

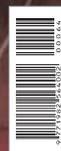
www.inthemine.com.br

UMA PUBLICAÇÃO FACTO EDITORIAL

the inmine

Ano XV | 2021 | Nº92 | R\$ 25,00 GESTÃO DE PROCESSOS E TECNOLOGIA PARA MINERAÇÃO


editora
FACTO



ESPECIAL

ENGENHARIA MINERAL

Um mosaico das soluções, algumas inéditas no Brasil, em
implantação ou planejadas para operações atuais e futuras

PERSONALIDADE

FERNANDO CORNEJO
E O NOVO SALTO DA
GREAT PANTHER MINING

LEGISLAÇÃO

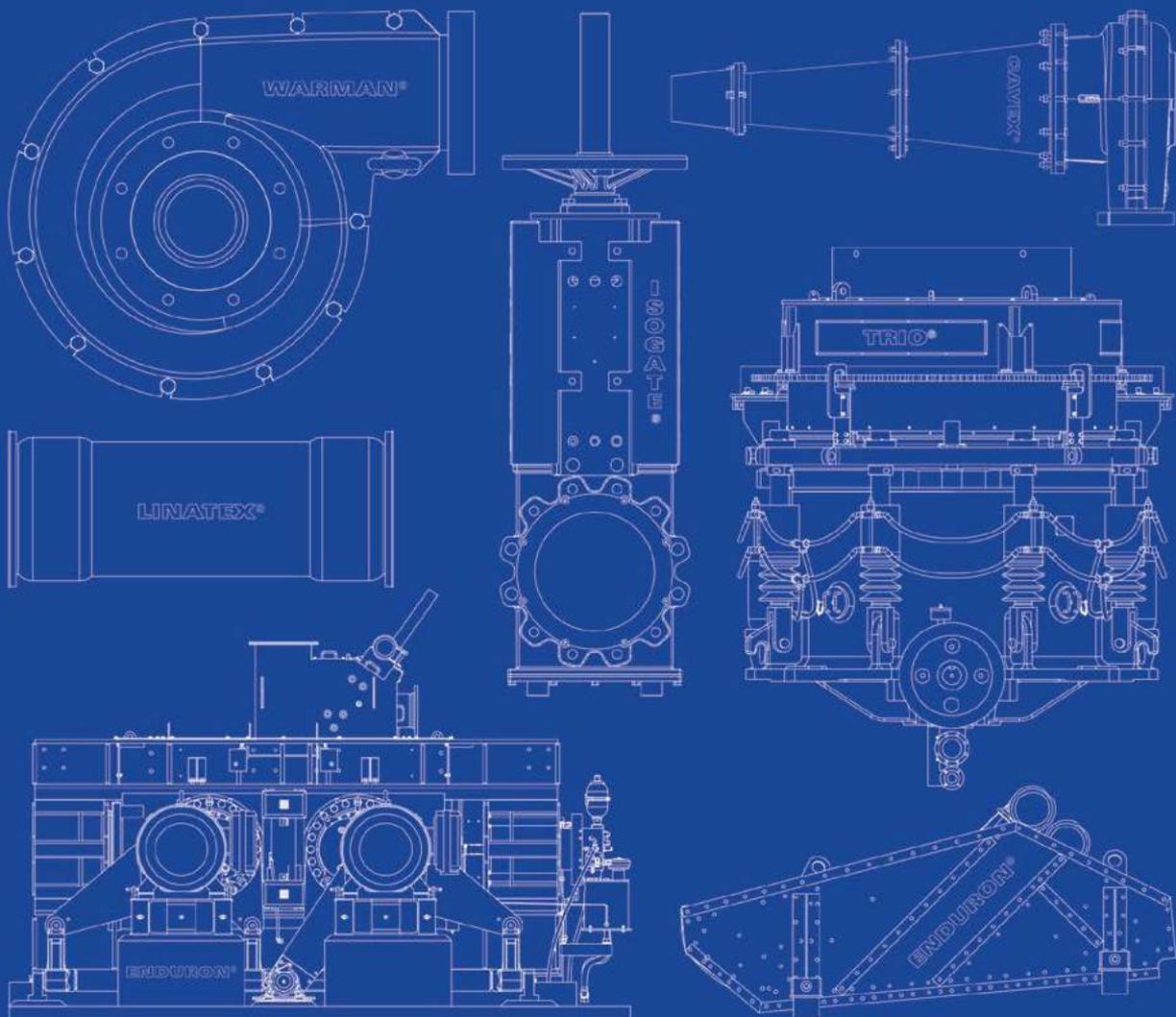
IMPLICAÇÕES DA DISCUSSÃO
DE MUDANÇAS NO CÓDIGO
NACIONAL DE MINERAÇÃO

MERCADO

A GEOPOLÍTICA GLOBAL
DOS ETRS SOB CONTROLE
E DOMINÂNCIA DA CHINA

GEOLOGIA

COMPARATIVO ENTRE OS
AMBIENTES REGULATÓRIOS
DE PAÍSES MINERADORES



Temos soluções para todo o seu circuito.

Nossa robusta linha de equipamentos visa atender as mais diversas demandas de processamento mineral. Nosso portfólio conta com reconhecidas marcas, dentre elas: Cavex®, Enduron®, Isogate®, Linatex®, Trio® e Warman®, que possibilitam que seu circuito opere com o melhor desempenho e longa vida útil.

Sempre que identificar possibilidades de melhorias, consulte os especialistas da Weir Minerals, seja para uma bomba ou um circuito completamente novo, nós teremos a solução. Nossos equipamentos acompanham o suporte vitalício da extensa rede de serviços Weir Minerals, presente onde e quando nossos clientes precisam.

Assim, nos tornamos os parceiros preferenciais das maiores plantas de mineração.

Para obter os melhores resultados em sua planta visite www.global.weir agora mesmo.

WEIR

Minerals
www.global.weir

DESTAQUES DA EDIÇÃO

- 08** LEGISLAÇÃO
PROJETO DE LEI
Proposta de novo Código de Mineração na Câmara
- 10** MERCADO
TERRAS RARAS
A corrida mundial por ETRs diante do monopólio chinês
- 14** ESPECIAL
ENGENHARIA MINERAL
Soluções inovam projetos e processos operacionais
- 34** GEOLOGIA
REGULAMENTAÇÃO
O arcabouço legal que rege mineradoras listadas em bolsa
- 36** GESTÃO
MODELO OPERACIONAL
Planejamento, processos e rotinas da Appian Capital

- 29** PERSONALIDADE
ENTREVISTA
Integrando a delegação da Federação Desportiva Peruana de Atletismo, durante os Jogos Sul-Americanos de 1998, realizados no Equador, ele foi campeão em duas modalidades na categoria juvenil: no arremesso de peso e no lançamento de disco. Fernando Cornejo tinha, então, 19 anos e era aluno, desde 1996, do curso de Engenharia Química na Universidade Nacional de Arequipa, cidade peruana onde nasceu e onde, 43 anos atrás, havia nascido o magistral escritor Mário Vargas Llosa, a quem considera um ídolo e mestre. Com o passar dos anos, o atletismo se tornou um hobby, mas a formação como engenheiro químico moldaria sua carreira iniciada na BHP Billiton e Rio Tinto. Após passagens pela SGS (Société Générale de Surveillance) e pelo grupo canadense Jacobs, retornou à mineração. Esteve na Aura Minerals e, desde 2019, está na Great Panther Mining, que opera minas de prata e ouro no México, Peru e, mais recentemente, no Brasil.

Foto Weir Minerals/Divulgação



14 | CAPA

A engenharia mineral no Brasil tem avançado na adoção de métodos e sistemas construtivos para emprego em novas estruturas civis ou para o monitoramento e manutenção das já existentes; na atualização de tecnologias mais eficientes e sustentáveis em sua cadeia produtiva – passando por processos, equipamentos, máquinas, instrumentação e integração de informações; e na busca de soluções que assegurem o uso mais racional de recursos naturais como a energia, a água e o próprio minério. Destacam-se as soluções adotadas pela Samarco, Mineração Caraíba, AngloGold Ashanti e Amarillo Gold e os conceitos de “Linha de Vida” para barragens, do engenheiro Leandro Batista, e Cost Effective Design, da consultoria Ausenco

EDITORIAS - INTHEMINE

- 05** MINEPROSPECÇÃO O embate China x Austrália
- 06** MINEAGENDA 17º Procemin/Geomet on line
- 06** MINEBOOK Monitoramento DINSAR na mineração
- 06** MINEWEB CMS, a organização científica de argilas
- 07** MINEMARKET Carro de nióbio no Rally dos Sertões
- 38** MINEGALERIA Campanha #museucienciasdaterra

SUMARIO

BR
AW
BU
S

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

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

Editor e Jornalista responsável

Wilson Bigarelli (MTB 20.183)
 editor@inthemine.com.br

Redação Tébis Oliveira (Editora de Sustentabilidade e Novos Projetos), 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



A PALAVRA DO EDITOR

JABUTI INSUSTENTÁVEL

Há de vir o dia em que nossos parlamentares se inibam do péssimo hábito de criar oportunidades para tratar de assuntos absolutamente alheios ao objeto de projetos de lei, quando propõem substitutos ao texto original. Fala-se aqui dos conhecidos "jabutis", como são chamadas essas inclusões sem contexto, mas certamente com propósitos – por vezes inconfessáveis – formuladas por nossos eminentes representantes públicos no Congresso Nacional, a título de revisar – e nem sempre melhorar – as disposições dos projetos antes de convertê-los em lei.

Um desses jabutis foi recentemente colocado na copa da árvore do Projeto de Lei nº 2.337/21. Trata-se de um típico réptil com carapaça – consideradas as acepções das palavras réptil e carapaça -, visto que o citado PL trata inicialmente da alteração da legislação do Imposto de Renda sobre a Renda e Proventos de Qualquer Natureza das Pessoas Físicas e das Pessoas Jurídicas e da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido.

Uma passagem de ida para o Afeganistão a quem descobrir em qual parte desse enunciado o relator Celso Sabino (PSDB-PA) vislumbrou a coerência de legislar, em seu substitutivo, sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). Inclui-se a passagem de volta ao Brasília para o sábio que conseguir explicar também porque o nobre deputado elege os produtores de ferro, ouro, bauxita, cobre, manganês, caulim e níquel, em todo o universo do setor mineral, como os de maiores habilidades e competências para arcar com a majoração do tributo de 4% para 5,5%.

Não vale usar o mesmo argumento do iluminado deputado de que a redução do IRPJ dessas empresas compensará o aumento da alíquota da compensação, sem perdão do infame trocadilho. Até porque, a princípio, todas as mineradoras, e não apenas essas, devem pagar menos imposto de renda com a nova lei.

Acertadamente, o IBRAM (Instituto Brasileiro de Mineração) se posicionou contra o jabuti sabinense. O bicho pode ter carapaça, mas não tem pé nem cabeça. Haverá aumento de custos para implementar a elevação da alíquota, sem previsão de quem e como se irá bancá-los. Mas não só. O principal é que, segundo Jurisprudência do Supremo Tribunal Federal, consignada nas ADIs (Ação de Inconstitucionalidade) nº 4.606 e 6.233 e no RE (Recurso Extraordinário) nº 28.800, a CFEM "tem natureza jurídica de receita pública originária, não tributária", e qualquer matéria a ela afeita não poderia ser incluída em um PL, no caso o 2.337/21, que trata de matéria tributária. Aguardemos a judicialização.

P.S.: Embora não seja um jabuti e se pareça mais a um elefante em loja de cristais, há o esboço e o esforço por uma nova proposta do Código de Mineração. Deixo o tema à abalizada opinião de William Freire, em artigo nesta edição.

Saudações constitucionais,

Tébis Oliveira | Editora
 tebis@inthemine.com.br

MINE MAIL

inmine (www.inthemine.com.br)

Posts mais clicados

- Simexmin: proposta de autorregulação do setor
- Serviço Geológico e UnB ampliam projetos de PD&I
- VLI e Bamin: novo fluxo para o minério de ferro na Bahia
- Paula Harraca: uma cocriadora do futuro da ArcelorMittal
- Pedro Paulo Dias Mesquita é o novo titular da SGM
- Geopolítica das Terras Raras, de Mathias Heider
- Mineração brasileira: regras locais e problemas globais
- Melhores práticas sociais, ambientais e de governança
- Primeiro mineireiro com velas rotativas do mundo
- Perfil da mineração no Nordeste, de Mathias Heider
- Indicadores minerais quase dobram no 1S2021
- Projeto Araguaia entra em prontidão operacional
- Atlantic Nickel chega a 60 mil toneladas exportadas

 facebook.com/inthemine

 @intheminet

 youtube.com/user/revistainthemine

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

 plus.google.com/u/1/+revistainthemine/posts

Prezada Tebis,
 Sobre a reportagem da mina escocesa de chumbo, temos no Brasil uma mina que poderia ser turística também, entre tantas (...). A mina Morro Velho em Nova Lima foi a maior e mais duradoura do mundo na produção de Au, com mais de 360 t produzidas. Atingiu 2.462 metros de profundidade no final do século XIX, inovou com ventilação, gestão e abertura de shafts caríssimos por iniciativa do inglês George Chalmers. Ele evitou o fechamento da mina após um desabamento da dita mina Velha, retomando a geração de capital alguns anos depois pela empresa britânica então detentora dos direitos. Infelizmente, até o momento, não há um projeto de geoturismo para Morro Velho.
Ulisses Cyrino Penha, professor da UFMG

Caro professor,
 Conheço a história de Morro Velho. Há alguns anos fizemos até um Mine HQ contando a fundação da mina e falando de George Chalmers, um engenheiro brilhante. Pena que o Brasil não tenha grande apreço por seu patrimônio histórico e cultural. Perdemos todos com essa visão retrógrada.

Grande abraço,
Tébis Oliveira, editora

Leitor Envie dúvidas, críticas e sugestões para: editor@inthemine.com.br

MINEPROSPECÇÃO

Foto: Seatrade Maritime/Divulgação



Porto de Qingdao, na China

→ VAI VENDO...

O Institute for International Trade (IIT) da Universidade de Adelaide, na Austrália, publicou o relatório "A Coerção Econômica da China: o Impacto na Exportação de Mercadorias da Austrália". Segundo o documento, as compras restritivas ou "discriminatórias" da China fizeram com que a Austrália perdesse US\$ 4,9 bilhões em receitas de exportação no período de julho de 2020 a fevereiro de 2021. Oito commodities foram fortemente impactadas pelas restrições do governo chinês: carvão, minério e concentrado de cobre, carne congelada, vinho, algodão, cevada, madeira e lagosta. A balança comercial australiana foi salva pelo aumento dos preços do minério de ferro. Algumas "coincidências" nas relações entre Austrália e China deveriam servir de alerta ao Brasil. A China é a principal parceira comercial da Austrália, que tomando o partido do ex-presidente dos EUA, Donald Trump, apoiou investigações para culpar os chineses pela origem do coronavírus. A Austrália banuiu a gigante de tecnologia Huawei de seu território. A China elevou as taxas de importação de produtos australianos. A Austrália passou a dificultar as negociações de seu minério de ferro num momento em que o país asiático saía da pandemia e elevava sua produção de aço. Especialistas dizem que, no contexto atual, talvez seja mais fácil a Austrália diversificar seus mercados de exportação do que reatar relações cordiais com a China.

Foto: Oorja Solar/Divulgação



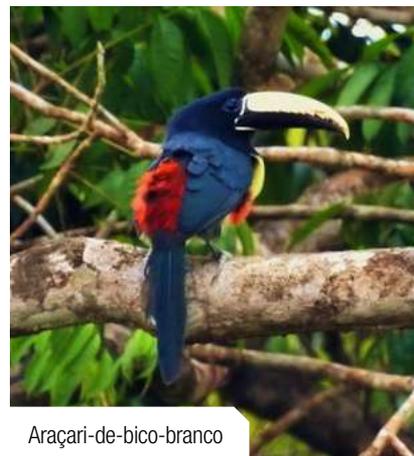
Maior planta fotovoltaica do mundo, na Índia

→ ALTA DEMANDA

O aumento de projetos de energia solar em países compromissados com a redução dos níveis de aquecimento global pode ter um impacto significativo na procura por alumínio, cobre e zinco, dobrando sua demanda até 2040. Essa é a conclusão de um relatório da Woodmac, líder global em pesquisa e consultoria para negócios de energia, química, mineração e metais. A empresa destaca que uma instalação típica de painel solar requer alumínio para a fabricação de sua estrutura frontal; uma combinação de alumínio e aço galvanizado (zinco) para outras peças estruturais; e cobre para os cabos de transmissão de alta e baixa tensão e os coletores solares. Estimativas conservadoras do relatório indicam que as vendas de alumínio para plantas solares devem passar de 2,4 Mt em 2020 para 4,6 Mt em 2040; as de cobre sobem de 0,4 Mt para 0,7 Mt; e as de zinco, de 0,4 Mt para 0,8 Mt.

→ TERRAS INDÍGENAS

A Justiça Federal determinou que a Agência Nacional de Mineração (ANM) indefira todos os requerimentos de pesquisa ou extração de minérios incidentes sobre terras indígenas no Amazonas, incluindo as permissões de lavra garimpeira, em um prazo de 45 dias. A ANM possui mais de 4 mil requerimentos bloqueados ou com a análise suspensa aguardando a regulamentação da lei que permite a mineração nesses territórios. O indeferimento dos pedidos se estende àqueles que foram protocolados posteriormente ao ajuizamento da ação pública pelo Ministério Público Federal (MPF), em 2019. A decisão foi publicada em 03 de agosto passado.



Araçari-de-bico-branco

Foto: Hydro/Divulgação

→ AVES EM PARAGOMINAS

Estudo inédito do Consórcio de Pesquisa em Biodiversidade Brasil-Noruega (BRC) em parceria com a Hydro, constatou o retorno de pássaros em áreas reflorestadas pela mineradora de bauxita na cidade de Paragominas (PA). A pesquisa foi realizada em três áreas em diferentes estágios de conservação e registrou a presença de 228 espécies de aves, algumas ameaçadas de extinção como o gavião-real. As aves passarão a ser monitoradas por meio de colares pelos pesquisadores da BRC, para estudo de seus hábitos e movimentações. A Hydro já reflorestou quase 2.500 ha na região da mina de Paragominas, empregando técnicas de nucleação (70% do reflorestamento) e plantio tradicional (30%) com espécies inventariadas antes da extração do minério.

MINEAGENDA

18º MANTEMIN

Congresso – Manutenção
29.09 a 01.10 – On line
gecamin.com/mapla.mantemin

17º PROCEMIN/GEOMET

Conferência – Processos e Geometurgia
20 a 22 de outubro – On line
gecamin.com/procemin.geomet

CHINA COAL & MINING EXPO 2021

Mineração – Exposição
26 a 29 de outubro – Pequim - China
chinaminingcoal.com

9ª IME

Mineração – Exposição
26 a 29 de outubro – Calcutá – Índia
miningexpoindia.com

IRON ORE CONFERENCE 2021

Conferência – Minério de Ferro
8 a 10 de novembro – Perth – Austrália
ausimm.com

MINING INDONESIA 2021

Mineração - Exposição
17 a 20 de novembro – Jacarta - Indonésia
mining-indonesia.com

MINEWEB

**THE CLAY MINERALS SOCIETY**

O portal é de uma organização internacional dedicada ao estudo de argilas e minerais de argila, buscando o intercâmbio de resultados de pesquisas por meio da publicação Argilas e Argilas Minerais. A CMS também promove diferentes encontros, como a reunião anual do Source Clays Repository, que oferece duas séries de matérias (Source Clays e Special Clays), além de outras atividades de construção de rede. Dada a grande variedade de depósitos naturais e a necessidade de identificá-los, a CMS criou um projeto para auxiliar nessa catalogação, o Projeto Source Clays. Em 1968, a entidade criou o prêmio Marilyn e Sturges W. Bailey, até hoje considerado o mais importante no mundo para reconhecer eminências científicas em mineralogia de argila, que tenham pesquisas científicas originais de destaque com significativo impacto no estudo desse mineral. clays.org/

MINEBOOKS

**MONITORAMENTO DINSAR PARA MINERAÇÃO E GEOTECNIA**

De autoria de Waldir Renato Paradella, José Claudio Mura e Fabio Furlan Gama, a obra apresenta oito temas, separados em seis capítulos, que buscam dissecar os fundamentos dos mecanismos de monitoramento via radar imageador em diversos tipos de superfícies, assim como seu uso e importância na mineração e geotecnia. Entre seus destaques, o livro trata da prevenção de desastres, incluindo uma discussão sobre a deformação da barragem da Vale, localizada em Brumadinho (MG), antes de seu rompimento por liquefação, em janeiro de 2019. Também são apresentadas as funções dos radares imageadores, que podem prever possíveis deformações no solo, auxiliando em sua prevenção e no seu monitoramento feito à distância por satélite, de taludes de cavas, pilhas de estéril e barragens de rejeitos. Waldir Renato Paradella é graduado em Geologia pelo Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IG-USP), possui mestrado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e doutorado em Geologia Geral e Aplicações também pelo IGC-USP. José Claudio Mura é formado em Engenharia Elétrica pela USP de São Carlos, mestre em Engenharia Eletrônica e Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e doutor em Computação Aplicada pelo INPE. Fabio Furlan Gama é formado em Engenharia Elétrica-Eletrônica pela Fundação Valeparaibana de Ensino e mestre e doutor em Sensoriamento Remoto pelo INPE. O livro está em pré-venda pelo site ofitexto.com.br

MINE MARKET



Foto: Sandvik/Divulgação

→ NOVA BROCA

A Sandvik acaba de lançar a broca de rolamento aberto RR240 (foto), disponível em tamanhos de 159 mm (6 ¼") a 406 mm (16"). A exemplo de modelos anteriores como o RR321, RR221 e RR222, a nova ferramenta possui estruturas de corte atualizadas e maior proteção contra desgaste, ampliando a taxa de perfuração e reduzindo seus custos operacionais, com aumento de produtividade e emissões menores de poluentes. A maior proteção ao desgaste, que pode aumentar em até 50% a vida útil da RR240, dependendo da característica da rocha perfurada, é assegurada pelo emprego do PowerCarbide™ SH75, nova classe de carbetos self-hardening desenvolvida pela Sandvik para o segmento de brocas rotativas. Outros benefícios dessa linha de carbetos é a redução da reciclagem de brocas, a diminuição de trocas e o menor risco de acidentes.

M I N E M A R K E T

Foto: Giaffone Raccing/Divulgação



→ CARRO DE NIÓBIO

Três dos participantes do Rally dos Sertões 2021, considerado o maior rally das Américas, serão os EXOs Nb desenvolvidos pela escuderia Giaffone Racing em parceria com a CBMM (Cia. Brasileira de Metalurgia e Mineração). Os veículos trazem dois diferenciais tecnológicos que têm atraído a atenção dos fãs do evento: são híbridos, com motor movido a etanol e energia elétrica, e possuem uma estrutura ultra resistente embora sejam até 10% mais leves que seus concorrentes. Essa segunda façanha foi possível graças à adição de nióbio na composição dos materiais de fabricação dos carros. Além dos ganhos de resistência, os UTVs (Veículos Utilitários Multitarefa), têm menor custo operacional devido à eficiência do consumo de combustível e maior vida útil dos componentes. Por serem mais leves, também alcançam maiores velocidades em menor período de tempo. Antes mesmo da largada na prova, em 13 de agosto, os EXOS Nb já passaram por um primeiro teste. Após o tombamento da carreta que os transportava, os veículos foram danificados e tiveram de ser reparados para enfrentar o trajeto de 3.615 km que atravessará sete estados e nove cidades do Nordeste brasileiro.

→ NOVA DIREÇÃO

O projeto Tocantinzinho (foto), de ouro, no Pará, foi negociado entre duas canadenses: a proprietária Eldorado Gold e a compradora G Mining Ventures (GMIN). A transação envolve um pagamento inicial e US\$ 50 milhões, US\$ 20 milhões deles em espécie e o restante em 19,9% das ações da GMIN. Uma segunda parcela de US\$ 60 milhões, em espécie, será paga quando Tocantinzinho completar um ano de sua operação comercial. A GMIN tem a opção de adiar 50% desse pagamento, com um custo adicional de US\$ 5 milhões, saldando US\$ 30 milhões da dívida no primeiro ano da produção comercial e outros US\$ 35 milhões no segundo ano. Tocantinzinho foi adquirido da Brazauro Resources pela Eldorado Gold em 2010, teve sua LP (Licença Prévia) concedida em 2012 e o estudo de viabilidade concluído em 2015. O projeto prevê uma operação a céu aberto com vida útil de cerca de 10 anos, baseada em reservas provadas e prováveis de 38,9 Mt a 1,42 g/t de ouro e recursos medidos e indicados de 46 Mt a 1,37 g/t de ouro, segundo relatório divulgado pela Eldorado Gold em setembro de 2020.



Foto: Eldorado Gold/Divulgação



Foto: Epiroc/Divulgação

→ EMISSÃO ZERO

A Epiroc acaba de fechar um contrato com a Ivanplats, subsidiária da canadense Ivanhoe Mines, para equipar a mina Platreef, na África do Sul, com uma frota de equipamentos móveis de perfuração e lavra totalmente elétrica. O projeto greenfield, que produzirá paládio, ródio, platina, níquel, cobre e ouro, empregará jumbos de perfuração Epiroc Boomer M2 e carregadeiras subterrâneas Epiroc Scooptram ST14 (foto) movidos a bateria, atendendo à meta da mineradora de zerar as emissões de carbono em suas operações, reduzindo os custos operacionais, aumentando a produtividade e criando um ambiente de trabalho mais saudável a seus empregados. Os equipamentos, que também possuem soluções de automação e telemática embarcadas, serão entregues no início de 2022. O contrato com valor de cerca de US\$ 10,5 milhões inclui o treinamento dos operadores e manutenção local da frota.

→ RECORDE TRIMESTRAL

A Nexa registrou US\$ 686 milhões de receita líquida consolidada no 2T21, 104% a mais que no mesmo período do ano anterior. O EBITDA (lucro antes de juros, impostos, depreciações e amortizações) ajustado da companhia, na comparação dos dois períodos, teve um aumento ainda maior, de 483%, chegando a US\$ 223 milhões no 2T21 contra US\$ 40 milhões no 2T20. Os resultados mais que positivos e a necessidade de atualizar os custos do Projeto Aripuanã (MT), que deve entrar em operação no início de 2022, levaram a Nexa a revisar seu plano de investimentos para o ano, aumentando sua previsão de CAPEX de US\$ 450 para US\$ 510 milhões.

Por *William Freire**

NOVO CÓDIGO DE MINERAÇÃO?

Um movimento recente deu início a discussões sobre a possibilidade de elaboração de um novo Código de Mineração.

Os sinais de fumaça vêm da Câmara dos Deputados. Apesar de ser apenas um dos elementos que compõem o sistema jurídico da mineração, não há como desconhecer a importância do Código, esse conjunto de preceitos normativos escritos.

Entretanto, o texto normativo escrito, como normalmente o conhecemos, não nasce do nada. É a conjugação de três forças: a vontade do Governo, as forças sociais e a realidade econômica.

Vontade do Governo. Não parece que esse movimento tenha se iniciado na Casa Civil.

No que se refere às iniciativas do Poder Executivo, o setor tem lembranças tristes do Projeto de Lei da Dilma. E o Governo não fez qualquer força contra o descaso da Câmara dos Deputados para com a MP 790. Que forças atuaram para esses dois desastres? As forças sociais apresentam-se com múltiplas dimensões: a representatividade e qualidade do Poder Legislativo, a força dos movimentos sociais,

a força das entidades de representação da mineração, o grau de influência das Organizações Não Governamentais – ONGs e a mídia (que também sofre influências...).

Num sistema em que o Governo nada consegue sem dar alguma vantagem (expressão usada com o objetivo de não corar ninguém) para os políticos, a força do Congresso Nacional é imensa.

As pressões e interesses que atuam no Congresso Nacional são variados: interesses financeiros, movimentos sociais (sem personalidade jurídica ou estruturados em ONGs), pautas convenientes para eleições e reeleições, os apelos da mídia.

As ONGs sérias são instituições importantes em qualquer sociedade. Ocorre que parte desse segmento pode ter sido cooptado por interesses que trabalham contra o desenvolvimento do Brasil.

A terceira força é a realidade econômica. A mineração é setor que traz muitos benefícios para o país. Pela rigidez locacional, cria polos regionais de desenvolvimento e fixa o trabalhador no interior do Brasil. A balança comercial brasileira é

positiva graças à mineração, seja pela atividade em si mesma considerada, seja pela produtividade do setor agropecuário, possível de ser alcançada somente com uso dos fertilizantes minerais.

Portanto, quem pensar no país, cuidará da mineração. Na discussão do novo regime jurídico da mineração, há lugar para mais análises: o perfil do setor mineral brasileiro e a má repercussão da extração ilegal.

O setor mineral brasileiro é composto por mais de sete mil empresas. Portanto, qualquer regime jurídico deve ter olhar profundo sobre esse ambiente econômico tão diversificado.

A mineração é atividade de utilidade pública e norteia-se por um princípio constitucional que dita o comando maior de que a mineração é atividade que deve ser conduzida no interesse nacional por todos que participam de suas relações.

O comando não é destinado apenas ao setor produtivo. Sujeitos a ele estão, naturalmente, as empresas, a Administração Pública, os políticos, as ONGs e os órgãos ambientais, citando apenas alguns.

A extração ilegal será eliminada somente quando houver tratamento firme contra ela. Todos queremos o desenvolvimento do setor mineral abraçando os Princípios ESG+. A mineração, por conceito, é com-

posta pelas empresas organizadas. Extração ilegal não faz parte do setor mineral. Pode ser problema de polícia, pode ser problema social, mas não se enquadra no conceito de mineração.

Se esse rastilho de pólvora não se apagar, melhor será adotar sistema semelhante ao peruano: concessão única para a pesquisa e lavra.

O novo Código poderia auxiliar a mineração em vários aspectos: (i) acolher os princípios da segurança jurídica, da liberdade econômica, da eficiência administrativa, da sustentabilidade ambiental, da soberania do país sobre seus recursos minerais; (ii) exceto no que beneficiar o minerador, ser aplicado para os requerimentos protocolizados após a vigência do novo texto; (iii) alterar o regime de licenciamento mineral eliminando a licença municipal e adotando o sistema de definição da prioridade a partir do protocolo do requerimento na Agência Nacional de Mineração – ANM; (iv) desburocratizar os procedimentos, eliminando vistoria e aprovações intermediárias desnecessárias; (v) prestigiar a ANM, proibindo a retenção de sua parcela da CFEM pela União.

Na política não há combustão espontânea. Fiquemos atentos! ■

* WILLIAM FREIRE é advogado. Autor de diversos livros, entre eles o Direito Ambiental Brasileiro, o Código de Mineração Anotado, o Comentários ao Código de Mineração, o Direito Ambiental Aplicado à Mineração, o Natureza Jurídica do Consentimento para Pesquisa Mineral, do Consentimento para Lavra e do Manifesto de Minas no Direito Brasileiro, Fundamentals of Mining Law, Gestão de Crises e Negociações Ambientais, Riscos Jurídicos da Mineração e o Direito Minerário: Acesso a Imóvel de Terceiro para Pesquisa e Lavra. Publicou dezenas de artigos e proferiu mais de cem palestras sobre Direito da Mineração no Brasil e no exterior. Árbitro da Câmara de Mediação e Arbitragem Empresarial Brasil – CAMARB e Diretor do Departamento do Direito da Mineração do Instituto dos Advogados de Minas Gerais. Fundador do Instituto Brasileiro de Direito Minerário – IBDM. Professor de Direito Minerário em diversos cursos de pós-graduação.



ANM

Por **Mathias Heider***

GEOPOLÍTICA DAS TERRAS RARAS

PARTE II

9. CADEIA ETR E DOMÍNIO DA CHINA

Os minérios contendo ETR são transformados ao longo de uma complexa cadeia produtiva, prevalecendo o domínio da China em todas as etapas:

- 1) Concentrados de minério (China: 75%);
- 2) Concentrados de óxidos mistos (China: 85%);
- 3) Óxidos separados (China: 95%);
- 4) Metais, ligas e pós metálicos (China: 99%);
- 5) Ímãs e outros produtos (China: 85%), e
- 6) Produtos de alta tecnologia.

O governo chinês decidiu há 30 anos transformar as Terras Raras em um ativo estratégico, avançando a jusante com o domínio das tecnologias. Cerca de 90% de todo o valor das Terras Raras vêm basicamente de apenas 4 elementos: Neodímio (Nd), Praseodímio (Pr), Disprósio (Dy) e Têrbio (Tb). Sob um aspecto mais amplo, 95% de todo o valor da cadeia das Terras Raras vêm de metais, ligas e ímãs (principalmente compostos de Nd, Pr, Dy e Tb). A partir de 2015, a China estimulou a produção e aquisição de concentrados de Terras Raras no exterior com o duplo objetivo de minimizar as questões ambientais internas e preservar os seus recursos domésticos.

O objetivo da China é atingir o nível de produção de 50% dos veículos elétricos e híbridos no mundo, com enorme impacto na indústria automotiva da Europa, América do Norte e Ásia, apoiado pelo seu amplo domínio nas cadeias de fornecimento de insumos com base nos minerais críticos. A indústria de Veículos elétricos (VE) é um dos pilares do ambicioso e polêmico programa "Made in China 2025" ("China Manufactured 2025") do Partido Comunista Chinês (além do "Belt and Road"), que visa dominar segmentos de alta tecnologia e de rápida expansão. O plano identifica diversos setores-chave: tecnologia da informação avançada, máquinas-ferramentas de controle digital e robótica, aviões, equipamentos (oceânicos&navegação, transporte ferroviário, agrícolas, energia elétrica e médicos), veículos elétricos, novos materiais e biofarmacêuticos.

Além disso, a China controla cerca de 70% da capacidade global de fabricação de baterias para veículos elétricos, enquanto a América do Norte tem menos de 10%. As cadeias globais de valor estão migrando para a China, transferindo suas fábricas visando o fornecimento seguro de Terras Raras. Citamos a Tesla, que construiu sua mega fábrica nos arredores de Xangai, e a Ford, que está considerando fabricar seu novo Mustang elétrico Mach-E na China.

Em 1997, a China iniciava a aquisição da subsidiária da General Motors – cuja estratégia, então, era se desfazer de subsidiárias consideradas "não essenciais" – Magnequench que, no início dos anos 1980, patenteou a tecnologia para ímãs permanentes usando o neodímio de terras raras. O

ímã NdFeB surgiu em 1983, quando cientistas da General Motors e Hitachi descobriram que o NdFeB tinha propriedades magnéticas permanentes superiores e enviaram pedidos de patentes. Ao mesmo tempo, a Sumitomo do Japão patenteou um método diferente para fazer ímãs de terras raras.

A venda da Magnequench foi polêmica – os reguladores exigiram que os ativos fossem retidos nos EUA por pelo menos cinco anos. A aquisição, feita por um consórcio liderado pelo Sextant Group, foi depois repassada a duas empresas chinesas (Beijing San Huan New Materials High-Tech Inc. e China National Non-Ferrous Metals Import & Export Corporation). O novo presidente chinês da Magnequench, Hong Zhang, era casado com a filha do líder chinês Deng Xiaoping, Deng Nan. A empresa estabeleceu linhas de fabricação de ímãs em Tianjin e, em 2002, transferiu todas as suas operações para a China. Assim também, toda a cadeia de valor das Terras Raras migrou para a China e empresas como Molycorp, Rhodia e indústrias japonesas também transferiram tecnologias de refino e metalurgia (por volta de 1980) para o país, com o objetivo de reduzir o custo dos materiais acabados e transferir os problemas ambientais.

Os investidores chineses continuam ativos na busca de participações em prospectos de terras raras em todo o mundo (incluindo as empresas australianas de terras raras Arafura e Northern Minerals).

10. PESQUISA, DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÃO NA CHINA EM ETR

Xu Guangxian, químico formado nos EUA, desenvolveu a primeira tecnologia de processamento de Terras Raras da China por volta de 1972, fortalecendo o desenvolvimento das políticas nacionais desses minérios no país, o que resultou na constituição de cinco Laboratórios Nacionais de Terras Raras, capacitando centenas de pessoas.

No final da década de 1990, os chineses avançaram para produtos de maior valor como ímãs, materiais fosforescentes e compostos de polimento. Desde a virada do século, a China fornece produtos acabados, incluindo motores elétricos, computadores, baterias, telas de cristal líquido (LCDs), telefones celulares e dispositivos eletrônicos portáteis.

Atualmente, a China disputa a liderança em tecnologias da informação e comunicação com gigantes como a Huawei, Xiaomi e ZTE, trens de alta velocidade (China South Locomotive e Rolling Stock), energias renováveis (Trina Solar e Yingli Green Energy), energia solar e eólica (Goldwind, United Power e Ming Yang) e supercomputadores TaihuLight (tecnologia 100% chinesa), da empresa Sunway Systems. A formação desses grandes conglomerados acompanhou o surgimento de empresas em segmentos não tradicionais como a Baidu (motor de busca na web, com forte investimento em inteligência artificial), a Tencent (criadora do WeChat), a Alibaba (e-commerce) e a Didi (serviços tipo Uber).

11. GUERRA COMERCIAL EUA X CHINA

Os EUA têm uma mina em operação (Mountain Pass) e nenhuma capacidade de processamento em escala comercial, importando 80% de seus compostos de Terras Raras da China, tornando-se bastante fragilizados e dependentes externamente e colocando em risco a indústria de alta tecnologia, defesa e de veículos elétricos. O Pentágono interveio recentemente, usando a Lei de Produção de Defesa para ajudar a financiar novas instalações de processamento na Califórnia e no Texas, além de estocar minerais brutos e insumos para ímãs permanentes. A questão mais crítica é o risco de fornecimento para as empresas americanas, a exemplo do que ocorreu com o Japão em 2010.

A Guerra comercial EUA x China já teve desdobramentos mostrando esse risco. O jornal oficial do Partido Comunista da China alertou explicitamente os EUA sobre o risco de corte de fornecimento, como contramedida à escalada da batalha comercial entre os dois países. Em resposta, o Pentágono apresentou um relatório ao Congresso norte-americano sobre minerais de Terras Raras.

Estabelecer uma cadeia de Terras Raras fora da China levará anos e exigirá uma resposta federal bipartidária (Republicanos e Democratas), grande apoio governamental, intensa atividade de PD&I, cooperação internacional, foco em longo prazo e colaboração de gigantes industriais nos EUA, Europa e Japão.

Os produtores estatais chineses têm amplo controle desse mercado e podem adotar a estratégia do petróleo saudita, abrindo as torneiras para inundar o mercado e reduzindo o preço do disprósio e de outros elementos, o que inviabilizaria novos entrantes. Depois, reestabeleceriam seu monopólio e domínio de toda cadeia produtiva, exercendo o controle dos preços.

Nas últimas décadas, as ações e inação dos EUA em relação aos ETRs resultaram em um vácuo no cenário mundial que a China preencheu com muita estratégia e maestria. A China entendeu completamente a importância única da cadeia de ETRs e posicionou-os como um componente essencial de seu plano de 100 anos de domínio global até 2049, o centenário da revolução comunista da China.

12. ESTRATÉGIA NORTE-AMERICANA

O Pentágono concordou em financiar a MP Materials e em projetar a primeira instalação de processamento de Terras Raras pesadas nos EUA. Também apoia um projeto semelhante no Texas, em parceria com a australiana Lynas, e investiu US\$ 29 milhões na Urban Mining Company, também do Texas, que fabrica ímãs de terras raras reciclando lixo eletrônico.

O ex-presidente Donald Trump assinou uma ordem executiva com o objetivo de expandir a produção doméstica de minerais de Terras Raras em julho de 2019, um ano depois que o Departamento de Defesa recebeu ordens para estimular a produção de ímãs.

Outro passo foi dado pelo atual presidente Joe Biden e pelo primeiro-ministro canadense Justin Trudeau, que se comprometeram a construir uma cadeia de suprimentos entre os dois países ("Plano de Ação Conjunta Canadá-EUA sobre Colaboração de Minerais Críticos"), para os setores de manufatura, tecnologia de comunicação, aeroespacial e defesa e tecnologia limpa. Dos 35 minerais e metais que os EUA consideraram críticos, 13 têm como principal fonte de fornecimento o Canadá.

Em julho de 2020, Biden revelou um plano de infraestrutura verde de US\$ 2 trilhões e um plano de energia que representará uma mudança em grande escala em direção à energia renovável, com a meta de utilizar 100% de fontes renováveis de energia até 2035 e zerar as emissões líquidas até 2050.

Em 18 de fevereiro de 2021, a CNBC, rede norte-americana de informações financeiras e negócios globais, divulgou que a Casa Branca iria emitir uma Ordem Executiva Presidencial, lançando uma revisão abrangente das cadeias de abastecimento críticas dos EUA (atualizada a cada 4 anos), para identificar necessidades imediatas em áreas específicas, incluindo minerais críticos (ETRs e outros minerais), semicondutores (que requerem óxidos ETRs) e baterias de veículos elétricos de alta capacidade. O Departamento de Comércio dos Estados Unidos apresentou sua "Estratégia Federal para Garantir Suprimentos Seguros e Confiáveis de Minerais Críticos" com um plano de ação para os processos de reciclagem e minerais substitutos, estabelecendo uma cadeia de abastecimento de Terras Raras fora da China e o desenvolvimento de depósitos domésticos.

O controle do mercado de ETRs pela China ilustra a perigosa vulnerabilidade e as lacunas na base industrial de manufatura e defesa da América. O resultado final foi um "trade-off" arriscado entre a dependência do fornecimento e custos mais baixos. O desafio é implementar uma cadeia de abastecimento de ETRs competitiva, em termos de custos e garantia de fornecimento, com domínio de toda a tecnologia envolvida.

A atual falta total de capacidade de processamento de ETRs nos EUA ameaça a segurança nacional, limita a produtividade econômica e reduz o emprego nas áreas de alta tecnologia. Se os EUA não agirem com rapidez e eficiência, não conseguirão lidar com a realidade fundamental de que a China agora exerce controle total sobre o acesso, fornecimento e preços das Terras Raras.

13. O FRONT DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS (VE)

De acordo com a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), as reservas mundiais de petróleo bruto somavam cerca de 1,5 bilhão de barris, que garantiriam fornecimento para cerca de 40 anos considerando uma taxa de consumo global de 36.719 milhões de barris por ano. Os Veículos Elétricos (VE) representam uma das principais tecnologias que podem desempenhar um papel essencial na redução do consumo de combustíveis fósseis, da poluição e das emissões de gases de efeito estufa com diversificação de fontes de energia.

Segundo o Global EV Outlook, da Agência Internacional de Energia (IEA), as vendas de VE chegaram a 2,1 milhões em todo o mundo em 2019, um aumento de 40% em relação a 2018. Em 2010, apenas 17.000 VE estavam em uso ao redor do mundo e em 2019, mais de 7,2 milhões (47% na China). A edição de 2021 do relatório da IEA informa que um recorde de 3 milhões de novos carros elétricos foram registrados em 2020, com cerca de 370 modelos de VE (aumento de 40% em relação a 2019).

Em 2040, a Bloomberg New Energy Finance (BNEF) prevê que o estoque global de VE possa atingir 500 milhões (passando de 4% do mercado em 2020 para 70% até 2040), representando um mer-

cado global da ordem de US\$ 4 a 7 trilhões até 2030 e de US\$ 46 trilhões até 2050. Por sua vez, o IEA estima que o estoque global de VE deve atingir 245 milhões de veículos em 2030. Medidas regulatórias visam apoiar essa transição em diversos países do mundo.

14. ALTERNATIVAS E CONCLUSÕES

Outros países além da China também são impactados na questão da indústria de VE e buscam alternativas para esta criticidade. As montadoras japonesas, como a Toyota e a Honda, desenvolveram inovações que não exigem Terras Raras para produzir ímãs permanentes em seus veículos elétricos. A Hitachi encontrou um método para reciclar Terras Raras, usar elementos de Terras Raras mais amplamente disponíveis em suas ligas ou evitá-las completamente. A Samsung e a US Apple escolheram uma abordagem mais direta de recuperação de Terras Raras de seus produtos e, ao mesmo tempo, redução do lixo eletrônico. Existem estudos de materiais substitutos que podem ser usados em caso de escassez, o que inclui pesquisas adicionais para a utilização de ligas de metal padrão e o desenvolvimento de paramagnetos. Outra fonte é o aproveitamento das Terras Raras com potencial como subproduto em mineração de outras substâncias e/ou recuperação de rejeitos (carvão, etc).

Os EUA deveriam estabelecer parcerias com aliados europeus e asiáticos, em vez de tentar estruturar toda a cadeia de suprimentos da mina para o ímã no mercado interno. Países a exemplo da Austrália e Canadá (e novos países entrantes, dentre eles o Brasil) podem fazer mais sentido para fornecer concentrados de Terras Raras e obter compensações ao longo da cadeia produtiva. O Japão e a Coreia do Sul já produzem ligas e compostos de Terras Raras. Costurar uma cadeia de suprimentos geograficamente diversa e integrada entre nações parceiras tornaria todo o sistema mais resistente a choques inesperados e evitaria o desperdício de subsídios em esforços duplicados. As Terras Raras são essenciais para milhões de empregos futuros em setores de tecnologia, representando “trilhões de dólares de produto interno bruto”, e para a competitividade da indústria automobilista no Ocidente.

Se há uma luz no fim do túnel é a potencialidade de novas reservas de Terras Raras suficientes já identificadas no mundo para atender à necessidade de insumos para a transição para energias renováveis fora da China. O problema é o enorme investimento de capital e um período mínimo de 10 a 20 anos para abrir novas minas e desenvolver tecnologias e unidades de manufatura ao longo da cadeia produtiva. O crescimento projetado no mercado de VE, impulsionado por anúncios de políticas ambiciosas e novas medidas regulatórias, deve colocar pressão substancial na cadeia de suprimentos de Terras Raras. A demanda adicional da economia verde sugere que fontes sustentáveis de insumos com Terras Raras fora da China serão fundamentais para viabilizar essa transição em grande escala. “Você não pode ter energia verde sem mineração”, afirma Mark Senti, executivo-chefe da empresa de ímãs de Terras Raras com sede na Flórida, Advanced Magnet Lab Inc. “Essa é a realidade.”

Primeiramente, as duas iniciativas críticas necessárias são inovação (PD&I) e mais instalações de processamento ao longo de toda a cadeia produtiva, permitindo que outros países além da China garantam seus suprimentos de Terras Raras (ETRs). No longo prazo, usar menos desses materiais ou substituir seu uso em produtos eletrônicos reduzirá lentamente a sua importância e a vantagem estratégica atualmente desfrutada pela China. A China mantém o controle das patentes de processos de conversão de óxidos de Terras Raras separados em metais de alto valor, ligas e ímãs necessários para as tecnologias de defesa e energia dos Estados Unidos. A China acumula mais patentes de Terras Raras do que os Estados Unidos e o resto do mundo juntos.

Assim, o Brasil deverá avaliar seu posicionamento nas Terras Raras, buscando sua inserção nas cadeias globais de suprimento, aproveitando a oportunidade de estabelecer novas parcerias, garantindo acesso a novas tecnologias e a novos mercados, além de agregar valor ao longo da cadeia produtiva. O momento abre novas perspectivas de projetos no Brasil.

Visando o aproveitamento das potencialidades das Terras Raras no Brasil, seria importante avaliar um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados abrangente, que contenha todas as informações relevantes sobre depósitos/ocorrências ETRs (Big Data) e integração das políticas públicas. Uma boa prática seria a governança integrada de um sistema de PD&I com apoio de instituições de pesquisa, a exemplo do CETEM, universidades, fundações e sistemas estaduais de pesquisa englobando todos os atores envolvidos e buscando sinergias. Outra oportunidade para o Brasil é diversificar suas fontes internas de fornecimento de concentrados viabilizando operações de pequena e média escala e estimulando o aproveitamento de subprodutos de operações minerais com outro foco (CBMM, Minsur, CMOC, etc).

A maioria dos depósitos tradicionais, representados por minérios de monazita e bastnaesita, associados a aluviões (secundários) ou carbonatitos (primários), não são capazes de suprir o déficit de ETRs magnéticos/pesados (Dy e Lu principalmente), fundamentais para melhorar o desempenho dos superímãs. Nesse sentido, a entrada da oferta do Brasil, por meio da Mineração Serra Verde (a partir de argilas iônicas), prevista para 2021, representará um acréscimo significativo (em torno de 20%) da oferta mundial desses materiais, colocando o Brasil como pilar fundamental para a almejada implementação de uma cadeia de fornecimento ocidental nos próximos anos.

As ações e políticas públicas da China são baseadas em objetivos ideológicos nacionalistas (o que não pode ser atendido por um sistema de livre mercado) e sua política industrial e de defesa nacional é projetada, organizada e administrada nos mais altos níveis do governo de forma integrada, em todos os níveis da economia e segmentos da sociedade nacional, visando unicamente a busca da total supremacia geopolítica, econômica e tecnológica. ■

Obs.: Veja artigo na íntegra em inthemine.com.br

ALCANÇANDO NOVAS PROFUNDIDADES

SILOS DE ARMAZENAMENTO
DE EMULSÃO DE
ÁREA DE SUPERFÍCIE



SILOS SUBTERRÂNEOS HORIZONTAIS
DE ARMAZENAMENTO
DE EMULSÃO A GRANEL
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO POR BOMBA



MCU - UNIDADE DE CARREGAMENTO MÓVEL

980m

QUEBRANDO RECORDE
PROFUNDIDADE

SILOS VERTICAIS
SUBTERRÂNEO DE
ARMAZENAMENTO
DE EMULSÃO A
GRANEL
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO POR BOMBA



Nossas formulações têm a capacidade de ser transferidas com segurança, eficiência e economia para profundidades recordes.



CAMINHOS CONSTRUTIVOS EM PROJETOS DE MINERAÇÃO

Por **Tébis Oliveira**

Um painel das soluções de engenharia, algumas inéditas no Brasil, em implantação ou planejadas para operações minerais atuais e futuras

A engenharia mineral no Brasil tem avançado na adoção de métodos e sistemas construtivos para emprego em novas estruturas civis ou para o monitoramento e manutenção das já existentes; na atualização de tecnologias mais eficientes e sustentáveis em sua cadeia produtiva – passando por processos, equipamentos, máquinas, instrumentação e integração de informações; e na busca de soluções que assegurem o uso mais racional de recursos naturais como a energia, a água e o próprio minério.

A Samarco, por exemplo, poucos meses após a retomada de suas operações, em dezembro de 2020, coloca em pleno funcionamento seu novo sistema de tratamento e reuso de efluentes industriais na bacia de polpa do Complexo Industrial de Ponta de Ubu, em Anchieta, Espírito Santo. Em destaque no processo que permitirá a recuperação de

ultrafinos de minério de ferro e a maior recirculação de água para reuso, está uma draga equipada com sistema elétrico e escarificador helicoidal.

Na Mineração Caraíba, a planta piloto de Ore Sorting, desenvolvida no final de 2019 e comissionada em fevereiro de 2020, já passou por testes com mais de 35 mil toneladas de diversas fontes de minério de cobre. Concluída essa etapa e com análises operacionais e financeiras positivas, a empresa buscará agora a implantação da tecnologia de classificação e separação entre as partículas de rocha que contêm metal das que não contêm em escala industrial.

Na Mina Cuiabá, da AngloGold Ashanti, em Sabará (MG), foi finalizada em 15 de abril passado a instalação de uma parede de ventilação construída com silicato de cálcio. O material já é empregado em países da Europa e na Austrália para a construção de paredes de ventilação em minas subterrâneas. Mas no Brasil é inédito e comprovou ganhos ambientais, de segurança, custos, tempo e produtividade além de resistência e durabilidade similares ao método construtivo tradicional que emprega alvenaria.

No Projeto Mara Rosa, da Amarillo Gold, que implantará a Mina de Posse no norte de Goiás a partir de abril de 2022, a engenharia detalhada decidiu pela aquisição da primeira estação modular de britagem FIT a operar no Brasil, dado seu lançamento recente pela fabricante do equipamento, em 2020. Outra tecnologia incorporada à futura planta de beneficiamento é o sistema de filtragem e empilhamento a seco de rejeitos, abolindo o uso de barragens.

Para as mineradoras que ainda não podem dispensar o uso de barragens, a questão é seu monitoramento e manutenção em condições que dependam de acesso físico, comprometido pelos riscos à segurança operacional, ou de inspeções aéreas, por seu elevado custo. A solução proposta pelo engenheiro industrial e mecânico Leandro Batista, é o “sistema de linha de vida”, empregando hastes fixas ou ancoragens interligadas através de um cabo de aço tensionado.

Já para projetos em fase de concepção e definição ou de geração de desenhos executivos principalmente, ainda que possa ser empregado, com menor grau de interferência, durante sua implementação ou para otimização de operações já em curso, a consultoria Ausenco tem adotado o Cost Effective Design. O conceito se baseia em arranjos enxutos dimensionados para atender à exata capacidade produtiva esperada para a futura instalação, sem excessos e com ganhos de CAPEX e OPEX.

TRATAMENTO

SAMARCO INOVA EM DRAGAGEM DE BACIA DE POLPA

Entrando em operação assistida em junho de 2021 e já atuando em sua capacidade plena, uma draga de polpa de minério de ferro, por meio de equipamentos flutuantes, está realizando a desagregação e retirada de material sedimentado da bacia de polpa do Complexo Industrial de Ponta de Ubu, da Samarco, em Anchieta, no Espírito Santo. Os investimentos na melhoria do sistema de tratamento e reuso de efluentes foram de cerca de R\$ 32 milhões, 20% deles destinados à aquisição e operacionalização da nova draga.

O projeto de dragagem teve início em janeiro de 2020 e, oito meses depois, o equipamento foi adquirido da Weir Minerals, sendo entregue em dezembro do mesmo ano e iniciando seu comissionamento em abril de 2021. A operação permite o tratamento e reuso dos efluentes industriais e a recuperação de ultrafinos de minério de ferro, equivalentes a cerca

de 75% do volume estimado de 60 mil m³ de sedimentos acumulados anualmente na bacia.

Segundo Carlito Oliveira, coordenador da Gerência de Gestão de Ativos e responsável pelas modificações, melhorias e integridade estrutural do Complexo de Ponta de Ubu, a Samarco tem o compromisso ambiental de captar todo o efluente industrial de seus processos direcionando-o para a bacia, onde é feita a recuperação do material sedimentado e o tratamento do efluente. Essa iniciativa amplia o percentual de reuso da água na cadeia produtiva da mineradora.

A Samarco retomou suas operações em dezembro de 2020, quando foi concluída a implantação de seu sistema de filtração de rejeitos a seco. Até julho passado (2021), sete meses após o reinício das atividades, a empresa produziu 4,4 Mt de pelotas de minério de ferro destinadas aos mercados interno e ex-

Carlito Oliveira,
coordenador
da Gerência
de Gestão
de Ativos
da Samarco
(Complexo
Ponta de
Ubu)



Foto: Samarco/Divulgação

terno. Atualmente, a produção anual da mineradora está limitada a 26% de sua capacidade instalada, considerando os complexos de Germano, em Mariana (MG) e Ponta de Ubu, correspondendo a 8 Mtpa de minério de ferro. A adoção do sistema de filtração permite o desaguamento do rejeito arenoso – 80% do total de rejeitos gerados –, que são empilhados a seco. Os 20% restantes são dispostos em uma cava confinada, em condições seguras. Com isso, foi suprimido o uso de barragens de rejeitos.

Foto: Weir Minerals/Divulgação



DINÂMICA

A bacia de polpa do Complexo de Ponta de Ubu possui dimensões de 178,5 m x 258,5 m e profundidade máxima de 7,5 m. A estrutura está dividida em dois septos: o septo 1, com capacidade de 175 mil m³, dedicado ao tratamento de efluentes industriais e pluviais, e o septo 2, com capacidade de 75 mil m³, utilizado para desvios e recirculação de polpa de minério de ferro. Estima-se que o volume de sedimentos acumulado anualmente na bacia gire em torno de 60 mil m³, com movimentação mensal de 5 mil m³. Do volume total, diz Oliveira, 75% são provenientes da recirculação de ultrafinos de minério de ferro dos efluentes do processo de filtragem à vácuo e manuseio de polpa.

O plano de dragagem dos sedimentos é definido em função dos volumes acumulados, afe-

Draga deve ter operação autônoma no futuro

Detalhe do escarificador helicoidal

Foto: Weir Minerals/Divulgação



ridos por batimetria, e de suas características, identificadas por inspeção visual. O nível de água no interior da bacia é controlado e mantido com lâmina de água na faixa de 2 m. O material dragado segue para um sistema de separação de sólidos secundário, composto por espessadores, clarificadores e adensadores verticais com dosagem de reagentes, sendo desaguado por duas baterias de filtros prensa. Após a remoção e separação do material, é feita sua caracterização física e química. O material ultrafino do pellet feed, após redução da umidade, é enviado à usina de pelotização. Já o material fora de especificação para pelotização é destinado ao pátio de estocagem para venda. Para Oliveira, o volume de desagregação de sedimentos pode variar entre 60 e 100 mil m³/ano. A operação da draga tem sido feita por um operador da Samarco, mas poderá se tornar remota futuramente. “O equipamento conta com um sistema que permite sua operação das margens da bacia, através de um aplicativo que pode ser instala-

do até mesmo num smartphone. Espera-se que, após o ganho de maturidade, essa operação passe a ser remota ou autônoma. Os estudos para automação do sistema devem ser trabalhados nos próximos anos”, explica o gerente.

Até o momento, a avaliação dos técnicos da Samarco é que a draga atende aos requisitos de eficiência e confiabilidade. “A tendência é que ela supere as taxas de remoção, em densidade e volume, mantendo essa confiabilidade do sistema”, acredita Oliveira.

BENEFÍCIOS

Até 2013, a bacia não possuía impermeabilização com geomembrana e a remoção dos sedimentos acumulados era realizada com uma draga de grande porte, com capacidade para 1.000 m³/h. Em 2014 foi concluída a impermeabilização e instaladas seis bombas submersíveis nas extremidades da bacia. Para realizar a remoção, o material precisava passar por um desmonte hidráulico, feito com canhões posicionados nas bordas superiores

COMPONENTES DA DRAGA

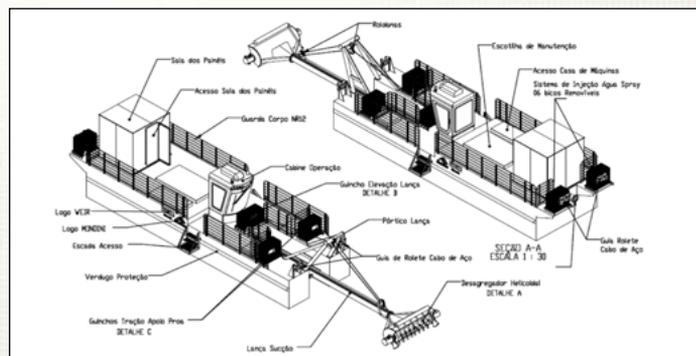


Foto: Samarco/GGA



Foto: Weir Minerals/Divulgação

Ricardo Bacarat,
gerente de
Produto para
Dewatering
e Tailings da
Weir Minerals

da bacia. Segundo Oliveira, esse método exigia um grande esforço humano para a operação dos canhões e para o posicionamento das bombas na medida em que o material era removido.

Atualmente, a bacia opera com balsas equipadas com bombas para a remoção de água da superfície e com a nova draga, que conta com um escarificador helicoidal de desmonte e bombas elétricas para a remoção dos sedimentos em operações previamente programadas e controladas. O principal ganho com a adoção do equipamento é a redução do consumo de energia, seguido do aumento da produtividade, com um operador para

operar a draga e monitorar a operação das balsas.

Oliveira acrescenta que tem havido, ainda, uma melhoria gradual na qualidade da água tratada, com sua maior disponibilidade para reuso no processo produtivo. “A inovação, aliada às novas tecnologias, permite que 90% da água tratada sejam recuperados e recirculados, o que torna nosso processo mais sustentável e reduz os impactos sobre o meio ambiente”, justifica o gerente.

APLICAÇÃO INÉDITA COM DIFERENCIAIS

Todo o projeto da draga foi desenvolvido visando atender as necessidades de recuperação de minério de ferro adensado na bacia de polpa da Samarco, de acordo com as características definidas pela mineradora (veja tabelas 01, 02 e 03). “Além dos critérios de produtividade, foram solicitados o escarificador helicoidal, visando maior segurança operacional, o sistema elétrico para consumo de energia renovável e um sistema interligado acionado remotamente, com sala elétrica embarcada, permitindo a operação simplificada”, diz Ricardo Baracat, gerente de Produto para Dewatering e Tailings da Weir Minerals. O emprego de dragas na recuperação de materiais adensados é usual, segundo Bacarat, e não se limita a bacias de polpa, podendo ser adotado em toda operação de mineração onde haja material adensado. Incluem-se nesse critério cavas de minas, diques e bacias de rejeito existentes em plantas de ouro, cobre, bauxita e fertilizantes, entre outras. O equipamento também serve à dragagem de areia e para o rebaixamento de canais fluviais, apresentando excelente performance.

No caso da Samarco, os principais diferenciais da nova draga são o escarificador helicoidal e o sistema completamente elétrico com aplicação de inversor de frequência em todas as bombas de polpa embarcadas, permitindo o ajuste de produção. “Além disso, essa draga conta com todo o know-how de bombeamento da Weir Minerals e com nossa experiência em soluções de recuperação de material contidos em bacias e barragens de rejeito”, diz Bacarat. O projeto do escarificador helicoidal considerou a adoção de componentes de segurança para evitar o contato do implemento com o fundo e as laterais da bacia de polpa, minimizando o risco de acidentes e melhorando a segurança da operação e o desempenho do equipamento. O suporte pós-venda da Weir Minerals acompanhou todo o processo de instalação da draga nos primeiros trinta dias de operação assistida, executando a entrega técnica, com eventuais ajustes, e o treinamento dos operadores da mineradora. Costumeiramente, feita a entrega técnica, a empresa se mantém à disposição da contratante para eventuais intervenções. No caso da Samarco, no entanto, Bacarat explica que, por se tratar de um projeto diferenciado, o time de campo da fabricante tem realizado visitas frequentes para garantir a performance adequada do equipamento, em conformidade com os requisitos exigidos pela mineradora.

No plano de manutenção há cuidados especiais com o escarificador helicoidal, que deve ter o desgaste dos dentes de corte verificado inicialmente a cada 3 meses sequenciais de operação, período que pode variar de acordo com a produção. A manutenção das bombas de polpa deve seguir as orientações da fabricante Warman, enquanto o sistema hidráulico possui instrumentos de medição que antecipam falhas.

Para Bacarat, o projeto foi desafiador desde seu início, de um lado devido aos elevados padrões de segurança ambiental estabelecidos pela Samarco. De outro, por se tratar da primeira draga de grande porte completamente elétrica entregue pela Weir Minerals. “O sucesso dessa operação nos deu a certeza de estarmos preparados para atuar com soluções similares que tendem a ser cada vez mais adotadas no setor mineral, preocupado com a crescente redução dos impactos de sua atividade no meio ambiente”, conclui o gerente.

BACIA DE POLPA - COMPLEXO INDUSTRIAL DE PONTA DE UBU (ES)

TABELA 01 - SISTEMA DE BOMBEAMENTO

DADO	ESPECIFICAÇÃO
Material a ser bombeado	Minério de ferro
Densidade	1,5 a 2,5 t/m ³
Vazão	552 m ³ /h
Recalque na bacia de polpa	120 m de comprimento
Tubulação de recalque (14") da margem da bacia de polpa até o local de descarga (Tanque DS02)	280 m de comprimento
Desnível geométrico (fundo da bacia de polpa x topo do tanque DS02)	35 m
Comprimento total do recalque	400 m

Fonte: Samarco/GGA

TABELA 02 - CORTE DA DRAGAGEM

DADO	ESPECIFICAÇÃO
Profundidade de dragagem	1,5 a 7,0 m
Espessura de corte	Camadas de até 30 cm
Volume total a ser removido	Variável e contínuo
Lâmina d'água existente para a operação da draga	Variável de 1,5 a 5,5 m
Produção máxima mensal desejada	120,000 tms

Fonte: Samarco/GGA

TABELA 3 - CONFIGURAÇÕES DE PROJETO

DADO	ESPECIFICAÇÃO
Alimentação de polpa	176 t/h
Altura manométrica	51,4 mcl
Densidade de sólido	4,95 t/h
Concentração de sólidos máxima	57% (em peso, pontual)
Concentração de sólidos média	35% (em peso, intermitente)
Concentração de sólidos mínima	22% (em peso, esporádica)
Densidade de polpa máxima	1,83 t/m ³ (57% sólidos em peso)
Densidade de polpa média	1,39 t/m ³ (35% sólidos em peso)
Densidade de polpa mínima	1,21 t/m ³ (22% sólidos em peso)
Alimentação de polpa máxima	169 m ³ /h (57% sólidos em peso)
Alimentação de polpa média	362 m ³ /h (35% sólidos em peso)
Alimentação de polpa mínima	661 m ³ /h (22% sólidos em peso)

Fonte: Samarco/GGA

Viva o Progresso.



A escavadeira sobre esteiras Liebherr R 966

- Mais robusta, mecanismo de translação reforçado
- Novos opcionais de conforto e segurança
- Com uma terceira bomba independente dedicada ao giro, a R 966 fornece máximo torque durante o giro e as duas bombas restantes ainda têm força máxima para as outras funções da escavadeira.

Liebherr Brasil ICME Eireli
Rua Dr. Hans Liebherr, 1 - Vila Bela
12522-635 Guaratinguetá/SP
Tel.: +55 12 2131-4200
E-mail: info.lbr@liebherr.com
www.facebook.com.br/LiebherrConstruction
www.liebherr.com.br

LIEBHERR

CLASSIFICAÇÃO

APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA ORE SORTING NA MINERAÇÃO CARAÍBA

O princípio básico do equipamento de classificação de minério Ore Sorting é identificar o metal de interesse em cada partícula de rocha e depois separá-la mecanicamente das outras partículas que não contêm o metal de valor. As partículas passam através do sensor (que pode apresentar diferentes tecnologias e até uma combinação delas), que envia um sinal para um processador, que decide se a partícula contém o metal de valor e se esse metal está presente em quantidades economicamente viáveis. Essa decisão é transmitida ao mecanismo de segregação, que toma a ação para formar duas classes de partículas: uma que contém o metal de valor e outra que não contém. Não se pode esquecer de mencionar que é possível concentrar determinado bem mineral de um minério pela separação manual, método mais antigo de concentração, onde os minerais de interesse são separados do restante, ou os contaminantes são resgatados para purificar o

minério. Segundo Stone (1980, p261) "um dos mais simples métodos de concentração mineral é a colheita manual, onde é separado o minério ou o estéril". O Ore Sorter RADOS XRF utiliza tecnologia de fluorescência de raios-X para classificar o minério, medindo simultaneamente a concentração de até quatro metais na camada superficial de cada partícula. Uma matriz desses elementos (incluindo quantidades e/ou proporções reais) é então utilizado em comparação com um teor de corte predefinido para determinar se cada partícula individual se reporta ao descarte ou concentrado.

A Pré-concentração de minérios proporciona diversos ganhos como:
Teores maiores processados na Planta;
Diminuição da massa de alimentação da Planta;
Redução de insumos no beneficiamento;
Processamento de minérios/dépósitos marginais e residuais.



**Diego
Pereira
Lawinsky
da Silva**

Foto: Divulgação

Diminuir custos com transporte para a mesma quantidade de metal;
Redução da diluição;
Aumento da vida útil da mina, conforme a diluição é reduzida. A aplicação da tecnologia na MCSA foi iniciada no final de 2019 e comissionada em fevereiro de 2020. A partir dessa data, foram então, realizados testes com mais de 35 mil toneladas de diversas fontes de minério, com o objetivo de entender o comportamento de cada uma delas com a aplicação da tecnologia, obtendo-se as curvas de Upgrade Ratio e de Recuperação de %Cu.

Foto: MCSA/Divulgação



Esses resultados estão relacionados com o contraste de cada corpo mineral, isto é, a variabilidade de massa e teor presente no minério que será enviado à Planta de Beneficiamento. Uma vez obtidas as curvas, é realizada a análise de viabilidade de cada fonte de minério e

seu impacto na produção global da empresa. Os testes realizados confirmaram a eficiência do equipamento em remover o material abaixo dos teores selecionados. As análises financeiras e a estratégia da empresa determinarão as fontes onde uma possível planta

**Planta piloto
Ore Sorting
da MCSA**

de Ore Sorting em escala industrial poderá ser implantada.

*Diego Pereira Lawinsky da Silva é gerente de Projetos da Mineração Caraíba S/A. Iniciou sua carreira como especialista em equipamentos na indústria química/petroquímica, seguiu para a área de projetos atuando em indústrias de cimento, siderúrgica e metalmeccânica até chegar à indústria mineral. Na MCSA desde 2012, onde iniciou como engenheiro na área de Projetos e Melhoria, passou a consultor e, em seguida, a gerente de Projetos, trabalhando sempre com elaboração, gestão e fiscalização de projetos e do portfólio. Atualmente, é responsável pela implantação e gestão do PMO. Diego Lawinsky é graduado em Engenharia Mecatrônica pela Faculdade de Tecnologia e Ciências (FTC), pós-graduado em Projetos Elétricos Industriais e cursou MBA em gestão de projetos na Fundação Getúlio Vargas (FGV).



TELAS PARA PENEIRAMENTO

Linha completa de Telas utilizadas no processamento e beneficiamento de Minérios e Agregados.

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

+55 (11) 4323-3800 +55 (11) 99799-8008
vendas@lantex.com.br www.lantex.com.br
Avenida Victor Andrew, 2055 - Zona Industrial, Sorocaba - SP



CONSTRUÇÃO

PROJETO INÉDITO EM PAREDES DE VENTILAÇÃO

Fotos AngloGold Ashanti/Divulgação

Utilização de silicato de cálcio em paredes de ventilação da Mina Cuiabá deve ser replicada nas outras operações da AngloGold Ashanti

A Mina Cuiabá, da AngloGold Ashanti, em Sabará, região metropolitana de Belo Horizonte (MG), concluiu em 15 de abril passado a instalação de uma parede de ventilação construída com silicato de cálcio. Embora empregado em países da Europa e na Austrália, o uso desse material em paredes de ventilação de uma mina subterrânea é inédito no Brasil. Com ganhos ambientais e de segurança, custos, tempo e produtividade e com resistência e durabilidade similares, em comparação às paredes de alvenaria construídas com tijolos e cimento anteriormente empregadas, a aplicação do silicato de cálcio em paredes de ventilação deve ser estendida em breve às demais minas da AngloGold Ashanti em Minas Gerais – Lamego (Sabará) e Córrego do Sítio I e II (Santa Bárbara) – e Goiás – Serra Grande (Crixás), segundo Luís Otávio de Lima, gerente sênior de Infra-

estrutura e Manutenção de Equipamentos da Mina Cuiabá.

HISTÓRICO

Após uma etapa de planejamento que durou cerca de um ano e meio, os processos de validação para emprego do silicato de cálcio nas paredes de ventilação da Mina Cuiabá começaram no primeiro trimestre de 2020, lembra Geraldo Duarte, técnico de ventilação e idealizador do projeto. Em novembro de 2020, a iniciativa foi validada no Kaizen – programa de



Geraldo Duarte, técnico de ventilação e idealizador do projeto



Luís Otávio de Lima, gerente sênior de Infraestrutura e Manutenção de Equipamentos da Mina Cuiabá

melhoria contínua promovido pela mineradora, obtendo a segunda colocação na premiação do ciclo Kaizen 2020, englobando três pilares – impacto de segurança, custo e produção. Conseguida essa aprovação, foi realizada uma pesquisa de mercado para a contratação de uma empresa fornecedora de tecnologias de construção. Os testes com a primeira parede foram desenvolvidos durante o primeiro trimestre de 2021. A parede não é pré-moldada, de forma que toda a sua montagem



é feita in loco, dentro da mina. A construção começa com a instalação de uma tela de aço e metalon, sobre a qual são colocadas uma tela bematel e uma manta bidim. Com essa estrutura pronta é aplicado o silicato de cálcio com um projetor específico usado para silicato ou poliuretano. O produto se expande e se fixa na parede, vedando-a integralmente.

Devido à excelência da etapa de planejamento, diz Lima, não foram necessários ajustes durante a execução da parede, em relação ao projeto original. No entanto, sua homologação técnica junto à área de segurança do trabalho foi meticulosamente analisada pelos times do Brasil e da África do Sul da AngloGold Ashanti.

Essa precaução foi adotada para avaliar os riscos relacionados aos índices de propagação de fogo em casos hipotéticos de incêndio, mas o material encontra-se dentro dos padrões de segurança estabelecidos por se encontrar em uma área de exaustão, sem impacto para os colaboradores. “Embora fisicamente similar, em termos de estrutura

química o silicato de cálcio possui uma grande diferença em relação ao poliuretano, que é o ponto de fulgor bem superior. Dessa forma, a emissão de gases em caso de combustão é baixa, o que mitiga os riscos à saúde do trabalhador”, explica o gerente.

Após a conclusão da primeira parede de silicato de cálcio, que ocupa uma área de 30 m², já estão sendo planejadas outras instalações do tipo – inicialmente mais dez – na Mina Cuiabá.

AVALIAÇÃO

Já nos primeiros meses após sua aplicação, a aderência e compor-



Base da parede com tela de aço e metalon, tela bematel e manta bidim

tamento do silicato de cálcio foram considerados ótimos pela equipe técnica da mineradora. O foco agora, conta Duarte, é desenvolver melhorias no processo, como a eliminação da necessidade de uma plataforma elevatória para aplicação do produto em áreas de maior altura, o que reduziria mais os custos, modificar o layout do material e otimizar a aplicabilidade, para que ela se torne ainda mais ágil e instantânea.

Até agora, o projeto já comprovou sua eficácia em redução de custos, riscos e tempo de trabalho. Em relação à parede de alvenaria, em geral, o silicato de cálcio resulta em uma redução de 68% do custo total da parede, de 72% do tempo de construção e de 75% do tempo de exposição do trabalhador (Hora/Homem) à frente de serviço. “Para se ter uma ideia, uma parede de alvenaria de 30 m², como a que foi construída, custa até R\$ 70 mil e consome 72 horas de trabalho. Já a parede de silicato custa cerca de R\$ 21 mil e demanda 4 horas de trabalho, aproximadamente”, exemplifica Lima.

Há também uma redução da força de trabalho empregada: de 16, na parede de alvenaria, para 4, na de silicato, além de ganhos ambientais ao eliminar o consumo dos materiais usados na alvenaria. Por outro lado, as características de resistência e durabilidade, assim como a função de bloquear a passagem do vento na mina, em nada diferem dos resultados obtidos com uma parede de alvenaria.

Aplicação do silicato de cálcio com projetor específico

BENEFICIAMENTO

BRITAGEM MODULAR E DRY STACKING

Mina de Posse, em Mara Rosa, inova em sistema de britagem inédito no Brasil e elimina barragem de rejeitos com sistema de filtragem

Fotos **Amarillo Gold/Divulgação**

Um dos primeiros empreendimentos greenfield da região norte de Goiás, o projeto Mara Rosa, da Amarillo Gold, localizado na cidade homônima, para implantação da Mina de Posse tem o início de sua construção prevista para abril de 2022, com operação comercial no quarto trimestre de 2023. Segundo Arão Portugal, country manager da mineradora canadense, o processo de pandemia não só causou a postergação do início das obras do projeto em mais de um ano, como afetou o desenvolvimento de outras atividades, em especial a engenharia detalhada. A Mina de Posse tem como diferenciais, em relação a outras produtoras de ouro no Brasil, a adoção da tecnologia dry stacking, de filtragem de rejeitos com empilhamento a seco – o que elimina a necessidade de instalação



Arão Portugal,
country manager da Amarillo Gold

de uma barragem -, e será a primeira operação mineral no país a empregar uma estação modular de britagem FIT, lançada em 2020 pela Metso Outotec, com capacidade de 540 t/h de ROM. A estação é composta de britadores, alimentadores vibratórios, peneiras e transportadores de correia, além de estruturas relacionadas ao sistema e outros equipamentos.

O projeto Mara Rosa teve início em 2005 e passou pelas etapas de pesquisa e licença prévia e, no início de fevereiro de 2021, rece-

beu a LI (Licença de Instalação) para início da construção. A mina a céu aberto, possui reservas de 773 mil oz de ouro recuperadas, baseadas em 23,4 Mt com classificação de 1,15 g/t, que lhe asseguram nove anos de vida útil.

FILTRAGEM

Os rejeitos do processo de beneficiamento seguem para a planta de filtragem que possui quatro filtros prensa montados em paralelo, uma prensa com 160 placas de 2m x 2m cada e capacidade de produção de torta filtrada de 317 t/h.

“O objetivo da Amarillo é construir uma operação moderna e sustentável com tecnologia embarcada. Por isso, a opção por um processo de produção sem barragem de rejeitos. A tecnologia dry stacking, de empilhamento a seco, é um modelo de operação que utiliza menos recursos, pois 85% da água retirada dos rejeitos volta ao processo de mineração”, explica Portugal. Ainda segundo o gerente, os componentes sólidos resultantes da filtragem dos rejeitos são prensados e dispostos em pilhas que se elevam paulatinamente. O consumo de água nova na planta foi reduzido de aproximadamente 600 m³ para 136 m³.



Vista área do Projeto Mara Rosa (Mina de Posse)

INSPEÇÃO

SISTEMA DE “LINHA DE VIDA” PARA BARRAGENS

POR LEANDRO CÉSAR MELO BATISTA*

O histórico de segurança em barragens no mundo remonta a algumas décadas. Contudo, o rompimento de duas grandes barragens de rejeitos de minério de ferro nos últimos 5 anos no Estado de Minas Gerais, Brasil, e, sobretudo, as consequências de tais ocorrências desencadearam uma série de estudos de engenharia multidisciplinar e de geologia para o monitoramento das estruturas, assim como para a escolha da melhor técnica para seu descomissionamento futuro.

Diante da peculiaridade e complexidade dessas estruturas sabe-se que diversas mineradoras de médio e grande porte já consideravam as questões de segurança em seu cotidiano. No entanto, o acesso físico e seguro para garantir a manutenção e o monitoramento dos diversos componentes estruturais de uma barragem, muitas já naturalmente envelhecidas, tornou-se um desafio a ser superado, visto a limitação e o altíssimo custo de operações aéreas por helicópteros para viabilizar esses trabalhos.

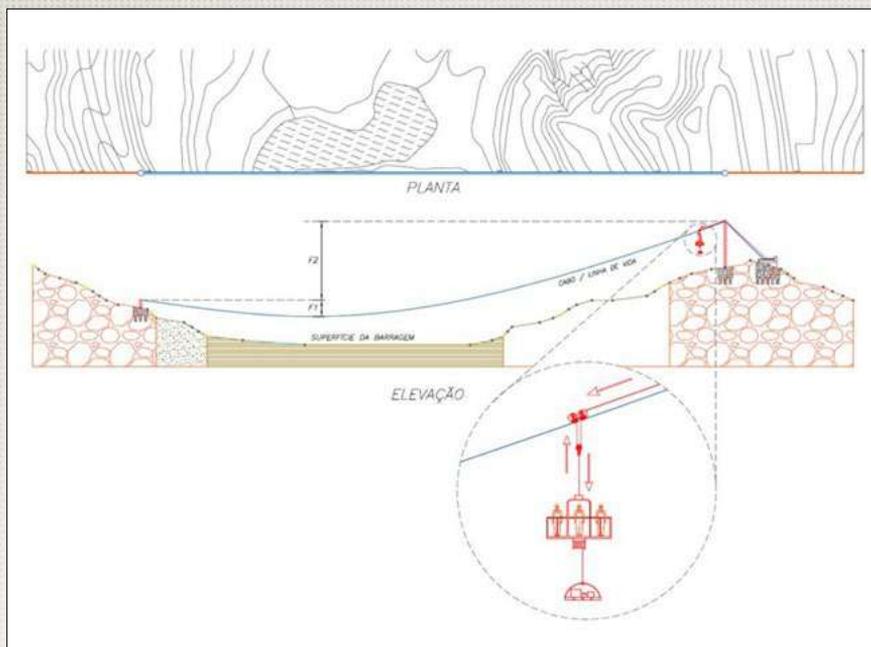
Um método alternativo é o Sistema de “Linha de Vida” ou “Linha de Içamento” para Barragens (Lift Line System at Dam Site), que assegura maior segurança no acesso às superfícies das barragens incorporando tecnologia a antigos conceitos físicos e matemáticos. Desde o século III, na civilização Inca, pontes de cordas simples com geometrias catenárias (semelhante a parábolas) eram construídas para a travessia de pedestres e animais vencendo grandes abismos e montanhas. Em meados da década de 1960, métodos numéricos e de elementos finitos (MEF) foram largamente desenvolvidos e aplicados posteriormente no dimensionamento de grandes estruturas civis e pontes (metálicas e de concreto) e de cabos de aço, sobretudo na engenharia civil.

O conceito de “linha de vida” é relativamente simples, utilizado em trabalhos em altura e considerando um equipamento de proteção coletiva, uma vez que geralmente suporta mais de um trabalhador. Duas has-



Foto: Divulgação

tes fixas ou ancoragens são interligadas através de um cabo de aço tensionado, sendo o comprimento do cabo envolvido pelo talabarte preso ao corpo do trabalhador para a retenção de uma possível queda. Os parâmetros técnicos e de segurança são potencializados quando tratamos de superfícies extensas (em alguns casos superiores a 1,000 metros), pegajosas, irregulares e instáveis, com alto risco de fraturamento hidráulico e de colapso. Por essa razão, estudos geológicos e topográficos são premissas mandatórias para a implementação de um projeto de “Linha de Vida” em barragens, visto que a definição dos pontos de ancoragens e altimetria



determinam a(s) faixa(s) de atuação da linha e, sobretudo, as áreas de segurança para a concessão da montagem do sistema em si e posterior embarque/desembarque de trabalhadores e inspetores, além de ferramental e amostras de materiais. A partir dos pontos de ancoragem obtém-se o vão livre, valor este determinante para o dimensionamento dos outros parâmetros de projeto, como a altura das ancoragens (torres) e a flecha do cabo de aço entre os pontos. O sistema de “Linha de Vida” para barragens representa um esquema de dissipação de energia completo visto que as cargas da plataforma, trabalhadores e ferramental são absorvidas pelo cabo de aço (linha) e este, por sua vez, transmite a energia para as torres de ancoragem,

com descarregamento final sobre as fundações civis e cabos de estaiamento, se necessário. A geometria construtiva da “Linha de Vida” dá-se na concepção unifilar, interligando 2 pontos, ou na concepção “spider-line” (3 ou 4 pontos), de forma análoga ao sistema “spider-cam” onde câmeras de vídeo suspensas por cabos se movem em algumas direções sobre uma área pré-determinada, normalmente o campo de jogo de um evento esportivo. Para uma área de barragem, na posição da câmera há uma plataforma com trabalhadores (máximo de 3) “centralizada” na junção dos cabos. Atenção especial deve ser dada à engenharia de montagem, lançamento e controle da tensão do(s) cabo(s) de aço da “Linha de Vida” ao longo do(s)

Desenho esquemático de sistema de “Linha de Vida” para inspeção de barragem

vão(s). Pelos níveis de risco existentes, impossibilidades de acesso e para garantir a performance do sistema, as características originais dos cabos de aço e garantias dos fabricantes, recomenda-se o lançamento aéreo entre torres. Sabe-se que as superfícies das barragens, sejam elas em estado líquido ou seco, são compostas por sedimentos, rochas, arbustos, minerais e abrasivos que podem afetar os cabos, danificando-os e até mesmo rompendo-os. Portanto, arrastá-los na etapa de montagem não é uma opção segura e aceitável. A operação do Sistema “Linha de Vida” dá-se através de guinchos alocados próximo às ancoragens (torres) e acionamentos eletromecânicos de translação e içamento/abaixamento comandados pelos próprios trabalhadores embarcados em plataformas e carros trolley’s e, simultaneamente, de forma remota através de postos de comando em terra firme com comunicação via rádio, sobrevoo com drones e observação visual em tempo integral. Havendo ocorrências sísmicas, ameaça ou início de um rompimento, o guincho, embarcado junto à plataforma ou trolley, executa imediatamente o içamento dos trabalhadores conduzindo-os em segurança à base (zona de resgate e/ou auto salvamento).

*Engenheiro industrial mecânico e especialista em Gestão de Projetos e Obras em ambientes de mineração/siderurgia

DESIGN

O CONCEITO DE EFETIVIDADE

Ausenco adota o Cost Effective Design em projetos de novas mineradoras e na otimização de plantas já existentes

Uma solução que entrega o máximo de valor para o cliente em relação ao capital por ele empregado em sua execução. Essa é a definição do conceito Cost Effective Design que a Ausenco, empresa global de consultoria, engenharia, implementação de projetos e operação de ativos tem empregado no atendimento às demandas de um dos segmentos onde atua – o de mineração. “É um conceito baseado em arranjos enxutos que consideram, por exemplo, a mensuração da quantidade realmente necessária de concreto, estruturas metálicas, cabos e tubos que serão empregados na construção das instalações e priorizam a definição de equipamentos adequados à produção esperada, sem sobras de capacidades que nunca serão utilizadas. São plantas dimensionadas para dar o maior retorno possível ao investimento do cliente”, explica Everson Tedardi, vice-presidente de Operações da Ausenco no Brasil.

O Cost Effective Design aplica-se às diferentes fases de um novo

Everson Tedardi, vice presidente de Operações da Ausenco Brasil



projeto – nas iniciais, de concepção e definição, e nas posteriores, de geração de desenhos executivos e na de implementação, ainda que com uma margem menor de interferência. Com base em determinadas premissas, serve também à melhoria de plantas já existentes. Em ambos os casos, com ganhos de CAPEX, com as otimizações propostas, e de OPEX, com o consumo menor de insumos, redução dos custos de mão de obra operacional e de manutenção e aumento da recuperação de minérios, entre outros.

APLICAÇÕES

Segundo Tedardi, as fases iniciais, de concepção e definição do projeto, representam a melhor oportunidade de aplicação do Cost Effective Design já que nelas são estudadas as melhores rotas de processo, a capacidade ideal de produção, os equipamentos mais adequados e arranjos que propiciem a operação mais confiável e eficiente dentro de um menor investimento. Também na etapa posterior, de geração de desenhos executivos, é possível realizar melhorias localizadas, ainda que os rumos do projeto já estejam definidos. Para reduzir o volume de estruturas metálicas, por exemplo, a Ausenco busca projetar edificações de alturas menores, instalando os equipamentos de processo ao nível do solo. Consideram-se também arranjos nos quais a proximidade das instalações diminui ou elimina pipe racks, assim como reduzir a distância entre as salas elétricas e os equipamentos, o que permite a utilização de uma me-



nor quantidade de cabos. Os moinhos, em geral os equipamentos mais caros de uma planta de processamento de minérios, são especificados em conformidade com a capacidade de produção.

Um exemplo de aplicação do conceito, lembra Tedardi, é o Projeto Serrote, da Mineração Vale Verde (MW), pertencente ao grupo Apian Capital, recém inaugurado na cidade de Craíbas, em Alagoas. “Nesse projeto, contamos com a participação ativa da equipe de Mecânica do escritório da Ausenco na Austrália, que compartilhou conosco sua experiência de outros projetos. Soluções inovadoras de processo, ainda recentes no Brasil, foram aplicadas em Serrote, como novas tecnologias de flotação e moagem fina, que possibilitaram ganhos na qualidade produto e em eficiência energética”, explica o executivo.

Traduzindo em números, o programa de testes metalúrgicos na planta de beneficiamento da mineradora aumentou de 25% para 45% a qualidade do concentrado

de cobre produzido. Outros dados comprovam o valor agregado aos projetos a partir das soluções propostas pela Ausenco como a redução de 20% da quantidade de concreto e de 40% das estruturas metálicas, além de 30% dos custos do plano diretor de mineração. Na fase de implantação, especialmente na engenharia de detalhamento, há menos oportunidades de introduzir otimizações, uma vez que as escolhas mais impactantes já foram feitas nas fases iniciais de elaboração do projeto. Ainda assim, assegura Tedardi, é possível buscar formas construtivas mais simples e eficientes e, eventualmente, a escolha de equipamentos menores ou de tubulações de menor diâmetro, normalmente não considerados nas fases iniciais, podem ser avaliados e, sendo o caso, especificados para a maior efetividade possível da planta.

Em situações específicas, o Cost Effective Design também pode ser aplicado na otimização de operações existentes. São exemplos a

eliminação de gargalos no processo visando o aumento da produção ou uma reconfiguração da planta para responder ao incremento de reservas minerais.

TECNOLOGIAS

Tedardi considera que, em razão das determinantes de sustentabilidade, os novos projetos de engenharia mineral estão incorporando cada vez mais tecnologias voltadas ao tratamento de rejeitos, ao processamento “inteligente” de minérios ou a sua recuperação e reciclagem, além da automação de sistemas e processos.

Em relação aos rejeitos, a Ausenco tem oferecido a alguns clientes a tecnologia “Ore Sorting”, que direciona a lavra para o corpo de minério, diminuindo a retirada e o processamento desnecessário do estéril. Outras inovações são o processamento a seco de alguns tipos de minérios, a filtração de rejeitos e, no caso de barragens, o reprocessamento dos rejeitos para a recuperação do minério neles contido a um custo efetivo.

Em automação de plantas, o destaque são sistemas inteligentes de controle, que “aprendem” com a repetição de atos humanos. Um exemplo é a intervenção do operador para aumentar a velocidade da bomba toda vez que o nível de polpa de minério aumenta, para agilizar a sucção dessa polpa. Uma vez que o sistema de automação absorva essa atividade, ele passa a realizá-la automaticamente, sem que o operador precise intervir.

**Conceito
Cost Effective
Design foi
aplicado
no Projeto
Serrote**

UM DIRETOR QUE PREPARA O NOVO SALTO DA GREAT PANTHER

Por **Tébis Oliveira**

Integrando a delegação da Federação Desportiva Peruana de Atletismo, durante os Jogos Sul-Americanos de 1998, realizados no Equador, ele foi campeão em duas modalidades na categoria juvenil. No arremesso de peso - bola de metal com 7,2 kg – atingindo a marca de 14,90 m e no lançamento de disco (2 kg) a 47,51 m. Tinha, então, 19 anos e era aluno, desde 1996, do curso de Engenharia Química na Universidade Nacional de Arequipa, cidade peruana onde nasceu e onde, 43 anos atrás, havia nascido o magistral escritor Mário Vargas Lhosa, a quem considera um ídolo e mestre.

Com o passar dos anos, o atletismo se tornou um hobby praticado até hoje. Mas a formação como engenheiro químico moldaria sua carreira iniciada na área de processos da BHP Billiton e da Rio Tinto. Após passagens pela SGS (Société Générale de Surveillance), líder mundial em inspeção, verificação, testes e certificação, e pelo grupo canadense Jacobs, líder global de serviços de engenharia, retornou à mineração. Esteve na Aura Minerals e, desde 2019, integra o quadro de executivos da Great Panther Mining, que opera minas de prata e ouro no México, Peru e, mais recentemente, no Brasil.

Nesta entrevista exclusiva a **In the Mine**, Fernando Cornejo, diretor de Operações da Great Panther relata o histórico da companhia, inicialmente conhecida como produtora de prata, perfil que passou a agregar a produção de ouro após a aquisição de Tucano, em 2019. A mina, localizada em Pedra Branca do Amapari, a cerca de 200 km de Marabá, capital do Amapá, tem sua lavra a céu aberto, mas pode evoluir para uma operação subterrânea a depender da comprovação dos resultados da intensa campanha de exploração mineral em alvos near mine, que indicam a ocorrência de expressivo volume de recursos e reservas. A mina também prospecta alvos regionais, com potencial igualmente promissor.

Além de Tucano, Cornejo fala do Complexo Minerário de Guanajuato (GMC) e Topia, no México, e de Coricancha, no Peru. Mas é Tucano o centro das atenções: em projeção de produção, em novas tecnologias, em metas de inclusão, a começar do aumento do contingente feminino em sua força de trabalho. Tucano revelou o Brasil à Great Panther, que considera o país um ambiente positivo e incentivador da mineração. E é no Brasil que a empresa prospecta novos ativos para aquisição, diz o executivo. A jovens formandos, ele faz duas recomendações: que considerem a importância da “inteligência prática” e que tracem um plano de, no mínimo, cinco anos, tanto para a vida pessoal quanto para sua carreira profissional.

“A mineração do futuro estará grandemente focada em tecnologias limpas e inteligentes”



ITM: Como e quando foi criada a Great Panther Mining e qual era seu portfólio de projetos?

Cornejo: A Great Panther era inicialmente conhecida como uma companhia produtora de prata. Ela foi criada por volta de 2005, no México, quando investiu na aquisição de duas unidades de mineração: o Complexo Minerário Guanajuato (GMC), na cidade e estado homônimos, composto das minas subterrâneas Guanajuato e San Ignacio, que produzem concentrados de prata e ouro, e a mina Topia, na cidade de Topia, estado de Durango, que produz concentrados de prata, ouro, chumbo e zinco.

ITM: Como esse portfólio foi evoluindo nos anos seguintes?

Cornejo: Guanajuato é o que podemos chamar de meca da prata. É nessa região que fica a Veta Madre, uma área geológica mundialmente conhecida pela ocorrência de prata. Com o GMC e Topia, a Great Panther alcançou uma performance econômica muito boa e, com o caixa fortalecido, decidiu expandir seus horizontes. Em 2017, ela adquire a mina Coricancha, de ouro, prata e metais básicos (chumbo, zinco e cobre), pertencente a uma companhia europeia, a Nyrstar NV, e localizada na província de Huarochiri, a 90 km de Lima, capital do Peru. Dois anos depois, em 2019, é realizada a aquisição da Mina Tucano, de ouro, no Amapá, norte do Brasil.

ITM: O que significou a aquisição de Tucano?

Cornejo: Foi a maior aquisição da Great Panther e mudou seu perfil a partir da produção de ouro. Agora somos uma companhia de ouro e prata. É uma unidade de mineração relativamente grande, que conta com um processo de produção relativamente simples. Mas, na época da aquisição, já havia dois atrativos principais em Tucano: um deles eram as reservas minerais e a infraestrutura da mina. O outro, que nos pareceu extremamente interessante, foi o potencial de exploração mineral. Tucano está em uma área extremamente prospectiva, geologicamente bastante interessante, no mesmo greenstone belt das minerações de ouro que se encontram em áreas ao norte do Brasil, como Suriname. Por isso, nosso principal investimento na mina destina-se basicamente a desenvolver novos alvos near mine e regionais para potencialmente encontrar, quem sabe, uma Tucano 2. Estamos investindo quase US\$ 30 milhões em exploração mineral num período de 3 a 4 anos.

ITM: Esse potencial de recursos e reservas já estava claro para vocês quando adquiriram Tucano?

Cornejo: O potencial de exploração não estava 100% claro para a Beadell (Resources), que era a proprietária da mina então. Mas

nós, pela experiência que nossos executivos tiveram quando conheceram a mina, consideramos essa área muito interessante. Era mais uma impressão na época. Agora, na medida em que recebemos os resultados das sondagens, com perfurações diamantadas e RC (Circulação Reversa) e coleta de amostras do solo, cada vez mais confirmamos as perspectivas que tivemos no momento da compra.

ITM: Como está sendo desenvolvido esse programa de exploração?

Cornejo: Temos dois níveis de exploração. Um deles é o near mine, com alvos e targets que serão integrados ao sequenciamento de lavra nos próximos anos. O segundo é o de exploração regional, que é basicamente o investimento que estamos fazendo para encontrar uma Tucano 2 e que consiste de um pacote bem grande de áreas, com cerca de 90 km de comprimento e 20 km de largura, em média. Atualmente, estamos explorando alguns alvos a menos de 15 km e outros entre 25 e 30 km da mina. Parte da exploração near mine pode comprovar potencial para uma mina subterrânea.

ITM: Qual é esse alvo near mine?

Cornejo: É o TAP C, um novo depósito dentro da área atual de Tucano, que possui uma série de três poços ao longo de uma tendência de 1.500 m, dos quais o poço C1 é o maior, com profundidade de 50 m e comprimento de ataque de aproximadamente 700 m. Estamos sondando novamente esse depósito e reinterpretando as ocorrências minerais com bons resultados que, se continuarem mostrando

as intersecções, podem tornar viável um projeto subterrâneo. Temos também extensões geológicas das cavas existentes onde encontramos mais minério. Essas estimativas constarão de nossa próxima atualização de recursos e reservas.

ITM: Qual é a vida útil da Mina Tucano hoje?

Cornejo: O life of mine atual, considerando o valor de US\$ 1.500 por onça de ouro, que está muito abaixo do preço atual, vai até 2025. Com a atualização do report de recursos e reservas, no final deste ano, a perspectiva de incrementar a vida de Tucano é muito boa.

ITM: Houve mudanças na lavra e beneficiamento?

Cornejo: A configuração tecnológica continua praticamente a mesma. A lavra é realizada pelo método a céu aberto e o processo metalúrgico para beneficiamento ainda é o de carbono em lixiviação. Em termos de equipamentos, fizemos algumas atualizações,

“Tucano foi a maior aquisição da Great Panther e mudou o perfil da companhia a partir da produção de ouro”

como a aquisição de um britador primário e de uma planta de oxigênio líquido. O fluxograma atual é composto por um britador primário, um moinho SAG, dois moinhos de bolas, um espessador, sete tanques CIL (Carbon in Leach) e duas plantas de oxigênio líquido, utilizadas na recuperação metalúrgica do metal.

ITM: O britador primário substituiu o equipamento anterior?

Cornejo: Sim. O britador que havia na mina era muito antigo. Toda vez que era preciso ajustar a alimentação, tínhamos que parar a operação e fazer o ajuste manualmente. O novo britador Metso é totalmente automatizado e tem ajustes digitais. Além disso, é mais produtivo por ser de maior capacidade, mais eficiente e consome menos energia.

ITM: Como é o processo de beneficiamento?

Cornejo: Empregamos uma tecnologia já consolidada no mercado de ouro. Da britagem primária, o minério segue para a moagem primária em um moinho SAG e, depois para a secundária, nos moinhos de bolas. Passa pelo espessador, que alimenta a planta CIL. O carvão ativado é adicionado aos tanques de lixiviação dessa planta para adsorver o ouro. O carvão acumula na planta AVR, onde produzimos o bullion de ouro e os rejeitos seguem para a planta Detox, onde o cianeto é neutralizado, e depois para a filtragem.

ITM: Além de atualizar e expandir a planta, foram feitos outros investimentos em Tucano?

Cornejo: Temos investido fortemente nos últimos anos em segurança, em continuous improvement e em business improvement. Nosso objetivo é investir em nossos empregados e também em tecnologias inteligentes, que não são extremamente caras, mas têm muito valor agregado, como sensores inteligentes, instrumentação e dados para contar com informações de qualidade que subsidiem a tomada de decisões mais rápidas e assertivas.

ITM: Qual é a frota de equipamentos móveis da mina?

Cornejo: Temos uma frota relativamente standard, com escavadeiras Hitachi de grande porte, modelos EX2500 e EX1200, de 250 e 120 t, respectivamente. No transporte, usamos caminhões off road Caterpillar modelo 777, de 100 t, que são o coração de nossa frota e, em menor número, caminhões rodoviários.

ITM: Qual é a produção de Tucano?

Cornejo: Tucano historicamente sempre produziu entre 120 e

135 mil oz/ano e esse perfil deve ser mantido ao longo da vida útil atual da mina.

ITM: Em 2004, ainda um projeto do grupo de Eike Batista, a logística era o maior desafio para a implantação da mina. Esse problema foi equacionado?

Cornejo: No Amapá, o acesso por estradas é sempre um desafio. Temos investido muito na área de supply chain nos últimos anos e agora contamos com estrutura e definição clara dos volumes mínimos e máximos de nossos consumíveis, de forma que mantemos a entrega desses produtos de maneira coordenada e disciplinada. Só tivemos uma situação relativamente crítica, com a entrega de oxigênio em razão do aumento de demanda durante a pandemia de Covid-19. Todos os materiais que chegam em Tucano vêm através da rodovia Perimetral Norte (BR-210), gerenciada pela superintendência do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre) no estado (SRE-AP). É uma estrada que requer manutenção, principalmente na época de chuvas, mas de grande importância na região. O transporte do ouro é feito através de aeronaves que utilizam nossa pista de pouso. Também utilizamos o porto de Santana, próximo a Macapá.

ITM: Como é a política de sustentabilidade da Great Panther?

Cornejo: Nosso foco são três áreas principais: Saúde e Segurança, Responsabilidade Ambiental e Desenvolvimento e Envolvimento da Comunidade. A supervisão dessas áreas é realizada por um Comitê de Segurança, Saúde, Social e Ambiental (SHESC), de atuação independente, que se reporta diretamente ao Conselho

de Administração da empresa. Na área de Saúde e Segurança, nossas metas para 2021 são zero fatalidades; máximo de um incidente com afastamento por ano no Brasil e de 7 no México e no Peru, países onde também avançaremos na implementação do programa SafeMap; e foco em treinamento e desenvolvimento de lideranças. Também planejamos reduzir em 10% a taxa de rotatividade e aprimorar as habilidades de liderança. Em termos de Governança Social e Ambiental, queremos zerar a ocorrência de incidentes ambientais significativos e de disputas relacionadas ao uso de terra e direitos consuetudinários de comunidades locais e concluir a avaliação de nosso Sistema de Gestão Social. E também aprimorar a governança corporativa aprovando políticas de Diversidade, Direitos Humanos e Anticorrupção.

ITM: Como é tratada a questão da biodiversidade?

Cornejo: Temos um programa de recuperação de áreas degradadas e, no caso de Tucano, projetos para cuidar da floresta nativa



Nossa política de sustentabilidade prioriza três áreas: Saúde e Segurança, Responsabilidade Ambiental e Desenvolvimento e Envolvimento da Comunidade”

da região e investimos em novas tecnologias relacionadas à preservação da biodiversidade. Em Tucano, instalamos câmeras de visão noturna para a identificação de animais na floresta e, assim como no México, adotamos drones para monitorar a recuperação da vegetação. Nossa equipe de especialistas ambientais no Brasil está explorando técnicas de bioengenharia para induzir o crescimento de espécies pioneiras e reduzir o tempo de produção de mudas. Também usamos um software de inventário florestal e GPS para localizar e proteger plantas com sementes e espécies ameaçadas de extinção.

ITM: Quais são as iniciativas relacionadas à gestão de recursos hídricos, energéticos e de rejeitos e resíduos?

Cornejo: Tucano utiliza duas fontes de energia. A linha primária da CEAM (estatal energética do Amapá) e geradores próprios. No caso da CEAM, a matriz é hidrelétrica e, portanto, relativamente limpa, o que nos ajuda a reduzir nossa pegada de carbono. Já os geradores antigos estão sendo substituídos por modelos novos, mais eficientes, de maior capacidade e menor consumo de combustível. Na mina, estamos testando catalisadores para os caminhões, que vão melhorar a combustão nos motores e reduzir o consumo de combustível. No que se refere aos recursos hídricos, cerca de 86% da água utilizada nos processos industriais e administrativos de Tucano são recirculados em um circuito fechado, enquanto as águas residuais restantes, não incluídas no processo metalúrgico, são descartadas no ambiente natural. Para os rejeitos e os resíduos perigosos, não perigosos e de mineração temos um programa de gestão, que inclui a neutralização do cianeto usado no beneficiamento do minério. Contamos também com um programa de logística reversa para que fornecedores recolham as embalagens usadas nos produtos que adquirimos.

ITM: Com quais comunidades a Mina Tucano interage e quais são as principais ações voltadas a elas?

Cornejo: Temos três municípios de onde vêm nossos empregados: Pedra Branca do Amapari, Serra do Navio e Macapá. Mantemos um canal aberto de comunicação com a população desses municípios e desenvolvemos programas sociais, como o Jovem Aprendiz, de qualificação de jovens que podem depois trabalhar em Tucano ou em outras mineradoras. Buscamos apoiar o empreendedorismo local com projetos como o de fortalecimento da agricultura familiar, com a implantação de estradas e pontes para o transporte de produtos e o fornecimento de equipamentos e maquinários para plantio e colheita. Outra prioridade no Brasil e nos demais países é a aquisição de produtos e serviços de fornecedores locais, assim como a contratação de funcionários das

comunidades onde atuamos, com exceção apenas de cargos que exigem qualificações ou capacitações específicas.

ITM: Como foi atravessar a pandemia de Covid-19?

Cornejo: A pandemia de Covid-19 foi um desafio muito grande, especialmente no Amapá, um dos estados brasileiros onde a disseminação da doença foi muito rápida. Conseguimos, em um tempo curto e com um grande alinhamento de todas as áreas, implementar um programa de prevenção e combate à pandemia baseado nas orientações da OMS (Organização Mundial de Saúde) e acompanhado por um conselho de seis epidemiologistas seniors contratados no Brasil. Qualquer medida que queríamos adotar devia ter a aprovação prévia desse conselho, formado por cientistas com conhecimento e experiência no combate a epidemias e vírus. Esse esquema funcionou muito bem. Tivemos dois meses muito preocupantes – em maio e junho de 2020 –, quando assistimos a um aumento dos casos positivos. Passado esse período, conseguimos controlar o número de casos novos e mantivemos nossa cadeia de produção. Nunca paramos a operação.

“
Implementamos um programa de prevenção e combate a Covid-19 baseado nas orientações da OMS e acompanhado por um conselho de seis epidemiologistas seniors contratados no Brasil”

ITM: Quais medidas constavam desse programa contra a Covid?

Cornejo: Elaboramos um documento com dez páginas. Um dos protocolos diz respeito ao home office, que fizemos desde o início da pandemia, basicamente para todos da área administrativa e para aqueles que não eram o “core” da operação. Também criamos protocolos para os ônibus que transportam os empregados e para as instalações que continuaram funcionando, como oficinas, mina, planta de beneficiamento e refeitórios, entre

outras. As reuniões passaram a ocorrer de forma virtual, através de aplicativos como o Teams, da Microsoft. Implementamos nosso próprio centro de diagnóstico com testes de Covid que adquirimos para nossos trabalhadores. Todos os empregados que voltavam de férias, licenças ou manifestavam algum tipo de sintoma passaram a ser testados. Dessa forma, controlamos o surgimento de novos casos da doença.

ITM: Quantos funcionários trabalham em Tucano?

Cornejo: São 1.450 empregados no total, 450 diretos e 1.000 terceirizados.

ITM: As operações internacionais da Great Panther Mining estão em plena atividade? Há prospecção para a aquisição de novos ativos?

Cornejo: As duas operações do México e a do Brasil estão ativas.

No Peru, Coricancha está em manutenção para o desenvolvimento da exploração mineral, visando o incremento de seus recursos e reservas. A Great Panther quer crescer. Para isso, estamos avaliando aquisições adicionais no Brasil. Em termos gerais, a empresa gosta muito do Brasil, um país estável, com profissionais altamente capacitados e infraestrutura relativamente boa. A percepção da comunidade internacional é de que o Brasil tem políticas bastante positivas para a mineração e promove seu desenvolvimento, o que é altamente interessante para nós.

ITM: Como a Great Panther Mining está trabalhando as questões de inclusão e diversidade em suas operações?

Cornejo: Acreditamos que a diversidade e a inclusão são essenciais para a construção de um ambiente propício para o sucesso de um negócio. No Brasil, agora fazemos parte da Women in Mining, mas nossas ações de equilíbrio de gênero já começaram há algum tempo no ambiente corporativo. A maior parte de nossos executivos é de mulheres, a começar de nossa CEO. Em Tucano, temos uma meta bem agressiva, até 2023, de contar com ao menos 25% de mulheres em nosso quadro de funcionários. Para tanto, estamos focando nas práticas de recrutamento, com ênfase na entrevista de mulheres para cargos gerenciais e para posições críticas em nossa operação. Também a diversidade de raças é um tema importante para nós e será trabalhado tão logo cumpramos a meta de aumentar o percentual de mulheres em nossa força laboral.

ITM: Como você avalia o mercado de ouro, que ganhou impulso durante a pandemia?

Cornejo: Não sou expert no mercado internacional de ouro, mas minha impressão é que, a médio e curto prazos, os preços do ouro devem se manter nos níveis atuais. Inclusive, temos um ambiente relativamente positivo para a elevação desses preços.

ITM: Qual é a sua visão da mineração do futuro e como a Mina Tucano deve avançar nesse sentido?

Cornejo: Para mim, a mineração do futuro estará grandemente focada em tecnologias limpas e inteligentes, suportadas por uma plataforma de dados onde as informações estejam totalmente integradas. Muitas companhias de mineração estão mudando suas práticas, por exemplo, com a adoção de caminhões autônomos ou elétricos. Com isso, reduzem as emissões de CO2 (gás carbônico) em suas operações e o risco de acidentes, provocados por falhas humanas na maioria das vezes. Também vemos a emergência de tecnologias que estão mudando o grid elétrico, como a de plantas de energia solar e eólica que, na medida em que os anos passam, se tornam menos caras e, portanto, mais acessíveis às empresas. Na Mina Tucano, já iniciamos esforços nessa direção. Atualmente, avaliamos a mudança dos protocolos de controle na planta para adotar inteligência artificial no gerenciamento da moagem inicialmente, incluindo os moinhos SAG e de bolas. Também estamos mudando o sistema de despacho na mina para que seja mais integrado, com acesso a mais informações e sua disponibilização em tempo real para todos na operação. Por enquanto, são apenas passos no caminho de uma Tucano cada vez mais tecnológica. A transformação 100% vai levar um pouco mais de tempo. ■

FERNANDO CORNEJO

PERFIL

Nasceu em: Arequipa, no Peru, em 01/01/1979

Mora em: Toronto, no Canadá

Formação Acadêmica: Formado em Engenharia Química pela Universidade Nacional de San Agustín, de Arequipa. Mestre em Engenharia Química pela Politécnica de Montreal, no Canadá, e em Gerenciamento de Projetos pela Universidade York, em York, Reino Unido

Trajecória Profissional: Engenheiro de Processo na BHP Billiton e Rio Tinto Group. Gerente Global de Integração de Projetos na SGS (Société Générale de Surveillance). Gerente e diretor de Projetos no grupo Jacobs, no Canadá. Vice-presidente de Projetos e Serviços Técnicos na Aura Minerals. Vice presidente de Projetos e Serviços Técnicos na Great Panther Mining (junho/2019 a janeiro/2020), passando a vice presidente de Operações no Brasil (até junho/2021) e Diretor Corporativo de Operações, a partir de julho de 2021

Família: Casado, tenho dois filhos e um cachorro

Time de Futebol: FBC Melgar, de Arequipa, Peru. No Brasil, às vezes, não mais sempre, o Palmeiras

Hobby: Conviver com minha família e atletismo

Um ídolo ou mestre: o escritor Mário Vargas Llosa, meu conterrâneo de Arequipa

Maior decepção: A partida Brasil e Alemanha, na Copa do Mundo de 2014

Maior realização: Ser parte dos times nacionais de atletismo do Peru e do Canadá. Fui campeão sul-americano de lançamento de disco e arremesso de peso

Um projeto: Meus filhos. O projeto mais importante de minha vida

Um conselho aos formandos em cursos afetos à

mineração: É essencial que os novos profissionais entendam que a inteligência prática é mais importante, talvez mais valiosa, que a inteligência teórica. Também é fundamental que eles façam sempre um plano de cinco anos, tanto para sua vida profissional quanto para a vida pessoal



Por *Gláucia Cuchierato*¹

AMBIENTES REGULATÓRIOS DE PAÍSES MINERADORES

Para compatibilizar as ações relacionadas às declarações públicas de recursos e reservas, é necessário compreender os ambientes regulatórios dos principais países que adotam essas práticas. O arcabouço legal regulatório integra as diversas instituições responsáveis pela regulação e aplicação de leis, condutas internacionais, diretrizes, guias e padrões, com princípios de governança estabelecidos entre eles, para atender aos requisitos de conformidade e responsabilidade.

Esse ambiente pode ser constituído por órgãos governamentais, estatutários, não-governamentais, entidades setoriais da indústria, associações profissionais, comissões de valores mobiliários e bolsas de valores, entre outros. Cada país possui um sistema legal e regulatório que rege as declarações públicas das empresas listadas em bolsa de valores, cujos principais instrumentos (Figura 1) são:

- leis corporativas (“Corporation Laws”);
- leis e atos mobiliários (“Securities Laws and Acts”); e
- regras de listagem (“Listing Rules”).

CANADÁ

A Figura 2 ilustra o ambiente regulatório da mineração canadense, onde é possível verificar a interação entre todas as entidades participantes do processo, de forma integrada e complementar. Instrumentos canadenses (como

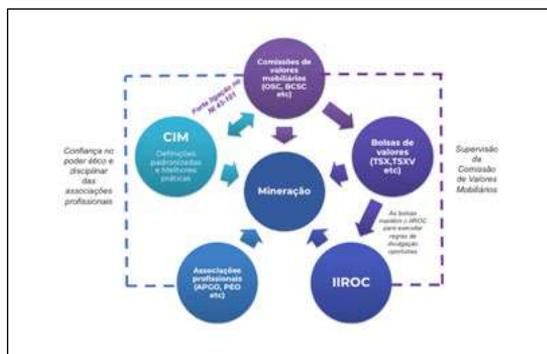
o NI 43-101) têm status legal e são estabelecidos pelo CSA (Canadian Securities Administrators), devendo ser votados, aprovados e adotados individualmente por cada um dos 13 reguladores provinciais ou territoriais (Securities Comissions), que coordenam, harmonizam e demandam o cumprimento dos requisitos para o mercado de capitais sob sua jurisdição.

Stephenson apresentou o denominado Reporting System (traduzido pela autora como Sistema de Declaração Pública) em diversos trabalhos de sua autoria ou coautoria (Stephenson et al, 2008; Stephenson e Stoker, 2014; Brenner et al, 2016), onde detalhou o mecanismo e relacionamento das entidades do ambiente regulatório de vários países. Na Figura 3, é possível observar as entidades responsáveis pela regulação e aplicação dos códigos internacionais, os guias e padrões adotados, quais categorias são requeridas e a governança estabelecida entre eles. O ambiente canadense destaca as interfaces e importância dos Comitês do CIM (Melhores práticas e Reservas) para o estabelecimento das definições padronizadas e guias de boas práticas, além da importância de as bolsas de valores (TSX / TSXV) terem vinculado ao atendimento ao NI 43-101 e demais requisitos legais do CSA. Na imagem, ainda é visível a integração com as organizações provinciais ou

Figura 01: Estrutura comparativa dos ambientes regulatórios

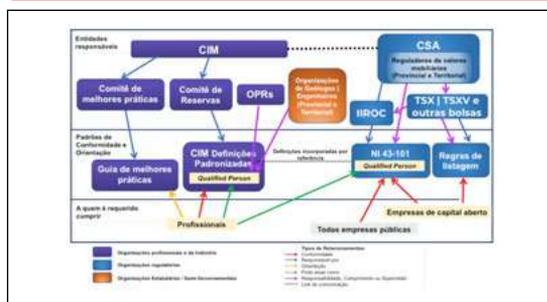
Estrutura	Canadá	Austrália	USA	Brasil
Securities Law	Canadian Securities Law	Australian Securities Law	US SEC. 34, 229, 102	Não há
Listing rules	TSX listing rules	ASX Listing rules	NYSE Rules	Não há
Mining standards	NI 43-101	ASX LR Chapter 5	10T (2021) Subpart 1300	Não há
Code of Ethics	CIM Standards	JORC	SME	CBMR

Figura 02: Ambiente regulatório do Canadá



Fonte: Waldie et al. (2018), traduzido pela autora

Figura 03: Sistema de declaração pública (Reporting System) do Canadá



Fonte: Brenner et al. (2016), traduzido pela autora

territoriais de geólogos ou engenheiros OPR (Organizações Profissionais Reconhecidas).

AUSTRÁLIA

Na Austrália, a principal autoridade regulatória é a Australian Securities and Investment Commission (ASIC) e o relacionamento com as demais entidades pode ser visualizado na Figura 4. A bolsa de valores nacional é a Australian Securities Exchange (ASX), que incorporou o código JORC em 1989 como Anexo (originalmente Appendix 17, atualmente Appendix 5) às suas regras de listagem. A ASIC supervisiona a operação do ASX e administra o Federal Corporations Act e a conformidade às regras de listagem. O Competent Person deve ser associado à AusIMM, à AIG ou a qualquer outra OPR que esteja incluída em uma lista promulgada periodicamente pela ASX, com as quais o Comitê JORC mantenha reciprocidade.

ESTADOS UNIDOS

Nos Estados Unidos, o ambiente regulatório está em transição. Anteriormente regulamentado pelo Industry Guide 7 (Description of Property by Issuers Engaged or to Be Engaged in Significant Mining

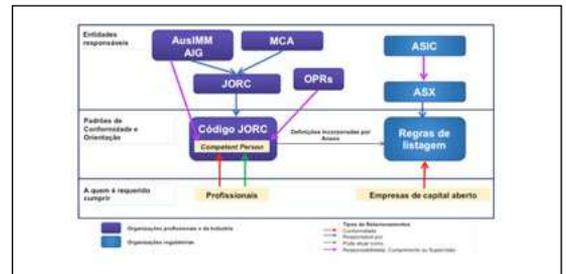
Operations), a U.S.SEC (Securities and Exchange Commission) publicou em 2018 as novas regras da Regulação SK-1300 (Disclosure by Registrants Engaged in Mining Operations – SK-1300), com alinhamento de definições aos padrões CRIRSCO, após anos de discussões e pleitos internacionais. A Figura 5 ilustra o arranjo.

O objetivo desse novo regramento é fornecer aos investidores entendimento mais abrangente, auxiliando a tomada de melhores decisões de investimentos, de forma mais alinhada às políticas e regulamentações globais práticas e padronizadas. O SK-1300 entrou em vigor no início de 2021, de forma voluntária pelas empresas listadas, sobre o ano fiscal de 2020, e se tornará obrigatório para os resultados de 2021 declarados em 2022. Com a vigência das novas regras e mecanismos de declaração, entende-se que haverá ainda um tempo necessário para familiarização com as novas práticas e avaliação do processo.

BRASIL

De forma similar aos demais países, o arranjo brasileiro está ilustrado na Figura 6 ■

Figura 04: Sistema de declaração pública (Reporting System) da Austrália



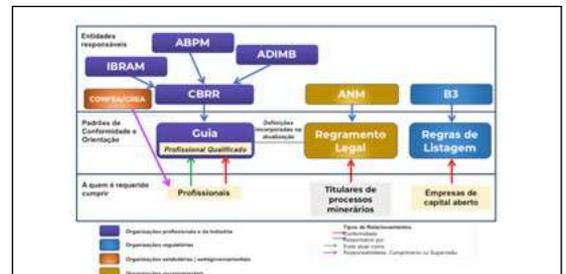
Fonte: Brenner et al. (2016), traduzido pela autora

Figura 05: Sistema de declaração pública (Reporting System) dos Estados Unidos



Fonte: Brenner et al. (2016), traduzido pela autora

Figura 06: Sistema regulatório (Reporting System) do Brasil



Fonte: Brenner et al. (2016), traduzido pela autora

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Brenner, T.L.; Stephenson, P.R. Ribeiro, E.S.C.; Petermann, A.M. (2016) *The Brazilian guide for exploration results, mineral resources and mineral reserves: a new member of the Crisco family. 24th World Mining Congress PROCEEDINGS – MINERAL ECONOMICS | Instituto Brasileiro de Mineração (Org). 1ed. - Rio de Janeiro: IBRAM, 2016. e-book, 270 p.*
- Stephenson, P.R.; Rendu, J.M.; Stoker, P. T. (2008) *Comparison of Reporting Environments in Canada, Australia and USA. AMC Consultants Pty Ltd Digging Deeper Newsletter.*
- Stephenson, P.R.; Stoker, P.T. (2014) *Review of 2012 JORC Code and Comparison with National Instrument 43-101. Mineral Resource and Ore Reserve Estimation. The AusIMM Guide to Good Practice. The Australasian Institute of Mining and Metallurgy. Second edition, Monograph 30. p 779-789.*
- Waldie, C.; Whyte, J.; Teniere, P. (2018) *Mining Disclosure Essentials: NI 43-101 reporting fundamentals, industry best practices, and useful guidance for TSX and TSXV issuers. PDAC Convention - Short Courses, Toronto, March 2018.*

1 Geóloga e Mestre em Recursos Minerais pelo IGc-USP, Doutoranda em Engenharia Mineral pelo PMI-EPUSP (Projeto: "O valor da qualidade da informação no processo de declaração de recursos minerais") e Diretora Executiva da GeoAnsata Projetos e Serviços em Geologia

O MODELO OPERACIONAL DA APPIAN CAPITAL

Fotos ACB/Divulgação

Grupo controlador da Mineração Vale Verde e da Atlantic Nickel cria modelo operacional com gestão de rotina para otimizar performance

Partindo da máxima preconizada pelo CEO da Appian Capital Brasil (ACB) de que “tonelada boa é tonelada segura”, o time liderado por Murilo Gomes Nagato, diretor de Planejamento Integrado e Entrega da empresa, iniciou em 2019 a implementação de um modelo operacional que estimulasse o planejamento prévio, uniformizasse processos e procedimentos e estabelecesse uma robusta gestão de rotina para promover um ambiente de trabalho eficiente e seguro. Embora seja um processo contínuo, o modelo operacional já mostra, nesses dois anos de implantação, alguns ganhos materiais. “Temos um maior alinhamento de nossos planos de produção, um melhor desdobramento das informações e centralizamos os relatórios no departamento de Gerenciamento de Projetos (PMO). Também melhoramos o alinhamento organizacional, em termos de propósitos e metas, e a variabilidade do processo; aumentamos a aderência



aos planos e otimizamos nossa performance e o atingimento de resultados”, avalia Nagato.

CICLO PDCA

O modelo operacional empregado pela ACB e aplicado às operações da Atlantic Nickel (ATN), produtora de níquel, e Mineração Vale Verde (MVV), produtora de cobre, se baseia no ciclo PDCA. A sigla deriva das palavras em inglês Plan (Planejar), Do (Executar) e Check/Act (Checar e Agir), que representam a sequência de etapas a serem seguidas confor-

me o avanço do modelo.

A etapa Plan (Planejar) consiste da simulação estatística da produção, através de softwares específicos, desenhando os planos para o alcance dos resultados esperados. Esses planos são testados quanto à sua exequibilidade em comparação ao histórico de produção e às metas propostas para o próximo ciclo. Feita sua implementação, a fase Check/Act contrapõe o realizado ao planejado, reunindo elementos para retroalimentar o ciclo de planejamento, agora na forma de revisão mensal. A etapa Do (Fazer) conta com procedimentos de operação criados para garantir a qualidade e segurança das atividades, com um modelo de apon-tamento de tempo que padroniza os indicadores de performance das máquinas e equipamentos e com rotinas de manutenção. “Em conjunto, essas ferramentas sintetizam nossa base de dados e padronizam nossas respostas a possíveis desvios ao plano definido durante as fases Checar e Agir. Elas geram informações de segurança, qualidade, performance e produtividade dos nossos processos”, explica Nagato.

É no Check/Act que é feita a gestão por processo considerando os indicadores de performance padronizados, a análise horária da performance através de cartas de controle que indicam a necessidade de intervenção no processo e a análise de causa

Murilo Nagato,
diretor de
Planejamento
Integrado e
Entrega da
ACB

padronizada, através do uso do diagrama de Ishikawa (gráfico utilizado para entender a causa e efeito de problemas e como preveni-los). Os passos seguintes são a tomada de ações voltadas às causas potenciais daquela hora; o acompanhamento dos resultados dessas ações e a tomada de decisão quanto ao acionamento da cadeia de escalonamento de ajuda. Semanalmente são realizadas reuniões para avaliar as causas de desvios verificadas na semana anterior e retroalimentar o sistema. O PDCA é monitorado e revisado pelas áreas de Gerenciamento Integrado de Riscos, PMO e Gestão de Contratos, que consolidam e desdobram as informações entre todos os stakeholders através de relatórios semanais e semestrais, workshops e fóruns para a discussão de riscos ao negócio e do gerenciamento de contratos”, diz Nagano.

GESTÃO DE ROTINA

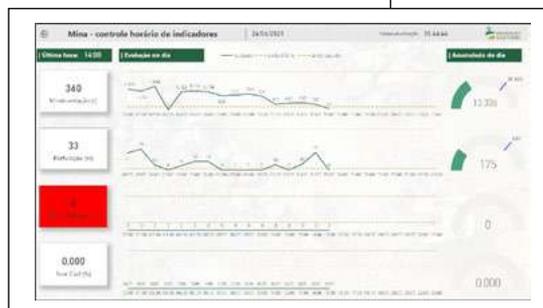
Componente fundamental do modelo operacional da ACB, o sistema de Gestão de Rotina monitora o desempenho dos processos para que a tomada de ações seja baseada em indicadores de performance (KPIs), assegurando sua assertividade. Segundo Breno Martins, gerente geral de Melhoria Operacional da empresa, a gestão de rotina é realizada através de três etapas principais. A etapa de Revisão de Desempenho utiliza gráficos de controle e histogramas de capacidade para determinar se o processo está sob controle. O desempenho dos indicadores é monitorado através do Sistema de



Gestão Integrada (SGI) pelo controlador de processo, que alerta quando uma causa especial é identificada. A segunda etapa é a de Investigação de Causas Especiais, realizada com o emprego do diagrama de Ishikawa e da metodologia 5-Why (5 Porquês). Na terceira etapa – Ações de Controle – é gerado um plano de ação que atua na eliminação ou redução das instabilidades provocadas pela causa especial identificada, retroalimentando o sistema de gestão. Por orientação da consultoria americana Alvarez & Marsal, a implementação dessas etapas foi feita com o emprego do Power BI, software de Business Intelligence da Microsoft. “O Power BI gera dashboards intuitivos, interativos e integrados a outras

Mapa Estratégico de 2021 para a ATN e MVV, do grupo ACB

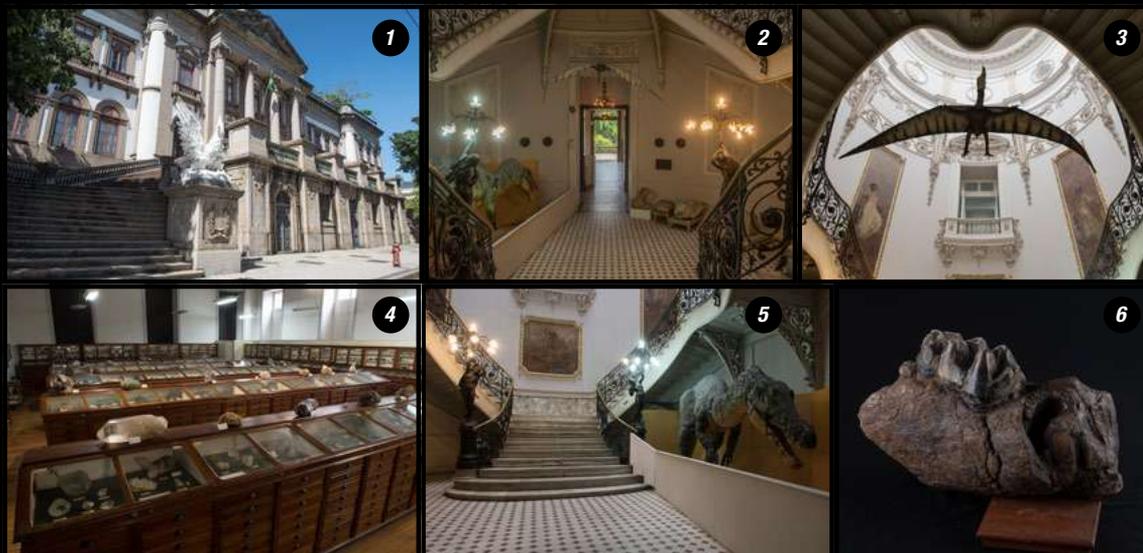
Gráfico de controle horário de indicadores gerado pelo Power BI



aplicações digitais, garantindo não só a informação horária da condição dos processos, mas também ferramentas de análise de dados, embasamento para a tomada de decisões e clareza no processo de escalonamento da informação”, detalha Martins.

Um exemplo é a Carta de Controle Estatístico de Processo (CEP), que utiliza a estatística para analisar a variação e distribuição de dados de um processo em um certo espaço de tempo. Assim, é possível determinar se essas variações se enquadram nos limites operacionais aceitáveis. É o Power BI que consolida e analisa esses dados hora a hora, gerando uma apresentação gráfica baseada em um código de cores e destacando na cor vermelha o indicador que necessita de intervenção para controle. A partir da identificação da necessidade de intervenção no processo há um fluxo de escalonamento e tomada de decisão que deve ser seguido. Esse fluxo respeita a autonomia da operação na tomada de decisões e garante que elas sejam executadas de forma rápida e pautadas por dados. Na maioria das vezes, diz Martins, os desvios identificados referem-se a problemas de utilização de máquinas e equipamentos e atrasos causados por trocas de turno ou períodos de refeição. Para corrigi-los, as atividades de gerenciamento e supervisão no campo foram intensificadas. Um desvio que já foi mais constante e que hoje responde por apenas 3% das ocorrências, graças ao emprego do Power BI, está relacionado a problemas de manutenção corretiva das máquinas e equipamentos. ■

#museucienciasdaterra



Em 1973, uma ala do Palácio dos Estados, na Praia Vermelha, Rio de Janeiro, um grandioso edifício de estilo neoclássico com 91 salas, cuja construção foi concluída em 1908, foi atingida por um incêndio. Na época, o prédio histórico era ocupado pelo antigo DNPM, atual Agência Nacional de Mineração (ANM), e a ala incendiada abrigava uma biblioteca de 165 mil volumes sobre mineralogia e o maior acervo paleontológico do Brasil, totalmente destruídos pelo fogo. O palácio também era, então, sede do Museu de Ciências da Terra, que não teve suas coleções afetadas.

A CPRM (Serviço Geológico do Brasil), que se encontra sediada em parte do Palácio dos Estados, planeja reativar o museu e expandi-lo com a restauração da ala incendiada. As obras de restauração são estimadas entre R\$ 60 e 80 milhões, dependendo das soluções tecnológicas empregadas, segundo o geólogo Noevaldo Teixeira, chefe do Centro de Geociências Aplicadas da CPRM. Atualmente, estão sendo elaborados os projetos executivos, que contaram com recursos de R\$ 1,2 milhão financiados pela Petrobras. Também a Vale visitou as instalações do museu recentemente e sinalizou seu apoio ao projeto.

Qualquer empresa pode contribuir com 4% de

seu Imposto de Renda devido, através do mecanismo da renúncia fiscal previsto na Lei Federal de Incentivo à Cultura. A captação de recursos financeiros será realizada através da aquisição de cotas de patrocínio: Diamante (uma cota de R\$ 20 milhões), Platina (4 cotas de R\$ 10 milhões) e Ouro (10 cotas de R\$ 2 milhões). Esses valores podem ser revistos quando o orçamento da obra de recuperação for finalizado e o projeto tiver a aprovação da Secretaria Especial de Cultura do Ministério do Turismo, o que deve acontecer em 2022.

Maiores informações podem ser obtidas junto à Coordenação Geral do museu, com Célia Maria Corsino (celia.corsino@cprm.gov.br), com a assessora de Marketing e Projetos Especiais, Denise Assis (denise.assis@cprm.gov.br) ou com a coordenadora de Logística e Difusão, Nathalia Winkelmann Roitberg (nathalia.roitberg@cprm.gov.br).

O acervo do Museu de Ciências da Terra é composto de rochas, minerais, meteoritos e fósseis. Nesse patrimônio destacam-se as coleções com 61 meteoritos e 120 fósseis, além de uma biblioteca com 90 mil volumes. A coleção de paleontologia é uma das mais expressivas da América do Sul e sua criação remonta ao ano de 1908.

1. Fachada do museu
2. Vista do patamar central
3. Rotunda do MCTer
4. Coleção mineralógica
5. Escadaria em gnaisse
6. Exemplar de dente de mastodonte da coleção de fósseis

minegaleria



DOIS ANOS INVESTINDO NO BRASIL

É com gratidão a empregados, contratados e comunidade, que a Lundin Mining celebra mais um aniversário.

Em julho de 2021, a Lundin Mining comemora seu segundo ano de operações no Brasil, produzindo concentrado de cobre de alta qualidade!

lundin mining

Mineração Responsável

Mina a Céu Aberto
Cobre e Ouro

Processamento
24 Mtpa

Controle
100% Lundin Mining

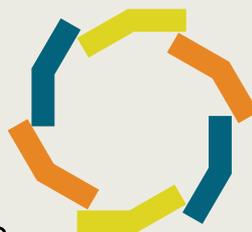
Localização
Alto Horizonte, Goiás



Venha se conectar
com os principais players
do setor mineral!

EXPOSIBRAM 2021

Expo & Congresso Brasileiro de Mineração
Brazilian Mining Expo & Congress



5, 6 e 7 de outubro



Evento 100% Online

100% Online Event

Congresso
Feira
Rodadas de Negócios
Minicursos
Palestras Técnicas

Inscrições em breve!

Informações pelo site
www.ibram.org.br

Realização

