia 06 de outubro, ocorreu-me que os candidatos a prefeito de cidades mineradoras bem poderiam dar satisfação do destino dos repasses da CFEM (Compensação Financeira pela Exploração Mineral) que recebem mensalmente, ainda que não com muita regularidade. Nenhum deles falou no assunto. Fosse nas dúzias de entrevistas que concederam durante a campanha, nos vários debates de que participaram ou nas criativas peças de propaganda veiculadas no horário eleitoral – gratuito para eles, mas pago pelos cidadãos brasileiros.

Tenho uma lembrança vaga de discussões sobre a instituição da CFEM na Constituição de 1988, de que a contribuição comporia um fundo reservado a prover um futuro em que, exaurida e fechada a mina que, até então, rendera um cipal de impostos e taxas a governos municipais, federais e estaduais, haveria que se garantir uma suplementação orçamentária, evitando uma situação falimentar dos caixas públicos, em especial das cidades. Houve quem defendesse que os recursos da CFEM fossem aplicados na capacitação dos habitantes locais em atividades econômicas que pudessem preencher o vazio deixado pelo tráfego diário de caminhões carregados de minério.

Nenhum desses propósitos prosperou. Ao longo dos anos ampliou-se a abrangência da CFEM para municípios de passagem e embarque do minério (15% do valor arrecadado), além daqueles que sediam as minas e usinas (60%). Ampliaram-se também os percentuais das alíquotas recolhidas, da ordem de R\$ 5,1 bilhões entre janeiro e outubro de 2024 (dados ainda em aberto, visto que outubro segue firme e forte rumo ao Halloween brasileiro). No primeiro semestre deste ano, 2.700 municípios foram beneficiados com o repasse do tributo. Todos tiveram eleições e nenhum prefeito que se candidatou a um novo mandato jamais falou – tampouco lhe foi perguntado - o que fez com esse dinheiro.

A AMIG, que já foi apenas uma associação de municípios mineiros de Minas Gerais e hoje é uma entidade nacional, poderia contribuir para esclarecer a questão. Aliás, desempenharia importantíssima função social e teria como justificar o novo aumento de alíquotas da CFEM, já engatilhado. Fica a dica aqui!

Minha cidade terá segundo turno em 28 de outubro. Provavelmente o prefeito atual será reeleito. Sem tempo hábil nestes dias que antecedem o pleito, terei quatro anos para perguntar ao nobre alcaide o que é feito da CFEM por estas terras paulistanas, cuja atividade mineradora arrecadou R\$ 82 milhões nestes quase dez meses de 2024. Posso inclusive sugerir que novos repasses sejam destinados ao enterramento de nossa rede elétrica, antes que sobrevenha um novo apagão.

Minha infância, na periferia da zona sul de São Paulo, foi pontuada pelos desmontes de uma mineração de agregados, que ficava a cerca de 30 km de distância de nossa casa e deu nome ao bairro que a abrigava: Pedreira. A mineradora já fechou e, enquanto ativa, não arrecadava CFEM, ainda inexistente. Talvez isso explique a precária condição da localidade até hoje. Tivesse mineração, quanto não faria com a CFEM que recebesse...

Saudações cidadãs,

**Tébis Oliveira | Editora Executiva**

M I N E M A I L



(www.inthemine.com.br)

## Posts mais clicados

- AMIG inaugura 1ª planta de hidróxido de lítio da Europa
- Personalidade: Ana Sanches, CEO da Anglo American
- Estrutura produtiva e potencialidades do cobre no Brasil
- Mineração Usiminas: programa de mentoria para jovens
- Tomra Mining recupera diamante de 2.492 quilates
- Inscrições abertas para programa Aprendiz da Samarco
- Especial MCEs: regulação, projetos e operações
- Invest Mining discute capitalização e investimentos
- Cursos de qualificação profissional no Vale do Lítio
- Mina Tucano desmente ilegalidades na operação
- Fortescue e Liebherr assinam parceria de US\$ 2,8 Bi
- Ibram mostra força política e poder de articulação
- Expositram 2025 será realizada em Salvador (BA)
- Serra Verde: acelerando a disponibilidade de ETRs
- INB: expansão produtiva e novas parcerias na produção

 facebook.com/inthemine

 @inthemint

 youtube.com/user/revistainthemine

 linkedin.com/company/in-the-mine?trk=biz-companies-cym

Senhora editora,

Parabéns pela entrevista realizada com Ana Sanches, CEO da Anglo American. Tenho lido outras entrevistas com a executiva em diversos veículos de imprensa. Mas nenhuma tratou de temas realmente interessantes a profissionais do setor de mineração como a da revista In the Mine. Nesse sentido é preciso reconhecer o valor de uma publicação especializada que sabe como fazer uma abordagem diferenciada.

Antônio Carlos Duarte, engenheiro de minas

Caro Antônio Carlos,

Sempre buscamos na seção Mine Personalidade destacar o enorme potencial de nossos executivos de mineração. Não foi diferente com Ana Sanches que, aliás, tem amplo domínio do tema e uma visão bastante holística do que a Anglo American é e pretende ser. Agradeço sua mensagem e o interesse por nossa revista. Tendo novidades a divulgar na sua área, conte conosco.

Grande abraço,

Tébis Oliveira, editora executiva

Boa tarde, Tébis. Muito obrigada por compartilhar conosco a edição deste mês. Parabéns pelo trabalho! Vamos fazer a divulgação por aqui da matéria especial sobre os minerais críticos e estratégicos.

Grande abraço,

Aryana Aragão, assessora de Comunicação da FPMIn (Frente Parlamentar da Mineração Sustentável)

Boa tarde, Aryana! Sou eu quem agradece sua atenção. A matéria também está disponível no link: <https://www.inthemine.com.br/site/a-indefinicao-de-uma-politica-mineral/>

Grande abraço,

Tébis Oliveira, editora executiva

## MINEPROSPECÇÃO

Foto: Atlas Lithium/Divulgação



Carregamento de componentes da planta em contêineres

### → PLANTA MODULAR

Estão em fase de pré-embarque os mais de 100 contêineres que trarão da África do Sul para o porto de Santos, em São Paulo, os componentes da planta de beneficiamento fabricada pela Vibramech para o Projeto Neves, da Atlas Lithium, localizado próximo às cidades de Araçuaí e Itinga (MG). A planta realizará o processamento de lítio por separação de meio denso (DMS), tecnologia já consolidada que emprega um meio líquido pesado, várias vezes mais denso que a água, isolando o espodumênio na fração mais pesada, dos materiais residuais contidos na fração mais leve. A versão modularizada e otimizada da instalação reduz os custos de produção e o consumo de água no processo. No final de setembro, o Projeto Neves recebeu parecer favorável a seu pedido de licenciamento pela Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM). O requerimento foi protocolado na Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) do estado em 1º de setembro de 2023.

Foto: Lithium Ionic/Divulgação



Amostras de espodumênio do Projeto Bandeira

### → MAIS LÍLIO

O projeto Bandeira, da Lithium Ionic, em Itinga (MG) teve seu Relatório Final de Exploração aprovado pela ANM (Agência Nacional de Mineração) no início de setembro. Com esse sinal verde, a mineradora apresentou ao órgão o requerimento de Concessão de Mineração e o Plano de Aproveitamento Econômico (PAE) concluído em maio de 2024. O estudo de viabilidade prevê uma produção de 178 mtpa de concentrado de espodumênio, contendo 5,5% de Li<sub>2</sub>O, durante os 14 anos de vida útil da mina subterrânea, com custos operacionais (OPEX) totais de US\$ 444/t. Em paralelo, a Lithium Ionic aguarda a emissão da Licença Ambiental Concomitante (LAC), pela SEMAD, órgão ambiental do governo mineiro, que permite a implantação do projeto e é pré-requisito para a outorga da Concessão de Mineração pela ANM. Além da propriedade Itinga, onde ficam os depósitos Bandeira e Outro Lado, a empresa possui a propriedade Salinas, a cerca de 100 km de distância, localizada no norte de Minas Gerais, próximo à cidade homônima.

### → REVISÃO URGENTE

A consultoria Ernest Young (EY) divulgou pesquisa que elenca os 10 principais riscos e oportunidades de negócios para o setor de mineração em 2025. As entrevistas foram realizadas entre junho e julho passados, de forma on-line e anônima, junto a líderes seniores de empresas globais que atuam nos segmentos de mineração e metais e possuem uma receita mínima anual de US\$ 1 bilhão. Para atender ao aumento da demanda por minerais resultante da transição energética, as mineradoras precisam revisar e adaptar seus modelos de negócios atuais, avançando com parcerias e inovação para suprir o mercado de forma eficiente e sustentável.

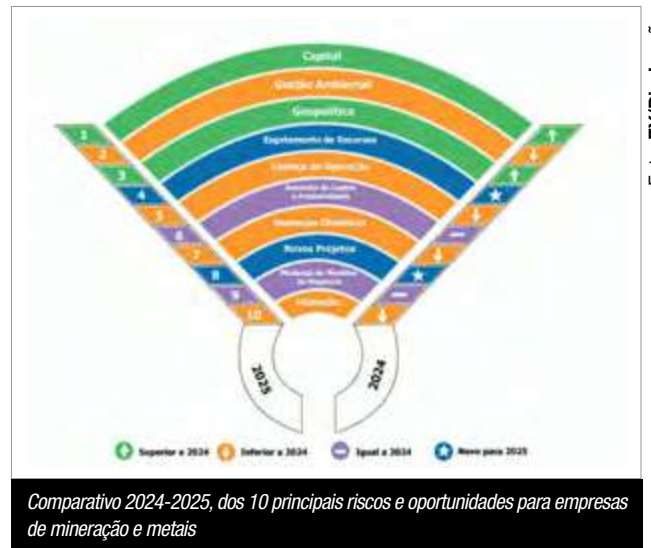


Foto: EY/Divulgação

### → NOVAS PRIORIDADES

A Mudança do Modelo de Negócios, aliás, já era foco de atenção das empresas no ranking publicado em 2023 com projeções para 2024, assim como o Aumento de Custos e Produtividade, que se mantêm nas mesmas 9ª e 6ª posições, respectivamente. Dois riscos estratégicos foram adicionados – o Esgotamento de Recursos e Reservas (4ª posição) e Novos Projetos (8ª) – e ganham ascendência os de Capital (1ª) e Geopolíticos (3ª). Em relação ao levantamento anterior serão menores em 2025 os riscos referentes à Gestão Ambiental (2ª), Licença de Operação (5ª); Mudanças Climáticas (7ª) e Inovação (10ª). Outros como os de Governança, Cibernética, Digital e Força de Trabalho deixaram de figurar entre as dez primeiras posições na pesquisa atual. Para especialistas da consultoria é preocupante a despriorização da Governança quando mineradoras estão implantando projetos em países com supervisão regulatória mais fraca, assim como da Força de Trabalho, visto os desafios do setor em atrair e reter profissionais qualificados.

### → NÍQUEL VERDE

A australiana Wyloo Metals, produtora de níquel, fechou uma parceria com a MetalsHub, plataforma digital de metais, para criar um índice de preços para concentrados e sulfatos de níquel de baixo carbono. O objetivo é tornar essa precificação uma referência global para produtos de níquel fabricados de forma sustentável, estabelecendo novos padrões para o chamado níquel verde e contribuindo para que usuários do metal façam escolhas ambientalmente conscientes. Através da plataforma, as mineradoras poderão fornecer informações sobre a procedência e pegada de carbono do minério e sobre as práticas ESG da operação a clientes, de forma auditável. A iniciativa também bate de frente com o níquel produzido na Indonésia, cujas vendas a baixos preços têm derrubado a cotação do produto, chegando inclusive a paralisar sua produção em várias minas.

## MINEAGENDA

**II EXPOCOBRE 2024**

Conferência/Feira - Mineração  
28 a 31 de outubro - Lima – Peru  
[expocobre.com/](http://expocobre.com/)

**AMAZÔNIA E NOVAS ECONOMIAS**

Conferência - Sustentabilidade  
06 a 08 de novembro - Belém – Pará  
[amazonianovaseconomias.com.br/](http://amazonianovaseconomias.com.br/)

**EXPOMINÉRIO 2024**

Conferência/Feira - Mineração  
07 a 09 de novembro - Cuiabá – Mato Grosso  
[expominerio.com.br/](http://expominerio.com.br/)

**SAFEMINING 2024**

Conferência – Saúde/Segurança Operacional  
13 a 15 de novembro - Santiago – Chile  
[gecamin.com/safemining/](http://gecamin.com/safemining/)

**1º ROADMAP TO LOW CARBON**

Conferência – Emissões no Brasil  
25 a 27 de novembro - Rio de Janeiro - RJ  
[eage.eventsair.com/](http://eage.eventsair.com/)

**CONGRESSO DE GEOLOGIA PLANETÁRIA**

Conferência - Geologia  
07 e 08 de dezembro - São Paulo - SP  
[academyspace.com.br/geospace/](http://academyspace.com.br/geospace/)

## MINEWEB

**IGF MINING**

A ideia de criação do Fórum Intergovernamental sobre Mineração, Minerais, Metais e Desenvolvimento Sustentável (IGF) teve origem em 2002 durante a Cúpula Mundial das Nações Unidas (ONU) sobre Desenvolvimento Sustentável, em Joanesburgo, África do Sul, sendo lançado em 2005, com 25 países-membros fundadores e tendo o governo do Canadá como anfitrião fundador. Hoje, com mais de 80 associados, a instituição disponibiliza avaliações, capacitação, treinamento técnico e publicações, visando contribuir com os governos de seus países-membros para a alavancagem dos benefícios da mineração, de forma a estimular práticas inclusivas e equitativas de gênero, obter resultados financeiros, dar suporte a meios de subsistência em operações de pequena e grande escala e proteger o meio ambiente por meio de políticas e regimes legislativos eficazes ([igfmining.org](http://igfmining.org))

## MINEBOOK

**GEOLOGIA ECONÔMICA**

Em pré-venda pela editora Oficina de Textos, a obra é de autoria de João Carlos Biondi, geólogo, doutor em Vulcanologia e atualmente professor titular de Geologia de Depósitos Minerais da Universidade Federal do Paraná (UFPR). O livro trata das condições necessárias para a formação de depósitos minerais econômicos, abordando processos de fusão parcial e segregação mantélica (que resultam na criação de depósitos de diamantes, nióbio, fosfatos e elementos terras raras); plutônicos endógenos e endomagmático aberto (sulfetos de níquel e cobre); mineralizadores hidrotermal e por sub-resfriamento (lítio e berílio em pegmatitos); hidatogênicos metamórficos (ouro e urânio em zonas de cisalhamento) e sedimentares (chumbo, zinco, cobre, urânio e ouro em rochas sedimentares); e formadores de depósitos minerais sedimentares e supergênicos. Ao explicar e demonstrar a aplicação prática dos conceitos de Geologia Econômica, Biondi sistematiza conhecimentos que permitem identificar locais mais propícios à existência de depósitos valiosos, ampliando as possibilidades de sua descoberta ([ofitexto.com.br](http://ofitexto.com.br)).

sedimentares (chumbo, zinco, cobre, urânio e ouro em rochas sedimentares); e formadores de depósitos minerais sedimentares e supergênicos. Ao explicar e demonstrar a aplicação prática dos conceitos de Geologia Econômica, Biondi sistematiza conhecimentos que permitem identificar locais mais propícios à existência de depósitos valiosos, ampliando as possibilidades de sua descoberta ([ofitexto.com.br](http://ofitexto.com.br)).

## MINE MARKET



Perfuratriz DD422IE Sandvik, com Charge While Drilling

Foto: Sandvik/Divulgação

**→ TECNOLOGIA BEV**

A fabricante Sandvik Mining & Rock Solutions pretende expandir a adoção da tecnologia de sua linha de equipamentos elétricos movidos a bateria (BEVs) para mineração subterrânea, já consolidada em outros países, no Brasil. As soluções para carregamento e transporte contam com o sistema Auto Swap, que permite a troca rápida de baterias em cerca de 4 minutos, sem a necessidade de uso de guindastes ou pontes rolantes. Já as perfuratrizes estão equipadas com o sistema Charge While Drilling, que carrega a bateria durante a operação da máquina, através de conexão à rede elétrica da mina, assegurando sua produtividade em tempo integral. A linha agrega os benefícios de sustentabilidade, ao eliminar o emprego de combustíveis fósseis; economia, ao reduzir a necessidade de ventilação nas minas subterrâneas e os custos operacionais em comparação aos veículos a diesel; e segurança, com menor produção de calor e emissões e menores níveis de ruído e vibração.

# MINEMARKET

Foto: Norsk Hydro/Divulgação



Fios-máquina de alumínio para cabos e fios de alta tensão

## → ALUMÍNIO X COBRE

A briga é antiga, mas vem escalando na medida em que os preços do cobre se mantêm em patamares elevados. Nesse contexto há um interesse cada vez mais crescente de empresas na Ásia e Europa pela substituição de fios de cobre por alumínio. A afirmação foi feita

por Aisling Hubert, analista da CRU, consultoria britânica especializada em mineração, durante a London Metal Exchange Week, evento anual promovido pela bolsa de metais de Londres (LME). O recorde das cotações do cobre ocorreu em maio passado, superando o valor de US\$ 11.100/t, perto de quatro vezes o valor da tonelada do alumínio. Segundo Hubert, a substituição ainda não é genérica e o uso do cobre deve ser mantido pela China em sua rede elétrica, por questões de segurança, assim como em cabos submarinos de alta tensão. De outro lado, países como o Japão e a Coreia já estão empregando fios de alumínio em motores de vários aparelhos eletrodomésticos.

Fonte: Ero Copper/Divulgação



## → NOVA FRENTE

Logo após inaugurar o projeto Tucumã, de cobre, a Ero Copper anuncia a estimativa inicial de recursos minerais do projeto Furnas, de cobre e ouro, em Carajás, no Pará (Imagem). Segundo a empresa, o depósito contém recursos indicados de 35,2 Mt, com teor de 1,04% de cobre (364.700 t) e 0,69 gramas/t de ouro (775.300 oz). Os recursos inferidos são da ordem de 61,3 Mt, com teor de 1,06% de cobre (647.400 t) e 0,63 g/t de ouro 1.235.600 oz). Em julho de 2024, a mineradora canadense assinou um acordo definitivo de earn-in com a Salobo Metais, subsidiária da Vale Base Metals, para obter 60% de participação no projeto mediante o financiamento de um programa de exploração, engenharia e desenvolvimento durante cinco anos. O programa inclui as fases I, já licenciada (28 mil m de furos), II (17 mil m) e III (45 mil m). Um Estudo de Viabilidade Definitivo (DFS) será apresentado 24 meses após a conclusão da Fase II, visando a implantação de uma mina subterrânea de larga escala.



Protótipo do Robot ACD na Minexpo 2024

Foto: ABB/Divulgação

## → ROBÔ DE RECARGA

A novidade foi apresentada durante a Minexpo 2024, em Las Vegas (EUA) no final de setembro, pela ABB, multinacional de automação e eletrificação industrial, no estande da Komatsu, fabricante japonesa de equipamentos pesados, parceira no desenvolvimento do protótipo, junto com as mineradoras Boliden e BHP. O Robot ACD foi projetado para conectar de forma automatizada o carregador eMine™ FastCharge, da ABB, a conectores de baterias de caminhões off road usados no transporte de minério, dispensando a intervenção humana no processo. Até o final do ano, o robô iniciará testes em condições reais na mina de cobre Aitik, da Boliden, no norte da Suécia. Segundo a ABB, a tecnologia poderá ser empregada em todos os modelos de caminhões elétricos e é compatível com conectores, interfaces e carregadores hoje disponíveis no mercado, podendo ser adaptada a modelos que ainda serão lançados.

## → GESTOR DO FIP

O consórcio formado pelas consultorias Ore Investments, de fundos de investimento private equity em mineração, e JGP BB Asset, focada em fundos ESG, irão responder pela gestão do Fundo de Investimento em Participações (FIP), para o financiamento de projetos minerais necessários à transição energética, descarbonização e fertilização de solos. O FIP foi lançado pela BNDESPAR, subsidiária do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social), e pela Vale, que farão uma subscrição de até R\$ 250 milhões cada. Caberá à nova gestora a captação de outros R\$ 500 milhões no mercado, totalizando R\$ 1 bilhão de recursos que serão investidos em cerca de 20 empresas junior e de médio porte com atuação em pesquisa mineral e no desenvolvimento, implantação ou reativação de minas produtoras de minerais críticos e estratégicos. A proposta vencedora ainda passará por uma etapa de avaliação das condições contratuais, regulamento do fundo e diligências legais.

Por

*William Freire<sup>1</sup>**& Ana Maria Damasceno de Carvalho Faria<sup>2</sup>*

## DECISÕES DOS TRIBUNAIS ESTADUAIS SOBRE DIREITO MINERÁRIO

De 2020 a setembro de 2024 houve 88 julgamentos pelos Tribunais Estaduais envolvendo questões de Direito Minerário, que podem ser considerados significativos. Não entram nessa conta as decisões que tratam de matéria exclusivamente ambiental ou tributária.

Desses relevantes, 11 foram julgados pelo Tribunal de Justiça de Minas Gerais, seguido por São Paulo (10) e Paraná (8).

Detalhe em relação a Minas Gerais: a pesquisa inicial relacionou nada menos que 585 processos em curso, discutindo questões tributárias, ambientais e os acidentes de Mariana e Brumadinho. O único Tribunal não pesquisado foi o do Maranhão, em razão da indisponibilidade do seu site. É impressionante como, passados 57 anos da vigência do Código de Mineração, ainda há pedidos dos benefícios do art.27 elaborados de forma incorreta. E, do mesmo modo, impressiona como os Tribunais ainda decidem erroneamente.

Alguns pontos chamam a atenção:

### **1) A importância dos laudos iniciais**

A atividade mineral tem caráter urgente porque é de interesse nacional, para que possa gerar benefícios socioeconômicos o quanto antes, e porque existem prazos a serem cumpridos. Em razão dis-

so, há entendimento jurisprudencial consolidado no sentido de que, preenchidos os requisitos do art.300 do CPC (Código de Processo Civil) e efetuado o depósito prévio, o minerador faz jus à tutela de urgência, o que independe de qualquer perícia judicial prévia.

Entretanto, ainda há procedimentos ajuizados sem apresentar o laudo de avaliação inicial. Houve situações em que nem a caução foi oferecida. Em razão da importância do convencimento do Juízo, preferimos o procedimento pioneiro que adotamos há muito: se o minerador pleitear a antecipação de tutela de urgência, a inicial é instruída com dois laudos de avaliação, elaborados por profissionais com experiência inquestionável.

Os processos de desapropriação e de constituição das servidões administrativas também são instruídos por laudos unilaterais e aceitos sem ressalva pelos magistrados. E nem se poderia argumentar que estes teriam uma espécie de fé pública ou presunção de legitimidade. Em verdade são, na maioria absoluta das vezes, laudos terceirizados. Não há razão, portanto, para rejeição do pedido de tutela de urgência ao fundamento da unilateralidade dos laudos apresentados com a petição inicial, sob pena de se inutilizar, por completo, o



que dispõe o art.15 do Decreto-Lei nº 3.365/1941. Ações mal ajuizadas têm consequência nefasta, porque geram precedentes negativos para o setor mineral. E, ao consultar esses precedentes, o Tribunal, geralmente, não se atenta para o detalhe ou a exceção que provocou o julgamento negativo.

### **2) Depósito integral: descabimento de pagamento da renda**

Se o minerador realizar depósito integral equivalente ao valor venal do imóvel com suas benfeitorias, utilidades e, eventualmente, lucros cessantes, não caberá pagamento de renda, porque o proprietário do imóvel já terá sido indenizado no valor máximo do benefício econômico que sua propriedade pode gerar. Isso porque a renda tem natureza jurídica de lucros cessantes e não de arrendamento ou aluguel.

### **3) Descabimento de juros compensatórios, se houver pagamento da renda ou depósito integral do valor venal do imóvel**

O art.27 do Código de Mineração faz referência ao pagamento da renda e também à caução, para cobrir eventuais prejuízos causados ao superficiário. Nesse caso, como há preceito jurídico que trata diretamente da recomposição da renda do superficiário, não há lacuna normativa que possa fazer incidir o pagamento de juros compensatórios.

Os juros compensatórios e a renda de que trata o art.27 do Código de Mineração têm a mesma natureza jurídica, isto é, lucros cessantes. Trata-se da necessidade de reparar o proprietário pela perda da posse antecipadamente, e, como consequência, da possibilidade de usufruir da produtividade que este bem concretamente geraria, não fosse a afetação ao empreendimento de utilidade pública.

A Servidão Mineral é espécie do gênero Servidões Administrativas. A regra mais especial (Código de Mineração) deve prevalecer sobre a regra mais geral (DL 3.365/41). ■

<sup>1</sup> WILLIAM FREIRE. Advogado. Professor de Direito Minerário. Fundador do Instituto Brasileiro de Direito Minerário – IBDM. Diretor e coordenador do Departamento do Direito da Mineração do Instituto dos Advogados de Minas Gerais. Árbitro da Câmara de Mediação e Arbitragem Empresarial Brasil – Camarb. Alguns livros e capítulos de livros publicados: Comentários ao Código de Mineração. (2ª ed. 1995). Revista de Direito Minerário (1997. Vol. I – coordenador). Direito Ambiental Brasileiro (1998). Revista de Direito Minerário (2000. Vol. II – coordenador). Recurso Especial e Extraordinário (2002 – coautor). Os recursos cíveis e seu processamento nos Tribunais (2003 – coautor). Direito Ambiental aplicado à Mineração. Belo Horizonte: (2005). Natureza Jurídica do Consentimento para Pesquisa Mineral, do Consentimento para Lavra e do Manifesto de Mina no Direito brasileiro (2005). Código de Mineração em Inglês (2008 – cotradutor). Dicionário de Direito Minerário. Inglês – Português. (2ª ed. 2008 – coautor). Gestão de Crises e Negociações Ambientais (2009). Dicionário de Direito Ambiental e Vocabulário técnico de Meio Ambiente. (2ª ed. 2009 – coordenador). Mineração, Energia e Ambiente (2010 – coordenador). Fundamentals of Mining Law (2010). Código de Mineração Anotado e Legislação complementar em vigor. (5ª ed. 2010). Aspectos controvertidos do Direito Minerário e Ambiental (2013 – coordenador). The Mining Law Review. (6a. ed.). Capítulo do Brasil. London: The Mining Law Reviews (2017). Direito da Mineração. Coordenador (2017). Capítulo: Avaliação judicial de rendas e danos para pesquisa mineral. Riscos Jurídicos na Mineração. Manual (2019). O mínimo que todo empresário necessita saber sobre Direito Penal. Manual (2019 – coautor). International Comparative Legal Guides. Mining Law 2020: A practical cross-border insight into Mining Law. (7ª ed.). London: Global Legal Group Limited (2020), capítulo Brasil, e Direito Minerário: Acesso a imóvel de terceiro para pesquisa e lavra. (2ª ed. 2020). Direito da Mineração (Instituto dos Advogados de Minas Gerais, 2ª ed. 2023 – organizador).

<sup>2</sup> Ana Maria Damasceno de Carvalho Faria, Doutoranda em Direito pela UFMG; Mestra em Direito pela UFOP; Graduada em Direito pela UFMG; Pós-graduada em Direito Público pela PUC-MINAS; Especialista em Direito Minerário pelo CEDIN; Professora Universitária; Advogada e Diretora Administrativa do Instituto Brasileiro de Direito Minerário – IBDM. Membro do Comitê Jurídico e de Compliance do WIM Brasil. Sócia das áreas de Resolução de Disputas e Assuntos Fundiários no William Freire Advogados Associados. E-mail: ana@williamfreire.com.br



**POTENCIALIDADE DE TERRAS RARAS (ETRS)**

(base 2013 conforme figura 01)

<b>Amazonas</b> Presidente Figueiredo – Minsur Seis Lagos
Bahia Prado/Caravelas – Energy Fuels – Monazita
<b>Goiás</b> Catalão – Mosaic Catalão – CMOC
<b>Minas Gerais</b> Araxá/Tapira – Mosaic Araxá – Saint George Mining (antiga MBAC) – Terras Raras Araxá – Rejeitos da CBMM Vale do Lítio – Foxfire Metals – Lítio/ETRs Poços de Caldas (Morro do Ferro) – MTR Mineração Poços de Caldas – Rejeitos da INB Caldas Patrocínio (Serra Negra) Salitre São Gonçalo do Sapucaí – Placers fluviais Uberaba – Rejeitos do fosfogesso – Mosaic/Rainbow Rare Earth
<b>São Paulo</b> Barra do Itapirapuã Jacupiranga Juquiá
<b>Pará</b> Maicuru
<b>Paraná</b> Mato Preto
<b>Rondônia</b> Ariquemes/RO – Rejeitos do garimpo de cassiterita Bom Futuro – Canada Rare Earth
<b>Tocantins</b> Peixe Palmeirópolis – Projeto Bluebush (antigo Mata Azul) – Alvo Minerals
<b>Tocantins</b> Peixe Palmeirópolis – Projeto Bluebush (antigo Mata Azul) – Alvo Minerals

assinou acordo em 2023 com a Togni S.A. para adquirir o projeto Caldeira, por cerca de US\$ 20 milhões e royalties da ordem de 4,75%. A Mineração Mata Azul (TO) já realizou negociações com a Canada Rare Earth em 2014, sem continuidade. Em 2023, a Alvo Minerals adquiriu o prospecto Mata Azul, que passou a ser denominado projeto Bluebush, em Palmeirópolis (TO) e, em 2024, o projeto Iporá (GO). A Australian Mines adquiriu títulos minerários da RTB Geologia e Mineração em 2023, na região de Jequiá (BA). O projeto Morro do Ferro da Mineração Terras Raras (MTR) foi estudado inicialmente pela Prime Star Brasil Mineração e a Foxfire Metals identificou a presença de Terras Raras em seus prospectos de lítio, em Minas Gerais. Existem diversas potencialidades nos rejeitos da mineração para obtenção de Terras Raras. A Rainbow Rare Earths firmou um memorando de entendimento com a Mosaic para desenvolver, em conjunto, um fluxograma de processo e conduzir uma avaliação econômica preliminar relacionada à extração de elementos de ETRs da pilha de fosfogesso da Mosaic, na área de Uberaba (MG). A Canada Rare Earth pretende implantar um projeto para o processamento de 70 milhões de toneladas de rejeito do estanho acumulado no garimpo de Bom Futuro em Rondônia, contendo Terras Raras, cassiterita, zircônio e ilmenita.

**4. PROJETO SERRA VERDE (GO)**

A Serra Verde levou cerca de 15 anos para entrar em operação no final de 2023. A produção inicialmente programada é de 5 mil t/ano (Fase I), equivalentes de Terras Raras contidas no carbonato de Terras Raras (produto final), com previsão de 10 mil t/ano (Fase II), em função das condições de mercado. A empresa possui uma jazida da ordem de 1,3 Bt de recursos totais de minério de Terras Raras em argila iônica. A sustentabilidade econômica vem da presença de Cério, Lantânio, Neodímio, Praseodímio, Lutécio e Ítrio, entre outros ETRs. O depósito possui morfologia de baixa profundidade e estratiforme que, juntamente com a granulometria do minério, simplifica os processos de extração e beneficiamento.

O processo de lavra da mina é simples, com baixa relação estéril/minério. Separado o estéril, o minério (solo laterítico + saprolito) é peneirado na própria frente de lavra. O oversize será disposto próximo à cava, para futura recomposição da área lavrada, enquanto o undersize, material fino que contém mais de 98% dos ETRs recuperáveis, é bombeado, na forma de polpa, para a área de concentração.

A Serra Verde busca a melhoria de seus processos, de modo a assegurar a oferta de um “produto verde”, com a lixiviação em pilha substituída pela lixiviação iônica, mediante contato do minério com uma solução de baixa acidez (solução salina sem uso de ácidos) e precipitação do produto final. Todo o processo acontece em circuito fechado. O rejeito sólido (minério fino umedecido) passa por um processo de lavagem, para a retirada de eventuais resíduos de solução salina, e por secagem ao sol, sendo utilizado na recomposição das áreas lavradas. A água de lavagem também será reutilizada.

**5. POTENCIALIDADES DE PROJETOS DE TERRAS RARAS NAS ARGILAS IÔNICAS**

A partir de 2022 surgem as notícias dos primeiros projetos de pesquisa mineral nas argilas iônicas com ETRs, relatando promissores resultados conforme elencamos abaixo. Houve também um processo bem acentuado de aquisições de títulos minerários e entrada de empresas australianas, inclusive com emissão de ações em bolsas de valores específicas para o setor mineral. À medida que os resultados positivos vão sendo delineados, o reflexo é a valorização das ações dessas empresas. Dessa forma, confirmando-se os resultados positivos das pesquisas, o Brasil tem um cenário bastante animador para desenvolver ativos de classe mundial e avançar na cadeia produtiva através de parcerias e acordos de cooperação com outros países. Citamos abaixo as potencialidades identificadas (além das anteriormente citadas no item 3).

**6. PESQUISA (PD&I)**

Com esse cenário promissor, o Brasil tem que avaliar as Terras Raras com enfoque estratégico e preparar a mão de obra especializada para a pesquisa (PD&I), domínio e operacionalização de todas as etapas da cadeia produtiva. Com o potencial de elevação da escala de produção e aspectos geopolíticos, existe uma ampla janela de oportunidade para maximizar o potencial das Terras Raras no Brasil.

Existem no Brasil diversos grupos de pesquisa distribuídos em universidades e centros de pesquisa governamentais: - Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), UFMG, UFSC, UFS, Unicamp, USP, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), a Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras (CERTI), o Instituto de Pesquisas Nucleares (IPEN), o Instituto de Energia Nuclear (IEN), o Centro de Desenvolvimento e Tecnologia Nuclear (CDTN) e núcleos de tecnologia das Federações de Indústria Estaduais (ICTs), dentre outros. Deve ser incentivada uma ação integrada entre todas essas instituições, envolvendo inclusive as mineradoras. É necessário avaliar a realização de um diagnóstico de todas as pesquisas realizadas e em curso, buscando disseminação de conhecimento e agregação de sinergias. Destacamos o trabalho do CETEM com a realização de seminários a cada dois anos, constituindo assim um importante canal para divulgação e atualização das ações relativas às Terras Raras no Brasil.

Em 2012, a CBMM (Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração) anunciou a construção de uma planta piloto para a produção de ETRs, a partir do reaproveitamento dos rejeitos gerados na concentração de nióbio. Quatro anos depois, a empresa fechou acordo com o IPT para o desenvolvimento da terceira fase da cadeia de produção, que já havia iniciado pesquisas para recuperação dos óxidos de ETRs em Araxá (MG) e Catalão (GO). Os complexos alcalinos brasileiros são os depósitos conhecidos com potencial econômico de ETRs, na forma de subproduto de outros minerais (nióbio e fosfato). A CBMM também construiu uma unidade piloto de extração por solvente, em Araxá, para separar quatro produtos de Terras Raras a partir do sulfato duplo (óxidos de cério, lantânio, didímio e, do outro lado, os demais ETRs), mas esse projeto se encontra suspenso. Em julho de 2019, o Brasil anunciou a criação do primeiro laboratório-fábrica de

**POTENCIALIDADE DE TERRAS RARAS (ETRS)**

(base 2013 conforme figura 01)

<b>Amazonas</b>
• Brazilian Critical Minerals – Projetos Apuí e Ema (ETRs)
<b>Bahia</b>
• Brazilian Rare Earths – Projeto Monte Alto/Borborema Mineração (monazita/argilas iônicas)/Projeto Sulista (ETRs)
• Equinox Resources – Projeto Campo Grande (Jequié)
• Multiverse Mineração – Projeto Terras Raras Bahia (Itamaraju)
• Australian Mines – Projeto Jequié
• Gold Mountain – Projeto Down Under
• Energy Fuels – Projeto Bahia (monazita/Prado e Caravelas)
<b>Goiás</b>
• Aclara Resources (grupo Hochschild Mining) – Módulo Carina
• Alvo Minerals – Projeto Iporá
• Appia Rare Earths & Uranium – Projeto PCH
• OzAurum Resources – Projeto Catalão
<b>Mato Grosso</b>
• Summit Minerals - Projeto Itiquira
<b>Minas Gerais</b>
• Meteoric Resources – Projeto Caldeira (ETR/Poços de Caldas)
• Enova Mining – Projetos Coda e Poços
• Viridis Mining and Minerals – Projeto Colossus (Poços de Caldas)
• Terra Brasil – Patos de Minas/Presidente Olegário
• Saint George Mining (antiga MBAC) – Projeto Araxá
• Harvest – Projeto Arapuaá (ETR como nova substância)
• Bemisa – Projeto Bambuí
• Axel REE – Projetos Caladão e Caldas (ETR)
• Equinox Resources – Projeto Mata da Corda
• Summit Minerals – Projetos Aratapira e T1-T2
• Resouro Strategic Metals – Projeto Tiros (Titânio/Terras Raras)
• Perpetual Resources – Projeto Raptor
• OzAurum Resources – Projeto Salitre
<b>Paraíba</b>
• Summit Minerals - Projeto Santa Souza
<b>Piauí</b>
• Axel REE – Projeto Corrente
<b>Tocantins</b>
• Mineração Serra Verde (Jaú do Tocantins/Palmeirópolis)
• Alvo Minerals - Projeto Bluebush

ímãs permanentes (LabFab). O projeto do governo de Minas Gerais, por meio da Companhia de Desenvolvimento Econômico do estado (Codemig/Codemge), foi desenvolvido pela CERTI, em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e o IPT, em 2016.

Em 2023, a FIEMG – federação das indústrias mineiras - oficializou a aquisição do LabFab da Codemge), cujos investimentos somaram R\$ 35 milhões. A operação do LabFabITR ficará a cargo do Centro de Inovação e Tecnologia (CIT) do Senai, em Lagoa Santa (MG), possibilitando a sinergia com os diversos laboratórios nas áreas de química, processamento mineral, metalurgia e ligas especiais e ambiental, entre outras. O LabFabITR é o primeiro laboratório-fábrica de ligas e ímãs de Terras Raras no hemisfério sul, voltado para a produção de ímãs de neodímio-ferro-boro (NdFeB), utilizados em equipamentos como motores de alta eficiência, aerogeradores, equipamentos de ressonância magnética e sensores, entre outros.

Destacamos ainda, o Projeto Regina (Rare Earth Global Industry and New Application), em cooperação com a Alemanha, e o projeto PATRIA (Processamento e Aplicações de Ímãs de Terras Raras para a indústria de alta tecnologia), dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT). As Federações das Indústrias de Santa Catarina (FIESC) e de Minas Gerais (FIEMG) e o SENAI, juntamente com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), criaram o projeto chamado MagBras – edital SENAI/FUNDEP/Programa Rota 2030/MOVER, que visa estabelecer a cadeia produtiva completa e permanente de Terras Raras no Brasil.

A empresa Mineração Taboca também inaugurou o Laboratório de Hidrometalurgia do Amazonas, em parceria com o governo do estado, por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas (Fapeam). O objetivo é capacitar os acadêmicos na extração dos minerais estratégicos para a produção de ligas metálicas.

A mineradora canadense Appia Rare Earths & Uranium planeja investir R\$ 550 milhões em Goiás nos próximos quatro anos. Desse total, R\$ 50 milhões serão destinados à conclusão das pesquisas e R\$ 500 milhões à implantação de uma planta de concentrado de carbonato.

A Viridis Mining anuncia que assinou um termo de compromisso vinculativo com a Ionic Rare Earths, para comercialização da Tecnologia de Separação Seletiva, de recuperação do conjunto completo de óxidos de Terras Raras de concentrados e alimentação de carbonatos, dentro de sua planta no Brasil. Essa parceria planeja construir uma refinaria e uma instalação de reciclagem de ímãs no Brasil, utilizando a tecnologia de separação da Ionic.

A Brazilian Rare Earths, que responde pela Borborema Mineração, avalia a assinatura de um protocolo de intenções com a Secretaria de Desenvolvimento Econômico (SDE) da Bahia. O acordo visa a implantação de uma unidade produtiva de óxidos de Terras Raras, com investimento projetado de R\$ 3,5 bilhões. A primeira fase do projeto contempla uma unidade destinada à fabricação de concentrado mineral de óxidos de Terras Raras, nos municípios de Ubaíra e Jiquiriçá (BA), com investimentos de R\$ 500 milhões. Já a segunda fase, no Polo Industrial de Camaçari, será de uma planta industrial para separação de óxidos de terras raras, com investimentos de R\$ 3 bilhões e capacidade inicial de produção de 15 mil t/ano.

A Equinox Resources avalia uma parceria estratégica com a Universidade Federal da Bahia (UFBA), nas áreas de geologia, geofísica e geoquímica. A empresa pretende oferecer bolsas de mestrado e doutorado para pesquisas voltadas à ampliação de conhecimento geológico nas áreas de seu projeto Campo Grande, no estado.

**7. CONCLUSÕES**

Um dos grandes desafios da cadeia produtiva de Terras Raras é a busca por novos métodos de extração mineral economicamente viáveis, sem prejuízos do meio ambiente, que poderão ser bastante minimizados com o aproveitamento das argilas iônicas, e desenvolver novas fontes de fornecimento mundial, mais imunes às estratégias geopolíticas da China. As políticas de pesquisa e desenvolvimento, geopolítica, de proteção do mercado interno, proibição de divulgação/exportação de tecnologias, cotas e autorizações de exportações e o amplo domínio da cadeia produtiva são amplamente utilizadas pela China.

A demanda de alguns óxidos de Terras Raras leva à previsão da escassez de elementos como disprósio, térbio, neodímio e de európio. Desde 2012, o Brasil se posiciona com significativas reservas de Terras Raras e, com o advento do aproveitamento das argilas iônicas, tem tudo para atingir um novo patamar significativo. Esse cenário pode garantir, no futuro, uma escala de produção mais elevada, viabilizando o desenvolvimento da cadeia produtiva de Terras Raras no Brasil.

Apesar de importantes iniciativas, é fundamental o desenvolvimento de uma política industrial e regulatória integrada para as Terras Raras no Brasil. O PL 2.210/2021 cria a Política Nacional de Fomento ao Desenvolvimento Tecnológico da Cadeia Produtiva dos Minerais Componentes dos Elementos Terras Raras (PADT), prevendo sua articulação por redes de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico formadas pela União, empresas, institutos de pesquisa, universidades, estados e municípios. O objetivo será o de “fomentar a produção de bens e serviços a partir de startups e outras formas empresariais e inovadoras”, além de agregar valor no território nacional. ■

<sup>1</sup>Especialistas em Recursos Minerais, da Agência Nacional de Mineração (ANM)

# NOVAS SOLUÇÕES PARA VELHOS PROBLEMAS

Valendo-se de aporte tecnológico e digital, mineradoras transformam suas operações de extração de minério em paradigmas de eficiência

Por **Tébis Oliveira**

Nas matérias a seguir destacamos projetos recentemente implantados ou ainda em curso em mineradoras para elevar a eficiência do processo de lavra de suas minas. Neles predomina o uso de plataformas digitais, sejam aplicativos ou softwares, que permitem ganhos de tempo e economia de custos, além de maior precisão nas etapas de planejamento e desenvolvimento dos trabalhos. Alguns estão disponíveis no mercado e são customizados para o perfil do projeto. Outros são criados e evoluídos por equipe interna. Também é de se citar o uso de tecnologias de ponta, como scanners e drones.

Um dos exemplos é o uso do software Orchestra pela Mineração Rio do Norte – MRN, na identificação de gargalos de sua mina de bauxita, com a proposição de medidas para sua solução. O programa também simula cenários futuros de operação e avalia o desempenho, indicando alternativas para otimizar o aproveitamento dos ativos disponíveis, caso dos equipamentos móveis de lavra e transporte.

No Complexo Minas-Rio da Anglo American, a mina de minério de ferro em Conceição do Mato Dentro (MG) também emprega um aplicativo de otimização e inventário de pilhas de minério. Com ele, a empresa tem conseguido uma gestão mais eficiente de seu estoque, o que aperfeiçoou

o planejamento de curto prazo da mina e a tomada de decisões estratégicas de blendagem, refletindo diretamente, através uma alimentação adequada, no desempenho da planta de beneficiamento. Em outra frente relacionada à inovação, uma das premissas do programa Mina Moderna, a mineradora está investindo em tecnologias autônomas e teleoperadas. Em setembro passado, chegou a primeira das cinco perfuratrizes autônomas que estarão operando na mina até 2025.

Um dos cases mais interessantes é o da Equinox Gold, iniciado em 2021 na Mineração Fazenda Brasileiro, em Barrocas (BA). Trata-se da lavra de Crown Pillar, estrutura rochosa que separa as operações a céu aberto das subterrâneas de uma mina. Em Fazenda Brasileiro, o método de lavra Sublevel Stoping, na sequência Top Down, ao contrário da sequência Botton Up, não realiza o preenchimento dos stopes já lavrados, criando espaços vazios que complicam a lavra de Crown Pillar. Um trabalho rigoroso de geologia e engenharia foi efetuado, envolvendo a qualidade do maciço rochoso, a geometria das escavações subterrâneas, o dimensionamento de um Crown Pillar mínimo, mapeamentos por drone, sondagens investigativas e análises numéricas bidimensionais ou tridimensionais com o uso de softwares específicos,

antes que os desmontes a céu aberto possam ser executados para a retirada do minério.

Na Vale, duas iniciativas podem ser validadas para aplicação em todas as operações de ferrosos da empresa no Brasil. Uma delas é o desenvolvimento da metodologia Otimização Integrada. A outra é o aprimoramento do processo de avaliação de amostras de QAQC (Quality Assurance and Quality Control ou Garantia de Qualidade e Controle de Qualidade, em português). No primeiro caso já foi constatada a otimização do sequenciamento de mina e o aumento do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR) nos projetos trabalhados. O projeto, a princípio realizado com soluções já disponíveis no mercado, acabou exigindo a implantação de uma máquina virtual que suportasse a execução de modelos de otimização mais complexos, com processamento em nuvem. Para a integração de todas as minas de ferrosos, talvez seja necessária uma tecnologia complementar, específica para as minas em foco. No caso do QAQC, foi criada uma plataforma no software de Business Intelligence Power Bi®, agregando vários benefícios como o fácil acesso, a transparência, agilidade e, principalmente, a não interferência e manipulação dos dados de origem, fator crucial para a qualidade das análises. ■

# SOLUÇÃO DIGITAL PARA ANÁLISE DA OPERAÇÃO

Por **redação ITM**

Fotos: **MRN/Divulgação**

Projeto utiliza software Orchestra para aumento da produtividade, redução de custos e elaboração de planos de lavra e produção

Entre os dias 27 de maio e 01 de agosto, a Mineração Rio do Norte – MRN, produtora de bauxita, concluiu a implantação do projeto Orchestra, que utiliza o software homônimo, criado para identificar gargalos na mina, propondo soluções, além de simular cenários futuros para a operação e avaliar o melhor aproveitamento dos ativos disponíveis. “Buscamos com o Orchestra ampliar o poder de análise da operação, utilizando o banco de dados do sistema de gerenciamento de frota e segmentando os dados por trecho, operador, modelo de equipamento, turno ou range de horário”, explica Antonio Medeiros Silva, coordenador do Centro de Operações Integradas - COI da mineradora (veja matéria no Especial Inovação-Processos desta edição).

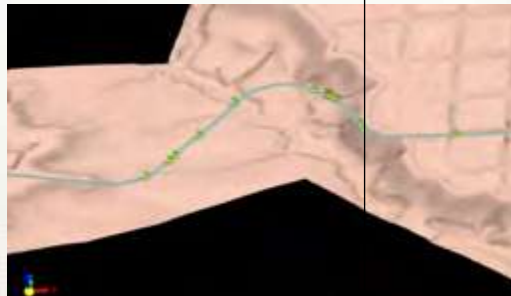
O Orchestra foi realizado por uma equipe multidisciplinar da MRN, formada por engenheiros das áreas de Planejamento de Lavra, Planejamento e Controle de Produção, Operação de Mina e Tecnologia da Informação.

Segundo Matheus Vargas, engenheiro sênior, que participou dessa equipe, todo o trabalho foi feito de forma re-



*Antonio Medeiros Silva, coordenador do COI da MRN*

mota e não implicou em novos componentes ou alterações na infraestrutura da mina. “A área de TI espelhou o banco de dados do sistema de gerenciamento de frota para evitar sobrecargas e interferências no ambiente produtivo e suas conexões durante as consultas”. Com isso, o software foi conectado ao novo banco de dados. Para o uso do software foram feitos treinamentos durante três dias, com carga horária de 12 h para cada uma das duas turmas responsáveis pelo novo sistema.



*Simulação de operação na mina pelo Orchestra*

A fase atual do projeto é de desenvolvimento, para o dimensionamento dos equipamentos otimizados buscando melhorias de performance e retirando gargalos de produção, considerando as simulações realizadas pelo software. “Estamos avaliando propostas para otimizar a produtividade da frota de transporte,



*Matheus Vargas, engenheiro sênior da MRN*

como o alargamento de acessos, relocação da leira central e sua substituição por guard rail, por exemplo”, explica Vargas. Também há um estudo para aumentar a eficiência do sistema de britagem, considerando alterações no ciclo dos equipamentos e a utilização de estoques. “Para além da maior produtividade, nossa expectativa é de redução de custos operacionais e elaboração de planos de lavra e produção mais aderentes”, conclui o engenheiro. ■

---

# Escavação levada a sério

---

## Nova geração de escavadeiras

Menor consumo de combustível da categoria e alta produtividade. Essas são as palavras-chave da nova geração de escavadeiras Liebherr. Conheça as nossas novas escavadeiras e experimente o menor custo por tonelada da categoria.

[www.liebherr.com](http://www.liebherr.com)

# LIEBHERR

Escavadeiras sobre esteiras



# PERFURAÇÃO AUTÔNOMA E QUALIDADE DO MINÉRIO

Por **redação ITM**

Fotos: **Anglo American/Divulgação**

Iniciativas aumentam segurança e produtividade dos trabalhos de sondagem e otimizam material alimentado na planta de beneficiamento

Avançando em uma das frentes de inovação do programa Mina Moderna – a adoção de tecnologias autônomas e te-leoperadas – a Anglo American colocou em operação, em setembro passado (2024), a primeira perfuratriz autônoma de sua mina, em Conceição do Mato Dentro (MG). A unidade também está empregando um aplicativo de otimização e inventário de pilhas de minério, objetivando o gerenciamento mais eficiente do estoque para a melhoria do planejamento de curto prazo da mina e a tomada de decisões estratégicas de blendagem para alimentação da planta de beneficiamento. Com essas iniciativas, entre outras, diz Aurélio Garcia, gerente executivo de Operações da mina, “a Anglo American reafirma seu compromisso em transformar o setor mineral no Brasil, por meio de investimentos em tecnologias inovadoras, práticas sustentáveis e com atenção à inclusão e acessibilidade”.

## TECNOLOGIA

A busca pela automação e te-leoperação dos equipamen-



tos móveis segue a diretriz de Segurança, considerada prioridade máxima pela Anglo American em suas rotinas de trabalho. As tecnologias devem reduzir ou eliminar a exposição de empregados a riscos, considerando novas abordagens principalmente em atividades de maior periculosidade.

No caso das perfuratrizes, utilizadas em atividades de sondagem, além da segurança, a automação reflete também na melhoria da performance e produtividade dos operadores. O modelo selecionado pela mineradora para a nova frota é o DR412i, da Sandvik Mining and Rock Solutions, equipamento rotativo de grande diâmetro montado sobre esteiras e projetado

para mineração de superfície de rochas brandas e duras. A máquina tem capacidade de realizar furos de 203 a 311 milímetros (8 a 12 ¼ polegadas), com profundidade máxima de passagem única de 17,5 metros e profundidade máxima do furo de 75,5 metros.

A solução de automação é o sistema Ardvarc, da Flanders que, desde setembro de 2022, possui um Memorando de Entendimento (MOU) de interoperabilidade para desenvolver e fornecer uma interface digital entre o sistema de perfuração autônomo e as perfuratrizes rotativas iSeries da Sandvik. Essa interface permite que os equipamentos se integrem ao sistema com pouca ou nenhuma modificação e simplificam seu emprego em minas que já adotam o Ardvarc. Esse método de sistema aberto permite que a mineradora mantenha a garantia e o suporte técnico da fabricante. No projeto da Anglo American foram envolvidas as áreas de Perfuração e Desmonte; Su-primentos; Planejamento; Serviços de Mina; Topografia; Sistemas Embarcados; Manutenção; TI; e Pessoas & Or-

*Equipe da Anglo American recebe primeira perfuratriz autônoma*



ganização. Os operadores que já atuavam com a frota antiga foram capacitados para trabalhar com o novo modelo e, segundo Garcia, mais profissionais devem ser contratados com essa finalidade. A conclusão do projeto deve ocorrer no segundo semestre de 2025, com a implementação de outras quatro perfuratrizes autônomas.

### APLICATIVO

O sistema de Otimização e Inventário de Pilhas (SIO), desenvolvido pela IntelliSense.io, possibilita a geração de modelos 3D, em tempo real, do material empilhado, armazenado e retomado nas pilhas de ROM (Run of Mine). Ao oferecer informações mais detalhadas e precisas do corpo do minério e suas características, o aplicativo reduz a lacuna de dados entre a mina e a planta de beneficiamento. Utilizado em um estoque de alta granularidade, realiza uma análise minuciosa de suas variações de teor e outras propriedades mineralógicas, aprofundando a compreensão sobre a qualidade do minério.

Esse conhecimento é fundamental para otimizar processos críticos, como os de moagem e flotação, resultando em maior eficiência operacional e redução de custos. Isso porque os procedimentos modernos de controle de minério e processamento mineral exigem maior precisão em relação ao material alimentado, o que não é obtido através de métodos convencionais. Historicamente, a

*Modelo DR412i, da Sandvik, executa furos de até 75,5 m*



mina da Anglo American, trabalhava com um teor médio único para cada lavra de determinado estoque, o que limitava a capacidade de prever variações.

O SIO emprega modelos de blocos 3D com distribuição espacial de teores e propriedades do minério, além de indicadores de rastreabilidade da movimentação de material entre as áreas de lavra, a alimentação do britador e os estoques. Cada banco da pilha nos eixos x, y e z é modelado como seu próprio domínio geológico, assumindo que os volumes e teores dos materiais depositados são equivalentes aos dados rastreados no sistema de gerenciamento de frota (Fleet Management

*Painel do SIO: análise e controle de pilhas de minério de ferro*



System – FMS), podendo ser regularizados ou ajustados com o auxílio de um levantamento topográfico.

O processo amplia a visibilidade e o controle das pilhas de estoque, identificando contaminações e movimentações inesperadas. Além disso, aumenta a confiabilidade do material alimentado na usina, especialmente quanto ao teor de alumina, garantindo que o minério certo seja processado no momento ideal. Com isso, a gestão de estoques torna-se mais flexível e há maior precisão no controle de qualidade, assegurando que o produto atenda às especificações estabelecidas. A geração dos modelos tridimensionais em tempo real também aumenta a eficiência dos processos, reduzindo variações indesejadas no teor do minério, evitando interrupções da planta e tornando seu funcionamento mais estável, o que melhora a performance geral da operação.

Entre as ações necessárias na mina, foram realizadas diversas rodadas de treinamento com o corpo técnico de Geologia de Mina e Controle de Qualidade, com o objetivo de implementar polígonos de qualidade para a lavra dos estoques. A medida visa a criação de um modelo específico para cada pilha de estoque, permitindo maior precisão no controle de teores. Gradualmente, a capacitação vem sendo disseminada para as áreas de Operação de Mina e Despacho, uma vez que, até então, não era comum a utilização de polígonos de qualidade para os estoques. ■

# LAVRA DE CROWN PILLAR EM FAZENDA BRASILEIRO

Por **redação ITM**

Fotos: **Equinox Gold/Divulgação**

Utilização do método foi iniciada em 2021 e hoje já responde por 30% da produção da mina, além de ter aumentado sua longevidade

Crown pillar é a estrutura rochosa que separa as operações a céu aberto ou de superfície (cavas) das operações subterrâneas em uma mina. Segundo Michele Márcia de Souza, coordenadora de Geomecânica da Equinox Gold, o dimensionamento do projeto de lavra de um crown pillar considera, principalmente, a qualidade do maciço rochoso e a geometria das escavações subterrâneas, áreas já exauridas e inativas no caso da Mineração Fazenda Brasileiro, adquirida pela Equinox Gold em 2020. Na mina, localizada na cidade de Barrocas, no nordeste da Bahia, esse tipo de lavra foi iniciado em 2021 e viabilizado a partir de estudos que indicaram a presença de conteúdo metálico (ouro) em regiões mais rasas, em conjunto com avaliações para o dimensionamento de crown pillar mínimo durante as atividades de operação. O método contempla desmontes a céu aberto com varações em antigas escavações no subsolo, posteriormente preenchidas. O processo viabiliza novas áreas de operação, contribuindo para a produção e o aumento da vida



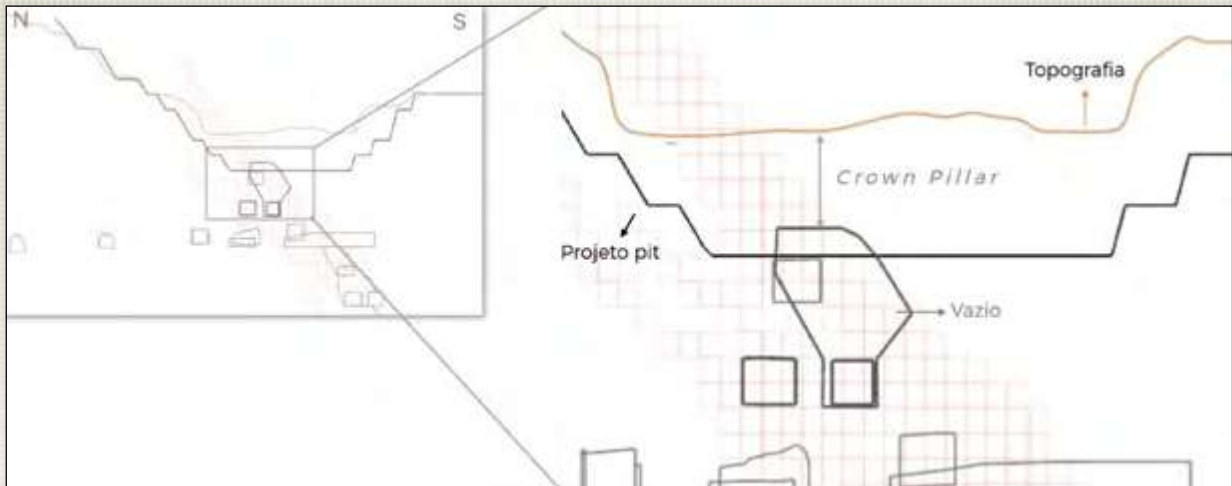
*Marina Campos e Michele Souza no Cobramseg 2024*

útil da mina. Em Fazenda Brasileiro, ele já responde por 30% da produção de ouro, percentual que tem perspectivas de acréscimo nos próximos anos. A lavra em crown pillar pode ser viabilizada para outras minerações, diz Michele. “Para isso é necessário avaliar a espessura da zona de transição até a rocha sã, considerando que trabalhamos no contexto de um maciço rochoso e, em paralelo, validar a espessura do crown pillar em relação às escavações subterrâneas”, explica a coordenadora.

O tema é objeto dos artigos “Determinação da Espessura Ideal para Crown Pillar através de Modelagem Numérica” e “Metodologia para Gerenciamento de Riscos em Lavras de Crown Pillar”, de autoria de Michele Souza, Marina Ramos Campos, assistente de Geotecnia, e Arilton Ferreira Nascimento, geólogo geotécnico, da Equinox Gold. Os estudos de caso foram apresentados durante o Cobramseg 2024, realizado entre 24 e 27 de setembro passado, em Balneário Camboriú, Santa Catarina. No evento ocorreram simultaneamente o XXI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, o X Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas e o X Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens. A íntegra dos artigos será disponibilizada no site da revista In the Mine ([inthemine.com.br](http://inthemine.com.br)).

## **DIMENSIONAMENTO E RISCOS**

Há 38 anos em operação, a mineração Fazenda Brasileiro já produziu mais de 3,3 milhões de onças de ouro. Seu foco principal é a extração do minério por meio



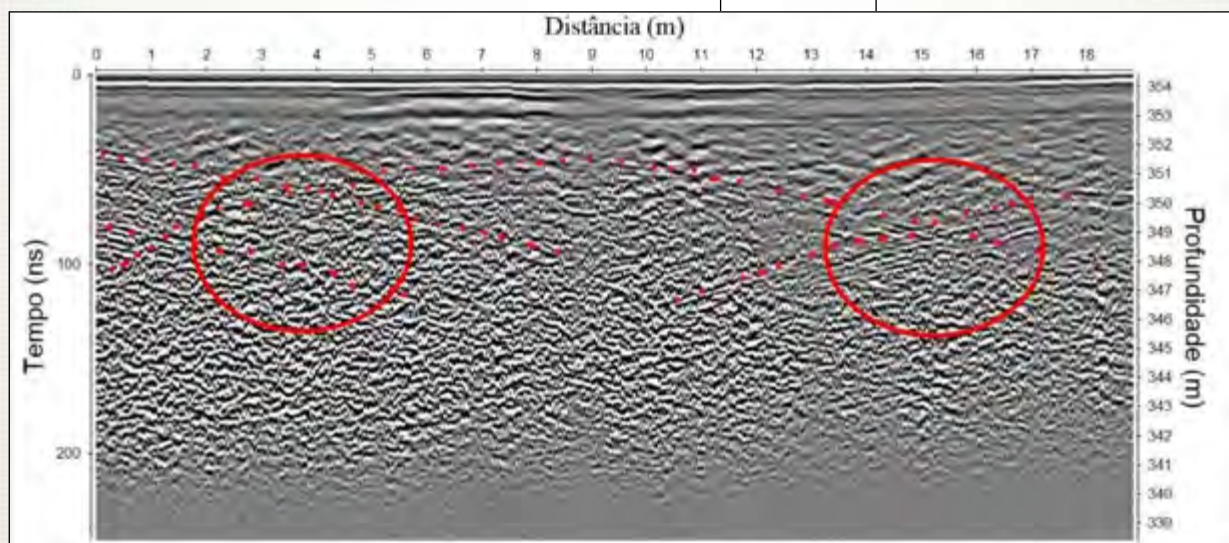
de lavra subterrânea, usando o método Sublevel Stopping, na sequência Top Down, atualmente a uma profundidade superior a 1.000 metros. Diferente da sequência Bottom UP, que prevê o enchimento dos stopes já lavrados para continuação da lavra nos níveis superiores, a sequência Top Down mantém as escavações abertas, estabilizando-as por meio de pilares verticais e horizontais, também conhecidos como rib pillar e sill pillar.

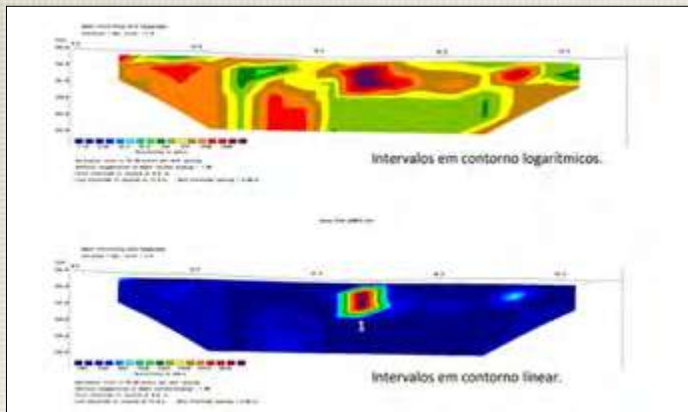
Nos últimos anos, a expressiva valorização das cotações de ouro, associada ao desenvolvimento de novas tecnologias e aos custos elevados com o aprofundamento da mina, viabilizaram a reabertura das operações a céu aberto em Fazenda Brasileiro, em áreas com menores teores de minério e trechos de crown pillar no subsolo, de forma simultânea (Imagem 1). A lavra em bancadas, com aprofundamento do

*Imagem 1: Croquis do crown pillar mostra interação superfície-subsolo*

*Imagem 2: Resultados do GPR com possíveis anomalias no subsolo da mina*

Open Pit nas áreas já escavadas no subsolo, implicando na interação com seus espaços vazios, confere maior complexidade no gerenciamento do processo para a mitigação dos riscos. O crown pillar, por exemplo, precisa ter um dimensionamento contínuo devido às diferenças de potência/largura dos vazios, que podem variar entre 5 e 20 metros, em média. Considerando essas especificidades, as equipes de Geomecâ-





*Imagem 3:  
Eletrorresistividade:  
cores mais  
quentes realçam  
vazios*

nica, Geologia, Planejamento e Operação da mina desenvolveram uma metodologia para a caracterização daquelas áreas. O trabalho utiliza métodos geofísicos e sondagens investigativas, aos quais foi integrada a tecnologia de escaneamento. Somados a eles, são realizados levantamentos de dados geológicos e geotécnicos, como mapeamento estrutural e classificações do maciço, que resultam em modelos geotécnicos bidimensionais ou tridimensionais, conforme a complexidade da geometria local, e análises numéricas, que viabilizam ou não a lavra acima do pilar. “Se não mapeadas, a operação em áreas de crown pillar estreito é de alto risco para pessoas e equipamentos. Nossa metodologia é uma ferramenta chave para o gerenciamento desses riscos”, explica Michele. O principal risco da lavra do crown pillar é a queda imprevista dos pilares durante as etapas de investigação, perfuração e carregamento de explosivos para o desmonte de rocha. Para minimizar essa possibilidade, o Comitê de Gestão de Vazios da mina realiza reuniões semanais com todo

o time envolvido na operação, pontuando as áreas de atuação e tratativas necessárias ao trabalho. “Também integramos ao processo a utilização de um scanner de furo, para identificar e monitorar os vazios existentes”, diz Michele. Segundo ela, o aparelho é muito preciso na obtenção da geometria exata dos vazios através de sua introdução nos furos investigativos, podendo acessar áreas remotas.

Caso os pilares não atinjam fatores de segurança adequados, as perfurações e desmontes são executados fora do limite de influência das escavações subterrâneas, seguidos de validações para checar a quebra do pilar e, só assim, dar início ao processo de lavra. Os equipamentos são os mesmos empregados em uma mineração a céu aberto convencional, diz Michele.

### **METODOLOGIAS**

Outro desafio é o de mapear as galerias mais rasas que, tendo sido lavradas no início da operação da mina, tiveram a maior parte dos dados topográficos registrados em papéis, que não foram digitalizados e se perderam

com o passar dos anos. Nesse caso, podem ser utilizados métodos como o GPR (Ground Penetrating Radar) e a Eletrorresistividade, onde as anomalias detectadas podem estar relacionadas a regiões potenciais de vazios e serão validadas através de perfurações investigativas.

O GPR se baseia na propagação de ondas eletromagnéticas (EM) de alta frequência, variando de 10 MHz a 2,5 GHz, a partir de uma antena transmissora colocada na superfície da área. Essas ondas são refletidas e refratadas, sendo recebidas pela antena receptora. Dedicado à investigação e detalhamento de alvos rasos, o processamento dos dados coletados realça os contrastes do GPR para distinguir possíveis anomalias do subsolo. A partir desses resultados (Imagem 2), é realizada a interpretação dos dados.

Já a eletrorresistividade emprega a técnica de caminhamento elétrico, ao longo de linhas paralelas e transversais, identificando anomalias mais profundas que o GPR. O tipo de caminhamento dependerá da necessidade da investigação, se com maior profundidade ou maior resolução. As cores mais quentes do perfil de processamento dos dados são características de regiões com potenciais escavações subterrâneas e vazios (Imagem 3).

A partir de sólidos tridimensionais desenhados com os resultados dos levantamentos geofísicos, são adicionadas sondagens exploratórias para validar os dados de geometria e profundidades identificadas. Para o posi-



cionamento correto dos furos são adotadas as premissas de crown pillar mínimo que definirá se os furos poderão seguir com inclinação de 90° ou se terão que ser perfurados fora da região a ser investigada.

Dependendo do tipo e posicionamento das escavações a serem investigadas, o mapeamento só poderá ser viabilizado com o uso de drones. A Fazenda Brasileiro utiliza modelos equipados com a tecnologia do LIDAR Slam (algoritmo de localização e mapeamento simultâneo), que funciona utilizando um laser scanner. Esse levantamento é realizado a partir do subsolo, em regiões próximas às programadas para serem lavradas pelo Open Pit, e corresponde ao método de maior precisão para esse tipo de cenário, contribuindo para aumento

da segurança e redução do tempo de espera para execução das sondagens exploratórias confirmativas.

Para compreender melhor as rupturas que ocorrem no entorno do plano de perfuração, envolvendo regiões em interação com vazios, são feitas análises numéricas, prevendo diferentes cenários de variação. Essas análises bidimensionais ou tridimensionais, através de softwares específicos, que irão influenciar, principalmente, na garantia do rompimento do crown pillar, no preenchimento completo dos vazios e na avaliação da condição do talude final e da berma após a variação. Após o desmonte em uma área a céu aberto com interação com o subsolo, é preciso garantir as condições segurança antes de qualquer atividade operacional.

*Análise numérica tridimensional prevê cenários de variação*

Para isso, uma equipe multidisciplinar confirma a quebra do crown pillar e avalia se houve o preenchimento parcial ou total do vazio. Essa avaliação é feita através do acompanhamento dos desmontes por drone, seguido de inspeção próxima ao local de variação. No caso de não haver evidência de rompimento do crown pillar após o desmonte, é definido um raio de segurança para isolar a região detonada, cujo entorno passa por novas investigações a fim de orientar as novas diretrizes de trabalho.

As equipes operacionais seguem um plano detalhado de escavação, elaborado pelas áreas de Geomecânica, Planejamento e Operação, de forma a garantir a execução de todas as etapas da lavra, minimizando os riscos a ela associados. ■

# LW700KV

# T33

**MAXIMIZE SUA  
PRODUTIVIDADE**



Confira mais  
informações  
desta máquina.

**Se você busca eficiência e segurança, conheça o novo equipamento XCMG, projetado para atender às condições mais rigorosas do setor.** Com um sistema de articulação em duplo Z, este modelo oferece maior potência e visibilidade, estabelecendo novos padrões na indústria.

Sua estrutura é cuidadosamente otimizada para garantir estabilidade, enquanto os componentes reforçados são desenvolvidos para suportar cargas pesadas com confiabilidade. O motor versátil adapta-se a diversas exigências operacionais, e o

sistema hidráulico com duas bombas proporciona eficiência energética e resposta rápida.

A cabine foi projetada para maximizar o conforto do operador, contando com ar-condicionado e um design ergonômico. O capô, com portas laterais e painel traseiro de fácil abertura, facilita a manutenção.

**Aumente a produtividade de suas operações com a tecnologia e a inovação da XCMG.**



**SOLID TO  
SUCCEED**

# OTIMIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE MINA É QAQC ANALÍTICO

Por **redação ITM**

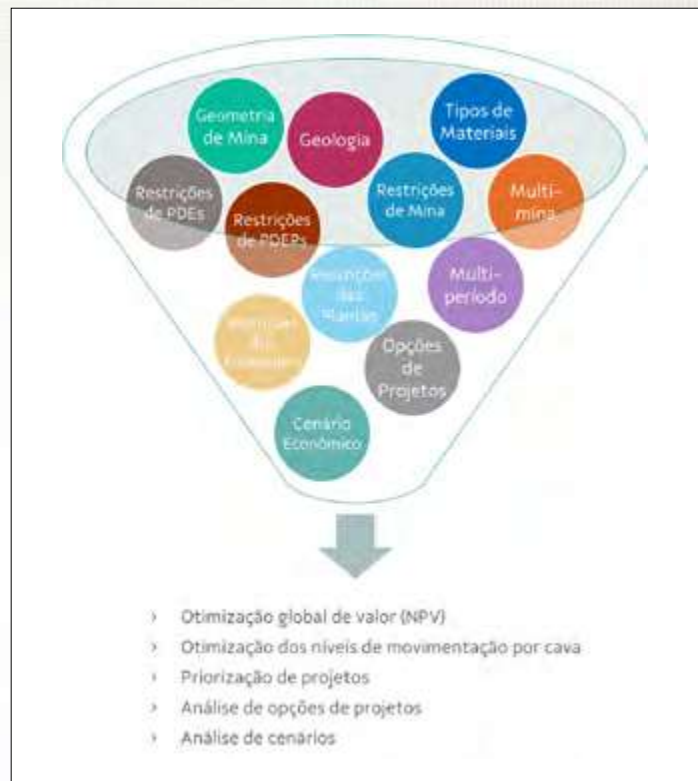
Fotos: **Vale/Divulgação**

Projetos voltados à área de Ferrosos da Vale tornam sequenciamento de mina mais eficiente e dão agilidade e transparência à avaliação de amostras

Duas iniciativas têm destaque na Vale e podem, a partir de projetos piloto, ser estendidas a todas as suas operações de ferrosos. Uma delas é o desenvolvimento da metodologia Otimização Integrada. A outra é o aprimoramento do processo de avaliação de amostras de QAQC (Quality Assurance and Quality Control ou Garantia de Qualidade e Controle de Qualidade, em português).

A Otimização Integrada possui três objetivos: 1) Realizar o planejamento de mina de forma que as restrições de todo o fluxo de produção – Mina, Plantas, Pilhas de Estéril e Rejeito e Logística – sejam consideradas simultaneamente durante o sequenciamento de mina; 2) Que esse sequenciamento seja multi-mina e multiperíodo, visando uma otimização global dos planos; 3) Que o sequenciamento de mina seja acoplado a um modelo econômico robusto, permitindo priorizar as decisões estratégicas sobre novos projetos e otimizar o nível de produção das minas.

*Diagrama explicativo da Otimização Integrada*



Já no projeto QAQC Analítico foi criada uma plataforma no software de Business Intelligence Power Bi®, associada ao repositório oficial de dados da empresa. O objetivo foi propiciar que a análise das amostras de QAQC sejam executadas com agilidade,

qualidade e redução de custos para a empresa e equipes que atuam no processo. A plataforma desenvolvida é de fácil acesso, intuitiva, não incorre em problemas de interferência e manipulação dos dados de origem e propicia transparência nas análises.



## VPL E TIR

No projeto Otimização Integrada estão as áreas de Geologia, Geotecnia, Processamento Mineral, Projetos FEL (Front End Loading) 1 e 2, Planejamento Estratégico, Marketing e Tecnologia, entre outras. “Nesta primeira fase do trabalho, estamos realizando as otimizações integradas em nível de complexo de produção. A intenção é ampliar a metodologia para otimizações integradas de todas as minas de ferrosos da Vale”, diz Alexandre Barbosa Andrade, gerente de Otimização Integrada da mineradora.

A princípio, soluções já disponíveis no mercado atenderam às necessidades do projeto. Mas, com a evolução dos trabalhos, foi preciso implantar uma máquina virtual que suportasse a execução dos



*Alexandre  
Barbosa  
Andrade,  
gerente de  
Otimização  
Integrada*

modelos de otimização mais complexos, com processamento em nuvem. Para a integração de todas as minas de ferrosos, a equipe avalia se terá que desenvolver uma solução complementar específica para a Vale. Quanto a

mudanças nas minas, como as decisões decorrentes da nova metodologia se situam no horizonte estratégico da empresa, as alterações propostas serão planejadas a longo prazo e executadas por meio da implantação de projetos derivados.

Além de treinamentos nos softwares específicos de Planejamento de Mina, o projeto também implicou no desenvolvimento de processos internos para captura de múltiplas opções de premissas que, até então, eram consideradas de forma única. “Acreditamos que esse modelo tem permitido uma melhor análise de riscos por meio de análise de cenários”, avalia Andrade. Segundo ele, a geração desses múltiplos cenários foi um dos desafios do projeto por exigir a análise de grandes bases de dados para a melhor tomada de decisão. Outro foi a limitação computacional para o processamento de modelos de otimização complexos.

Até agora os principais resultados estão relacionados à otimização do sequenciamento de mina e à definição da data ótima de entrada de projetos. Ao final, também foi registrado um aumento de Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR) nos projetos trabalhados.

## TEMPO E EFICIÊNCIA

“A confiabilidade de estimativas de recursos e reservas minerais tem como um de seus principais pilares a inte-



*Ana Scarpari e  
Venissa Lima,  
geólogas da  
Gerência de  
Serviços e  
Governança  
de Dados  
Geológicos*



gridade de suas informações e a robustez dos seus dados, constituindo um fator de extrema importância no processo de tomada de decisão. Essas práticas de gerenciamento da qualidade geram uma cadeia de informação auditável que permite, por exemplo, a certificação de recursos e reservas nas bolsas de valores”. Daí a importância de aprimorar seu processo de avaliação”, diz Ana Scarpari, geóloga da Gerência de Serviços e Governança de Dados Geológicos da Vale.

O projeto de QAQC Analítico começou a ser implantado no final do ano de 2022, já utilizando dados atuais e históricos das amostras de Curto e Longo Prazo de todas as minas de ferrosos da Vale no Brasil. Seu desenvolvimento foi realizado por uma equipe

*Página inicial do Power BI Analytics*

multidisciplinar, que contou com profissionais das diretorias de Serviços Técnicos de Mineração, de Geociências e de Planejamento e Programação dos corredores Sul, Sudeste e Norte.

Os dados de controle de qualidade (QAQC) de todas as minas de ferrosos da Vale no Brasil são destinados a um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Geocientíficos. “Nós criamos uma interface direta desses dados com o software de Business Intelligence Power Bi®, a fim de fazer as avaliações de controle de qualidade, sem manipulação dos dados originais e de forma rápida e intuitiva”, conta Venissa Lima, também geóloga da Gerência de Serviços e Governança de Dados Geológicos da Vale. Segundo ela, ainda, a padronização

de alguns parâmetros para todas as minas foi um dos grandes complicadores da nova plataforma.

O projeto não implicou em qualquer ajuste na infraestrutura das minas, mas apenas em treinamento dos profissionais envolvidos em sua criação, para utilização do software empregado, e já apresenta resultados positivos. Do ponto de vista quantitativo, a agilidade das análises registrou 4.000% de ganho de tempo ao mês. “O que antes demandava 44 h para ser feito, hoje é concluído em uma hora apenas”, compara Venissa. Em termos qualitativos houve redução de erros, melhorias na rastreabilidade da informação, diminuição expressiva de movimentos repetitivos e maior enfoque na mitigação de problemas dos dados. ■

ENDURON® ELITE

# Eficiência em condições severas

## Nova peneira banana ENDURON® ELITE para mineração de rochas duras: Maior rendimento e eficiência superior.

Disponível em uma variedade de tamanhos, com a maior pesando cerca de 50 toneladas e um deck medindo até 4,3m x 8,5m. Acionadas pelos novos excitadores ETX, com patente pendente da Weir, proporcionam uma operação energeticamente eficiente com apenas dois excitadores.



As peneiras ENDURON® ELITE entregam vantagens significativas em eficiência, reduzindo o consumo de energia e oferecendo requisitos de manutenção simplificados, garantindo um tempo mínimo de inatividade.

[www.info.global.weir/peneira\\_enduron\\_elite](http://www.info.global.weir/peneira_enduron_elite)

Direitos autorais © 2024 Weir Minerals Europe Limited. Todos os direitos reservados.

# WEIR

Mining technology for a sustainable future



Foto: Divulgação

# A RESILIÊNCIA DE UM EXECUTIVO NO POTÁSSIO DE AUTAZES

Por **Tébis Oliveira**

Uma carreira impressionante em grandes mineradoras, passando pelo Pará, com a bauxita da MRN (Mineração Rio do Norte) e o minério de ferro e cobre da Vale, areias betuminosas da Shell Canadá, níquel da BHP Billiton em Mount Keith, na Austrália e, de volta ao Brasil, na Mirabela Mineração, atual Atlantic Nickel, para ficar apenas em alguns exemplos. Não menos importante, a sociedade com José Mendo Mizael de Souza, figura lendária da mineração brasileira e um de seus mestres, após seus pais, na J.Mendo Consultoria, hoje de sua propriedade.

Mais que por essa trajetória, nos últimos três anos, ele se tornou conhecido pela defesa incansável de um projeto iniciado em 2009, com o ambicioso objetivo de encravar na Amazônia brasileira uma mina de potássio. Nunca antes na história deste país, parodiando frase do atual presidente Luís Inácio Lula da Silva, se falou tanto em um projeto de mineração. Para o bem e para o mal. Entraram para o mapa do país a distante cidade de Autazes, no Amazonas, e o povo indígena Mura, etnia até então bem menos famosa que a dos Kaiapós, lanomâmis, Xavantes ou Guaranis, cujo protagonismo tornou o licenciamento do projeto um imbróglgio jurídico – ainda não de todo resolvido - capitaneado pelo Ministério Público Federal (MPF). Presidente da Potássio do Brasil, subsidiária da canadense Brazil Potash, desde 2021, Adriano Viana Espeschit vem transitando, desde então, por fóruns, órgãos das três instâncias de poder, aldeias várias e veículos da imprensa falada, escrita e digital. Em todas as oportunidades para mostrar a importância do projeto Autazes para a cidade, o estado, o agronegócio e o próprio Brasil, que verá sua balança comercial menos pesada no prato das importações quando a nova mina – a segunda no país – operar em sua capacidade plena daqui a pouco mais de quatro anos. Em todas essas vezes também, para desmascarar as fake news que assombram o empreendimento com os riscos – improváveis, segundo ele - de subsidiária ou, literalmente, “salgar” a Amazônia.

Nesta entrevista exclusiva à revista **In the Mine**, o executivo fala do projeto, da lavra e beneficiamento do minério, logística da operação, rejeitos e resíduos, comunidades locais e programas socioambientais. Dispensa a necessidade de uma política nacional para minerais críticos e estratégicos e, ironicamente, diz que só assinaria o PL 2780, que trata do tema, se ele proibisse a divulgação de fake news. A jovens engenheiros de Minas recomenda: “Acreditem. Vocês podem”.

**ITM: Embora o projeto Autazes seja bastante conhecido, gostaria que você fizesse um breve descritivo do empreendimento.**

**Espeschit:** Autazes começou a partir de uma situação até um pouco inusitada, a partir de um processo de desinvestimento da Petrobras e o grupo Forbes & Manhattan foi considerado vencedor da venda dos ativos de Fazendinha e Arari (AM). Chegamos a pagar o sinal de entrada da transação, mas ela foi descontinuada. Então, resolvemos começar do zero, requerendo áreas livres dentro da potencial bacia evaporítica do Amazonas, para realizar os estudos de exploração mineral. Foi quando se deu a criação da Potássio do Brasil, controlada pela Brazil Potash, com sede no Canadá. Começaram as rodadas de investimento, para atrair investidores, visando desenvolver o alvo Autazes, selecionado a partir de informações obtidas durante o processo de aquisição da área da Petrobras, que havia realizado furos de sondagem na região na década de 1970, em busca de óleo e gás.

**ITM: Quais foram as próximas etapas após a captação de investimentos?**

**Espeschit:** Nós executamos 43 furos de sondagem de mil metros de profundidade cada, fizemos estudos para a avaliação de rotas de processos e, em 2016, a Worley Parsons, hoje só Worley, empresa canadense de engenharia e construção, elaborou o estudo de viabilidade. Apresentamos o Plano de Aproveitamento Econômico (PAE) ao DNPM, atual ANM (Agência Nacional de Mineração) e entramos com o pedido de licenciamento ambiental. Após a obtenção da Licença Prévia (LP), fomos surpreendidos com uma ação civil pública, movida pelo Ministério Público Federal (MPF), cobrando a realização de consulta pública aos povos indígenas situados nas proximidades do projeto.

**ITM: Quando foi aberta essa ação pública?**

**Espeschit:** Isso ocorreu no final de 2016 e, já em março de 2017, assinamos um acordo com a Justiça Federal suspendendo a validade da LP por seis meses a fim de deflagrarmos o processo de consulta pública ao povo Mura. Nesse período, fizemos o desmembramento dos direitos minerários para garantir que o projeto Autazes estaria totalmente fora de Terras Indígenas, como de fato está. Também apresentamos um novo PAE, que foi aprovado pela ANM. Em setembro de 2023, obtivemos mais de 90% de aprovação na consulta efetuada às lideranças de 36 aldeias do povo Mura no município, bem acima da aprovação mínima de 60% exigida por lei. Não foi unanimidade, mas foi uma maioria significativa.

**ITM: E durante esses sete anos, os investidores se mantiveram no projeto?**

**Espeschit:** Sim, investidores que acreditaram desde o início. Alguns, inclusive brasileiros, de Manaus (AM), que detêm 12% das ações. Hoje

temos uma participação mundial bastante significativa. O maior investidor é o CD Capital (30,7%), da Inglaterra, seguido do Sentient Equity Partners (20,9%), da Austrália, ambos fundos de private equity mineral, e do Forbes & Manhattan Barbados (12,2%). O restante, cerca de 24%, está diluído entre 7 mil investidores minoritários, predominantemente dos Estados Unidos.

**ITM: Qual o valor dos investimentos até agora?**

**Espeschit:** Foram cerca de US\$ 250 milhões, principalmente em exploração mineral, já que cada furo de sondagem custa entre US\$ 1 milhão e US\$ 1,8 milhão. A maioria deles, como eu já disse, teve em torno de mil metros de profundidade, mas chegamos além disso em alguns casos. E estamos prospectando outros alvos para ampliar os recursos e reservas.

**ITM: Qual será a produção da futura mina?**

**Espeschit:** A mina tem cerca de 23 anos de vida útil e foi projetada para ter uma capacidade de 2,2 Mtpa de cloreto de potássio. Com esse volume reduziremos a dependência brasileira do produto em cerca de 20%, baixando as importações dos 98% atuais para perto de 80%, em um mercado que demanda aproximadamente 13 Mtpa.

**ITM: A implantação do projeto já foi iniciada? Qual será a geração de empregos?**

**Espeschit:** Já iniciamos algumas atividades de campo, até porque precisamos resolver outras questões antes, como preparar toda a documentação, discutir assuntos de engenharia com potenciais fornecedores, esclarecer dúvidas e fazer todo o planejamento de campo para minimizar surpresas. Em termos de geração de empregos teremos, no período de obras, 2.600 empregados em média, durante os quatro anos ou quatro anos e meio de implantação, chegando a picos de até 4 mil empregados. Já na operação, a previsão é de 1.300 postos de trabalho diretos e 15 mil indiretos. Nosso compromisso é que 80% dessa mão de obra, no mínimo, seja local e capacitada durante a construção da mina.

**ITM: Qual será o método e equipamentos empregados na lavra?**

**Espeschit:** A mina subterrânea terá dois shafts de 930 m de profundidade aproximadamente, um para produção e outro para ventilação. O método de lavra será o de câmaras e pilares longos e foi desenhado por uma empresa alemã especializada, a Ercosplan, que inclusive forneceu serviços para Taquari-Vassouras, no Sergipe, a única mina de potássio em operação no Brasil. No nosso caso, o minério está a cerca de 800 m de profundidade, com variações em determinados pontos. Quanto aos equipamentos são os modelos convencionais da mineração de sais de potássio, como mineradoras contínuas, conhecidas por "marietas", para o desmonte, operando em 3 a 4 frentes de lavra simultâneas, conforme a programação e a distância de transporte. É uma tecnologia comprovada, sem nenhum risco de inovação tecnológica significativo.

**ITM: Quais são os principais cuidados requeridos nesse tipo de lavra? Há, por exemplo, o risco de subsidência da superfície da mina como ocorreu com a Braskem, em Alagoas?**

**Espeschit:** É uma excelente pergunta, porque pode esclarecer essa questão de uma forma até definitiva. Primeiramente, nosso método de lavra é distinto do utilizado pela Braskem, que é o de dissolução, sem monitoramento físico in loco. Os pilares são dimensionados para que não tenha subsidência. Tanto que esse fenômeno jamais ocorreu em Taquari-Vassouras. O dimensionamento precisa ser feito de forma adequada, utilizando os fatores de segurança necessários para garantir a sustentação dos pilares. Nossa lavra será feita com tanto critério que a recuperação do minério será praticamente reduzida à metade. Isso porque o minério contido nos pilares não será lavrado. Logicamente que, com a evolução da tecnologia, podemos chegar, no futuro, inclusive a lavar também os pilares, que é o que Taquari-Vassouras está fazendo atualmente para estender a vida útil da mina. O licenciamento técnico e ambiental que recebemos é uma garantia de que trabalharemos com total segurança.

**ITM: Qual será o volume de geração de rejeitos e sua forma de disposição?**

**Espeschit:** O volume de rejeitos é zero. Claro que haverá um material resultante da escavação dos shafts e do desenvolvimento da mina. Esse material, não sendo sal, será estocado em uma pilha de inertes, porque ele é arenoso. Sendo sal será estocado na pilha de sal, a mesma que receberá o resíduo do processo de beneficiamento. Do minério que extraímos, cerca de 30% é silvinita, que gera o cloreto de potássio, e cerca de 70% é halita, ou cloreto de sódio, sal de cozinha, o resíduo que, uma vez separado no beneficiamento, será estocado em uma pilha temporária. Isso porque é preciso terminar de esvaziar um painel ou câmara para trazer esse material da superfície e realizar o backfill ou preenchimento dos espaços vazios no subsolo. Por isso, aquela pilha é inicialmente temporária. No decorrer do tempo, esse processo se torna circular: esvaziando e preenchendo sucessivamente os espaços até o final da vida útil da mina, de forma a não restar sequer um grama de resíduo na superfície.

**ITM: Falando em beneficiamento, quais serão as etapas e equipamentos empregados?**

**Espeschit:** A rota de beneficiamento é muito simples. Após a britagem, o minério é submetido a uma lixiviação a quente ou hot leaching, sem adição de qualquer reagente. Na polpa gerada, quando resfriada, temos o cloreto de potássio, que cristaliza primeiro que o cloreto de sódio, e pode ser retirado, secado e compactado na forma de granulados. O cloreto de sódio cristalizado não precisa ser compactado porque será estocado na pilha de sal. Assim como na lavra é um processo amplamente utilizado, embora diferente do que existe em Taquari-Vassouras, por flotação. Esse

método, no nosso caso, não foi considerado adequado por não permitir uma recuperação econômica ou mais econômica do minério, com o teor recomendado para atender às necessidades do mercado. Quanto aos equipamentos, teremos uma sequência de três etapas de britagem e caldeiras ou tanques usuais de aquecimento na lixiviação.

**ITM: A captação de água será feita do rio Madeirinha, correto? Qual ser o volume dessa captação e o percentual de reuso?**

**Espeschit:** Originalmente, apresentamos a alternativa de captar água de poços profundos. Ou seja, de aquíferos disponíveis na região. Por sugestão do órgão ambiental do estado – e aqui, destaco a importância da interação que tivemos com os técnicos ainda na fase da Licença Prévia –, estudamos a viabilidade de captação do próprio rio, que não será o Madeirinha, mas o próprio Madeira. Uma opção inclusive mais cara que a anterior, mas que a empresa decidiu acatar por ser mais viável ambientalmente falando. Da água nova captada, haverá uma certa perda por causa do aquecimento na lixiviação, uma evaporação normal. Mas, no resfriamento da polpa, prevemos a recuperação do volume restante, com reutilização da ordem de 70% da água nova captada.

**ITM: Em relação à logística, o EIA-Rima de 2015 aponta um tráfego diário de 700 caminhões de 35 t, para o transporte do cloreto de potássio da mina ao porto de Urucurituba e, no sentido inverso, para o transporte de equipamentos, peças, materiais e pessoal. Quais são os programas para minimizar a emissão de particulados e poluentes nessa rota?**

**Espeschit:** Em primeiro lugar, se eu tiver 700 caminhões por dia de 35 t trafegando 25 dias por mês, eu produziria 7.350.000 t de cloreto de potássio por ano. Como vou produzir só 2,2 Mtpa ou cerca de 200 mil t/mês, serão necessárias 200 viagens de caminhões de 35 t nesse trajeto de 12 km. Se o número de 700 caminhões consta do nosso EIA-Rima, deve ter ocorrido algum erro material. Além disso devemos empregar bitrens de 70 t e vamos usar a melhor frota possível. Tínhamos estudado a possibilidade caminhões movidos a gás, pela proximidade do gasoduto. Mas, com a construção de uma nova termelétrica, o fornecimento do campo mais próximo de nossa mina está comprometido. Todos os equipamentos da mina serão elétricos e vamos avaliar essa opção também para os caminhões de transporte, considerando a infraestrutura para o carregamento das baterias. Talvez, no nosso caso, o uso de biocombustíveis nesses veículos seja até melhor.

**ITM: Ainda em termos de meio ambiente, quais são os planos para reduzir as emissões na mina e na usina?**

**Espeschit:** Nosso potássio será o mais verde do mundo, não apenas pelas práticas, mas principalmente pelo posicionamento da empresa nessa questão. Apenas por estarmos no Brasil, cuja matriz energética é 84% renovável, vamos reduzir as emissões em 1,2 Mt de CO<sub>2</sub>e (dióxido

de carbono equivalente) para a produção de 2,2 Mtpa de cloreto de potássio, se comparado ao Canadá ou à Rússia, onde a energia provém da queima de gás ou carvão. Outra questão locacional é que, por estarmos mais perto do mercado consumidor, evitaremos a queima de diesel para importar potássio do Canadá, da Rússia ou da Bielorrússia. Para vir de Saskatchewan, no Canadá, por exemplo o potássio viaja 2.500 km de trem até Vancouver, sendo embarcado em um navio até chegar ao Porto de Santos (SP) e, de lá, carregado em caminhões para subir até o Mato Grosso.

### **ITM: E no caso da Potássio do Brasil?**

**Espeschit:** Nosso produto seguirá em barcaças, do Porto de Uricuritiba até Porto Velho, em Rondônia, onde desce em caminhões até o Mato Grosso. Com uma vantagem adicional: pega o frete de retorno do caminhão, que sobe com a soja até a barcaça para exportação, enquanto o navio volta vazio para o Canadá. É um exemplo mínimo de ações diretas que nos permitirão o reconhecimento, quer seja em créditos de carbono que poderemos ofertar ao nosso consumidor final, como também de nossas atitudes. Já anunciamos também que vamos recuperar uma área 10 vezes maior do que a que ocupamos com a mina, com plantio de árvores e gerando atividades socioeconômicas para a comunidade. Um lote dessa área pode ser cedido para a formação de um pomar de uma determinada fruta, como o cupuaçu. Podemos industrializar a produção de cupuaçu para exportação. São programas que geram créditos de carbono. Também queremos subsidiar a agricultura familiar, fornecendo nutrientes para revitalizar o solo evitando o desmatamento de novas áreas. São desmatamentos localizados, mas que, multiplicados pela quantidade de agricultores familiares, se tornam relevantes.

### **ITM: Eu gostaria de retomar a questão do controle de particulados e poeira.**

**Espeschit:** Em relação a essa questão, eu lembro que estamos na Amazônia, um ambiente naturalmente úmido, condição que minimiza o problema de dispersão de particulados. Mas veja como é mais uma vez importante a interação com não só os órgãos ambientais, mas especialistas. Durante o processo de consulta ao povo Mura, os especialistas da UFAM (Universidade Federal do Amazonas), levantaram o problema de que a formação de particulados em Autazes poderia provocar a ocorrência de chuva salobra em Manaus. Embora a predominância das correntes de vento não siga nessa direção, era uma probabilidade, ainda que pequena. Mesmo assim decidimos instalar aspersores em nossa pilha de sal. É isso o que queremos. Conversar com a comunidade, com os stakeholders, para poder trazer melhorias ao projeto.

### **ITM: Em relação ao transporte do minério em barcaças, em outras épocas falaríamos apenas do problema de cheia e vazante do rio. Agora vemos a seca completa em vários trechos. Como**

### **vocês estão vendo essa situação diante da logística fluvial que estruturaram?**

**Espeschit:** Logicamente, esse assunto está em voga agora, devido a uma situação cíclica e momentânea. Conversei recentemente com o diretor de Operações do grupo A Maggi, que me disse que é a primeira vez que rios secaram em 25 anos. Os governos estadual e federal estão atuando para minimizar esse problema. Temos a hidrovia do rio Madeira, que poderá se tornar uma concessão e, dessa forma, garantir a navegabilidade na região. Para isso, será preciso fazer a dragagem do rio, como aconteceu no Mississippi (EUA). Também temos um plano B, de utilizar a BR-319 (rodovia Manaus-Porto Velho), como alternativa de transporte. De toda forma, trata-se de uma situação momentânea que cria um risco com probabilidade de provocar algum impacto real no projeto. Mas será mínimo.

### **ITM: Você disse que grande parte da força de trabalho na operação será local. Como será feita a capacitação dessas pessoas?**

**Espeschit:** No caso dos equipamentos temos os treinamentos técnicos que são realizados pelos próprios fornecedores. Também faremos parcerias com instituições empresariais do estado ligadas ao Sistema S, como o Senai (Serviço Social de Aprendizagem Industrial). Já temos alguns pré-acordos que serão reestruturados com alguns ajustes, em função da evolução do projeto. Temos tempo suficiente para fazer isso e a experiência de nosso time, que já implantou projetos em regiões até mais remotas e complicadas.

### **ITM: Quais programas sociais para comunidades locais serão implementados?**

**Espeschit:** Não definimos comunidades específicas porque nosso foco é Autazes e região. Em termos de impacto, o Termo de Referência da Funai (Fundação Nacional dos Povos Indígenas) considerou quatro áreas nas proximidades do projeto: Paracuhuba, já homologada, Jauary, que foi delimitada, a comunidade do Lago do Soares e a Vila de Uricuritiba, todas da etnia Mura. Dessas, como se vê, somente Paracuhuba pode ser considerada Terra Indígena, segundo a definição em lei. Das outras três, apenas uma está em processo de homologação, contrariamente ao que afirmam movimentos de Organizações Não Governamentais (ONGs). Lembrando que a Constituição de 1988 permite a extração de bens minerais em Terras Indígenas, desde que regulamentada pelo Congresso Nacional.

### **ITM: O potássio é considerado um mineral crítico. Nesse sentido, qual sua avaliação do PL 2780/2024, de autoria da Frente Parlamentar de Mineração Sustentável (FPMIn), que institui a política nacional de minerais críticos e estratégicos?**

**Espeschit:** A classificação como minerais críticos ou estratégicos é móvel, de forma que o mineral hoje assim considerado pode não sê-lo

Foto: Divulgação



## ADRIANO VIANA ESPESCHIT

**Nasceu em:** Curvelo, Minas Gerais, em 09/09/1965

**Mora em:** Nova Lima, Minas Gerais

**Formação:** Engenheiro de Minas, formado em 1987 pela UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais)

**Trajétoria Profissional:** Minha primeira experiência foi na mina subterrânea de potássio de Taquari-Vassouras, da Petromisa (Petrobras Mineração). Mineração Rio do Norte – MRN (Engenheiro técnico de Suporte a Diretor de Planejamento e Controle de Operações, 1989/92). Minerações Brasileiras Reunidas – MBR (Engenheiro sênior a Diretor de Mineração, 1992/2000). Vale (Engenheiro sênior a gerente geral de Não Ferrosos, 2000/05). Shell Canadá (Líder de Desenvolvimento de Projetos, 2005/07). BHP Billiton (Gerente geral de Operações de Mount Keith, 2007/08). Mirabela Mineração, atual Atlantic Nickel (Diretor de Operações, 2009). Steel do Brasil Participações (Diretor de Operações, 2010). E3 – Energy, Environment & Emergency (CEO, 2010/11). Ouro do Brasil Mineração (CEO, 2010/13). Zinco do Brasil (COO, 2012/14). Vortex Tecnologia Manutenção e Serviços (Diretor executivo, 2013/14). EDR (Partner, 2018/20). Alamo Parkent Mineração (2017/21). J.Mendo Consultoria (Diretor executivo, 2010/...). Nhandu Parkent Mineração (CEO, 2017/...). Potássio do Brasil (Presidente, 2021/...)

**Família:** Casado, 2 filhos. Me acompanham nessa jornada há 35 anos

**Time de futebol:** Cruzeiro

**Hobby:** Trabalhar. Me sinto muito bem fazendo o que faço. E minha família

**Um mestre ou ídolo:** Minha mãe, dona Marta Maria. Meu pai, dr.Espeschit (como era conhecido o médico Geraldo Viana Espeschit). José Mendo Mizaél de Souza

**Maior realização:** A que vou completar amanhã

**Um projeto:** Melhorar a vida das pessoas na Amazônia

**Um “conselho” a jovens engenheiros de Minas:**

Acreditem. Vocês podem

amanhã, assim como um mineral pode ser incluído em uma ou outra categoria. O Brasil atrai investidores que tomam suas decisões baseados na situação em que o país se encontra, através de um processo de due diligence. Eu trabalhei na Austrália e no Canadá e conheço muito bem o Chile e sei que, em comparação a esses países, a legislação brasileira é muito boa. O problema é que temos muito mais interferências externas, não de outros países, mas situacionais, no sentido de que sempre precisamos de algo a mais. Melhorias contínuas da legislação são sempre bem-vindas. Mas não teria problema nenhum em licenciar o projeto Autazes seguindo a legislação brasileira atual. No entanto, apesar de estarmos fora de Terras Indígenas, o que tira a competência de licenciamento do IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), ficamos discutindo essa questão por sete anos e meio. Não preciso de um novo Projeto de Lei para definir o que é ou o que não é.

**ITM: Mas a instituição de uma política nacional não seria importante para aumentar a segurança jurídica em situações como a do projeto Autazes?**

Espeschit: De que adianta um política? O licenciamento do projeto Autazes passou por cinco presidentes, cinco governadores e três prefeitos. Então, não precisamos de mais regulamentações. Insisto que temos uma legislação muito boa. Nossa legislação ambiental é excepcional, se comparada à de outros países. O problema aqui é que o empreendedor não pode falar o que vai fazer porque acham que ele não vai fazer. Além disso, inventa-se o que não existe. Por exemplo: após os acidentes com as barragens em Minas Gerais, dizia-se que a barragem de rejeitos do projeto Autazes iria ruir e salgar a Amazônia inteira. Primeiro, não teremos barragem de rejeitos em Autazes. Segundo, mesmo que toda a nossa produção fosse lançada no rio Madeira, na pior das hipóteses, a alteração da salinidade da água seria bem inferior aos limites estabelecidos na legislação ambiental. Outra invenção: um fenômeno de subsidência como o das minas de sal-gema em Maceió (AL). Só que nosso método de lavra é outro. Além disso teremos monitoramento 24 h/dia. Se houver uma variação de 0,01 mm, será detectada de imediato. A mina Morro Velho, em Nova Lima (MG) está a 2,6 mil m de profundidade e nunca registrou subsidência. Também dizem que ela passa sob a Praça Sete, em Belo Horizonte, quando ela segue na direção oposta. É duro lidar com essas fake news. Se o PL 2780 proibisse a divulgação de fake news sobre a mineração, eu assinaria embaixo. ■



# EM BUSCA DA MAIOR RECUPERAÇÃO DE MINÉRIO

Na área de beneficiamento, projetos se diversificam visando melhor desempenho das plantas e maior aproveitamento do minério lavrado

Por Tébis Oliveira

Na continuidade de nosso Especial desta edição, trazemos cases voltados ao aperfeiçoamento de rotas de processo em operações de cinco mineradoras. Em três dos projetos apresentados, o objetivo é o aumento das taxas de recuperação de minérios – no caso, ouro, prata e fosfato – nas plantas de beneficiamento. Outros dois integraram o controle de suas operações, um deles recorrendo à Inteligência Artificial (IA).

É o que está fazendo a Aura Minerals, na unidade Almas, no Tocantins. Ali, um Assistente Virtual integra a IA nas rotinas diárias da sala de controle de operações, tornando a tomada de decisões em tempo real mais rápida e precisa. Espera-se que a tecnologia conheça as instalações sob sua supervisão a tal ponto que antecipe problemas e atue, de forma proativa, indicando ajustes e melhorias no desempenho operacional da mina. Hoje, o projeto também já contribuiu para nivelar a operação entre os diferentes turnos de trabalho, otimizar a transferência de dados, reduzir a variabilidade dos processos, aumentar a produtividade e diminuir o consumo de energia e insumos.

Também a Mineração Rio do Norte – MRN implantou um

Centro de Operações Integradas (COI), criando um ambiente de controle único para aprimorar a programação, o planejamento e a execução da produção, além de apoiar a gestão de riscos. A iniciativa já melhorou o fluxo de comunicação entre as áreas de Planejamento e Operação, sincronizando as atividades, e promoveu uma maior aderência aos planos de produção, especialmente os de curto prazo.

Na Jaguar Mining, o projeto de Geometalurgia iniciado em 2020, respondeu ao desafio de melhorar a recuperação de ouro e dar estabilidade operacional à planta metalúrgica da mina Roça Grande, em Caeté. O criterioso trabalho da equipe multidisciplinar, desde a caracterização dos corpos de minério da mina Pilar, em Santa Bárbara, também no estado de Minas Gerais, que abastece Roça Grande, até todas as readaptações promovidas na planta metalúrgica, superou paradigmas consolidados há anos nos processos de recuperação de ouro. Três anos depois, os resultados não poderiam ser melhores, a começar de uma economia da ordem de R\$ 10 milhões, passando por otimizações dos processos e culminando na elevação das taxas de recuperação da usina.

Na usina da Nexa, em Vazante (MG), o foco foi a recupera-

ção da prata contida no concentrado gerado após a flotação de sulfetos, produto que, embora de menor teor, representa cerca de 80% da receita da unidade. A solução considerada foi o emprego de um reagente de melhor desempenho. Não foi tarefa fácil, implicando na definição de sua concentração ideal e no melhor momento para dosagem durante a etapa de flotação. Mais de 200 testes de bancada foram realizados e as análises químicas, até então efetuadas uma vez ao dia, passaram a se repetir 12 vezes diariamente.

Na Mosaic, por sua vez, o projeto MIP 70 – Metallurgical Improvement Project 70 – foi desenvolvido para ampliar a recuperação metalúrgica média do fosfato extraído das rochas, de 60% para 70%. A meta considera que parte do fosfato contido no minério lavrado é descartada com os rejeitos do processo de beneficiamento, deixando de ser utilizada na produção de fertilizantes. Em implantação nos complexos de Catalão (GO) e Tapira (MG) da empresa, o projeto já recuperou mais de 15 mil toneladas anuais de fosfato apenas em sua primeira fase, além de agregar benefícios ambientais decorrentes. Novos resultados positivos são esperados nas próximas etapas.

## Zigong International Marketing (ZIM)

### ATENDENDO A TODAS AS SUAS NECESSIDADES DE MINERAÇÃO E ESCAVAÇÃO DE ROCHAS, E FRESAGEM DE ESTRADAS

Especialistas na produção de uma vasta gama de Carbonetos Cimentados há mais de 50 anos.

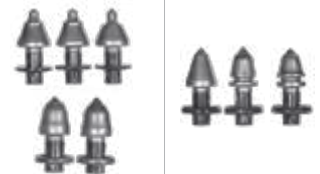
Rigoroso Controle de Qualidade em toda a produção

Tecnologia e equipamentos de produção líderes de mercado

Preparo consistente e preciso de pó RTP, prensagem de disco e sinterização

*“Nosso processo de carbonização em altíssima temperatura - criando um tamanho de grão mais grosso capaz de suportar impactos e desgastes severos - é o diferencial da ZGCC em relação a outros fabricantes de brocas de carboneto.”*

#### BITS PARA FRESAGEM DE ESTRADAS



#### BITS PARA ESCAVAÇÃO DE ROCHAS



#### BITS PARA MINERAÇÃO



Zigong Cemented Carbide Corp., Ltd é uma empresa com certificação ISO e API



Zigong International Marketing, LLC, subsidiary for the Americas  
[www.zim-llc.com](http://www.zim-llc.com)

info@zim-llc.com • Houston, TX USA P: +1 281-987-1001



ZIGONG CEMENTED CARBIDE CORP., LTD

# INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ROTINA DA AURA ALMAS

Por **redação ITM**

Fotos: **Aura Minerals/Divulgação**

Mineradora desenvolve ferramenta para aprimorar a eficiência operacional e antecipar a solução de problemas em unidade no Tocantins

O projeto Assistente Virtual IA - Sala de Controle iniciou as primeiras tratativas em fevereiro de 2024 na unidade de Almas, da Aura Minerals, no Tocantins, e está em processo de implantação. A iniciativa representa um passo significativo no uso de tecnologias avançadas para aprimorar a eficiência operacional da instalação. "A implantação do assistente virtual integra Inteligência Artificial (IA) nas operações diárias da sala de controle e permite uma tomada de decisão mais rápida e precisa. A expectativa é que, plenamente implementado, o recurso possa não apenas antecipar problemas, mas também fornecer recomendações proativas para otimizar o desempenho operacional", diz Gabriel Sapucaia, diretor de Operações da Aura Almas.

O projeto foi inicialmente liderado pela equipe de Engenharia de Processos, com o apoio das áreas de TI (Tecnologia da Informação) e Operações. Segundo o diretor, a liderança da equipe de processos foi crucial para direcionar o desenvolvimento do projeto piloto. A área de TI forneceu suporte técnico para a implementação das tecnologias e a integração dos sistemas. Da equi-



*Gabriel Sapucaia, diretor de Operações da Aura Almas*

pe operacional vieram insights práticos sobre o funcionamento diário da planta e a contribuição para validar as soluções propostas em ambiente real. Para Sapucaia, essa colaboração multidisciplinar permitiu que o projeto fosse desenvolvido de forma eficaz, garantindo que a solução atendesse às necessidades práticas da operação. Atualmente, o projeto está sendo amadurecido pela equipe de processos para posterior implementação em escala industrial.

## **INTEGRIDADE E SEGURANÇA**

A implementação da IA na sala

de controle permite a tomada de decisão em tempo real com base em análises de dados. O processo não apenas melhora a precisão das decisões, mas também nivela a operação entre diferentes turnos, garantindo uma consistência operacional difícil de alcançar apenas com intervenção humana.

O assistente virtual é projetado para antecipar problemas, disponibilizando recomendações proativas e ajudando a evitar interrupções da operação. A capacidade de analisar grandes volumes de dados em tempo real permite uma resposta rápida a quaisquer mudanças nas condições operacionais, melhorando a eficiência geral e a segurança. À medida em que o projeto avança para a implementação em escala completa, a expectativa é que esses benefícios se tornem ainda mais pronunciados, resultando em uma operação mais suave e eficiente.

Enquanto o projeto evolui para a escala industrial, os treinamentos específicos estão sendo planejados para realização posterior. No estágio atual, o foco é o desenvolvimento e refinamento do modelo, garantindo que ele esteja plenamente funcional e



eficaz antes de ser ensinado aos operadores da sala de controle para uso em tempo real. Uma vez que o modelo esteja pronto para implementação em escala industrial, serão realizados treinamentos direcionados aos operadores, ensinando-os a utilizar a nova ferramenta, interpretar as recomendações e integrá-la em suas rotinas. O planejamento antecipado de capacitação assegura que, quando o projeto for escalado, a transição será suave e os colaboradores estarão preparados para maximizar os benefícios da nova tecnologia.

“Hoje, o DataLake, plataforma de BI (Business Intelligence) integrada que consolida todas as operações e áreas de suporte da Aura, comporta mais de 4 milhões de registros, enquanto o AAC (Aura Analytics Center) soma mais de 40 mil acessos mensais, enfatizando a demanda por informações confiáveis em tempo real”, explica Sapucaia. Quase 80% dos sistemas e aplicações estão em nuvem,

#### *Sala de controle com IA em fase de implantação*

bancos de dados e cibersegurança e a empresa segue evoluindo em governança e integração de dados. “As novas unidades operacionais e projetos da Aura Minerals, como Almas (TO) e Borborema (RN), já nascem digitais, 100% em nuvem e integradas aos sistemas globais de gestão”, completa o diretor.

Entre os benefícios esperados com o Assistente Virtual IA – Sala de Controle estão a otimização do throughput (taxa de transferência de dados), o aumento da produtividade, a redução da variabilidade dos processos e a diminuição no consumo de energia e insumos. A plataforma virtual analisará, também, variáveis críticas do moinho, auxiliando na identificação e resolução de gargalos em diferentes etapas da planta, o que contribui para um ciclo contínuo de melhorias, redução de custos e maior previsibilidade. A aplicação visa agir rapidamente, através de pequenas ações, para a otimização contínua do processo.

No decorrer da implantação do projeto houve ajustes na operação, em relação ao planejamento inicial. O desenvolvimento passou de uma equipe interna para uma empresa parceira, focada na elaboração de modelos matemáticos, que analisam diversas variáveis e geram dados essenciais para a tomada de decisão da equipe na sala de controle. Essa colaboração trouxe novos insights e exigiu adaptações na abordagem original.

“Nosso compromisso é manter uma jornada de inovação e melhoria contínua, com um foco estratégico na aplicação de tecnologias avançadas. Acreditamos que a IA é uma tendência na indústria de mineração, mas adotamos uma abordagem cuidadosa para sua implementação”, afirma o diretor. Para ele, antes de inovar é preciso ter um diagnóstico completo do potencial ganho com a aplicação de IA, de forma a garantir que os recursos sejam utilizados de maneira eficaz.

“Estamos falando de um projeto inovador que, inclusive já foi premiado em sua fase piloto por essa característica. Ele exige compromisso com o aprendizado, consistência, olhar estratégico e, sem dúvida, a superação de desafios”, conta Sapucaia. Entre os desafios, ele destaca a comunicação de dados entre os modelos matemáticos e o sistema de automação e enfatiza que os dados coletados em campo sejam precisos e que a segurança das informações esteja garantida, para proteger a integridade do sistema e das decisões nelas baseadas. “A integridade dos dados e a segurança são fundamentais para o sucesso da implementação do projeto”, conclui Sapucaia. ■

# DA MINA À METALURGIA: A RENOVAÇÃO DA JAGUAR

Por **redação ITM**

Fotos: **Jaguar Mining/Divulgação**

Em três anos, projeto removeu gargalos operacionais, elevou o desempenho da planta metalúrgica e resultou em ganhos de cerca de R\$ 10 milhões



O projeto de Geometalurgia foi iniciado em 2020 no Complexo de Mineração Caeté (CCA), da Jaguar Mining, composto por duas minas subterrâneas – Roça Grande (RG) e Pilar, situadas em Caeté e Santa Bárbara (MG), respectivamente. A iniciativa foi motivada pelo desafio de melhorar a recuperação de ouro e garantir estabilidade operacional à planta metalúrgica RG, de-

vido à variabilidade de processamento – recuperação, reologia de polpa, densidade relativa e efeito de sobre모agem – enfrentada na época.

Com a suspensão temporária da operação da mina RG em 2018, a planta metalúrgica passou por diversos problemas em função das alterações das características do minério e da ausência de um estudo representativo. “Nesse

*Planta metalúrgica da mina Roça Grande, da Jaguar Mining*

contexto, uma equipe multidisciplinar da Jaguar iniciou o projeto de Geometalurgia, com o objetivo de caracterizar os corpos minerais da mina de Pilar para compreender seu comportamento, desde a extração até o processo metalúrgico, fornecendo subsídios necessários à avaliação das rotas de processo e possibilitando a otimização do rendimento global da usina”, explica Istela-



mares Alvarenga de Barros, gerente de Metalurgia do CCA. Em seus diferentes momentos, o projeto contou com a participação de profissionais das áreas de Processos, Geologia, Laboratórios, Operação de Planta Metalúrgica, Mina e Manutenção. A etapa de planejamento do estudo e desenvolvimento da caracterização foi marcada pela atuação de engenheiros químicos, geólogos, analistas de processo e laboratório e profissionais da área de melhoria contínua. Durante a implantação das melhores condições de processamento industrial, coube à equipe operacional e de manutenção garantir a aplicabilidade dos conceitos do projeto.

*Mina  
subterrânea  
Pilar:  
caraterização  
de corpos de  
minério*

Essa multidisciplinaridade foi importante, avalia Istelamares, para uma abordagem não só mais holística, como também focada nos detalhes de cada área, considerando os múltiplos aspectos do processo de mineração.

### **MODIFICAÇÕES**

Os trabalhos de caracterização indicaram que os corpos de minério de Pilar apresentam particularidades para os processos de concentração de ouro, exigindo condições específicas de processo e operação para uma melhor recuperação e estabilidade da planta metalúrgica. Assim, a instalação deveria ter uma configuração flexível e ro-

busta para absorver as variabilidades de cada minério e maximizar sua extração.

Essas readequações foram feitas gradativamente, lembra a gerente. Entre elas: a remoção de gargalos operacionais e o aumento da taxa de moagem para redução da granulometria de P80 para P75  $\mu\text{m}$ ; estudos e alterações dos parâmetros de classificação em hidrociclones; e a intensificação das inspeções e manutenções dos circuitos de processamento físico e químico. No circuito de flotação foi implementada uma nova abordagem da gestão do tratamento de água cianetada e de sua reutilização no circuito de flotação

para reduzir o seu impacto negativo na concentração do ouro. Os reagentes também passaram a ser aplicados conforme as características da flotação e foram avaliados novos coletores para a concentração de sulfetos contendo ouro. Na lixiviação intensiva do concentrado gravítico, consolidou-se a influência de cada variável na eficiência do processo, com redefinição dos parâmetros até então considerados. Ainda nessa etapa, o tempo de residência foi reduzido, a aplicação de oxigênio líquido foi otimizada e a cal foi substituída por uma suspensão de hidróxido de cálcio. No campo geológico, foi definido um novo método de rastreabilidade, de forma a melhorar o monitoramento das características do minério e avaliar seu desempenho no modelo geológico da mina. A partir daí, a categorização do minério passou a ser realizada por frente de lavra, com transporte e amostragem separadamente na britagem. "Assim, conseguimos uma maior compreensão sobre a origem, gestão do minério e sua recuperação, do modelamento à etapa de processamento", conta Istelamares.

### TREINAMENTOS

Na fase de implantação industrial, a capacitação da equipe visou garantir a integração eficaz de dados e a otimização dos processos. Entre outros, foram ministrados treinamentos sobre conceitos geometalúrgicos e padronização de práticas analíticas para a equipe de laboratório e sobre os conceitos de processos aplicados ao minério de Pilar e padronização operacional para a equipe da planta metalúrgica. Já durante o desenvolvimento do



*Istelamares Alvarenga de Barros, gerente de Metalurgia do CCA/RG*

projeto, para participar da discussão de algumas temáticas, a mineradora convidou consultores e especialistas em caracterização mineral e processamento de minérios de ouro, de entidades como a UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), UFOP (Universidade Federal de Ouro Preto) e Fundação Gorceix, além de fornecedores parceiros nas áreas de concentração gravítica, tratamento de água e insumos para moagem, por exemplo.

### RESULTADOS

Decorridos três anos de seu início, o projeto de Geometalurgia reuniu informações que levaram a novos conceitos e readequações, resultando em otimização operacional e economia de cerca de R\$ 10 milhões. Entre os ganhos obtidos, Alberto Vilela da Costa, analista de processos do CCA, destaca a elevação de 0,49% na recuperação metalúrgica de ouro, entre 2021 e 2023 (88,50%), em comparação ao período de 2018 a 2020 (88,01%). A taxa de alimentação da moagem foi otimizada, com elevação gradual de 80,45 para 94,96 t/h (18,04%), reduzindo as horas efetivas de operação do moinho e, com isso, o consumo de cor-

pos moedores em 7,87%, equivalente a uma economia de R\$ 1 milhão.

Por sua vez, as adequações realizadas na área de concentração gravítica elevaram a recuperação de 47,64% (2018 a 2020) para 51,25% (2021 a 2023), um ganho de 3,61%. A redução de 34,75% do consumo de cianeto de sódio, de 1.131 g/t (2018 a 2021) para 738 g/t (2021 a 2023), gerou uma economia de R\$ 7,54 milhões. Outros R\$ 350 mil/ano foram economizados com a eliminação do uso de nitrato de chumbo. Também foi registrada a elevação de 1,24% da recuperação de ouro na lixiviação, de 86,71% (2018 a 2020) para 87,95% a partir de junho de 2022. Em contrapartida, houve a redução de 37,22% do teor de ouro contido no rejeito desse processo nos mesmos períodos: de 3,52 g/t para 2,21 g/t.

### DESAFIOS

A concepção, desenvolvimento e implantação do projeto de Geometalurgia no CCA se deu com complicadores derivados do aprofundamento das minas subterrâneas, do ineditismo de sua abordagem ampla, dos custos necessários à viabilização das adequações propostas e da resistência a novos conceitos e práticas.

Nesse rol, Istelamares destaca a falta de informação prévia e histórica da caracterização mineral dos corpos principais das minas Pilar e RG, para permitir a compreensão de quais variáveis foram se modificando ao longo do tempo, na medida em que a lavra subterrânea foi sendo aprofundada, e de como foi sendo alterada a proporção de contribuição



Teste de cianetação na CCA/RG

de cada mina para a produção de ouro. Essa condição impôs outro desafio: o de conduzir um projeto inédito de caracterização mineral não apenas nas duas minas, mas na própria Jaguar, agravado pela meta de ampliar sua abordagem até a planta metalúrgica. A equipe, que não era exclusiva do projeto, teve que alternar os novos estudos e atividades com sua rotina diária de trabalho. Também houve um impasse na concepção de teorias que corroborassem as observações obtidas nas análises laboratoriais e dados coletados no processo industrial, visto que, em muitos casos, as melhores condições se contrapunham às práticas convencionais. Foi necessário, ainda, romper paradigmas consolidados há muitos anos na empresa para promover modificações nos processos de recuperação de ouro e, por fim, adequar o cronograma de demandas e propostas à disponibilidade dos recursos financeiros necessários à sua execução. ■

 **LANTEX**  
TELAS PARA PENEIRAMENTO

Linha completa de telas para  
processamento e beneficiamento  
de minérios e agregados

- TELAS DE AÇO
- TELAS DE BORRACHA
- TELAS DE POLIURETANO

(11) 4323-3800 (11) 99779-8008 @lantexdobrasil

[WWW.LANTEX.COM.BR](http://WWW.LANTEX.COM.BR)

Escaneie o QR Code e  
acesse nosso catálogo



Patrocinador Oficial



Patrocinador Oficial



# OPERAÇÕES INTEGRADAS EM CENTRAL DE CONTROLE

Por **redação ITM**

Fotos: **MRN/Divulgação**

Mineradora integra toda as áreas com ganhos no sincronismo das operações e maior aderência aos planos de produção

Em outra frente de atuação, agora relacionada a toda a sua cadeia produtiva, a Mineração Rio do Norte – MRN implantou um Centro de Operações Integradas (COI). A medida visou criar um ambiente de controle único para aprimorar a programação, o planejamento e a execução da produção, além de apoiar a gestão de riscos. “O projeto teve como pilares infraestrutura, tecnologia, pessoas e processos, sendo conduzido pela Gerência Geral de Serviços Técnicos, com a participação das áreas de Operação de Mina, Industrial, de Manutenção e Tecnologia da Informação, em uma equipe multidisciplinar”, lembra Antonio Medeiros Silva, coordenador do COI.

Um dos ajustes necessários à configuração anterior da unidade mineradora foi a incorporação do Centro de Monitoramento Geotécnico à estrutura do COI, o que foi realizado na etapa final da primeira fase do projeto. Quanto aos desafios de implantação, Silva destaca problemas relacionados à rede de comunicação, à baixa digitalização dos processos e à resistência interna ao novo conceito. “Nesse terceiro fator, a alta liderança da MRN patrocinou o projeto e foi fundamental para o seu sucesso”, avalia o coordenador.



## INTERFACE TOTAL

A solução envolveu a transferência das salas de controle para o ambiente integrado, com melhoria de espaço, infraestrutura e novos recursos de computação. “Desktops e notebooks de alta performance foram adquiridos para processos específicos de controle e reporte de produção e despacho de mina”, exemplifica Sarah de Souza Sá, engenheira de Sequenciamento do COI.

A rede LTE (Long Term Evolution) pública, instalada em 2023, também possibilitou o atendimento de demandas reprimidas de monitoramento na unidade, como o uso de câmeras de acompanhamento em tempo real para escavadeiras e caminhões, que foram instaladas em dois equipamentos e se encontram em fase de testes. Na fase de projeto foram realizados benchmarks externos em empresas com o mesmo modelo de operações integradas já imple-

*COI: ambiente único de controle da mina ao embarque portuário*

*Sarah de Souza Sá, engenheira de Sequenciamento do COI da MRN*



mentado e em estágios diferentes de maturidade. “Esse contato nos permitiu configurar nosso projeto de modo personalizado, aproveitando as boas práticas já comprovadas em outras indústrias”, avalia Sarah. O treinamento da equipe abordou temas operacionais e de planejamento, como o de Dimensionamento de Capacidade de Produção – Frota e Instalações e os que envolveram operação assistida.

Até o momento, os ganhos quantitativos mais observados estão nos tempos de resposta para soluções de problemas que afetam toda a cadeia produtiva da MRN, da mina até o embarque em navios. “O fluxo de comunicação entre os processos de planejamento e operação num mesmo ambiente mantém o sincronismo das operações e a aderência aos planos de produção, especialmente os de curto prazo”, diz Sarah. Ainda segundo a engenheira, novos reports de planejamento e produção foram implantados, permitindo melhorias na gestão da informação e do conhecimento já que estão padronizados, obedecem a uma cadeia de hierarquia de relatórios e são interdependentes e formatados de modo a atender as demandas internas e externas da empresa. ■



# Experimente a excelência da Martin Engineering.

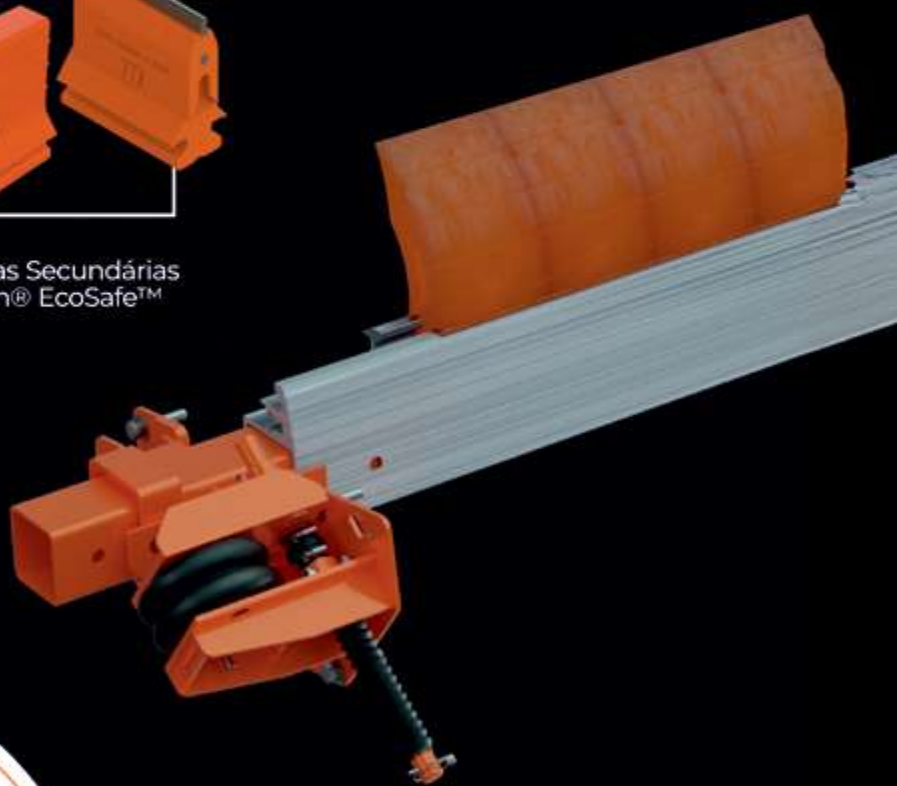
Conte com o sistema de limpeza  
mais eficiente e lâminas com a  
maior vida útil do mercado.



Lâmina Primária Martin®  
EcoSafe™



Lâminas Secundárias  
Martin® EcoSafe™



[www.martin-engineering.com.br](http://www.martin-engineering.com.br)  
[br\\_marketing@martin-eng.com](mailto:br_marketing@martin-eng.com)

# NOVO REAGENTE AMPLIA RECUPERAÇÃO DE PRATA

Por **redação ITM**

Fotos: **Nexa/Divulgação**

Mudança de produto na flotação da usina de Vazante, da Nexa, exigiu mais de 200 testes em bancada e 12 análises químicas diárias

O processo de beneficiamento mineral na usina da Nexa em Vazante (MG) abrange diversas etapas, como britagem, moagem, flotação de sulfetos e silicatos, espessamento e filtragem de concentrados e rejeitos. A etapa de flotação de sulfetos gera um concentrado com cerca de 25% de chumbo e 3.000 g/t de prata. Apesar do menor teor, a prata representa aproximadamente 80% da receita gerada pela venda do concentrado. Devido a essa importância financeira, foi desenvolvido um projeto visando aumentar a recuperação de prata na usina, mediante o emprego de um novo reagente de melhor desempenho, definindo-se sua concentração ideal e o melhor momento para dosagem durante a etapa de flotação.

Implementada a partir de março de 2023 e sem interrupções desde então, a solução envolveu as áreas de Processos, Operação de Usina, Manutenção e SSO (Saúde e Segurança Operacional). Um dos maiores desafios do projeto, lembra Bruna Silveira Costa, engenheira sênior 2 de Processos da unidade, foi de ordem técnica, desde o desenvolvimento do projeto, passando pela realização de testes com diver-



*Bruna Costa, engenheira sênior 2 de Processos de Vazante*

sos produtos de diferentes fornecedores e por mais de 200 testes de flotação em bancada para identificar as condições ideais de preparo e dosagem do reagente. “A disseminação das informações técnicas e de SSO foi crucial para garantir o alinhamento de toda a equipe. Além disso, os esforços realizados fizeram com que todos se sentissem parte do projeto e se dedicassem ao alcance dos melhores resultados”, avalia Bruna. Numa etapa posterior, foi aplicado um treinamento para os profissionais envolvidos no manuseio e controle do novo reagente, abordando as características do produto, procedimentos de manuseio, preparo e medidas de SSO.

Um dos ajustes na rotina da operação foi necessária na análise química do teor de prata no con-

centrado, que era feita uma vez por dia. Mas, para otimizar o controle do processo e o ajuste da dosagem do novo reagente, essa frequência teve de ser ampliada. Assim, a partir de fevereiro de 2023, o laboratório passou a emitir 12 resultados diários de análise do teor de prata, permitindo adequações mais precisas para alcançar os objetivos de teor e recuperação metalúrgica planejados. A apresentação dos resultados dos testes de flotação em bancada, realizados pela UGB Processos, foi seguida do gerenciamento de mudanças para o planejamento e execução do teste industrial. Os resultados, segundo a engenheira, registraram um aumento médio de 18,5% no teor de prata no concentrado, que passou de 2.804 g/t para 3.324 g/t. Esse ganho, aliado a um incremento de 10% na massa de concentrado produzido, resultou em um aumento de 2,68% na recuperação metalúrgica de prata. A elevação no teor de prata no concentrado também possibilitou uma melhoria na precificação do subproduto e a redução da taxa de treatment cost (TC), gerando um ganho financeiro de aproximadamente R\$ 16,07 milhões entre abril e dezembro de 2023. ■

# UMA NOVA ROTA PARA PRODUZIR MAIS FOSFATO

Por **redação ITM**

Fotos: **Mosaic/Divulgação**

Ampliação de recuperação metalúrgica reduz descarte de minério e volume de rejeitos, com economia circular e sustentabilidade

O projeto MIP 70 – Metallurgical Improvement Project 70 – é uma iniciativa desenvolvida pela Mosaic com o objetivo de ampliar a recuperação metalúrgica média do fosfato extraído das rochas, de 60% para 70%. Essa possibilidade considera que parte do fosfato contido no minério lavrado e retirado das minas é descartado com rejeitos no processo de beneficiamento, deixando de ser utilizado na produção de fertilizantes.

Em desenvolvimento nos complexos de Catalão (GO) e Tapiira (MG) da empresa, a inovação envolve a melhoria dos processos metalúrgicos existentes, com a implantação de novas rotas operacionais e a aquisição de equipamentos. Essas ações permitem aumentar a eficiência da recuperação de fosfato, reduzindo o descarte de minério e também os impactos ambientais das operações.

A criação e implementação do MIP 70 são resultado de um trabalho multidisciplinar, com a atuação conjunta de diversas áreas da Mosaic. Segundo Lilian Costa, gerente sênior de P&D Mineral (Pesquisa e Desenvolvimento Mineral) da empresa, engenheiros de Processos iden-



tificaram as oportunidades de melhoria nas operações existentes, enquanto a equipe de P&D buscou soluções técnicas para otimizar a recuperação do fosfato. Já a área de Operação direcionou os esforços para onde o projeto poderá gerar mais benefícios. Por sua vez, a área de Projetos garante a execução das iniciativas, enquanto a área de Transformação é responsável por gerenciar as mudanças necessárias para implementar as novas práticas. Há ainda a equipe de Manutenção, que apoia a implantação das mudanças.

O projeto sofreu ajustes, em relação à sua formatação original e ao longo de sua implantação, visto que as tecnologias inicialmente avaliadas foram substituídas por outras, que poderiam gerar resultados mais satisfatórios.

*Planta de beneficiamento de mina, objeto do MIP 70*

*Lilian Costa, gerente sênior de P&D Mineral da Mosaic*



Não foram feitas adequações na infraestrutura das minas, mas ficou clara a necessidade de que os funcionários estivessem devidamente capacitados para operar os novos sistemas e seguir os novos procedimentos. “Durante a implementação da Fase 1 do MIP 70 foi feito um alinhamento e a preparação das equipes envolvidas nas operações, garantindo que os funcionários estivessem prontos para operar as novas tecnologias de forma eficiente e segura, maximizando seus benefícios com uma tomada de decisão mais assertiva”, explica Lilian.

O projeto já possibilitou que a empresa recuperasse mais de 15 mil toneladas anuais de fosfato apenas em sua Fase 1, considerando as duas minas em conjunto, além dos benefícios ambientais associados. Para a gerente, outros resultados positivos adicionais devem ser registrados nas fases que ainda serão implementadas. “Exemplos como o do MIP 70 demonstram a importância de uma abordagem adaptativa e flexível em P&D. Ao identificar novas oportunidades é necessário estar aberto à alteração de rota”, conclui Lilian. ■



Por *Gláucia Cuchierato<sup>1</sup>*

Foto Divulgação

# GDQM: GEODATA QUALITY MANAGEMENT

## Revisão do workflow - Parte 4

(Série de artigos técnicos iniciada na edição **ITM 103**, sobre os componentes do GeoData Quality Management, metodologia de avaliação da qualidade de dados geológicos)

Nas edições anteriores foram discutidas todas as etapas do módulo **Validação do Acervo de Dados Históricos** da metodologia **GDQM** (1 - Verificação da fonte dos dados; 2 - Avaliação e gestão da materialidade; 3 - Identificação e integração dos sistemas de gerenciamento; 4 - Análise exploratória de dados; 5 - Aplicação dos testes de consistência; 6 - Atribuição de confiança; e 7 - Identificação de áreas críticas). A realização integral dessas etapas permite conhecer todo o **PASSADO** das campanhas de sondagem, amostragem, preparação e análise de uma empresa e identifica, qualifica e atribui o grau de confiança aos dados existentes.

Uma vez compreendido todo o cenário histórico do projeto mineral ou operação, há que se verificar se todas as práticas e condutas vigentes (**PRESENTE**) estão adequadas, alinhadas às orientações e recomendadas ou preconizadas pelos padrões internacionais de declaração de recursos e reservas, para corrigir e redirecionar a rota das boas práticas e cessar a geração de erros.

Com a correção e o realinhamento de estratégias de aplicação do módulo **Revisão de Workflow**, garante-se que os futuros dados gerados estarão isentos de inconsistências e erros dos mais diversos tipos ou, ao menos, irão minimizá-los às suas formas fundamentais, não derivadas ou decorrentes de ações humanas, tais como erros intrínsecos aos processos de amostragem de minérios (vide teoria de Pierre

Gy). Dessa forma, os princípios de Transparência, Materialidade e Competência estarão atendidos e demonstrados, além de, oportunamente, reduzir-se o tempo para disponibilização do uso do dado, evitando o retrabalho sistemático de verificações por parte das equipes técnicas.

O desenho (e sua revisão) do workflow [Process Design] de uma empresa, seja qual for a etapa em que ela se encontra no ciclo de vida, é feito com o levantamento e a sistematização das atividades relacionadas à aquisição de dados geológicos, mapeando as principais tarefas de cada processo, representadas e documentadas em fluxograma. São também identificadas as oportunidades de melhoria dos processos e os problemas ou fragilidades mais frequentes, que afetam negativamente o fluxo de trabalho e a confiança nos dados adquiridos.

Os participantes desse trabalho devem ser, principalmente, os profissionais que realizam o processo no dia a dia e que, além de relatar e fazer o depoimento sobre sua execução, apontam as necessidades de melhoria, indicando ainda as evidências e os documentos para complementação e comprovação das avaliações.

### ETAPA A: MODELAGEM DE PROCESSOS

A modelagem de processos é parte de uma visão mais ampla da gestão estratégica que, para ser atingida, exige a avaliação e medição dos processos que fazem parte da rotina ope-

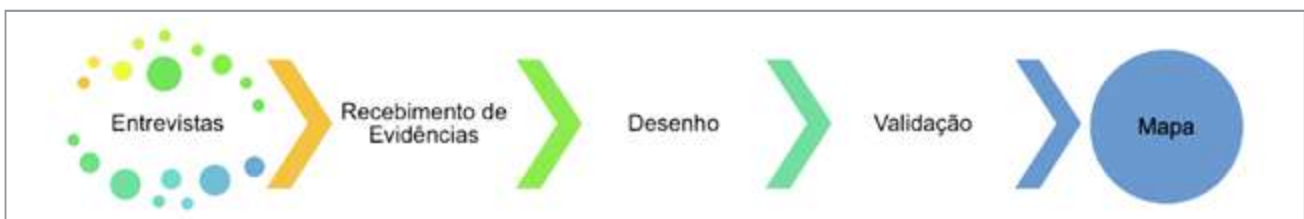
racional da empresa. No caso particular, os processos em questão são aqueles referentes à rotina de aquisição de dados geológicos utilizados para as estimativas de recursos minerais.

Uma das interessantes ferramentas utilizadas na gestão de negócios para a otimização dos resultados das organizações é o BPM ou Business Process Modelling, para a sistematização dos processos individuais, com definição de recursos, tarefas, objetivos, responsabilidades, clientes e fornecedores, dentre outros pontos de integração.

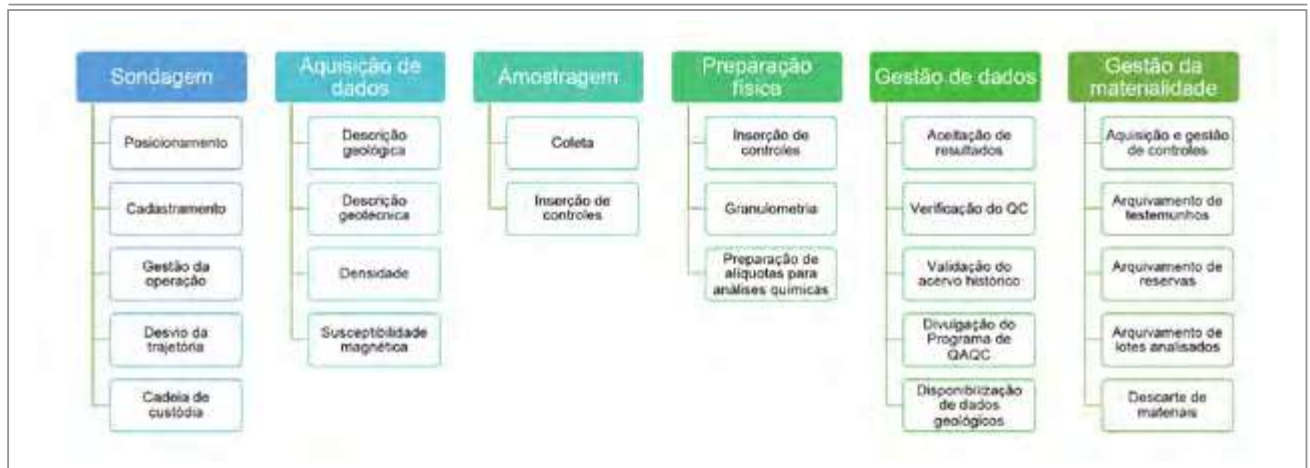
Para criar os mapas de processos recomenda-se a versão gratuita da ferramenta Bizagi Modeler, que utiliza o padrão internacional BPMN (Notation). A escolha de uma ferramenta de software aderente ao padrão BPMN é importante, pois os diagramas criados nesse projeto podem servir de base para fluxos de trabalhos (workflows) em futuros estudos de melhoria de processos e automação de fluxos.

A modelagem permite uma série de visões sobre os processos, tais como: agilidade e aumento em produtividade, compliance e rastreabilidade, visando trazer dimensões importantes para a análise. São conduzidas entrevistas com os participantes de todos os processos de geração, armazenamento e utilização de dados dentro da organização, buscando-se compreender a arquitetura da empresa, funcionamento e utilização dos dados, regras, normativos, padrões

Figura 1: Etapas realizadas para definição dos Modelos As Is e To Be



**Figura 2:** Processos de aquisição de dados em projetos e operação mineira



e outras condutas. A Figura 1 ilustra as etapas de trabalho para a organização das informações dos modelos.

Cada processo é composto por tarefas e têm as seguintes características:

- Atividades que consomem recursos - tempo, finanças, equipamentos e outros;
- Ferramentas de softwares utilizadas (exemplo, sistema de gerenciamento de dados geológicos);
- Indicação do tempo e ciclo de execução, cujos

passos devem ser reproduzíveis, repetitivos, rotineiros e podem ser refeitos ou analisados; e

- Processos que podem ser auditados.

Todos os locais de geração de dados devem ser verificados durante a atividade de mapeamento e modelagem de processo, com acompanhamento das tarefas pelos executores e responsáveis, assim como os procedimentos operacionais disponibilizados, de forma a avaliar sua eficiência e clareza.

O cenário atual é denominado As Is e o cená-

rio futuro To Be contendo, respectivamente, as informações detalhadas da forma atualmente executada e as sugeridas para a execução das tarefas. Os dois conjuntos de mapas (As Is e To Be) são importantes para que se possa estabelecer como e quais evoluções de processos serão feitas, de acordo com planejamento e estratégias corporativas.

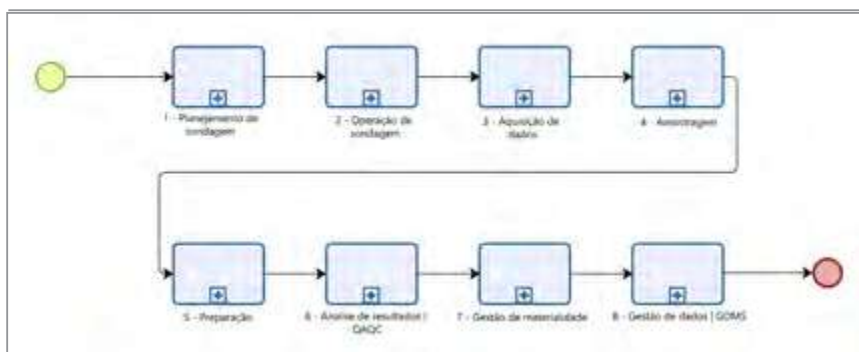
Após diagnosticar os processos que geram dados e informações em cada projeto ou operação mineira, são descritas suas características, tais como:

- executores das tarefas e processos;
- procedimentos e orientações para realização das tarefas;
- formas de mensurar o desempenho;
- tempo de execução das tarefas, ciclos e processos; e
- recursos utilizados na execução das tarefas: profissionais envolvidos, materiais, capital, equipamentos e outros.

A Figura 2 organiza todos os processos verificados para a cadeia de valor do dado geológico. A Figura 3 ilustra um BPMN conceitual, para primeiro nível.

Na próxima edição iremos para as próximas etapas do Módulo 2 do GDQM, para otimização do fluxo de trabalho dos projetos e operações mineiras. Continue por aqui! ■

**Figura 3:** Exemplo de BPMN nível 1 (Cadeia de valor: Gestão de Dados Geológicos)



## REFERÊNCIAS:

CUCHIERATO, G. (2022), *A importância da qualidade da informação no processo de declaração de recursos minerais*. 293 f. (Tese de Doutorado em Engenharia de Minas). Departamento de Engenharia de Minas e do Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.



# GENBUDO: A CAVERNA DE BASALTO



Em 1926, Motonori Matsuyama, professor da Universidade Imperial de Kyoto (atual Universidade de Kyoto), no Japão, visitou Genbudo ou Caverna do Basalto, em português, uma formação geológica composta por cinco cavernas localizada na costa do Rio Maruyama, na cidade de Toyooka. Lá, o estudioso faria uma das descobertas mais importantes no campo da Geologia: a de que o campo geomagnético local, determinado pelo ferro contido no basalto formado pela erupção vulcânica do Monte Futami, há 1,6 milhão de anos, estava invertido de sua orientação atual. A partir dessa constatação, o professor formulou uma hipótese de que o campo magnético da Terra havia invertido sua polaridade no passado. Desconsiderada à época e rotulada como “inacreditável” por cientistas, a teoria somente seria comprovada após sua morte. Isso porque novas descobertas indicaram que faixas de polaridade atual e polaridade invertida foram descobertas em cadeias de montanhas submarinas formadas em locais onde o magma sobe, provando que nada menos que onze reversões da orientação do campo magnético da Terra haviam ocorrido em 3,6 milhões de anos.

A hipótese de Matsuyama passou a ser aplicada em todo o mundo no processo de envelhecimento de estratos rochosos desde então. Também serviu de base ao estabelecimento da teoria da tectônica de

placas, que explica o movimento das placas oceânicas e continentais, intimamente ligada à reversão da polaridade magnética. A teoria contribuiu para que se possa entender que a atividade vulcânica e os terremotos acontecem devido ao movimento das placas geológicas, que causa colisões e atritos. A reversão magnética pode ser atestada por qualquer visitante que se poste à frente da entrada de Genbudo (Foto 1), com uma bússola na mão. Ele verá que o instrumento de orientação mostrará direções completamente inesperadas, devido aos níveis magnéticos registrados na rocha.

Monumento natural do Japão desde 1931, Genbudo é formada por cavernas batizadas com o nome de quatro criaturas mitológicas chinesas: Genbu (Tartaruga Negra), Seiryu (Dragão Azul), Byakko (Tigre Branco) e Suzaku (Fênix do Norte e Fênix do Sul, em fotos 2 e 3). Todas são feitas de colunas com formato poligonal distinto, em padrão de favo de mel (Foto 4), formando prismas hexagonais que se estendem por várias dezenas de metros de altura, constituindo uma parede de basalto. Originalmente eram usadas para a extração de pedras ornamentais para jardins e agregados para a construção de muros e fundações de casas, atividade cessada com seu desmoroamento parcial, em 1925, no Grande Terremoto de Tajima. O reflexo da caverna Seiryu em um lago é um espetáculo à parte (Fotos 5 e 6).

# BRIDGING DECADES OF INNOVATION

Our technological advancements have stood the test of time, revolutionising the mining industry and setting new standards for innovation and excellence.



1978

Filing of first emulsion patent.

1996

100 Years of producing explosives at Modderfontein.

2001

First blast using electronic detonators.



WE ARE ONE AECI,  
FOR A BETTER WORLD

[aecimining.com](http://aecimining.com)

Don't miss the world's  
premier mineral exploration  
and mining convention



MARCH 2-5  
**2025**

PROSPECTORS & DEVELOPERS ASSOCIATION OF CANADA

Up to **30,000** attendees ■ **700+** hours of programming  
**1,100+** exhibitors ■ Delegates from **130+** countries  
Meet investors & senior executives ■ Unrivaled networking

[pdac.ca/convention](https://pdac.ca/convention) | Toronto, Canada

**Teck**

Diamond  
Sponsor