

www.inthemine.com.br

UMA PUBLICAÇÃO FACTO EDITORIAL

the **inmine**

Ano XIV | 2019 | Nº80 | R\$ 25,00 **GESTÃO DE PROCESSOS E TECNOLOGIA PARA MINERAÇÃO**



especial **sustentabilidade** *na* **mineração** **brasileira**

INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL E CASES AMBIENTAIS
DE MINERADORAS NO ANO DE 2018

PERSONALIDADE

**MAURÍCIO BERGERMAN: DE
ENGENHEIRO DE MINAS DA
VALE A PROFESSOR DA POLI**

LEGISLAÇÃO

**A CONTRIBUIÇÃO DO DIREITO
COMPARADO NA SEGURANÇA
JURÍDICA DE INVESTIMENTOS**

MERCADO

**O REAPROVEITAMENTO DOS
RESÍDUOS DA MINERAÇÃO
DE FERRO E SEUS DESAFIOS**

PROJETO

**TECNOLOGIA DE PONTE PÊNSIL
É USADA PARA RECONSTRUIR
TCLD EM COMPLEXO MINERAL**

PARTICIPE!



XXVIII ENTMMME

ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE
MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA

4 a 8 | Nov. 2019
Belo Horizonte | MG

I SIMPÓSIO DE USO
SUSTENTÁVEL DE REJEITOS
8 | Nov. 2019



INFORMAÇÕES E INSCRIÇÕES

www.entmme2019.entmme.org

PROMOÇÃO



APOIO



SECRETARIA
EXECUTIVA



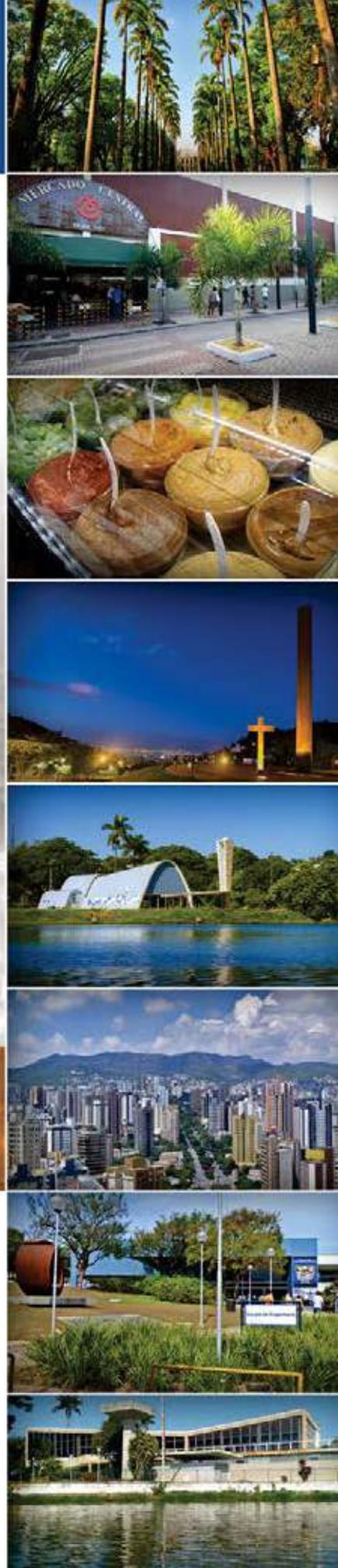
PATROCÍNIO PRATA

CLARIANT

Nouryon



PATROCÍNIO BRONZE



Patrocinios fechados até 10/06/2019.

DESTAQUES DA EDIÇÃO

08	LEGISLAÇÃO ESTUDO O Direito Minerário Comparado no reforço da segurança jurídica
10	MERCADO RESÍDUOS Os desafios do reaproveitamento de rejeitos da mineração de ferro
19	INOVAÇÃO TECNOLOGIAS Analisadores XRF e scanners de testemunhos de sondagem
36	INFRAESTRUTURA ENGENHARIA Conceitos e projetos para construção de estradas de transporte em minas
38	SUSTENTABILIDADE CASES Projetos e programas ambientais e de desenvolvimento comunitário
40	PROJETO ENGENHARIA Tecnologia de ponte pênsil para reconstrução de transportador
44	GUIA ITM EXPOSIBRAM Produtos e serviços para lavra e processamento de minérios
32	PERSONALIDADE ENTREVISTA Em 2011, numa opção pouco usual, quando se está em uma das maiores empresas de mineração do mundo, Maurício Guimarães Bergerman, trocou a Vale pela Universidade Federal de Alfenas, em Minas Gerais, para ser professor do curso de Engenharia de Minas. Em 2014, voltou para a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), onde entrara como aluno aos 18 anos. Atualmente é professor doutor e coordenador do Laboratório de Tratamento de Minérios e Resíduos Industriais do Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo da instituição.

Foto: CBA/Divulgação



Área recuperada pela CBA em Mirai (MG)

Além dos cases socioambientais, o Especial Sustentabilidade na Mineração Brasileira traz os IDS (Indicadores de Desenvolvimento Sustentável) registrados por 12 mineradoras no ano de 2018. São elas: AMG Mineração, AngloGold Ashanti, Apoená, CBA - Cia. Brasileira de Alumínio (dados em separado das unidades de Poços de Caldas e de Mirai/Itamarati de Minas), CMOC International Brasil (dados em separado da Niobras e unidades da Copebras em Catalão, Ouveador e Cubatão), Copelmi, INB (Indústrias Nucleares do Brasil), Jaguar Mining, MRN (Mineração Rio do Norte), Mineração Usiminas, Nexa Resources e Vale. A produção mineral dessas empresas inclui bauxita, carvão, chumbo, cobre, espodumênio, estanho, feldspato, ferro, ferromanganes, fosfato, nióbio, ouro, urânio e zinco.

EDITORIAS - DESTAQUE

05	MINEPROSPECÇÃO Demolição química de rochas
06	MINEAGENDA Fórum ADIMB de Exploração Mineral
06	MINEBOOK Recuperação de Áreas Mineradas
06	MINEWEB National Mining Association (NMA)
07	MINEMARKET Paulo Castellari na Appian Capital
46	MINEGALERIA A leveza e a arte da engenharia



www.editorafacto.com.br

SUMÁRIO

W
A
B
R
I
L
A
R
I
O

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
 assinaturas@inthemine.com.br

PUBLICIDADE

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

Circulação 10 mil exemplares



A PALAVRA DO EDITOR

COM ARMINHA E MERCÚRIO NÃO PASSA

Sindicatos e cooperativas de garimpeiros entraram em polvorosa nos últimos meses com a promessa do presidente Jair Bolsonaro de legalizar o garimpo no Brasil. Independente de reivindicações possivelmente justas das entidades de classe, foram mesmo os profissionais das dragas ilegais, que despejam uma baragem de rejeitos a cada década no rio Tapajós, no Pará, segundo laudo da Polícia Federal, os que mais comemoraram a recente incontinência verbal do mandatário brasileiro.

Poderiam engrossar o movimento de caminhoneiros autônomos em uma próxima paralisação do país, caso suas expectativas não se confirmem. Seria uma benção se isso acontecesse. Mas, infelizmente, o garimpo ilegal não para. Continua contaminando e assoreando rios, abrindo crateras na floresta, ameaçando tribos indígenas e pequenos agricultores. Continua sustentando o contrabando de ouro, quando não consegue esquentá-lo, e continua passando diamantes de sangue por nossas fronteiras.

Para os empreendedores do caos, requerer a Permissão de Lavra Garimpeira na Agência Nacional de Mineração é um processo muito burocrático, difícil e caro. Pode até ser. Ainda que seja, 2.041 solicitantes obtiveram o título de 2009 a 2017. Outros 216 o conseguiram em 2018. E, ainda, 87 receberam sua outorga entre janeiro e junho deste ano.

Garimpo não é necessariamente sinônimo de devastação ambiental. Só é uma atividade ilegal quando não licenciada. Deve como qualquer outro empreendimento de mineração respeitar a legislação mineral e ambiental. Precisa apresentar relatórios anuais de produtividade. Será tributado e taxado, assim como será fiscalizado. Muitos garimpeiros sabem da lei, de seus direitos e de suas obrigações.

Cabe à sociedade brasileira ser informada dos termos em que se dará a nova legalização do garimpo. Se for para simplificar o processo de licenciamento, respeitar reservas legais e naturais, incentivar o empreendedorismo sustentável, assegurar condições decentes de trabalho aos empregados, estimular a adoção de tecnologias limpas e exigir a reabilitação das áreas garimpadas, que venha. Com arminha e mercúrio, não passará.

Têbis Oliveira, editora de Novos Projetos e Sustentabilidade

tebis@inthemine.com.br

MINE MAIL

inmine (www.inthemine.com.br)

Posts mais clicados

- Evolução do perfil da mineração de ouro
- RockPlot: análise geoquímica pela Internet
- O pragmático gerente da Mina do Andrade
- Perfil da mineração de grande porte do Brasil
- Cadeia de validação de dados geológicos
- Capacete inteligente e outras "wearables"
- Mineração Rio do Norte completa 40 anos
- Introdução ao Projeto de Estradas de Mineração
- Empoderamento feminino na Anglo American
- Licitação para Complexo Polimetálico no Tocantins
- Nexa dá início à implantação do Projeto Aripuanã

REDES SOCIAIS



facebook.com/inthemine



[@intheminet](https://twitter.com/intheminet)



youtube.com/user/revistainthemine



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



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

Boa ideia a seleção de cases reais em projetos de atualização, otimização e automação de linhas de britagem e classificação. A entrevista com Aécio Januzzi, gerente da Mina do Andrade, também está muito interessante por trazer todo o histórico da mina, evolução dos processos e detalhes sobre o projeto Itabirito.
Paulo Andrade Campos Oliveira, engenheiro de minas e consultor

Caro Paulo, optamos pelos cases como forma de demonstrar que mesmo equipamentos mais antigos comportam atualizações e que sempre é possível melhorar a eficiência dos processos. Já quanto à entrevista, os méritos são todos de Aécio Januzzi. Obrigada pelo retorno. Grande abraço!
 Têbis Oliveira, editora de Novos Projetos e Sustentabilidade

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

MINEPROSPECÇÃO

→ TRANSIÇÃO 4.0

Após 104 anos de produção na maior mina a céu aberto do mundo, a Codelco iniciou, em agosto, a lavra subterrânea de cobre em Chuquicamata, na região de Antofagasta, Chile, que ganha 40 anos de vida útil com a nova operação. A mina a céu aberto será fechada no final de 2020 e deve levar à demissão de 1.700 funcionários, já que o controle da mina subterrânea será feito a oito quilômetros de distância, em um Centro Integrado de Operações e Gestão, por trabalhadores especializados na operação remota de carregadeiras e caminhões rebaiados semiautônomos e das correias transportadoras que levarão o minério à superfície.

Foto Maria Jose Vargas Nuñez



Operação a céu aberto de Chuquicamata será fechada em 2020

→ NEGOCIAÇÃO

Implantado a um custo de US\$ 5,5 bilhões, o projeto aumentará em 40% a produtividade da mina de Chuquicamata já em 2025, reduzirá em 97% a emissão de particulados e o consumo anual de diesel dos atuais 75 mil m³ a 15 mil m³, em média. Os ganhos ambientais, de eficiência e segurança não sensibilizaram os cerca de 3.200 funcionários da mina. Após uma greve de 14 dias, a Codelco concordou em oferecer maiores benefícios aos que serão mantidos na operação subterrânea e em conceder aposentadoria antecipada e plano de saúde vitalício aos dispensados. Com três níveis, a nova mina terá 898 m de profundidade e produzirá 320 mtpa de cobre fino a partir de 2026.

→ DEMOLIÇÃO QUÍMICA

A Royal Institution for the Advancement of Learning, da McGill University, de Montreal, em Quebec, Canadá, trabalha em um novo método para a fragmentação de rochas subterrâneas, objetivando melhorar as práticas de mineração e escavação de túneis. Em lugar de explosivos, os pesquisadores utilizam cimentos pulverulentos, os chamados agentes químicos de demolição sem som (SCDA, na sigla em inglês). Injetado em furos perfurados na rocha, o material se expande, exercendo pressão sobre o furo e fazendo com que a rocha se fragmente. Além de mais eficiente e segura, a tecnologia, que será testada em uma mina subterrânea, é mais ecológica por melhorar a qualidade do ar no ambiente e reduzir as emissões de GEE, ao eliminar os gases causados pelas explosões e o lançamento de partículas de poeira fugitivas na atmosfera. O projeto recebeu US\$ 1,5 de investimentos do Programa Crescimento Limpo, do governo canadense.



Da cabine, operador controla trator D11 na Mineração Paragominas

→ DESMONTE REMOTO

No Brasil, também a Mineração Paragominas, da norueguesa Hydro, já avançou na operação remota de equipamentos. O projeto, iniciado em 2014 e concluído em 2016, envolveu 4 tratores de esteiras D11, da Caterpillar, que receberam o Mynestar System, desenvolvido pela própria fabricante, para serem controlados a uma distância de até 400 m. Dos 25 tratores de esteiras da mineradora, a escolha dos quatro modelos, que operam no desmonte mecânico de bauxita, visou reduzir os riscos de exposição dos operadores às condições de vibração excessiva das máquinas. Com o projeto, a Mineração Paragominas ganhou a placa "Ouro" como vencedora do Prêmio Proteção Brasil 2019, na categoria "Higiene Ocupacional", em 8 de agosto passado, durante o 2º Congresso Brasileiro de Saúde e Segurança no Trabalho, em São Paulo (SP). A empresa também recebeu a placa "Bronze", na categoria "Ações Preventivas e Corretivas de SST", da mesma premiação, pelos resultados obtidos com seu "Guia de Prevenção de Acidentes nas Operações de Terraplenagem".

Foto Banco de Imagens/Hydro

MINEAGENDA

FÓRUM ADIMB

Exploração Mineral
27 de agosto | Belo Horizonte - MG

REDUÇÃO DE RISCOS E DESASTRES

Congresso (ABPRRD/UFPA)
11 a 14 de setembro | Belém - PA

WORKSHOP DA ABGE

Geofísica
12 de setembro | São Paulo - SP

CONGRESSO DE GEOQUÍMICA

SBGq/UFC
16 a 20 de setembro | Fortaleza - CE

PERUMIN 2019

Convenção de Mineração
16 a 20 de setembro | Arequipa - Peru

SIMPÓSIO DE MINERAÇÃO

ABM Week
1 a 3 de outubro | São Paulo - SP

MINEWEB

APPS

**NATIONAL MINING ASSOCIATION**

A NMA tem por objetivo propor e apoiar políticas públicas que proporcionem à população norte-americana o aproveitamento integral e responsável dos recursos naturais do país, em especial o carvão e o urânio. Ao influenciar e se engajar nessas políticas públicas, a entidade também atua para solucionar ou minimizar desde problemas pontuais até os mais significativos, que possam afetar a capacidade das empresas de mineração na pesquisa mineral, licenciamento de atividades, lavra, transporte e uso sustentável dos recursos minerais. Para isso, a associação disponibiliza estatísticas, fatos relevantes, relatórios e pesquisas, além das taxas e legislação setorial. Seu principal evento é a MineExpo, maior feira de mineração do mundo, que ocorre anualmente em Las Vegas (EUA). (nma.org)

MINEBOOKS

**RECUPERAÇÃO DE ÁREAS MINERADAS**

Em sua terceira edição, a obra, coordenada por José Maria Filippini Alba, químico, mestre e doutor em Geociências e pesquisador da Embrapa, foi dividida em três partes: a primeira, sobre a gestão e a potencialidade da recuperação de áreas degradadas; a segunda, com indicadores de qualidade; e a terceira, com estudos de caso.

Em relação às edições anteriores, foram incluídos os capítulos Conceituação sobre Áreas Degradadas; Recuperação do Meio

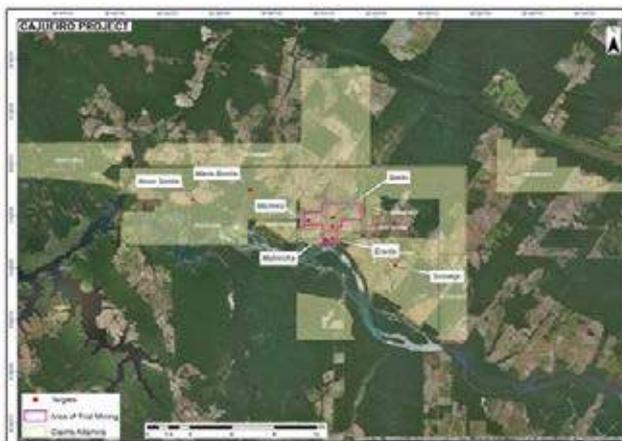
Físico em Áreas Mineradas; e Três Estudos em Áreas Degradadas no

Extremo Sul do Brasil. Na Parte 1, o conteúdo apresenta conceitos relacionados a áreas degradadas, aspectos legais, terminologia e sua forma de gestão e planejamento, descrevendo também a potencialidade do uso de subprodutos da mineração na agricultura, o que pode se tornar uma alternativa à importação de fertilizantes. Na Parte 2, diversos indicadores de qualidade ambiental em áreas degradadas foram considerados, entre eles, o estudo de moléculas orgânicas e complexos organometálicos de terras recuperadas, a drenagem ácida de minas, o monitoramento da fauna de vertebrados, o resgate fossilífero, a qualidade dos solos do ponto de vista termodinâmico e a restauração do meio físico, principalmente hidrografia e relevo. Na Parte 3, são descritos estudos de caso sobre recuperação de áreas degradadas e mineradas.

editoraufv.com.br

MINEMARKET

Foto Divulgação/Altamira Gold



Alvos do Projeto Cajueiro, em Alta Floresta (MT)

→ ARRENDAMENTO

A Altamira Gold fechou com a FMS Investimentos e Participações, proprietária da Mineração do Pará, em Itaituba (PA), um contrato de arrendamento para a produção de ouro no Projeto Cajueiro, localizado no norte do Mato Grosso. Pela negociação, a FMS deve financiar, construir e operar uma planta de beneficiamento com capacidade para 1.000 tpd, orçada em cerca de US\$ 2,4 milhões, com circuitos de britagem, moagem e recuperação gravitacional. A junior canadense receberá 15% do lucro líquido da operação, até que a FMS recupere os custos de construção, e 50% depois. O arrendamento corresponde a uma área de 603 ha. A estimativa de recursos, que está sendo revisada, é de 8,64Mt@0,78 g/t Au (para 214 mil oz) em recursos indicados e de 9,53Mt@0,66 g/t Au (para 204 mil oz) em recursos inferidos. Ainda em recursos inferidos, há um adicional de 1,37Mt@1,61 g/t Au em óxidos (para 79 mil oz em saprólito).

M I N E M A R K E T

Foto Ronaldo Guimarães



Paulo Castellari

→ GESTÃO

Paulo Castellari Porchia assumiu, no início de agosto, o comando das unidades de negócio do fundo de investimentos londrino Appian Capital Advisory no Brasil. Uma delas é o projeto Serrote da Laje, da Mineração Vale Verde, de cobre e ouro, em Alagoas. Outra é a mina Santa Rita, da Atlantic Nickel, de níquel, cobre e cobalto, na Bahia. Ambas têm um histórico de complicadores que acabaram suspendendo a implantação do projeto em 2015, no caso de Serrote da Laje, e a operação de Santa Rita, em 2016. A aquisição dos ativos pela Appian e a retomada dos preços das commodities renovaram sua viabilidade econômica. Castellari é o nome certo para destravar de vez as operações. Em 2011, ao assumir a presidência da área Minério de Ferro Brasil da Anglo American, foi ele que alavancou a conclusão do sistema Minas-Rio. Após 22 anos, Castellari deixou a Anglo em 2015, teve uma breve passagem pela CEMIG e se tornou CEO da produtora de bauxita Guinea Alumina Corporation, subsidiária da Emirates Global Aluminium, do fundo de investimentos árabe Mubadala.

Foto Divulgação/Meridian Mining

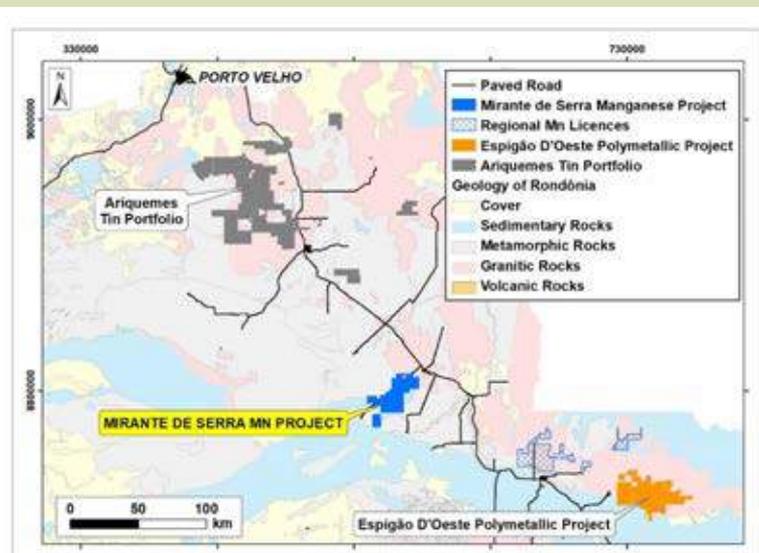


Fig. 1: Regional map of the Mirante de Serra with Espigão operations and the shipping port of Porto Velho.

Projetos de manganês da Meridian Mining em Rondônia

→ REVISÃO

Detentora dos projetos Bom Futuro, em Ariquemes, e Espigão, em Espigão d'Oeste, Rondônia, a Meridian Mining definiu quatro novos alvos para o Projeto Mirante da Serra, também de manganês e na mesma região. A requisição das áreas foi possível porque o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) revisou os dados radiométricos regionais e geofísicos de levantamentos anteriores. Considerando os alvarás já obtidos e os novos, já requeridos, a empresa somará cerca de 55 ha em direitos de pesquisa nesse projeto.

→ EM ALTA

Desde a primeira semana de agosto, a cotação do níquel na LME (Bolsa de Metais de Londres) vem numa escalada, rompendo a faixa entre US\$ 14 e US\$ 15 mil/t em que se manteve no mês de julho e superando o patamar de US\$ 16 mil/t em meados de agosto. A disparada reflete a demanda futura do metal para para a fabricação de baterias de veículos elétricos e a ameaça de sua escassez diante dos riscos de corte ou limitação da oferta pela Indonésia. Quem comemorou a notícia foi David Hall, CEO da Horizonte Minerals, que avança com os projetos Araguaia, de ferroníquel, e Vermelho, de níquel e cobalto, em Carajás (PA). Segundo o CEO, o estudo de viabilidade do projeto Araguaia considerou um preço conservador para o níquel de US\$ 14 mil/t, o que lhe dá muita competitividade no cenário atual. Os recursos minerais medidos e indicados da empresa foram elevados com o inventário recente do depósito Serra do Tapa, a 90 km de Araguaia, para 280 Mt, incluindo 3,5 Mt de níquel contido.

→ EM BAIXA

Já os preços do cobalto não são tão promissores. O aumento de sua cotação em 2017 e no primeiro semestre de 2018 foi sustentado pela elevada demanda e limitada oferta, além da temporária escassez de produtos intermediários, que logo foi superada. Por outro lado, a oferta começou a subir tanto da parte de grandes produtores como a Glencore, quanto da produção artesanal do minério, na República Democrática do Congo (RDC), elevando os estoques. Diante da queda das cotações, combinada com a falta de acesso a depósitos de maior pureza e ao aumento dos custos de produção e tributação no país, a Glencore anunciou a paralisação de Mutanda, a maior mina de cobalto do mundo.



Por
*William Freire**

Direito Minerário Comparado: fonte inesgotável de aprendizado

Para opinar em questões que envolvem o Direito Minerário, não basta conhecer o Código de Mineração e seus regulamentos. Há necessidade de conhecer também de mineração. Mas não é só. É fundamental ter sensibilidade em relação a elementos de política mineral e boa visão das experiências de outros países. Navegar pelo Direito da Mineração Comparado é experiência riquíssima.

Um exemplo. A Lei Protection of Investment Act (2015), da África do Sul, tem denominação que sugere que aquele país se preocupa com a atração e a proteção de investimentos em geral. Na prática, como ensina Willen Smit (*The Mining Law Review*, 2017, p. 189), a situação é muito mais complicada, uma vez que o investimento em mineração está subordinado às agendas de empoderamento econômico das comunidades negras, ações afirmativas, ações de distribuição e redistribuição de terras e programas de descolonização.

Nada contra qualquer agenda política. Entretanto, as regras devem ser claras.

Imagine-se um grande investidor chegando à Áfri-

ca do Sul e tendo acesso a um Power Point público, com ênfase apenas na Lei de Proteção de Investimentos. Esse investidor, que será recebido por altas autoridades, com efusivos apertos de mão e grandes promessas, acreditará estar em um ambiente amigável para negócios, onde prevalecem a confiança, a eficiência administrativa e a segurança jurídica. Nesse momento, o investidor terá poder, pois diversos países disputam seu dinheiro. Mas, depois de enterrar alguns milhões de dólares no país, o balanço de poder mudará. Aquele que prometeu auxílio não estará mais no cargo, a burocracia consumirá energia e o investidor, então desamparado, não terá como voltar atrás.

Por essas razões, o investidor deve buscar conhecer bem a realidade do país, o que a letra da lei não mostra.

A partir do exemplo da África do Sul, busquemos aprimorar dois dos principais elementos parciais da segurança jurídica, primordiais para atrair bons investimentos: regras claras e eficiência administrativa. ■

¹ WILLIAM FREIRE é advogado formado pela UFMG. Professor de Direito Minerário em diversos cursos de pós-graduação. Autor de vários livros sobre Direito Minerário e Direito Ambiental, entre eles o Código de Mineração Anotado, o Comentários ao Código de Mineração, o Direito Ambiental Brasileiro, Fundamentals of Mining Law e o Gestão de Crises e Negociações Ambientais. Publicou mais de cem artigos e proferiu dezenas de palestras sobre Direito Minerário, inclusive no exterior. É Árbitro da CAMARB, CAMINAS e Diretor do Departamento do Direito das Minas e Energia do Instituto dos Advogados de Minas Gerais. Fundador do IBDM — Instituto Brasileiro de Direito Minerário.

O QUE
NOS TROUXE
ATÉ AQUI

AINDA VAI
NOS LEVAR
MUITO
ALÉM

Livia Blom
Figueiredo,
Raul Blom Lana
Figueiredo e
Frédérico Lana
Figueiredo.
Ele trabalha em Crixás
(GO). Ela, em Nova
Lima (MG). Destinos
que se cruzaram na
AngloGold Ashanti e
renderam bons frutos.

A AngloGold Ashanti comemora 185 anos de um legado precioso. Essa é a prova de que o passar do tempo traz ensinamentos inestimáveis. Não é por acaso que somos a indústria mais longeva do Brasil: depois de tantos anos, sempre tendo a **SEGURANÇA** como primeiro valor, adquirimos experiência o suficiente para atuar com **RESPEITO** às **PESSOAS**, compromisso com o **MEIO AMBIENTE**, parceria com as **COMUNIDADES**, em constante busca pela **EXCELÊNCIA**.

Mas não paramos por aqui. Nossa vitalidade possui um brilho raro. O brilho nos olhos de quem quer alçar voos ainda mais altos.

Saiba mais em:
www.aga185anos.com.br

185
ANOS


ANGLOGOLDA SHANTI



ANM

Por **Mathias Heider***

Desafios do Reaproveitamento dos Resíduos da Mineração de Ferro

Parte I

1. Introdução

O elevado volume de resíduos oriundo da mineração de ferro em Minas Gerais tem gerado pressão sobre as empresas mineradoras, no sentido da busca de soluções que minimizem os impactos decorrentes e da redução dos riscos de acidentes e desastres com barragens de rejeito. Tal contexto tem exigido uma atuação mais efetiva dos “stakeholders” do setor (agentes envolvidos, vide quadro 01), levando-o a buscar inovações tecnológicas e a adotar as boas práticas ambientais. O reaproveitamento dos resíduos da mineração surge como resposta a essa pressão, porém, as soluções implantadas são incipientes e demandam muita pesquisa e estudos de mercado e de viabilidade técnico-econômica. Ressalta-se que o aproveitamento de resíduos em produtos ambientalmente seguros e competitivos no mercado é tarefa complexa e deve ser realizado de maneira criteriosa e envolver ensaios de caracterização tecnológica. É nesse contexto que serão elencados os aspectos críticos relacionados ao reaproveitamento de resíduos.

A quantidade de resíduos gerados na mineração de ferro é desproporcional, superando a casa das centenas de milhões de toneladas. Levantamento realizado nas 20 maiores minas de ferro de Minas Gerais mostrou que, somente em 2015, foram geradas cerca de 264 milhões de toneladas de produtos (Granulado, Hematitinha, Sinter Feed e Pellet Feed) e cerca de 300 milhões de toneladas de resíduos, sendo 183 Mt de estéreis e 112 Mt (70 Mm³) de rejeitos (considerando-se uma densidade média de 1,6 t/m³ para o rejeito). Esse universo amostral representa cerca de 90% do total da geração de resíduos (estéril + rejeitos) no Quadrilátero Ferrífero. Os passivos gerados pela produção do minério de ferro ao longo de décadas ainda não estão devidamente quantificados, dificultando estimar as possibilidades de reaproveitamento e a mitigação de tais impactos.

2. Impacto do ROM (Run of mine) na variabilidade dos resíduos

Na mineração de ferro, existe enorme diferença no ROM de cada mina, devido à grande variação dos tipos de minério existentes em cada jazida, considerando a mineralogia, petrografia e seus respectivos teores, além da diluição com materiais estéreis. Cabe ressaltar que, conforme as características do ROM e das especificações dos produtos decorrentes do beneficiamento (concentrados, pelotas etc.), cada planta tem ainda seu processo específico, o que também impacta nas características finais do material a ser descartado.

Quando o beneficiamento ocorre a úmido, o rejeito é caracterizado pela presença de duas fases: sólida e líquida. O material descartado do processamento mineral é disposto em barragens de contenção de rejeitos, em suspensões contendo de 30% a 50% de sólidos em peso. Na indústria da mineração, utiliza-se a seguinte classificação para os rejeitos: rejeitos grossos ou granulares, maiores do que 50µm; rejeitos finos, com diâmetro abaixo de 50µm e lamas ou rejeitos ultrafinos, constituídos por partículas menores do que 10µm (WOLFF, 2009). Para avaliar o seu reaproveitamento, deve ser realizada a caracterização tecnológica para cada fração (grossa e fina) envolvendo a caracterização mineralógica, granulométrica, química e ensaios tecnológicos específicos para um determinado emprego, bem como seu uso final.

Na composição do ROM, temos distintos tipos de minérios e estéreis: hematita (martita, granular e especularita), hematita goethítica, itabirito compacto, itabirito anfíbolítico, itabirito carbonático, itabirito laterítica célicos, itabirito friável silicoso, itabirito duro, itabirito friável pobre, itabirito compacto, itabirito goethítico, itabirito manganesífero, magnetita, limonita, itabirito ocre, itabirito dolomítico, goethita, argila, argila laterítica, canga conglomerada.

tica, canga detrítica, canga química, capeamento rolado, capeamento laterítico, carbonatos, clorita xisto, depósitos sedimentares, coberturas recentes, cobertura laterítica com rolados, filito, saprolitos, gibbissita, caulinitas, material argiloso, metabásica, quartzito, solo laterítico, siltitos, quartzito Moeda, filito Batatal, xisto Piracicaba, zona limonítica brechada, etc. Os estéreis compõem as pilhas de ROM através da diluição do minério nas frentes de lavras e lentes dentro do minério, impactando também nas características do rejeito.

Apesar de haver uma operação de homogeneização do minério oriundo das frentes de lavra, a disposição dos rejeitos nas bacias de rejeito acontece de forma totalmente aleatória, não se relacionando a qualquer critério de controle (teores, composição, granulometria, etc). A depender do uso final que se pretende dar ao material reaproveitado, essa disposição aleatória do rejeito dificulta um eventual controle de processo para fins de uniformidade na alimentação em uma nova planta industrial. Assim, o rejeito (com sua fração grossa e fina) também apresenta enorme variação em termos de composição mineral, teores e granulometria dos minerais de ganga assim considerados até aquele momento, dificultando a obtenção de uma amostra representativa e impactando a avaliação da caracterização tecnológica. O processo de separação do rejeito em frações grossa e fina não é prática em todas as empresas mineradoras de ferro, impactando na possibilidade de empilhamento a seco da fração grossa e menor necessidade de barragens que somente receberiam a fração fina, bem como na característica final.

3. Fatores limitantes gerais

O reaproveitamento de rejeitos, para ser efetivado, necessita que sejam observadas algumas condições, incluindo-se ensaios tecnológicos e avaliações diversas, os quais são determinantes na viabilidade desse propósito, a saber:

Caracterização tecnológica dos resíduos e seus subprodutos

Como já afirmado, a caracterização tecnológica dos resíduos (caracterização mineralógica, granulométrica, química e ensaios tecnológicos específicos para um determinado emprego) faz-se necessária, considerando a variação do ROM e as tecnologias de beneficiamento utilizadas;

Faixas de variação possíveis dentro da caracterização tecnológica para seu

reaproveitamento

É fundamental que seja observada a faixa máxima de variação dos subprodutos para que se defina sua qualidade ou especificação visando sua posterior utilização. Estudos conclusivos devem ser realizados para que se defina o intervalo dessa variação;

Caracterização tecnológica dos produtos que utilizaram os subprodutos dos rejeitos de minério de ferro

A utilização dos resíduos exige uma etapa de caracterização tecnológica para avaliar os possíveis impactos negativos e a verificação da possibilidade do aproveitamento destes rejeitos em outras cadeias produtivas (construção civil, cimento, cerâmica etc.);

Custo da logística dos resíduos

A mineração de ferro tem uma das estruturas de transporte de minério mais competitivas em termos mundiais (com integração mina/transporte/porto) para seus produtos (bitolados, sinter feed, pellet feed e pelotas). No caso dos resíduos não existe essa integração e o uso de caminhões rodoviários teria alto incremento de custo e impacto na infraestrutura. A distância de transporte ao mercado consumidor é um fator crítico na avaliação da viabilidade do reaproveitamento dos resíduos;

Impactos do transporte dos resíduos na logística

Para se ter uma dimensão da escala do reaproveitamento de rejeitos, estimando-se um aproveitamento de 200 Mt de resíduos por ano, seriam necessários 40.000 caminhões por dia, com capacidade de carga de 20 toneladas durante 250 dias úteis/ano. Cada 1 Mt de resíduos gera a necessidade de 200 caminhões/dia em ciclos que variam conforme a distância do mercado consumidor. Sem considerar o impacto nas estradas e um maior congestionamento do trânsito, haveria substancial elevação na quantidade de acidentes e necessidade de reparos nas vias;

Estruturas de armazenamento dos produtos e subprodutos ao longo do fluxo produtivo

De acordo com o tipo de produto e seu uso posterior, a necessidade de estrutura de transporte interno e o fluxo produtivo exigem a utilização de estruturas de armazenamento/estocagem bastante específicas, necessitando de investimentos com impacto no custo de capital. Um erro da avaliação dessa estrutura pode também causar gargalos na produção e nas vendas;

Escala de geração dos rejeitos e descompasso com seu reaproveitamento

Cada utilização do rejeito vai possibilitar uma escala de consumo, sendo algumas de pequeno volume. A quan-

tidade de rejeito é significativamente mais elevada que a capacidade de consumo;

Disponibilidade de capital

Necessidade de linhas de crédito para apoiar o setor e viabilizar a operacionalização do reaproveitamento dos resíduos dentro de parâmetros de competitividade, sustentabilidade e relação custo benefício economicamente aceitável;

Custos específicos conforme o aproveitamento do subproduto (classificação e adequação granulométrica, custo de secagem, etc.)

Para verificação da possibilidade do aproveitamento desses rejeitos, faz-se necessária sua criteriosa avaliação e caracterização. Cita-se o exemplo do processo de geração de pozolanas, que exige controle de qualidade mais rígido de teores e umidade na alimentação (secagem) e rigoroso controle do processo de queima/calcinção no forno (variáveis de operação). Neste caso, a viabilização do uso de rejeitos para produção de pozolanas envolve maior custo de capital (CAPEX) e maiores riscos (operacional, mercado, etc);

Impactos no desempenho/durabilidade e certificação dos produtos

O mercado exige que, na aplicação dos resíduos, não se incorra em maior custo de produção e de utilização e que haja garantia de durabilidade, desempenho e segurança (Ex.: uso de resíduos em rodovias, ferrovias, prédios);

Concorrência com reaproveitamento de resíduos de outras cadeias produtivas

Outras substâncias e cadeias produtivas de base mineral e metalúrgica também são pressionadas a reaproveitarem seus resíduos (fosfato, rochas ornamentais, bauxita/alumina etc.);

Pressão dos stakeholders

Com os desastres ocorridos com as barragens, o nível de co-

brança e pressão dos “stakeholders” tem crescido significativamente, incluída a possibilidade de responsabilização criminal, civil e administrativa. (Quadro 01) ou de interrupção das atividades;

Desconhecimento das cadeias produtivas onde o resíduo pode ter aproveitamento

Cada cadeia produtiva tem suas exigências e especificidades para que o reaproveitamento dos resíduos minimize os impactos negativos delas decorrentes;

Desconhecimento do custo e do mercado

Existem diversos estudos relativos ao reaproveitamento dos resíduos, mas não existem análises de viabilidade econômica e de impacto das propostas. Quando se propõe o uso de resíduos da mineração como minerais de agregados para a construção civil, não se avalia o impacto da oferta desses subprodutos na elasticidade cruzada da demanda da areia;

Desenvolvimento do mercado e garantia da qualidade e segurança dos produtos onde os resíduos foram utilizados

Existe um enorme mercado potencial a ser desenvolvido, mas obter-se um maior ritmo e expressiva capacidade de inserção dos resíduos nas cadeias produtivas, com garantia de qualidade, segurança/durabilidade dos produtos (uso intermediário e final), não é um resultado que se atinge no curto e médio prazos;

Falta de incentivos e medidas regulatórias/normativas

A implantação de incentivos e medidas regulatórias constitui importante desafio a ser superado com vistas ao uso de resíduos da mineração nas cadeias produtivas.

RELAÇÃO DOS “STAKEHOLDERS” ENVOLVIDOS NO SETOR MINERAL

ANM/MME	ONG's	Consumidores	Quilombolas	ONU/OEA
Clientes intermediários	Sindicatos	Ministério Público	Povos indígenas	Órgãos ambientais
Fornecedores	Governo Federal	Grupos políticos	Defesa do consumidor	Patrimônio histórico
Acionistas / CA	Governo Estadual	Órgãos reguladores	Associações locais	Ministério Público
Mídia	Governo Municipal	Bancos e Agentes financeiros	Entidades de classe (CREA, OAB, etc)	
Entidades acadêmicas	Sociedade	Mercado	Entidades religiosas	
Entidades de pesquisa	Comunidade	Auditorias	Mineradores ilegais	
Concorrentes	Poder Judiciário	Polícia	Consultorias	

Quadro 01: Listagem dos “stakeholders” (agentes do setor mineral)

Continua na edição 81

* Mathias Heider é engenheiro de minas da ANM



AMOSTRAGEM SETORIAL

Dados de 2018 trazem indicadores institucionais, econômicos, ambientais e sociais de 12 mineradoras com atuação no Brasil

A décima edição sobre o tema Sustentabilidade na Mineração Brasileira traz os IDS (Indicadores de Desenvolvimento Sustentável) registrados por 12 mineradoras no ano de 2018. São elas: AMG Mineração, AngloGold Ashanti, Aopena, CBA - Cia. Brasileira de Alumínio (dados em separado das unidades de Poços de Caldas e de Mirai/Itamarati de Minas), CMOC International Brasil (dados em separado da Niobras e unidades da Copebras em Catalão, Ouvidor e Cubatão), Copelmi, INB (Indústrias Nucleares do Brasil), Jaguar Mining, MRN (Mineração Rio do Norte), Mineração Usiminas, Nexa Resources e Vale. Excepcionalmente, a Anglo American deixa de publicar seus indicadores devido à paralisação de suas atividades na maior parte do ano passado.

Todas as empresas – 9 de grande porte, duas de médio porte e uma de pequeno porte – desenvolvem suas operações a céu aberto, sendo que 5 também possuem minas subterrâneas. A produção mineral inclui bauxita, carvão, chumbo, cobre, esodumênio, estanho, feldspato, ferro, ferroníquel, fosfato, nióbio, ouro, urânio e zinco. O uso de energia hidrelétrica para a geração de eletricidade predomina nessas plantas, com pouca diversificação para matrizes alternativas, assim como o combustível líquido mais empregado na frota móvel de equipamentos ainda é o diesel. Com taxas de consumo tão elevadas quanto as de energia, a água tem índices de recirculação superiores a 65%, o que demonstra que o principal desafio no uso desse recurso já foi equacionado pelas empresas.

Os dados sobre emissões de gases poluentes são bastante restritos. Três empresas relatam a emissão de dióxido de carbono CO2, duas de particulados, uma de

óxido de enxofre (SOX) e uma de óxido de nitrogênio (NOx). A geração de resíduos industriais é, em grande parte, de materiais não perigosos (Classe I) e o principal método de destinação é a reciclagem. Outras formas de tratamento empregadas são o coprocessamento, disposição em aterros e, em último grau, incineração.

A revegetação anual de áreas impactadas é comum a todas as mineradoras, assim como a preservação de ambientes naturais na forma de APP (Área de Preservação Permanente), RL (Reserva Legal) e RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural). Uma mineradora relatou a ocorrência de cinco acidentes ambientais e outra de 25 no período;

No quadro de funcionários, a terceirização predomina sobre a contratação direta, assim como o nível médio de escolaridade. Os maiores investimentos das empresas se concentram na área de Saúde e Segurança Operacional e, em quase todas as empresas, estão na casa do milhão de reais. O registros de acidentes sem afastamento superam os de acidentes com afastamento e somente uma mineradora informou a ocorrência de dois óbitos - um de funcionário direto e outro de um terceirizado.

A inclusão social no quadro interno é mais significativa na manutenção de funcionários acima de 45 ou 50 anos, conforme o critério adotado pela empresa; poucas mulheres e afrodescendentes ocupam cargos de comando na hierarquia e dez empresas informaram contar com portadores de necessidades especiais contratados. Ações sociais e comunitárias também são práticas comuns às mineradoras, com destaque, em termos de volume, para os investimentos feitos pela AngloGold, CBA, CMOC, MRN, Nexa e Vale.



loadsensing^W

SISTEMA DE MONITORAMENTO SEM FIO

DIGITIZAMOS OS PROCESSOS DE MONITORAMENTO EM MAIS DE 65 MINAS EM TODO O MUNDO



TECNOLOGIA DE RÁDIO IoT

LONGO ALCANCE
Até 15km em linha de visada

BAIXA POTÊNCIA
Até 10 anos



DADOS INSTITUCIONAIS

Nome: AngloGold Ashanti Brasil

Sede: Nova Lima (MG)

Unidades: Córrego do Sítio (em Santa Bárbara/MG), Cuiabá-Lamego (em Sabará/MG) e Serra Grande (em Crixás/GO) e instalações administrativas em Nova Lima/MG

Porte da empresa: Grande

Método de lavra: Sublevel, corte e aterro, open pit

Principais produtos: Ouro em barras

Produção: 493 mil onças de ouro (no Brasil)

Certificações: ISO 9001/14001, OHSAS 18001, NBR17025, Código Internacional de Cianeto, LBMA

DADOS AMBIENTAIS

Área ambiental: 34

Investimento anual: R\$ 23 Milhões

Provisão para fechamento de mina: 15% (média) da receita bruta total

IDS AMBIENTAIS

ENERGIA

Consumo anual: 345.182 MWh

Energia elétrica: 100%

ÁGUA

Consumo anual de água nova: 7 Mm³

Reciclagem/Reutilização: 68,4%

RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Geração total: 4.437,92 t

Não perigosos: 3.449,46 t

Perigosos: 988,06t

Reciclados/Reutilizados: 41,55%

Aterro: 13,26%

Incinerados: 7,14%

Coprocessados: 35,18%

Reprocessamento: 0,2%

BIODIVERSIDADE

Área Protegida/Conservada: 842 ha (Reserva Legal), 786 ha (Área Protegida Compensação) - CDS e 726 ha na RPPN Cuiabá (Sabará) e 146 ha na RPPN Samuel de Paula (Nova Lima)

Revegetação: 9.733 ha/ano

Recursos hídricos: Monitoramento do Rio das Velhas e seus afluentes (Ribeirão Cardoso e Ribeirão Sabará), do Rio de Peixe e seus afluentes (Ribeirão Marinho e Ribeirão Capitão do Mato), do Rio Conceição, Rio São João e seus afluentes e do Rio Vermelho

Despoeiramento: Aspersão móvel e sistemas instalados nas principais fontes estáticas de emissão

Cinturão verde: 642,29 ha (áreas de APP nas margens de rios e lagos)

Fechamento de mina: Método considera a análise de risco ao meio ambiente e às comunidades do entorno, bem como ao meio socioeconômico onde a mina se insere

IDS SOCIAIS

MÃO DE OBRA

Total: 6.675 (**Direta:** 4.798; **Terceirizada:** 1.751; **Estagiários:** 126)

Escolaridade (próprios)

Superior: 695 **Médio:** 3.585 **Fundamental:** 518

TREINAMENTO E EDUCAÇÃO

Investimento anual: R\$ 4.1 Milhões

Média de horas: 48 h/empregado/ano

SAÚDE E SEGURANÇA OPERACIONAL

Acidentes de trabalho sem afastamento: 27

Acidentes de trabalho com afastamento: 43

Recorde de dias trabalhados sem acidentes com perda de tempo: 25 dias (12 a 22/02/2018)

Investimento anual: R\$ 18 Milhões

DIVERSIDADE E OPORTUNIDADES

Funcionários acima de 45 anos: 654

Portadores de necessidades especiais: 193

AÇÕES COMUNITÁRIAS

Investimento anual: R\$ 5,4 Milhões

Cultura: R\$ 2.609.893

Esportes: R\$ 522.500

Saúde e Saneamento: R\$1.020.900

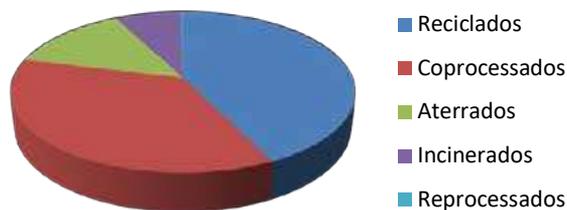
Desenvolvimento de Comunidades: R\$ 563.538

Criança e Adolescente: R\$ 534.000

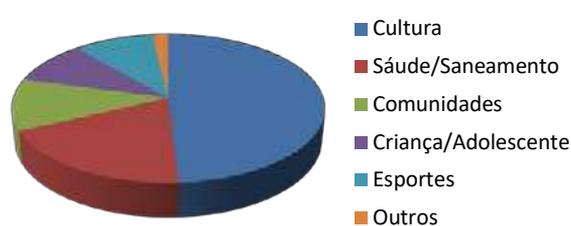
Outros: R\$ 149.169

Beneficiados: 77 mil pessoas

DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS



AÇÕES COMUNITÁRIAS



► Fonte: Cristiane Gouvêa, coordenadora de Comunicação



DADOS INSTITUCIONAIS

Nome: AMG MINERAÇÃO **Sede:** Nazareno
Porte da empresa: Grande **Método de lavra:** A céu aberto em bancadas
Principais produtos: Concentrado de Tântalo, Estanho, Feldspato, Concentrado de Espodumênio
Produção: 481.605 tpa **Certificações:** NI43-101 (Norma Canadense)
Pesquisa mineral: Através de reconhecimento geológico de campo até a sondagem

DADOS AMBIENTAIS

Área ambiental: 05 funcionários **Investimento anual:** R\$ 2.072.357,18
Provisão para Fechamento de Mina: R\$18.035.659,71

IDS AMBIENTAIS

ENERGIA

Consumo anual: 23.695.429,00 kW **Combustíveis líquidos:** 5.531.887,00 l

ÁGUA

Consumo anual: 5.972.823,00 m³ **Reciclagem:** 4.278.904,00 m³ - 72%

EMISSIONES

CO2: 15.630 tpa **Particulados:** 2,73 tpa

RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Geração total: 979,63 t **Não perigosos:** 870,82 t **Perigosos:** 108,81 t

Reciclados/Reutilizados: 807,93 t **Coprocessados:** 116,37 t **Aterro:** 4,7 t

BIODIVERSIDADE

Revegetação média: 10.330 m² **Despoeiramento:** Umidificação de vias e filtro de mangas

Fauna e Flora Preservadas: Manutenção de 358.961,42 m² de áreas reflorestadas (PTRF, APP e RL).

IDS SOCIAIS

MÃO DE OBRA

Total: 957 (Direta: 367; Terceirizada: 560; Estagiários: 30)

ESCOLARIDADE

Superior: 106 **Médio:** 236 **Fundamental:** 25

TREINAMENTO E EDUCAÇÃO

Investimento anual: R\$ 357.998,47 **Média de horas:** 57,30 por funcionário

SAÚDE E SEGURANÇA OPERACIONAL

Acidentes sem afastamento: 0 **Acidentes com afastamento:** 2

Investimento anual: R\$ 4.354.415,66 (custo operacional)

DIVERSIDADE E OPORTUNIDADES (RH)

Mulheres empregadas: 40 **Mulheres em cargos de chefia:** 04

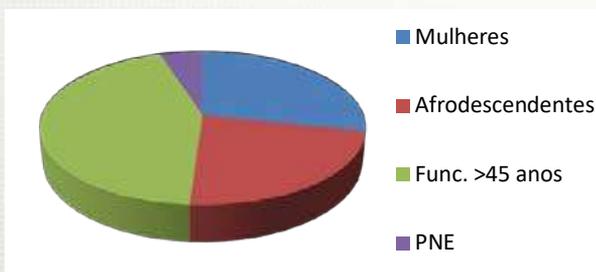
Afrodescendentes empregados: 32 **Afrodescendentes em cargos de chefia:** 2

Funcionários acima de 45 anos: 62 **Portadores de necessidades especiais:** 07

AÇÕES COMUNITÁRIAS

Investimento anual: 128.902,83

DIVERSIDADE E OPORTUNIDADES

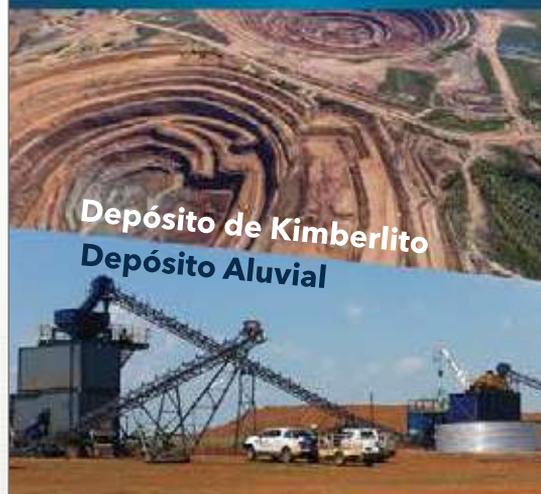


► **Fonte:** João Augusto Dias Silva, gerente geral de Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Qualidade

Modernos classificadores de raios X para recuperação de diamantes



- ◆ Tecnologias XLR e XRT
- ◆ Ampla linha de produtos do primário ao retratamento final
- ◆ Classificador portátil para exploração geológica disponível
- ◆ Granulometria de 0,5 a 75 mm com taxa de recuperação de até 99%
- ◆ Máquinas de alta capacidade com rendimento de até 100 t/h
- ◆ Performance comprovada com mais de 2000 classificadores fornecidos globalmente
- ◆ Principal fornecedor do Grupo ALROSA - líder mundial da indústria de diamantes



Depósito de Kimberlito
Depósito Aluvial

St. Petersburg, Russia
Phone: +7 812 676 1001
marketing@bourestnik.spb.ru
www.bourestnik.com

DADOS INSTITUCIONAIS

Nome: Companhia Brasileira de Alumínio
Sede: Alumínio (SP)
Unidades: Poços de Caldas; Mirai/ Itamarati de Minas (MG)
Método de lavra: A céu aberto
Principais produtos: Bauxita
Produção beneficiada: 467.000 t (PC); 812.751 t (M/IM)
Pesquisa mineral: 1 alvará de pesquisa - PC (939,28 ha); 15 alvarás de pesquisa - M/IM (19.589,48 ha)
Certificações: ISO 14001

DADOS AMBIENTAIS

Área ambiental (funcionários): 02 (PC); 13 (M/IM)
Investimento anual (2018): R\$ 2.128.906,69 (PC); R\$ 13.366.664,87 (M/IM)
Provisão para Fechamento de Mina (2018): R\$ 800.526,06 (PC); R\$ 6.882.424 (M/IM)

IDS AMBIENTAIS

ENERGIA

Consumo anual (kWh): 432.329 (PC); 324.088 (M/IM)
Combustíveis líquidos (l): 289.605 (PC); 1.111.906 (M/IM)

ÁGUA

Consumo anual (m³): 28.110 (PC); 72.835 (M/IM)
Reciclagem/Reutilização (m³): 1.662.088 (M/IM)

RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Geração total (t): 32,0553 (PC); 100,276 (M/IM)
Não perigosos (t): 25,0445 (PC); 65,532 (M/IM)
Perigosos (t): 7,0108 (PC); 34,744 (M/IM)
Recicladados/Reutilizados (t): 22,5285 (PC); 54,401 (M/IM)
Coprocessados (t): 34,560 (M/IM)
Incinerados (t): 4,0341 (PC); 0,004 (M/IM)
Aterro (t): 5,4928 (PC); 11,311 (M/IM)

BIODIVERSIDADE

Revegetação média: 17 ha (PC); 20,5 ha (M/IM)
Recursos hídricos (pontos monitorados): 18 (PC); 189 (M/IM)
Despoeiramento (caminhões pipa): 3 (PC); 7 (M/IM)
Fauna e Flora (RPPN + RL): 1.112 ha (PC); 759 ha (M/IM)
Fechamento de mina (2018): R\$ 907.291,47 (PC); R\$ 6.032.065 (M/IM)
Acidentes Ambientais: 05 (PC); 25 (M/IM)

IDS SOCIAIS

MÃO DE OBRA

PC: 93 (Direta: 52; Terceirizada: 41; Estagiários: 06)
M/IM: 335 (Direta: 159; Terceirizada: 166; Estagiários: 10)

ESCOLARIDADE

PC: Superior: 13 Médio: 39
M/IM: Superior: 63 Médio: 92 Fundamental: 4

TREINAMENTO E EDUCAÇÃO

Investimento anual: R\$11.019,91 (PC); R\$ 80.820 (M/IM)
Média de horas: 2.851 h (PC); 3.180 h (M/IM)

SAÚDE E SEGURANÇA OPERACIONAL

Acidentes de trabalho s/afastamento: 06 (PC); 06 (M); 01 (IM)
Recorde de Dias Trabalhados sem Acidentes sem Afastamento: 1.607 (PC); 780 (M); 3.057 (IM)
Acidentes de trabalho com afastamento: 02 (M)
Recorde de Dias Trabalhados sem Acidentes com Afastamento: 4.009 (PC); 10 (M); 3.056 (IM)
Recorde anterior de Dias Trabalhados sem Acidentes com Afastamento: 1.505 (PC); 113 (M); 715 (IM)
Investimento anual (2018): R\$ 92.507,31 (PC); R\$ 660.184,67 (M/IM)

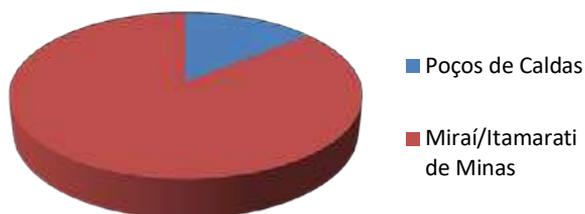
DIVERSIDADE E OPORTUNIDADES

Mulheres empregadas: 07 (PC); 30 (M/IM)
Mulheres em cargos de chefia: 01 (M/IM)
Afrodscendentes empregados: 11 (M/IM)
Afrodscendentes em cargos de chefia: 01 (M/IM)
Funcionários acima de 45 anos: 16 (PC); 24 (M/IM)
Portadores de necessidades especiais: 05 (M/IM)

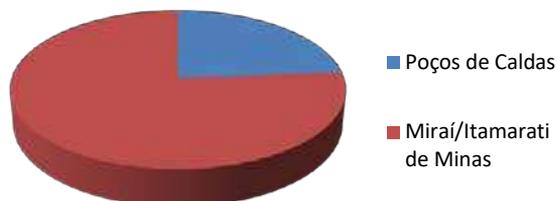
AÇÕES COMUNITÁRIAS (2018)

Investimento anual: R\$ 392.300 (PC); R\$ 1.264.770 (M/IM)
Educação/Cultura: R\$ 140.000 (PC); R\$ 479.000 (M/IM)
Meio Ambiente: R\$ 160.300 (PC); R\$ 284.770 (M/IM)
Geração de renda: R\$ 183.615 (M/IM)
Beneficiados: 3.408 (PC); 10.840 (M/IM) pessoas

INVESTIMENTOS AMBIENTAIS



INVESTIMENTOS SOCIAIS



► Fonte: Ricardo Vinhal, gerente geral de Mineração e Alumina

Viva o Progresso.



Guindastes sobre esteiras heavy-duty - Série HS

- Ampla possibilidade de aplicações
- Extremamente robusto para as operações mais severas
- Tecnologia de acionamento potente e inovadora
- Consumo de combustível e emissões sonoras reduzidos
- Conceito de transporte otimizado

DADOS INSTITUCIONAIS

Nome: CMOC International Brasil

Sede: Cubatão (SP)

Unidades: Copebras Catalão - CT; Copebras Ouvidor - OV; Niobras - NB (GO) e Copebras Cubatão - CB (SP)

Porte da empresa: Grande porte

Método de lavra: A céu aberto

Principais produtos: Ácido Sulfúrico, Fosfórico e Fluossilícico, Fertilizantes Farelados e Granulados, Fosfato Bicálcico e Fosfogesso (CT/OV); Liga de Ferronióbio (NB)

Produção: 1,472 mi t de fertilizantes, 165.338 t de ácidos, 112.143 t de DCP e 8.596 t de liga de ferronióbio

Certificações: ISO 9001/14.001/ 17.025 e OHSAS 18001

DADOS AMBIENTAIS

Área ambiental (funcionários): 03 (NB); 03 (CB); 04(CT/OV); 04 (Corporativo CMOC)

Investimento anual: R\$ 0.98 Milhões (NB); R\$ 3.24 Milhões (CB); R\$ 0,42 Milhões (CT/OV)

IDS AMBIENTAIS

ENERGIA

Consumo anual total (GJ) : 1.304.299,23

Combustível renovável (Biomassa – Eucalipto)= 139,6 m³

Combustíveis líquidos: 7.593.571,56 m³ de gás natural; 17.146,68 m³ de diesel; 1.905,19 m³ de biodiesel; 158,33 m³ de gasolina; 3.267,54 t de óleo combustível; 136,87 t de GLP

ÁGUA

Consumo anual: 3.466.409,56 m³ (captação de águas superficiais); 5.079.295,44 m³ (captação de águas subterrâneas); 116.533,95 m³ (outras captações - ex.: Sabesp)

Reciclagem/Reutilização média: 76%

EMISSIONES

CO2: 254.512,18 t **SO2:** 2.117 t **NOX:** 89 t

Particulados: 403 t **Flúor:** 29 t **Amônia:** 3 t

RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Geração total: 6.649,09 t **Não perigosos:** 6.071,26 t

Perigosos: 577,83 t

Reuso/Reciclo/Recuperação/Coprocessamento: 3.722,78 t

Aterro: 2.074,27 t **Incineração:** 0,04 t

Tratamento físico-químico ou biológico: 852,00 t

BIODIVERSIDADE

Revegetação média (ha): 10 (CT); 0,6726 (CB)

Recursos hídricos: 100% dos pontos de captação de água e lançamento de efluentes outorgados junto aos órgãos ambientais competentes.

Despoeiramento: Sistemas de lavadores de gases, filtros mangas, ciclones, torres de absorção, aspersores e umectação de vias e taludes com utilização de caminhão pipa

Lagos Artificiais: 02 lagoas ornamentais (CB e NB)

Fauna e Flora Preservadas: CB: 332 ha (APP preservada e área acima da Serra do Mar); NB: 637,12 ha (blocos Operacional, URL

2, Mina Boa Vista, Projeto Coqueiros e Fazenda Matinha); **CT/OV:** 2.312,42 ha (blocos Fazenda Niquelândia e Ipameri, Pilha de estéril e bloco maior de CT até OV)

IDS SOCIAIS

MÃO DE OBRA

CT: 1.050 (Direta: 489; Terceirizada: 554; Estagiários: 07)

OV: 780 (Direta: 261; Terceirizada: 515; Estagiários: 04)

CB: 807 (Direta: 291; Terceirizada: 512; Estagiários: 04)

NB: 1.799 (Direta: 561; Terceirizada: 1.228; Estagiários: 10)

CMOC: 223 (Direta: 203; Estagiários: 20)

ESCOLARIDADE

Superior: 554 **Técnico:** 418 **Médio:** 759

Treinamento e Educação

Investimento anual: R\$ 147.140,99 (CT); R\$ 135.790,99 (OV); R\$ 96.746 (CB); R\$ 248.789,99 (NB)

Carga horária anual (h): 13.305 (CT); 4.640 (OV); 3.728 (CB); 10.628 (NB)

SAÚDE E SEGURANÇA OPERACIONAL

Acidentes de trabalho s/afastamento: 08 (NB); 01 (CB); 06 (CT); 05 (OV)

Acidentes de trabalho com afastamento: 01 (NB); 04 (CB); 01 (OV)

Recorde de Dias Trabalhados sem Acidentes: 92 (NB); 147 (CB); 180 (CT); 136 (OV)

Investimento anual em Segurança (em ativos via CAPEX): R\$ 9,36 Milhões (NB); R\$ 6.51 Milhões (CB); R\$ 1.25 milhões (CT); R\$ 2.63 Milhões (OV)

Investimento anual em Saúde (em ativos via CAPEX): R\$ 90 mil (NB); R\$ 20 mil (OV)

DIVERSIDADE E OPORTUNIDADES

Mulheres empregadas: 217 (32/CT; 20/OV; 15/CB; 53/NB; 97/CMOC)

Em cargo de chefia: 21 (02/CT; 2/OV; 03/CB; 14/CMOC)

Funcionários acima de 45 anos: 409 (100/CT; 83/OV; 94/CB; 94/NB; CMOC/38)

Portadores de necessidades especiais: 66 (23/CT; 10/OV; 07/CB; 15/NB; CMOC/11)

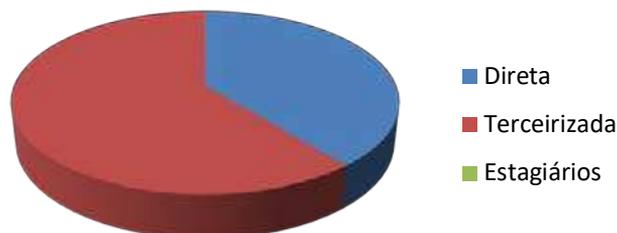
AÇÕES COMUNITÁRIAS

Investimento anual: R\$ 2.078.244,77

Aplicação: 11 projetos incentivados e 6 projetos privados

Beneficiados: 9.636 pessoas (1.771 em projetos incentivados e 7.865 em projetos privados)

MÃO DE OBRA



► Fonte: Carlos Gabriel Santos – Comunicação

ENGENHARIA DE VALOR AGREGADO PARA O SEU PROJETO DE MINERAÇÃO

DADOS INSTITUCIONAIS

Nome: Copelmi Mineração Ltda **Sede:** Porto Alegre (RS)
Unidades: Minas de Arroio dos Ratos/Calombo (Arroio dos Ratos e Butiá/RS); Mina B3 (Butiá/RS), Mina do Cerro (Cachoeira do Candiota/RS, Mina do Seival (Candiota/RS). Entrepósitos de Abastecimento de Charqueadas e Triunfo
Porte da empresa: Médio porte **Método de lavra:** Strip mining
Principais produtos: Carvão mineral **Capacidade Instalada (t):**
Britagem: 3.350.000 (Mina do Recreio); 3.000.000 (Mina do Seival)
Blendagem: 1.670.000 (Mina do Recreio); 2.800.000 (Mina do Seival)
Lavagem: 2.680.000 (Mina do Recreio) **Lavagem a seco:** 580.000 (Mina do Seival)
Produção: 1.022.000 t (Mina B3); 906.000 t (Mina Arroio dos Ratos/Calombo); 100.000 t (Mina do Cerro) **Certificações:** ISO 14001

DADOS AMBIENTAIS

Área ambiental: 06 funcionários **Investimento anual:** R\$ 6.000.000
Provisão para fechamento de mina: R\$ 1.500.000

IDS AMBIENTAIS

ENERGIA

Consumo anual: 9,9 Milhões kWh **Combustíveis líquidos:** 12,5 Milhões l

ÁGUA

Consumo anual: 2,75 Milhões m³ **Reciclagem/Reutilização:** 97%

EMISSIONES

CO2: 0,87% v/v **NOX:** 81,37% v/v **Particulados:** 15,68 mg/Nm³

RESÍDUOS

Geração total: 83,1 t **Não perigosos (aterro):** 18,5%
Perigosos (coprocessamento): 2,6% **Reciclados/Reutilizados:** 79,7%
Incinerados: 0,2%

BIODIVERSIDADE

Recuperação de áreas mineradas (2018): 62,62 ha (6,89 ha na Mina do Seival; 24 ha na Mina do Recreio; 11 ha na Mina de Arroio dos Ratos; 5,72 ha na Mina dos Calombos; 15 ha na Mina do Cerro
Reposição florestal (plantio de mudas nativas): 5.702 mudas (97,3% na Mina Faxinal; 2,7% na Mina do Seival)

IDS SOCIAIS

MÃO DE OBRA

Total: 852 funcionários **Direta:** 31% **Terceirizada:** 68% **Estagiários:** 1%

ESCOLARIDADE

Superior: 14% **Médio:** 27,5% **Fundamental:** 58,5%

TREINAMENTO E EDUCAÇÃO

Investimento anual: R\$ 150.000 **Média de horas:** 10h/empregado/ano

SAÚDE E SEGURANÇA OPERACIONAL

Acidentes sem afastamento: 02 **Acidentes com afastamento:** 05
Recorde de Dias Trabalhados sem Acidentes: 159
Investimento anual: R\$ 3.200.000

DIVERSIDADE E OPORTUNIDADES

Mulheres empregadas: 16
Mulheres em cargos de chefia: 04
Afrodscendentes empregados: 09

► **Fonte:** Alexandre Grigorieff, diretor adjunto de Operações

SERVIÇOS COMPLETOS DE EPCM

GESTÃO DE PROCURA

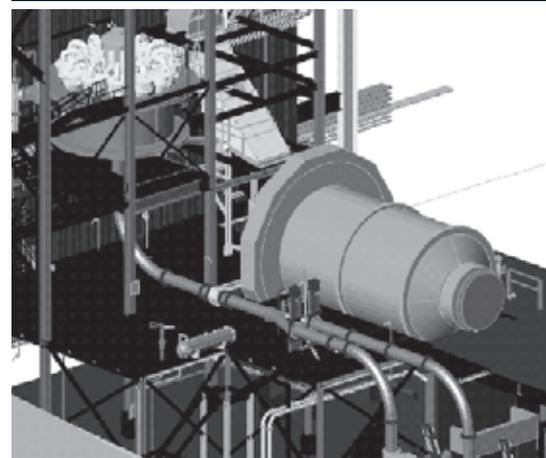
ENGENHARIA DE PROCESSOS, MECANICA, ELÉTRICA, CIVIL E ESTRUTURAL,

ESTUDOS TRADE-OFF

GESTÃO DA CONSTRUÇÃO

CONSULTORIA EM ESTABILIDADE DE BARRAGENS E ENCOSTAS, OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS, HIDROGEOLOGIA, CONSUMO DE ENERGIA, ETC.

SERVIÇOS DE ENGENHARIA E GESTÃO DESDE O CONCEITO ATÉ A REALIDADE



WWW.SAXUMING.NET

INFO@SAXUMING.NET

USA / BRASIL / ARGENTINA

DADOS INSTITUCIONAIS

Nome: Indústrias Nucleares do Brasil

Sede: Rio de Janeiro (RJ)

Unidades: Unidade de Concentrado de Urânio em Caetité (BA)

Porte da empresa: Grande

Método de lavra: A céu aberto

Principais produtos: Diuranato de Amônio

DADOS AMBIENTAIS (2018)

Área ambiental: 21 funcionários

Investimento anual: R\$ 46.711,02

IDS AMBIENTAIS

ENERGIA

Consumo anual: 1.844.532,32 KWh

Combustíveis líquidos: Diesel, Gasolina e BPF

ÁGUA

Consumo anual: 25.625 m³

Reciclagem/Reutilização: 1.834 m³

EMISSIONES

CO: 121,27 mg/m³ **NOX:** 1,44 µg/m³ **Particulados:** 35,8 µg/m³

RESÍDUOS

Geração total: 133 t

Não perigosos: 67 t **Perigosos:** 4 t

Reciclados/Reciclados: 13 t **Incinerados:** 4 t **Aterro:** 14 t

BIODIVERSIDADE

Revegetação média: 3,5 ha

Recursos hídricos: Provenientes de barramento no Córrego Cachoeira e de poços tubulares

Despoeiramento: Aspersão de água nas vias de produção

Fauna e flora preservadas: 1.200 ha de vegetação nativa

Fechamento de mina: Fechamento parcial da cava com estéril e revegetação da área

Acidentes Ambientais: 0

IDS SOCIAIS

MÃO DE OBRA

Total: 383 [**Direta:** 270; **Terceirizada:** 113; **Estagiários:** 04;

Jovens Aprendizes: 13]

ESCOLARIDADE (NÃO TERCEIRIZADO)

Superior: 68 **Técnico:** 67 **Médio:** 131 **Fundamental:** 4

TREINAMENTO E EDUCAÇÃO

Investimento anual: 27.949,45

Média de horas: 1.476 h

SAÚDE E SEGURANÇA OPERACIONAL

Acidentes de trabalho sem afastamento: 02

Acidentes de trabalho com afastamento: 03

Recorde de Dias Trabalhados sem Acidentes: 91 dias

Investimento anual: 1.333.642,49

DIVERSIDADE E OPORTUNIDADES

Mulheres empregadas: 66

Mulheres em cargos de chefia: 02

Funcionários acima de 45 anos: 81

Portadores de necessidades especiais: 01

AÇÕES COMUNITÁRIAS

Saúde/Saneamento: Empréstimo de área à Prefeitura para funcionamento do CRAS (Centro de Referência de Assistência Social)

Educação/Cultura: Espaço INB de Ciência, Tecnologia e Cultura; Serviço de Informação ao Cidadão Eletrônico (e-SIC); Apoio ao "Terno de Reis" de Caetité e Região; Projeto Jovem Aprendiz; Estágio de Nível Médio e Superior; Visitas Guiadas à Unidade de Concentrado de Urânio-URA; Visitas de Famílias na Empresa – FEM; Palestra, sob demanda, em Instituições de Ensino; Programa "Conversa com a Vizinhaça"; Distribuição de brinquedos nas comunidades vizinhas no Natal; e Oficina de Fotografia com Celular no Espaço INB.

Meio Ambiente: Oficina de Terrário no Espaço INB; Doação de Mudanças para o público interno e externo, totalizando 2.275 mudas doadas em 2018s; INB Kids – ação de educação ambiental infantil no Espaço INB

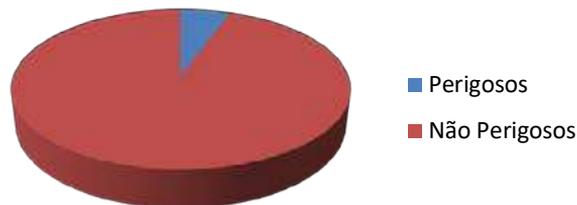
Outras Informações Pertinentes: Os resíduos orgânicos são encaminhados para o processo de compostagem no Horto Florestal e transformados em aproximadamente 38 t de composto orgânico (matéria compostada a partir da mistura de resíduos orgânicos, esterco e restos de poda), utilizados nas atividades de recuperação de áreas degradadas.

Em 2018 foram realizados 56 treinamentos com a temática de Gerenciamento de Resíduos Sólidos na INB Caetité, atingindo 358 empregados. Esses treinamentos tiveram como objetivo conscientizar os empregados quanto à responsabilidade de cada fator no processo de gerenciamento de resíduos sólidos na URA e, especialmente, a importância da segregação adequada de resíduos no sucesso do programa.

As fontes de emissão de gases da INB se limitam a uma caldeira de pequeno porte (quando em funcionamento) e à descarga de veículos (frota pouco relevante quando comparado a um ambiente urbano).

Em 2018, a INB focou nos preparativos para a abertura da Mina do Engenho que, atualmente, aguarda a emissão da licença para poder iniciar a produção de urânio.

GERAÇÃO DE RESÍDUOS



► Fonte: Andréa C. O. Borba, gerente de Segurança, Radioproteção e Ambiental

DADOS INSTITUCIONAIS

Nome: Jaguar Mining INC **Sede:** Belo Horizonte/MG
Unidades: Conceição do Pará (Mina Turmalina - MTL), Santa Bárbara (Mina Pilar) e Caeté (Mina Roça Grande)
Porte da empresa: Empresa júnior
Método de lavra: Subterrânea **Principais produtos:** Ouro
Produção: 74.530 oz

DADOS AMBIENTAIS

Área ambiental: 12 funcionários **Investimento anual:** R\$ 4.119.137,00

IDS AMBIENTAIS

ENERGIA

Consumo anual: 82,731 MWh
Combustíveis líquidos: 57.566,98 l

ÁGUA

Consumo anual: 931.517 m³ **Reciclagem/Reutilização:** 73%

RESÍDUOS

Geração total: 1.096,7 t
Não perigosos: 60,2% s(Classe II) **Perigosos:** 39,8% (Classe I)
Reciclados/Reutilizados: 21% **Coprocessados:** 11%
Incinerados: 11% **Aterro:** 53%

BIODIVERSIDADE

Área Protegida/Conservada: 312,27 ha (Reserva Legal)
Revegetação média: 22 ha
Recursos hídricos: Redes de monitoramento nas áreas de atuação com avaliação da qualidade da água superficial e subterrânea.
Despoeiramento (Sistema): Sistemas de aspersão fixa e móvel no controle da poeira das unidades.
Fauna: Monitoramento da fauna terrestre durante os períodos secos e chuvosos, por meio da avaliação de itens como frequência, diversidade e resiliência das espécies
Fechamento de mina: A Jaguar possui uma equipe dedicada à imediata recomposição ambiental das áreas impactadas pela mineração, principalmente por meio do controle da drenagem pluvial e da revegetação
Acidentes Ambientais: 0

IDS SOCIAIS

MÃO DE OBRA

Total: 1.551 funcionários
Direta: 1.022 **Terceirizada:** 529 **Estagiários:** 14
Escolaridade

► **Fonte:** Priscilla Campos (Comunicação Corporativa)

A FORÇA DA TECNOLOGIA



Peneiras vibratórias e soluções para processamento mineral.

A Haver & Boecker possui experiência de mais de 40 anos em desenvolvimento, construção e fornecimento de equipamentos para indústrias de mineração, tais como peneiras vibratórias, disco pelotizador, sistema de lavagem, excitadores, telas industriais, serviços e outros.



Saiba mais sobre as peneiras vibratórias Haver & Boecker

PROCESSAMENTO MINERAL
 +55 19 3879 9187
 dmoreno@haverbrasil.com.br
 www.haverbrasil.com.br

HAYER & BOECKER



DADOS INSTITUCIONAIS

Nome: Mineração Rio do Norte – MRN
Sede: Porto Trombetas/Oriximiná (PA)
Unidade: Porto Trombetas (PA)
Porte da empresa: Grande
Método de lavra: A céu aberto/Stripping mine
Produto: Bauxita
Produção: 14,5 Mtpa
Certificações: ISO 14001 e OHSAS 18001

DADOS AMBIENTAIS

Área ambiental: 24 funcionários diretos; 70 indiretos; 250 temporários
Investimento anual: R\$ 12 Milhões

IDS AMBIENTAIS

ENERGIA

Consumo anual: 223,75 GWh
Combustíveis líquidos: 100%

AGUA

Consumo anual (mina+porto): 24,03 Mm³
Reciclagem: 76,69%

EMISSIONES

Secador A*	Secador B*
CO: 43,30 mg/Nm ³	CO: 39,34 mg/Nm ³
SO₂: 64,31 mg/Nm ³	SO₂: 31,30 mg/Nm ³
NOX: 72,31 mg/Nm ³	NOX: 87,91 mg/Nm ³
Particulados: 101,22 mg/Nm ³	Particulados: 87,26 mg/Nm ³
Secador C*	Usina de Geração II
CO: 37,12 mg/Nm ³	SO₂: 2.479,75 mg/Nm ³
SO₂: 63,48 mg/Nm ³	NOX: 8.177,92 mg/Nm ³
NOX: 91,61 mg/Nm ³	Particulados: 11,6 mil mg/Nm ³
Particulados: 53,71 mg/Nm ³	

*Média Mensal

RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Geração total: 3.033,32 t
Não perigosos: 2.355,73 t **Perigosos:** 677,59 t
Reciclados: 77,89% **Coprocessados:** 21,50%
Incinerados: 0,62%

RESÍDUOS DOMÉSTICOS

Geração total: 2.485,70 t
Coprocessados (reaproveitamento): 15,19 t (0,61%)
Aterro (células de confinamento): 1.072,80 t (43,16%)
Aterro (resíduos inertes): 1.312,39 t (52,80%)
Incinerados: 85,32 t (3,43%)

BIODIVERSIDADE

Revegetação média: 471,7 ha/ano
Recursos hídricos: Monitoramento do Rio Trombetas e Igarapés Água Fria, Fundão, Papagaio, Periquito, Saracá, Sacarazinho, Almeidas, Aviso, Araticum, Severino, Urupuanã, São João e Jamari e do lago Sapucaá. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas nos platôs em operação (Saracá, Almeidas e Aviso), em descomissionamento (Papagaio e Periquito) e nas novas

minas (Platôs Bacaba, Bela Cruz, Arama, Cipó, Teófilo, Monte Branco e Greigh)
 Viveiro de mudas: Produção de 800 mil mudas por ano
Despoeiramento: Sistemas instalados no depósito de estocagem de bauxita seca e caminhões pipa com supressores de particulado nas minas
Fechamento de mina: Após a lavra, c/a conformação do terreno, espalhamento de solo orgânico (Top Soil), plantio de mudas de espécies nativas da Amazônia (60 a 80 espécies diferentes) e incorporação da área revegetada ao programa monitoramento de reflorestamento, p/acompanhamento da flora e fauna

IDS SOCIAIS

MÃO DE OBRA

Total: 4.217 (**Direta:** 1.400; **Terceirizada:** 2.817)

ESCOLARIDADE

Superior: 15,64%; **Médio:** 81,14%; **Fundamental:** 2,64%;
Fundamental incompleto: 0,57%

TREINAMENTO E EDUCAÇÃO

Investimento anual: R\$ 1.742.073,95 (9,76 h/empregado/ano)

SAÚDE E SEGURANÇA OPERACIONAL

Acidentes de trabalho diretos e indiretos:
S/afastamento: 0,88; **C/afastamento:** 0,44 (1 MHHT)
Investimento anual: R\$12.710.347,84

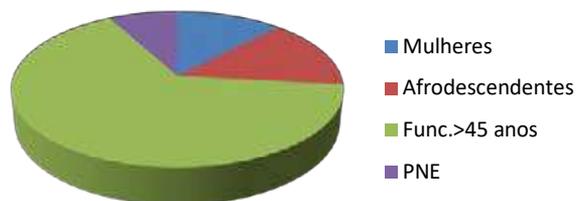
DIVERSIDADE E OPORTUNIDADES

Mulheres empregadas: 89; 5 em cargos de chefia
Afrodescendentes empregados: 107; 6 em cargos de chefia
Func.>45 anos: 478 **Port.Nec.Esp.:** 58

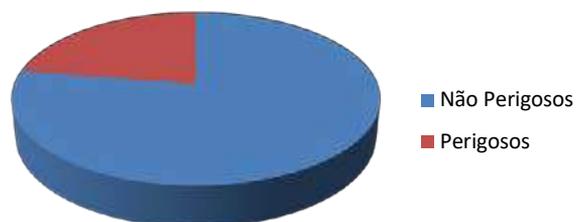
AÇÕES COMUNITÁRIAS

Investimento anual: R\$13.860.000
Saúde/Saneamento: 6 projetos **Educação/Cultura:** 9 projetos
Meio Ambiente: 3 projetos **Geração de renda:** 5 projetos

DIVERSIDADE E OPORTUNIDADES



RESÍDUOS INDUSTRIAIS



► Fonte: MRN



Obtenha a solução ideal para os rejeitos de acordo com sua necessidade

As soluções para disposição de rejeitos estão sendo constantemente aprimoradas. E sabemos que cada planta tem suas características específicas, o que torna cada solução praticamente única. E é exatamente por isso que você precisa de um parceiro com experiência e com diferentes soluções provadas e aprovadas.

Há inúmeros benefícios para a parceria com um único fabricante, capaz de fornecer a solução completa para desaguamento, manuseio, homogeneização e disposição dos rejeitos. Inicialmente, você terá acesso a uma completa avaliação, que proporcionará a definição da solução ideal, com base nas necessidades e

disponibilidades específicas de seu projeto. Nós fazemos análises comparativas de soluções, a fim de oferecer os melhores processos e tecnologias, capazes de aprimorar a segurança e minimizar riscos e impactos ambientais de sua operação.

[FLSmidth.com](https://www.flsmidth.com)

DADOS INSTITUCIONAIS

Nome: Mineração Usiminas S.A

Sede: Belo Horizonte (MG)

Unidades: Minas Oeste e Central (Itatiaiuçu/MG); Mina Leste (Mateus Leme/MG)

Porte da empresa: Grande porte **Método de lavra:** A céu aberto

Principais produtos: Granulado fino, granulado grosso, sinter feed, pellet feed e concentrado

Produção: 5,6 Mt **Pesquisa mineral:** 16 alvarás de pesquisa

Certificações: ISO 9001:2015

DADOS AMBIENTAIS (2018)

Área ambiental: 30 funcionários

Investimento anual (CAPEX + OPEX): R\$ 2.847.691,22

Provisão para Fechamento de Mina: R\$ 203.707.042,15

IDS AMBIENTAIS (2018)

ENERGIA

Consumo anual: 965.269,89 GJ

Combustíveis líquidos: 385.792,29 GJ

ÁGUA

Consumo anual: 1.701.370 m³

Reciclagem/Reutilização: 96% [40.832.875 m³]

RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Geração total: 1.288,62 t

Não perigosos: 1.137,53 t

Perigosos: 151,08 t

Reciclados/Reutilizados: 59,77 t **Coprocessados:** 69,58 t

BIODIVERSIDADE

Revegetação média: De acordo com a disponibilidade de áreas não operacionais liberadas para recuperação

Recursos hídricos: Foco na redução do consumo por meio da recirculação de água no processo produtivo

Despoeiramento: Aspersão periódica de água por caminhões pipa nas vias de acesso e frentes de lavra

Cinturão Verde: Corredor Ecológico formado por duas áreas de vegetação nativa (109,36 e 27,21 ha), totalizando 136,57 ha, no entorno das minas Minas Oeste e Central e na face norte da Serra Azul, em Mateus Leme. Quatro novas áreas para compensação florestal foram recém aprovadas pelo órgão ambiental, totalizando cerca de 25,96 ha. A preservação dessas áreas permitirá o deslocamento da fauna, mantendo o fluxo gênico das espécies que compõem os ecossistemas locais e garantindo fontes de propágulos das fitofisionomias presentes na Serra Azul

Fauna e Flora Preservadas: Os resultados do Programa de Monitoramento de Fauna em todo o complexo da Mineração Usiminas demonstram que a vegetação remanescente na Serra Azul ainda é capaz de manter grande diversidade da fauna, provavelmente em função da diversidade de fisionomias vegetacionais, distribuídas como mosaicos de vegetação interconectados. Além disso, a Mineração Usiminas vem continuando o monitoração e proteção de suas APP's e Reservas Legais.

Fechamento de mina: Plano Conceitual de Fechamento de Mina (PAFEM) Integrado para as minas Oeste, Central e Leste,

protocolado em 17/04/2015. Esse plano poderá sofrer revisões teóricas decorrentes de condições de mercado, avanços tecnológicos ou eventuais mudanças na legislação. A MUSA conhece as legislações aplicáveis ao Plano de Fechamento de Mina, de forma que o mesmo seja executado de acordo com a legislação vigente. **Acidentes Ambientais:** 0

IDS SOCIAIS

MÃO DE OBRA- DEZEMBRO 2018

Total: 1.490 funcionários (**Direta:** 964; **Terceirizada:** 526)

ESCOLARIDADE - DEZEMBRO 2018

Superior: 185 **Médio:** 615 **Fundamental:** 164

Treinamento e Educação (Dezembro/2018)

Investimento anual: R\$ 664.520,68

Média de horas: 59,20n/empregado

Saúde e Segurança Operacional (Dezembro/2018)

Acidentes de trabalho sem afastamento: 5 (cinco)/ Taxa de Frequência (TF) - 1,74

Acidentes de trabalho com afastamento: 1 (um)/ Taxa de Frequência (TF) - 0,35

Recorde de Dias Trabalhados sem Acidentes: 214 dias

DIVERSIDADE E OPORTUNIDADES- DEZEMBRO 2018

Mulheres empregadas: 70

Afrodescendentes empregados: 79

Afrodescendentes em cargos de chefia: 2

Funcionários acima de 45 anos: 201

Portadores de necessidades especiais: 39

AÇÕES COMUNITÁRIAS (DEZEMBRO/2018)

Investimentos através da Lei Estadual de Incentivo à Cultura - ICMS/MG): R\$ 376.351,52

Observatório da Diversidade Cultural: R\$ 150.000 (Manutenção das Atividades)

Kabana Itinerante - Os Olhos do Surubim Rei: R\$ 84.210,53

20 Anos Galpão Cine Horto: R\$ 49.956,78 (Manutenção e Programação 2018)

Circuito de Cultura no Interior 2018: R\$ 65.868,42

Adultos em Cena: R\$ 26.315,79

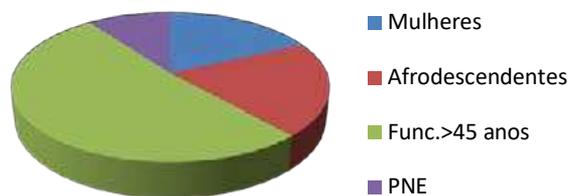
Investimentos através do FIA - Fundo da Infância e Adolescente e Fundo do Idoso: R\$ 407.000

FIA: R\$ 222.000 (R\$ 37.000/Itaúna; R\$ 148.000/Itatiaiuçu e R\$ 37.000/Mateus Leme)

Fundo do Idoso: R\$ 185.000 (R\$ 37.000/Itaúna e R\$ 148.000/Itatiaiuçu)

Ações de Voluntariado: Inverno Solidário, Manhã V e Natal Solidário

DIVERSIDADE E OPORTUNIDADES



► Fonte: André Chaves, gerente geral de Sustentabilidade

DADOS INSTITUCIONAIS

Nome: Apoena
Sede: Pontes e Lacerda (MT)
Unidades: Ernesto/Pau-a-Pique e São Francisco
Porte da empresa: Médio
Método de lavra: Lavra a céu aberto e subterrânea
Principais produtos: Ouro
Produção: 59.378 oz
Pesquisa mineral: US\$ 2.946,967,00
Certificações: ISO 14001 e OHSAS 18001 (ambas em processo de obtenção)

DADOS AMBIENTAIS

Área ambiental: 10 funcionários (6 diretos e 4 terceirizados)
Investimento anual: R\$ 1,5 Milhão
Provisão para Fechamento de Mina: R\$ 4 Milhões

IDS AMBIENTAIS

ENERGIA

Consumo anual: 41,3 Mwh (energia elétrica/rede)

Combustíveis líquidos: 37.300 l (diesel/geradores)

ÁGUA

Consumo anual: 656.624m³

Reciclagem/Reutilização: 1.460.710 m³

EMISSIONES

CO2: 722,5 t

RESÍDUOS

Geração total: 198,8 t

Não perigosos: 62%

Perigosos: 38%

BIODIVERSIDADE

Revegetação média: 43 ha com espécies nativas

Recursos hídricos: Outorga válida e expedida pelo órgão regulador para captação de água no Córrego Lavrinha.

Monitoramento hídrico trimestral de entorno (água superficial e subterrânea), totalizando 12 pontos de coleta. Monitoramento mensal de potabilidade e efluentes, com 10 pontos de coleta

Viveiro de mudas: 36.837

Despoeiramento: Cinco caminhões-pipa atuam nas áreas operacionais da mina e acessos. Há um sistema de aspersores na rampa principal da mina subterrânea e no britador

Fauna e flora preservadas: Campanha semestral de monitoramento por profissionais habilitados, com protocolo do relatório técnico gerado no órgão ambiental do Estado

Fechamento de mina: Pilhas e cavas serão reabilitadas à condição paisagística local. Áreas Industriais e de Infraestrutura serão descontaminadas, descomissionadas e desmontadas, com posterior recuperação/ reflorestamento. Após o fechamento, será mantido um plano de monitoramento e acompanhamento ambiental mínimo de cinco anos, garantindo um ambiente saudável

Acidentes Ambientais: 0

IDS SOCIAIS

MÃO DE OBRA

Total: 814 (**Direta:** 340; **Terceirizada:** 474; **Estagiários:** 3)

ESCOLARIDADE

Superior: 55 **Médio:** 191 **Fundamental:** 94

TREINAMENTO E EDUCAÇÃO

Investimento anual: R\$ 166.232,00

► **Fonte:** Roseli Rodrigues, Consultora em Comunicação e Comunidades.



No presente, a maior parte dos rejeitos de mineração são desaguados por sedimentação estática em bacias de rejeitos. O impacto ambiental nesses enormes reservatórios é dramático. Esse método de descarte também resulta em perdas de água de processo por evaporação, podendo ser ainda mais significativo em áreas onde a disponibilidade de água fresca não é facilmente acessível.

Rejeitos de mineração não precisam ser armazenados desta forma. Existe um crescente uso de técnicas de desaguoamento de rejeitos minerais.

O uso de centrífugas **FLOTTWEG** possui uma série de vantagens sobre outras tecnologias.

Baseado em questões como impactos ambientais, espaço requerido para o tratamento e custos de investimento, segurança e robustez na operação, a separação mecânica de sólidos e líquidos por força centrífuga em equipamentos **FLOTTWEG** está se tornando cada vez mais relevante e presente na mineração moderna e processamento de minerais.

DADOS INSTITUCIONAIS

Nome: Nexa Resources
Sede: Luxemburgo (LUX)
Unidades: 4 unidades no Peru (Cajamarquilla, Cerro Lindo e Complexo Cerro Pasco – Atacocha e El Porvenir) e 4 no Brasil (minas de Vazante e Morro Agudo e plantas de metalurgia em Três Marias e Juiz de Fora - MG)
Porte da empresa: Grande Porte
Método de lavra: A céu aberto e subterrânea
Principais produtos: Zinco, Chumbo e Cobre
Produção: 607 mil t de zinco metálico; 52 mil t de chumbo contido; 39 mil t de cobre contido.
Pesquisa mineral: Para ampliação da vida útil das minas, desenvolvimento de projetos greenfield existentes e acréscimo de novas reservas e recursos, com a prospecção de novas áreas com potencial para a mineração
Investimentos em P&D: US\$ 9,2 Milhões c/ foco em inovação
Certificações: ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001

DADOS AMBIENTAIS

Investimento anual: US\$ 95,1 Milhões

IDS AMBIENTAIS

ENERGIA

Consumo: 14.970.823 GJ
Elétrica: 78,41% (18,6% de geração própria) **Coque:** 3,89%
Óleos: 14,35% **Gás Natural:** 2,88% **Outros:** 0,42%

ÁGUA

Reciclagem/Reutilização: 66% de água recirculada.

EMISSIONES

CO2e: 1.269.675t
Escopo 1: 657.672tCO2e **Escopo 2:** 581.342tCO2e
Escopo 3: 30.661tCO2e

RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Geração total: 19.268,15 mil t
Não perigosos: 6.237,42 mil t **Perigosos:** 13.030,73 mil t
Destinação: Disposição em Barragens; Empilhamento a Seco (dry stack) ou retorno à mina p/recomposição de áreas lavradas (backfill)

BIODIVERSIDADE

Recursos Hídricos: Monitoramento a montante e a jusante dos pontos de lançamento de seus efluentes, das águas subterrâneas e dos principais corpos hídricos sob a influência das unidades.
Despoeiramento: Sistemas instalados em todas as unidades
Fechamento de mina: As etapas de concepção de novos projetos e operação das unidades de mineração e metalurgia já são conduzidas com a visão futura de fechamento. O Plano de Descomissionamento inclui: 1) Estudo de Alternativa de Uso Futuro (diagnóstico, com caracterização social do município,

levantamento de recursos econômicos e sociais, potencialidades e o que pode ser desenvolvido em longo prazo); 2) Caracterização Ambiental (meio biótico e físico); 3) Para unidades já em operação, investigação de áreas contaminadas (passivos); 4) Diagnóstico de estruturas civis, equipamentos, etc, e destinação dos materiais; 5) Análise dos dados, avaliação dos prós e contras de usos futuros, de valoração dos custos de desmobilização, reabilitação, programas sociais, obrigações legais de fechamento e custos de passivos; 6). Cronograma físico-financeiro. O plano é revisado a cada 5 anos

IDS SOCIAIS

MÃO DE OBRA (BRASIL E EXTERIOR)

Total: 18.999 empregados
Direta: 5.591 **Terceirizada:** 13.408

TREINAMENTO E EDUCAÇÃO

Investimento: US\$ 2 Milhões **Carga horária média:** 200 mil h/ano

SAÚDE E SEGURANÇA OPERACIONAL

Taxa de Frequência de Acidentes c/s Afastamento: 2,23
Obs.: N° de acidentes com e sem afastamento x 1M/horas-homem trabalhadas **Óbitos:** 0

DIVERSIDADE E OPORTUNIDADES

Mulheres: 11,7% **Funcionários acima de 50 anos:** 16%

AÇÕES COMUNITÁRIAS

Investimento: US\$ 10,4Milhões
Gestão Pública e Participação Social1: 11%
Infância & Juventude2: 17% **Socioambiental3:** 5%
Desenvolvimento Econômico4: 21% **Outros5:** 46%

1(Apoio à Gestão Pública para melhoria de sua cadeia de processos, no uso dos recursos públicos e atendimento à população; à formação de lideranças comunitárias; à articulação de atores e organizações sociais, etc); 2(Fortalecimento da rede de proteção de crianças e adolescentes; promoção de grupos e coletivos de jovens e de atividades de esporte, cultura e lazer; suporte ao primeiro emprego e profissionalização, entre outros); 3(Ações de recuperação e manutenção ambiental; estratégias alternativas p/captação e armazenamento de água; estímulo a novas tecnologias para redução do uso de água nas unidades de produção; apoio à elaboração de planos de saneamento locais e correlatos; suporte técnico para a coleta e tratamento de esgoto e coleta e destinação de resíduos sólidos; educação ambiental); 4(Apoio ao desenvolvimento de novos negócios, à formação profissional e recolocação no mercado de trabalho e à estruturação de cadeias produtivas; assistência técnica ao produtor rural e apoio ao turismo local, entre outros); 5(Relacionamento Comunitário, Infraestrutura, Patrimônio Indígena, estudos e doações, entre outros)
Beneficiados: Mais de 29.000 pessoas (193 projetos em 17 localidades do Brasil e do Peru)

► Fonte: Relatório Anual Nexa Resources 2018

DADOS INSTITUCIONAIS

Nome: Vale

Sede: Rio de Janeiro (RJ)

Unidades: Presente em 5 continentes e em 27 países, possui operações de cobre, carvão, manganês, ferroligas, cobalto, minério de ferro, metais do grupo platina, níque, prata e ouro e nos setores de logística, siderurgia e energia

Porte da empresa: Grande Porte

Método de lavra: A céu aberto e subterrânea

Principal produto: Minério de ferro e pelotas

Produção: 394,6 Mt de minério de ferro e 55,3 Mt de pelotas

Certificações: ISO 9001/14001 e OHSAS 18001

DADOS AMBIENTAIS

Investimento anual: US\$ 459,8 M

IDS AMBIENTAIS

ENERGIA

Consumo anual: 191 mil TJ (fontes renováveis e não renováveis)

Elétrica: 30,5%; **Óleo Diesel:** 23,6%; **Gás Natural:** 16,9%;

Carvão/Coque: 17,2%; **Outros Óleos:** 5,9%;

Óleos de Navegação: 4,2%; **Combustíveis Renováveis:** 1%;

Outros Gases e Combustíveis Líquidos: 0,8%

ÁGUA

Volume total de captação: 306 Mm³

Uso em processos produtivos: 202 Mm³

Reuso em processos produtivos: 956 Mm³

EMISSIONES

CO₂e: 12,7 Mt (Escopo 1); 1,5 Mt (Escopo 2); 586 Mt (Escopo 3)

SO_x: 170,7 mil t

NO_x: 81,9 mil t

Particulados: 8,1 mil t

RESÍDUOS

Geração total: 669 mil t

Reprocessamento/Reciclagem/Reuso: 52,6%

Aterro/Pilha de Estéril/Subsolo: 45,5%

Coprocessamento/Incinerção/Trat.Biológico: 1,8%

BIODIVERSIDADE

Áreas preservadas: 8,5 mil km² (por iniciativa própria/parcerias) incluindo as florestas nacionais de Carajás, de Tapirapé-Aquiri e de Itacaiúnas (PA), a Reserva Natural Vale (ES), os parques botânicos de São Luís (MA) e Tubarão (ES), 19 Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) em Minas Gerais, entre outras

Recuperação de áreas degradadas: 13,2 km² (10,7 no Brasil)

Recursos hídricos: Monitoramento de lagoas, lagos, pântanos,

rios, oceanos, reservatórios e barragens

Flora/Fauna: Projetos Ararinha Azul na Natureza, Amigos da Jubarte, Cavalo Marinho e Onça Pintada. Plantio de mais de 140 mil mudas de espécies protegidas por lei, caracterizando cerca de 25 indivíduos plantados por espécime cortado. Registro de 5.021 espécies em áreas sob influência das operações no Brasil, sendo 2.701 espécies de fauna e 2.320 de flora. Do total, 100 integram listas de espécies ameaçadas no Brasil. Proteção de mais de 7 mil espécies de plantas e animais na Floresta Nacional de Carajás (PA).

Despoeiramento: Sistemas de aspersão, produtos supressores de poeira, enclausuramento de correias transportadoras e casas de transferência, wind fences, revegetação de taludes. Monitoramento de fontes fixas e pontuais por medidores de vazão de gases e de concentração de material particulado.

Fechamento de mina: Fundo de provisão para desmobilização de ativos e liberação dos recursos destinados ao fechamento, com base na estimativa do valor necessário para o descomissionamento de cada mina. O procedimento é aplicado desde 2003

IDS SOCIAIS

MÃO DE OBRA

Total: 124,9 mil funcionários (95,6 mil no Brasil)

Direta: 70,3 mil

Terceirizada: 54,6 mil

TREINAMENTO E EDUCAÇÃO

Investimento: US\$ 14

Carga horária total: 3,6 Mh

Média: 51 h/empregado/ano

SAÚDE E SEGURANÇA OPERACIONAL

Taxa lesões ocupacionais registráveis: 2,3 - no Brasil, 1,4 (*)

Taxa de frequência de lesões ocupacionais com afastamento: 0,6 - no Brasil, 0,4 (**)

Óbitos: 2 (1 funcionário e 1 contratado no Brasil)

(*) N° de lesões/HHT x 1 MM

() N° de acidentes c/afastamento/HHT x 1 MM**

Obs.: Entre funcionários próprios e terceirizados

DIVERSIDADE E OPORTUNIDADES

Mulheres empregadas: 12,7% da mão de obra direta global

AÇÕES SOCIAIS

Investimento anual: US\$ 116,5 M

Área social: Infraestrutura urbana e mobilidade, comunidades tradicionais e povos indígenas e geração de trabalho e renda

► Fonte: Relatório de Sustentabilidade da Vale 2018



Por *Gláucia Cuchierato*

COLETA E ANÁLISE HIGH-TECH

Diversas são as inovações tecnológicas recentes destinadas à eficiência da etapa de exploração mineral. Nesta edição serão indicadas duas muito interessantes e versáteis: os analisadores portáteis e os scanners de testemunhos de sondagem.

Foto Portal O Geólogo/Pedro Jacobi



Os analisadores portáteis, que utilizam a metodologia de fluorescência de raios X como técnica expedita de análise química, são utilizados em todo o mundo em projetos de exploração geológica, em projetos mineiros em fase avançada e também no controle de qualidade de frentes de lavra e nas instalações produtivas para todos os tipos de mineralizações e commodities de interesse. Uma das grandes vantagens deste instrumento é a possibilidade de rápida avaliação sobre a concentração de certos elementos (da tabela periódica, de Mg a U) e também a de fornecer informações indicativas iniciais aos geólogos de campo, principalmente em áreas remotas, para otimizar o reconhecimento de tipos novos ou inesperados de mineralização.

Esse método não substitui as análises convencionais realizadas em laboratórios, especialmente quando a intenção é a geração de dados precisos e acurados para

Analisador Portátil XRF InovX

definições estratégicas corporativas, mas serve para fornecer informações que podem ajudar a direcionar as atividades do projeto antes que os resultados dos laboratórios estejam disponíveis, de maneira dinâmica.

Um dos fatores de maior importância para a adequada utilização dessa metodologia, é definir adequadamente os objetivos de seu uso, e conseqüentemente, os cuidados para a preparação física da amostra, de modo a garantir níveis de acurácia e precisão aceitáveis, com a aplicação concomitante de um programa de QAQC para acompanhar o desempenho da amostragem, preparação e análise (com a inserção de padrões, duplicatas e brancos). Um exemplo comum de objetivo específico é o uso da FRX portátil para a rápida separação de diferentes tipos de minérios ao longo de testemunhos de sondagem, ainda no momento da descrição geológica, no galpão de testemunhos. Para isto, podem ser desenvolvidas diferentes metodologias e procedimentos, como analisar os testemunhos em diferentes pontos ou fazer uma varredura analítica ao longo de intervalos regulares.

O escaneamento de testemunho de sondagem já vêm sendo utilizado há alguns anos, principalmente pelos grandes players da indústria mineral mundial, que integraram toda a sua litoteca com



Pesquisadores da CPRM verificam composição química de rocha com uso de fluorescência de Raio X

diversas opções de estações de trabalho, digitalização, processamento e tratamento das imagens e a plataformas e sistemas de informações, com acesso por bancos de dados geológicos e softwares de modelagem.

Dentre as atuais inovações nesse tema de grande importância destaca-se a demanda para a maximização da coleta de informações e a efetiva disponibilização de dados em curto espaço de tempo. Para isso, existem estações completas para que as informações sejam obtidas imediatamente após a colocação dos testemunhos nas caixas de armazenamento, ainda na praça de sondagem. Essas análises são não destrutivas, precisas e com alta densidades de dados. Os equipamentos contam com digitalização elementar feita pela técnica de fluorescência de raios X (XRF) e digitalização fotográfica em alta definição de todo o testemunho. As taxas de varredura de variações texturais, definidas para ampla gama de elementos químicos (Li a U), densidade e perda ao fogo, são determinadas durante a calibração, feita em conjunto com outros laboratórios credenciados.

Alguns dos produtos disponíveis no mercado em escaneamento são soluções amplamente automatizadas, conduzidas por sistema robótico de amostragem, com tecnologias de registro hiperespectral, que determinam a presença de minerais a partir de suas assinaturas espectrais exclusivas. Utilizam luz visível e infravermelha para caracterizar os minerais selecionados em testemunhos de sondagem, chips e materiais pulverizados,

que, muitas vezes, são de difícil ou impossível observação a olho nu e correta interpretação. Este método proporciona a melhor identificação do grau de alteração dos minerais, seu relacionamento com os sistemas mineralizados, as variações texturais, petrográficas, mineralógicas e composicionais, com adequada indicação das principais propriedades mecânicas da rocha. Os equipamentos podem ter resolução de penetração no testemunho em escala submilimétrica.

Após a etapa de escaneamento, ocorre uma atividade de imensa importância, uma vez que as tecnologias atuais são capazes de gerar imensa quantidade de informação: o tratamento dos dados. Os softwares de tratamento, que podem também processar os dados em plataformas em nuvem com a utilização de algoritmos de última geração e inteligência artificial – principalmente machine learning e deep learning –, apresentam resultados cada vez precisos, com geração de imagens digitais, mapas minerais consistentes, perfis de superfície e interpretações mineralógicas, com alta produtividade. Já existem soluções que permitem a varredura completa de 1.200 metros de testemunhos por dia, com resolução de até 2 mm de profundidade, 100% de repetibilidade e elevada precisão, assertividade e eficiência. Com isso, geólogos podem ter acesso aos dados praticamente em tempo real, para a construção ou atualização dos modelos geológicos (desde exploração, longo e curto prazos) rapidamente, enquanto a sonda ainda está no furo, para decidir sobre a continuidade em profundidade ou a paralisação dos trabalhos, adensamento de malha, interpretação sobre sistemas de mineralização e avaliação sobre a potencialidade de minério, dentre outras demandas e decisões.

A aceitação dessas tecnologias é também tema das Diretrizes para Boas Práticas em Exploração Mineral, publicadas no final de 2018 pelo Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum Mineral Resource and Mineral Reserve Committee (CIM, 2018), que menciona que os geólogos devem estar abertos à aplicação de novas técnicas, mas devem reconhecer que essas abordagens implicam em responsabilidades adicionais e que – como profissionais qualificados e experientes – devem demonstrar a adequação da técnica quanto à sua confiabilidade, baseada em bons princípios científicos e de conduta, objetividade e transparência. ■

[1] Gláucia Cuchierato é Geóloga e Mestre em Recursos Minerais pelo IGC-USP, Doutoranda em Engenharia Mineral pelo PMI-EPUSP.

Diretora Executiva da GeoAnsata Projetos e Serviços em Geologia, atua em consultoria e treinamento em qualidade da informação de projetos de mineração.



UM ENGENHEIRO QUE FOI DA MINA À CÁTEDRA

Por **Tébis Oliveira**

Como estagiário, ele passou pela Multigeo, Cia. Brasileira de Alumínio e Cia. Níquel Tocantins antes de entrar na Vale, em 2004. Quando saiu, em 2011, era engenheiro sênior e já havia participado de grandes projetos de cobre no Brasil, como Sossego, e na África.

Numa opção pouco usual, quando se está em uma das maiores empresas de mineração do mundo, o engenheiro de minas, mestre e, então, cursando o doutorado em Engenharia Mineral, trocou a Vale pela Universidade Federal de Alfenas, em Minas Gerais, para ser professor assistente do curso de Engenharia de Minas.

Três anos depois, em 2014, voltou para a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), onde entrara como aluno aos 18 anos. Atualmente é professor doutor e coordenador do Laboratório de Tratamento de Minérios e Resíduos Industriais do Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo da instituição.

Com o trabalho em campo, somado a projetos de pesquisa e desenvolvimento, Maurício Guimarães Bergerman acumulou experiência nas áreas de cobre, ferro, zinco, chumbo, fosfato, vanádio, titânio e materiais de construção civil e também na de aproveitamento de rejeitos da mineração.

Em entrevista exclusiva à In the Mine, Bergerman fala dos processos tradicionais de beneficiamento mineral, de suas aplicações e diferenciais. Fala também de novas tecnologias como biolixiviação, nanobolhas, nanofiltração e condicionamento de alta intensidade. Explica a importância da integração das equipes de processo com as de lavra e defende o compartilhamento entre mineradoras de estruturas como minerodutos e usinas de beneficiamento. Adverte para a necessidade de uma discussão mais aprofundada sobre o reaproveitamento de rejeitos minerais e recomenda aos jovens estudantes de Engenharia de Minas: "Participem ativamente de eventos do setor, façam iniciação científica e nunca percam de vista a característica interdisciplinar da mineração, valorizando sempre as aulas de Geologia, Mecânica, Elétrica, Física e Química".

ITM: Quais são os métodos convencionais para beneficiamento mineral?

Bergerman: Os principais métodos utilizados no beneficiamento de minerais são os métodos densitários, magnéticos, de separação eletrostática, flotação e a chamada tecnologia ore sorting, que pode se basear em diversas características dos materiais. É interessante lembrar que esses métodos, além de serem utilizados para minérios, podem servir a uma ampla gama de materiais, como resíduos industriais e da construção civil, por exemplo.

ITM: Quais são as principais diferenças entre esses métodos?

Bergerman: A separação magnética considera as diferenças de propriedades magnéticas dos materiais. Um exemplo clássico, no minério de ferro, é a separação da hematita ou magnetita do quartzo. Nos métodos densitários, consideramos as diferenças de densidade dos materiais, enquanto os eletrostáticos baseiam-se na propriedade do material ser ou não condutor. Na flotação, conta a propriedade do material ser hidrofóbico ou hidrofílico, de ter ou não afinidade com água. Por fim, no ore sorting há uma grande gama de características que podem ser usadas. Basicamente, identifica-se uma propriedade e faz-se uma separação física. Há diversos tipos de sensores para identificar teor, radioatividade, magnetismo, cor e brilho, entre outras características.

ITM: Como se define a rota de processamento mineral mais adequada?

Bergerman: Deve-se considerar caso a caso sempre, estudando o minério para identificar suas características. O cobre, por exemplo, vai ter rotas de processo completamente diferentes conforme sua ocorrência em sulfetos, óxidos ou carbonatos. Também dentro de uma mesma mina podem haver depósitos minerais com características bem distintas. Assim, mesmo que, ao longo da vida útil dessa mina, não se mude o processo como um todo, haverá diferenças de liberação, variações da forma de moagem - material mais grosso ou mais fino - ou necessidade de alterar algum reagente químico. Ou seja, é preciso estar continuamente estudando

para acompanhar as variações do mineral até o fim da vida útil de cada depósito.

ITM: Quando pode ser empregado o peneiramento a umidade natural?

Bergerman: Há grande interesse das mineradoras em simplificar seus métodos de beneficiamento, como no processo a umidade natural, que elimina o uso de água e de barragens para rejeitos. O projeto S11D, da Vale, é o grande caso de sucesso no emprego dessa tecnologia, que já está migrando para as minas mais antigas de Carajás. Isso foi possível porque o alto teor do minério lá permite um beneficiamento mais simples, com menos etapas e sem uso de água. Infelizmente, não é uma situação comum. Se o material contiver muita argila, por exemplo, não há como não usar água para fazer a separação. É o mesmo caso de minérios de zinco, cobre ou chumbo, que têm uma liberação muito fina e precisam passar pela moagem para serem concentrados. É claro que esse tema vem sendo estudado e pode resultar em novas tecnologias no futuro.

“
É preciso estudar continuamente para acompanhar as variações do mineral até o fim da vida útil de cada depósito”

ITM: Há mineradoras que estão substituindo a flotação pela separação magnética. Quais as diferenças entre esses dois processos?

Bergerman: Assim como no peneiramento a umidade natural, a separação magnética também é uma alternativa mais barata e mais simples que a flotação. No entanto, a flotação ainda é a rota de beneficiamento mais utilizada no mundo porque permite o processamento de materiais mais finos, gerando um produto de alta qualidade, com custos relativamente baixos. Se o material estiver com uma liberação muito fina não será possível utilizar a separação magnética. Agora, com os problemas ocorridos em barragens, está havendo esse retorno a processos mais simples. A qualidade do produto final na separação magnética também pode ser boa, dependendo do tipo de minério processado. Os custos, sem dúvida, são um pouco menores e, em termos de impacto ambiental, a maior vantagem é a de não empregar reagentes químicos. Porém, a flotação usa quantidades muito baixas de reagentes químicos, que não têm toxicidade alta, como o

amido de milho e a amina. Ao contrário de outros processos, como a cianetação.

ITM: E quanto à biolixiviação, condicionamento de alta intensidade, nanofiltração e nanobolhas?

Bergerman: O condicionamento de alta intensidade e as nanobolhas são processos que podem, inclusive, otimizar plantas já existentes. Já a biolixiviação implica em mudanças mais complexas. Esse processo vem sendo muito estudado, mas seu emprego também depende de como o material se adaptará a ele. Há também a questão de custo. Essas novas tecnologias ainda precisam se mostrar econômicas. A mineração tem uma característica peculiar que é a de ser uma indústria de base, ou seja, que está no início da cadeia produtiva e não pode ter produtos muito caros.

ITM: Quando uma rota de processamento deve ser reavaliada?

Bergerman: Como eu disse, são raros os depósitos onde há uma qualidade homogênea e pouca variação do material. O engenheiro de processo precisa ter um olhar de curto prazo para acompanhar o desempenho da rota. Mas também uma visão de longo prazo, junto com a equipe de geologia, para entender se o depósito passará por mudanças significativas e poder adequar o processo.

ITM: O rompimento recente de barragens também evidenciou soluções como o empilhamento a seco de rejeitos. Qual a sua avaliação desse método?

Bergerman: A disposição ou empilhamento de rejeitos a seco vem da expressão em inglês dry stacking. Conceitualmente o correto é falar em disposição de rejeitos espessados ou filtrados. Até porque esses rejeitos mantêm uma umidade residual, ainda que muito menor que a daqueles que saem direto da flotação para a barragem. Como está claro que a mineração precisa mudar seus paradigmas, esse método é, sem dúvida, uma alternativa à disposição em barragens, embora as operações de espessamento ou filtragem tragam custos adicionais à usina. Hoje, inclusive, já é possível contar com espessadores

e filtros de alta capacidade, que conseguem processar elevadas quantidades de massa e obter umidades baixas.

ITM: É uma boa solução então?

Bergerman: É uma solução, mas não é o bastante. É preciso olhar para o processo da usina e considerar como melhorá-lo. Por exemplo, minimizando a quantidade de minério contida nos rejeitos, o que já reduziria a sua geração. Ou descartar o rejeito por etapas do processo: após a britagem, na chamada pré-concentração, antes de moer o material mais fino, descartando um rejeito mais grosseiro, que não seria moído e dispensaria o uso de barragem.

ITM: E quanto ao reaproveitamento desses rejeitos?

Bergerman: Na literatura já existem vários estudos de reaproveitamento de rejeitos para uso em pavimentação ou na construção civil. Então, em termos técnicos, esse desafio já está equacionado. Resta resolvê-lo do ponto de vista econômico. Quando se fala, por exemplo, em fabricar tijolos com esses rejeitos, cria-se uma concorrência direta com pequenas cerâmicas, que têm acesso muito mais fácil à matéria-prima e possuem uma cadeia produtiva instalada. Aliás, a

ideia não é acabar com cadeias produtivas já existentes. O tema do reaproveitamento de rejeitos é complexo e envolve questões técnicas, econômicas, ambientais e sociais. É preciso evoluir com essa discussão enquanto setor e trabalhar de forma muito integrada com as comunidades da região. As mineradoras também poderiam estar abertas a parcerias com empresas do próprio setor ou externas para, por exemplo, aproveitar os subprodutos contidos nos rejeitos que não sejam o foco de seu negócio.

ITM: Em sua opinião, quais são as principais tendências de configuração de plantas de cominuição e concentração mineral?

Bergerman: Uma tendência que se observa é o aumento do porte dos equipamentos. Mas o que atrai mais a atenção é chamada indústria 4.0. Na área de processamento, há a



O peneiramento a seco no projeto S11D foi possível pelo alto teor do minério, que permite um beneficiamento mais simples, com menos etapas e sem uso de água”

automação cada vez mais intensiva, com novos sensores e instrumentos que trazem informação em tempo real. Isso já existe há algum tempo, mas tem evoluído muito de forma que, com a redução de custos, até empresas menores conseguem ter um bom nível de instrumentação. A questão agora é trabalhar com esse enorme volume de dados através de softwares específicos de análise e da inteligência artificial. Outra tendência de que já falei é a nova forma de ver a concentração, com a pré-concentração ou a concentração seletiva. Não é mais o processo tradicional de britar, moer e concentrar. Mas, a cada etapa, observar o processo e os produtos que são gerados. Também não é uma novidade, mas esse conceito vem sendo retomado agora. Também destaco a questão da integração. Não só para destinar um subproduto que não interessa à empresa mas, a exemplo do que já ocorre em outros países, de formar um consórcio de empresas para compartilhar um mesmo mineroduto. Ou para compartilhar usinas de beneficiamento mineral. E, mesmo internamente a cada empresa, concentrar o beneficiamento de vários depósitos em uma só usina. O compartilhamento é muito citado nas redes sociais, mas acho que também está chegando no mundo da mineração, com potencial de alavancar projetos de pequeno e médio porte, sem condições de investir tanto em infraestrutura.

ITM: Como os gargalos de elevado consumo de água e energia no beneficiamento podem ser solucionados?

Bergerman: Com a disposição a seco já se recupera grande parte da água utilizada na própria usina, evitando perdas significativas posteriores por evaporação e percolação nas barragens. Seria possível reduzir bem a captação de água ou mesmo evitar qualquer captação, armazenando a água da chuva em um reservatório para uso no processo. E, ainda, mesmo que não se faça a disposição a seco, pode-se ter um espessador de rejeito para maximizar o uso de água. Nessa questão, então, temos alternativas.

ITM: E quanto à energia?

Bergerman: Investir em pessoal e inteligência para, junto

com as informações geradas pelos sensores, otimizar o processo. Em paralelo, buscar novos equipamentos ou tecnologias que permitam um consumo menor de energia. No caso das usinas já existentes é preciso contar com engenheiros experientes, que saibam fazer amostragens, interpretar os resultados, realizar modelagens e simular cenários mais eficientes de operação. A equipes da mina e da usina precisam trabalhar integradas para que o desmonte de rocha, por exemplo, seja otimizado. Plantas com alto custo de moagem devem olhar para a mina. Também existe um potencial muito grande de emprego de fontes alternativas como a solar ou a eólica.

“
O tema do reaproveitamento de rejeitos é complexo e envolve questões técnicas, econômicas, ambientais e sociais”

ITM: Antes de entrar para a Poli, você trabalhou por sete anos na Vale. Como você vê a interação entre mineradoras e academias?

Bergerman: A mineração é uma atividade muito prática. Então, eu acho interessante ter no corpo docente das universidades uma boa mescla de pessoas com perfil acadêmico e com vivência na indústria. Para mim, o período na Vale foi muito rico, no sentido de conhecer o dia a dia do setor, o que me ajuda como professor e pesquisador agora. Sobre a relação entre empresa e academia, os dados disponíveis mostram que o financiamento da pesquisa no Brasil

é majoritariamente público. Em países mais desenvolvidos, a contribuição maior vem do setor privado. Esse caráter público do financiamento fica bem evidente na quantidade de universidades e centros de pesquisa públicos que realizam essas pesquisas. Eu acredito que a interação com as empresas privadas poderia sim ser maior. A Vale, por exemplo, tem o Instituto Tecnológico Vale, que financia pesquisas, mas ainda é um percentual pequeno para o setor. Essa é uma via de mão dupla: as empresas precisam avaliar como apoiar mais a pesquisa e as universidades, de seu lado, precisam se estruturar melhor para buscar essa parceria.

ITM: Como estão os investimentos em softwares e outras tecnologias no curso de Engenharia de Minas da Poli?

Bergerman: Nós sempre buscamos trazer novidades para os alunos e temos feito algumas parcerias nesse sentido. No ano passado trouxemos um software de simulação de pro-



PERFIL

Nasceu em: São Paulo (SP), em 22 de maio de 1980

Trajatória acadêmica: Graduação em Engenharia de Minas e mestrado e doutorado em Engenharia Mineral pela Universidade de São Paulo.

Trajatória profissional: Estagiário na Multigeo, na Cia. Brasileira de Alumínio, no Instituto Socioambiental, na Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, na Cia. Níquel Tocantins e no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Trainee, Engenheiro e Engenheiro Sênior na Vale. Professor da Universidade Federal de Alfenas (MG). Professor Doutor e Coordenador do Laboratório de Minérios e Resíduos Industriais do Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo da Escola Politécnica de São Paulo (USP)

Família: Casado com a Raíssa e tenho dois filhos, o Inácio, de três anos, e a Teresa, de sete meses

Time de futebol: São Paulo

Um hobby: Atualmente, estar com a família, em programas com os filhos, como teatro, parque e cinema

Um projeto: Contribuir cada vez mais com a formação de profissionais qualificados para o desenvolvimento do setor mineral

Um “conselho aos jovens engenheiros de minas”: Gostar do que fazem, se envolver, participar de eventos e atividades do setor, fazer iniciação científica e realmente mergulhar na mineração. E ter em mente que o setor é muito interdisciplinar. É preciso valorizar as aulas de Geologia, Mecânica, Elétrica, Física e Química.

cessos. Além de conhecer a ferramenta, o aluno consegue fazer simulações e avaliar vários cenários em usinas de beneficiamento, por exemplo. Isso nos ajuda a estudar as opções de processo e a entender como cada tipo de minério pode impactar as condições de beneficiamento. Um trabalho que seria muito moroso se fosse manual. Os softwares especialistas complementam bem o uso do Excell, que continua sendo uma ferramenta básica do dia a dia.

ITM: Você está patenteando uma nova rota para reduzir o teor de urânio no processamento de cobre. Como é esse projeto?

Bergerman: Foi um projeto de que participei ainda na área de desenvolvimento de projetos de cobre da Vale. Lá, em alguns depósitos, o concentrado de cobre possui um teor um pouco mais elevado de urânio. Embora seja uma ocorrência bastante normal em depósitos sulfetados, ela dificulta a venda do produto. Então, desenvolvemos uma rota para reduzir esses teores de urânio. A patente já foi requerida, um processo demorado que depende de validação em vários países.

ITM: Como você vê a mineração do futuro?

Bergerman: Já falamos de várias acontecimentos no setor como a disposição de rejeitos a seco, indústria 4.0, pré-concentração, integração entre projetos ou interna a eles. Mas, além disso, a mineração precisa olhar com muito carinho para dois pontos principais. O primeiro é a capacitação de profissionais que já estão no setor e a atração de jovens profissionais. Em qualquer país há essa discussão sobre como atrair e reter novos talentos. Para mim, isso é importante porque a mineração do futuro deve ser muito calcada em pessoas para conseguir uma produção eficiente, organizada e séria. O segundo ponto é um grande desafio: o relacionamento com as comunidades, que precisa ser mais aberto, transparente e interativo. Se o setor não estabelecer uma relação cada vez mais positiva com a sociedade, será muito difícil começar novos projetos. ■

EXPOSIBRAM 2019

Belo Horizonte

Expo & Congresso Brasileiro de Mineração
Brazilian Mining Expo & Congress



Considerada uma das maiores exposições de mineração da América Latina, a EXPOSIBRAM reúne em 2019 centenas de empresários, representantes de organizações governamentais e privadas em um só lugar.

Estatísticas referente à feira:

95% dos espaços comercializados.
mais de **330** expositores

Participe do Congresso Brasileiro de Mineração

Convidados já confirmados:



Richard Neil McLellan
CEO Mosaic



Tito Martins
CEO Nexa Resources



Tom Butler
CEO, International Council on Mining and Metals (ICMM)



Paul N. Worsey
Missouri University of Science and Technology, Discovery Channel "The Detonators"

PRAZO DE INSCRIÇÃO COM DESCONTO: 31/07/2019

Desconto para grupos de estudantes: visando atender as solicitações das Universidades a Diretoria do IBRAM está concedendo aos estudantes de graduação de uma mesma Universidade que fizerem a inscrição em conjunto, 1 inscrição isenta de pagamento a cada 4 inscrições pagas.

Acesse: portaldamineracao.com.br/exposibram/congresso/inscricoes/
e confira os preços e prazos.

ou entre em contato com a Secretaria Executiva: **(31) 3444-4794**
e-mail: exposibram2019@eticaeventos.net.br

Promoção:



IBRAM
INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO
Brazilian Mining Association
Câmara Mineira de Brasil

Patrocínio:



Diamante



Ouro



Prata



Bronze



Patrocínios confirmados até 1 de julho de 2019

INTRODUÇÃO AO PROJETO DE ESTRADAS EM MINERAÇÃO

PARTE II

Por | Roger Thompson⁽¹⁾, Rodrigo Peroni⁽²⁾, Alex Visser⁽³⁾

Conforme abordado na edição anterior da revista In The Mine, o projeto de estradas é um processo interconectado, de forma que os requisitos de projeto de cada etapa subsequente são informados, até certo ponto, pelo estágio anterior. Uma vez que os requisitos de projeto geométrico são determinados, os três estágios restantes necessários para compor estradas de transporte, ou seja, o projeto estrutural, o projeto funcional e o projeto de manutenção podem ser abordados.

A localização e a posição de uma estrada de mineração são ditadas, em grande parte, pelo método de mineração usado e pela geometria da cava e do corpo mineral. Atualmente, softwares de planejamento de minas permitem que várias opções geométricas de estradas de transporte sejam consideradas e o layout ideal selecionado, principalmente a partir de uma perspectiva de menor custo operacional. Embora esses softwares geralmente tenham valores de projetos geométricos padrão incorporados, é necessário revisar os conceitos básicos de desenho geométrico se qualquer modificação for considerada no projeto de estradas de minas, seja com base na economia ou, mais criticamente, a partir de perspectiva de segurança.

Geometria refere-se ao posicionamento horizontal e curvatura e ao alinhamento vertical, ou seja, gradientes verticais e inclinação na transição entre gradientes. Como a geometria é relativamente fixa, pouco pode ser feito durante as operações para alterar a geometria, e isso demonstra a importância de que os requisitos e as especificações do projeto geométrico estejam disponíveis no estágio de planejamento. Para novos projetos de minas, essa abordagem é bastante direta e definida através do processo de planejamento.

A maioria dos desafios de projeto geométrico que surgem está mais frequentemente associada a projetos de expansão para operações existentes. Especialmente com a compra de uma frota de caminhões de maior porte, não só o projeto do pavimento existente seria potencialmente inadequado em uma perspectiva de desempenho (estrutural e funcional), mas também devido ao espaço físico restrito dentro da cava. Seria difícil acomodar as

mudanças necessárias para o projeto geométrico sem causar impactos significativos na relação estéril/minério ou provocar custos adicionais de movimentação.

Portanto, os benefícios operacionais e de segurança ao modificar as estradas principais de transporte, para acomodar modelos maiores de caminhões, precisam ser ponderados em comparação com os custos associados à movimentação de estéril potencialmente incrementada. Isso se torna claramente mais problemático quanto mais profunda é a cava. Estradas ex-pit (externas à cava), no entanto, são menos restritas (especialmente no contexto da lava em tiras), mas isso é de pouca relevância em casos em que a maior parte do transporte ocorre dentro da cava, como é típico em muitas operações a céu aberto. A Figura 1 apresenta um fluxograma simplificado do processo de determinação de um projeto geométrico adequado contemplando todos os aspectos envolvidos no dimensionamento da fase inicial de estradas de transporte em mineração.

O projeto estrutural garante que a estrada possa suportar as cargas previstas, não apenas uma ou duas vezes, mas muitas vezes durante sua estimativa de vida útil prevista, que pode ser de 3 meses em uma rampa ou acesso de bancada ou mesmo de 20 anos para a principal estrada de transporte na superfície. Desde que a estrutura da estrada tenha o suporte desejado, isso garantirá que a camada

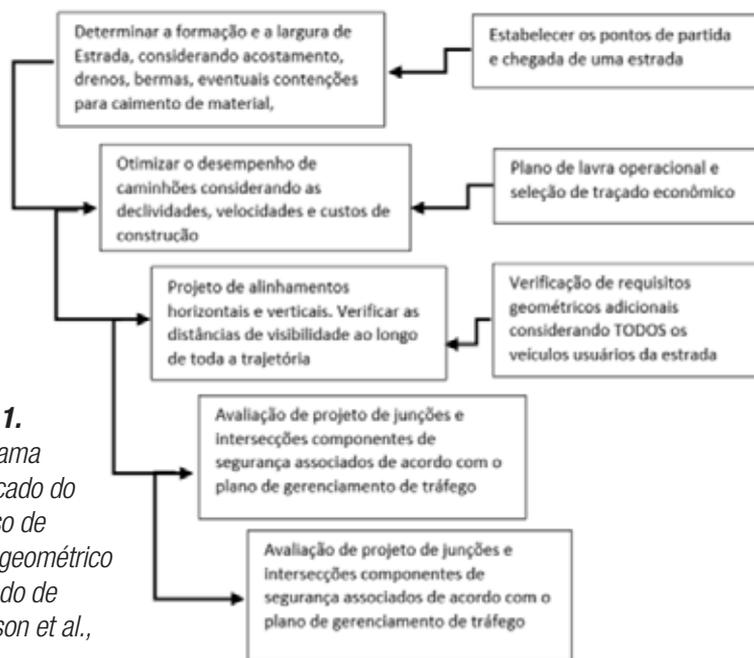


Figura 1. Fluxograma simplificado do processo de projeto geométrico (Adaptado de Thompson et al., 2019).

de revestimento, que possui características específicas e caráter funcional, ofereça o desempenho desejado e baixos índices de deterioração, como os causados por depressões, sulcos, esporões, raveling, etc.

O projeto funcional refere-se ao fornecimento de uma camada de recobrimento, comumente chamada de superfície de rolamento, que possui as características ideais considerando que é o ponto em que o pneu entra em contato com a estrada. Em particular, isto refere-se a um revestimento seguro, econômico e adequado para veículos. Um material de revestimento ideal deve preencher os seguintes requisitos:

- Trafegabilidade adequada em condições úmidas e secas;
- A capacidade de receber água sem erosão excessiva;
- Resistência à ação abrasiva do tráfego;
- Ausência de poeira excessiva no tempo seco;
- Ausência de escorregamento excessivo em clima úmido;
- Baixo custo e facilidade de manutenção.

Um baixo desempenho funcional é percebido como má qualidade do rolamento, poeira excessiva, baixa resistência à derrapagem, aumento de desgaste e danos nos pneus, e a uma perda de produtividade devido ao aumento da resistência de rolamento associado à deterioração da superfície (ou defeitos). Estes defeitos terão reflexos e impactos nos caminhões, no ciclo de transporte e na produtividade da mina.

A relação entre as diferentes fases de projeto e de operação, assim como a sequência de etapas a serem consideradas em um projeto de estradas são mostrados na Figura 2.

Todas as estruturas, independentemente de quão bem tenham sido projetadas e construídas, requerem manutenção para neutralizar a influência do próprio uso e de ações do meio ambiente ao longo do tempo. Em estradas de transporte, isso geralmente ocorre por meio da aspersão de água e manutenção com motoniveladora. Uma estrada de transporte mal projetada e construída pode exigir muito mais manutenção do que uma estrada bem construída. Como regra geral, uma vez que uma estrada tenha se deteriorado, leva-se 5 vezes mais tempo para consertá-la do que foi necessário para construí-la originalmente. Portanto, quanto melhor forem as estradas construídas, mais lenta será a taxa de deterioração e menos manutenção será requerida.

O uso de uma estratégia de gerenciamento de manutenção de estradas apropriada irá gerar uma economia significativa em virtude de uma melhor compreensão da relação entre as taxas de deterioração do material desgastado (manifesto como aumento da resistência ao rolamento na estrada) e sua influência no custo por tonelada transportada, assim como no custo de manutenção da estrada em si. Esses três aspectos do projeto e construção das estradas de transporte de mineração formam a base para o conteúdo desta abordagem, pois o custo total da construção e manutenção das estradas de transporte, bem como os custos operacionais do veículo, determinarão a economia e a relação custo-benefício da operação. Como

consequência de um projeto e execução adequados, resultados serão observados em diferentes aspectos dentro da operação, tais como:

- Tempos de ciclo menores e, assim, maior produtividade e menor custo por tonelada;
- A maioria dos pneus, sem chassis e suspensão, tem maior utilização de ativos (maior disponibilidade) e a vida útil dos componentes prolongada;
- Ótimo desempenho a um custo mínimo por tonelada transportada para a frota de caminhões e menor investimento de capital.

Para que as necessidades sejam atendidas de forma completa e rápida, a abordagem de projeto de estradas de mineração pode ser considerada e ajustada para a seleção de equipamentos de transporte para vários tipos e tamanhos de operações de mineração.



Figura 2.

A interconexão entre projeto estrutural, funcional e de manutenção (Adaptado de Thompson et al., 2019)

Veja a íntegra do artigo em www.inthemine.com.br

(1) Roger Thompson: Mineravia Consulting – Australia (2) Rodrigo Peroni: Professor Associado Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Brasil (3) Alex Visser: Professor Emérito University of Pretoria – South Africa

Referências

Thompson, R. J., Peroni, R., Visser, A. T. (2019) Mining Haul Roads – Theory and Practice. CRC Press, London. 290p.

REDUÇÃO DE CO2

Foto: Divulgação/AMG



Planta da AMG Mineração em Nazareno/Santiago

A AMG Mineração, juntamente com parceiros logísticos, desenvolveu uma solução ainda pouco difundida no Brasil para levar o concentrado de lítio que produz nas cidades mineiras de Nazareno e Santiago até os portos de Santos (SP) e Itaguaí (RJ). O produto é transferido para um terminal ferroviário a 50 km da planta de beneficiamento da empresa e armazenado em contêineres, que seguem por uma linha ferroviária.

O projeto exigiu a implementação de uma cadeia de recursos para viabilizar e monitorar o deslocamento da carga de forma segura e eficiente. Além do desenho logístico da rota, foi necessário construir o terminal ferroviário para contêineres, desenvolver projetos internos na área de TI e negociar com terminais portuários e armadores para potencializar a gestão da nova logística.

Através de metodologias internacionais de cálculo, a empresa calcula que o uso de contêineres reduziu em cerca de 60% as emissões de CO2 em comparação aos níveis verificados no modal rodoviário, anteriormente utilizado. O resultado está alinhado com a meta corporativa "20/20" do Grupo AMG, que tem como objetivo implementar iniciativas que possibilitem que todas as suas unidades, no mundo, promovam uma redução de 20% de resíduos, consumo de água e emissão de CO2 até o ano de 2020.

GESTÃO RESPONSÁVEL

Foto: Divulgação/AngloGold Ashanti



AngloGold investe na geração menor e aumento da reciclagem de resíduos

A produtora de ouro AngloGold Ashanti, que completou 185 anos de operação no Brasil em 8 de julho passado, vem obtendo resultados significativos de diversas iniciativas ambientais promovidas em suas unidades, com foco na otimização do consumo dos recursos naturais e, em especial, no gerenciamento e monitoramento de resíduos.

Na unidade Cuiabá-Lamego, em Sabará (MG), o destaque foi a ação de logística reversa de pneus pequenos e fora de estrada, devolvidos ao fornecedor do produto para descarte correto. Até 2018, foram contabilizadas 436 t de pneus destinados e quase R\$ 735 mil de economia em seu tratamento. Em outra frente, através do projeto Melhoria da Gestão de Resíduos, os esforços em uma triagem mais assertiva e na otimização da destinação dos resíduos, além de campanhas para evitar desperdício, geraram não apenas ganhos ambientais, mas um saldo positivo de R\$ 57 mil no segundo semestre, bastante superior ao saldo verificado no semestre anterior.

Na unidade Serra Grande, em Crixás (GO), os esforços se concentraram na gestão e venda dos resíduos recicláveis e do óleo lubrificante usado durante o ano. No total, foram geradas 1.158,40 t de resíduos recicláveis, com receita de R\$ 145.284,74 para a empresa. Por sua vez, a unidade Córrego do Sítio, em Santa Bárbara (MG), reduziu em 25% sua geração de resíduos orgânicos, o que baixou os custos do frete para seu transporte em 15%, e ainda promoveu o desenvolvimento de fornecedores para seu recebimento. No total, 2.323,94 t de resíduos industriais gerados pela mineradora no ano passado foram recicladas ou reutilizadas.

EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA

Foto: Divulgação/Apoena



Feira de negócios com alunos do programa JEPP apoiado pela Apoena

Em 2018, a mineradora Apoena firmou parceria com o Sebrae e as Secretarias de Educação das Prefeituras de Pontes e Lacerda, Porto Esperidião e Vila Bela da Santíssima Trindade (MT) para promover o programa Jovens Empreendedores Primeiros Passos (JEPP) em nove escolas, beneficiando 70 turmas e 2.370 alunos das zonas urbana e rural, na fronteira Brasil-Bolívia.

Por meio de atividades lúdicas, a educação empreendedora sensibiliza os estudantes para assumir riscos calculados, tomar decisões e identificar, ao seu redor, oportunidades de inovações. A Apoena forneceu os materiais necessários para a realização da feira de negócios, última etapa do programa. "Acreditamos que não há nada mais transformador do que a educação. Nos sentimos honrados em apoiar o ensino do empreendedorismo para as crianças e adolescentes da região. A disciplina já faz parte da grade curricular de escolas em outros países há muito tempo, mas ainda é novidade no Brasil. Temos a certeza de que o JEPP contribuirá, no longo prazo, para o desenvolvimento de outras atividades econômicas nos três municípios, resultando em mais oportunidades para a população", destacou Jorge Camargo, Gerente-Geral da Apoena.

REABILITAÇÃO DE ÁREAS

Foto: CBA/Divulgação



Área reabilitada com cultura experimental de café e eucalipto

Desde 2008, a CBA desenvolve um modelo de restauração do solo na região de Miraf, na Zona da Mata Mineira (MG), em parceria com a Universidade Federal de Viçosa (UFV), abrangendo áreas com mata nativa, culturas de café, eucalipto e pastagem. O processo, após o encerramento da lavra, inicia-se com a reconformação topográfica - suavização do terreno para que volte a ter configuração próxima da original - e a descompactação do solo, o que facilita o plantio. Na etapa seguinte, a área é recoberta com solo rico em matéria orgânica anteriormente armazenado e recebe um novo sistema de drenagem. Por fim, é feita a correção de acidez, fosfatagem, adubação do solo e sementeira. Toda área utilizada para mineração é devolvida já produzindo em cerca de 3 ou 4 anos.

A escolha da cultura que será trabalhada depende do cultivo anterior ou da negociação com o proprietário do terreno. A CBA possui 4 grandes linhas de pesquisa em parceria com a UFV: solo, hidrologia, flora e fauna. Os projetos avaliam a efetividade da restauração das áreas, propondo soluções para sua qualificação, por meio da análise de bioindicadores, como banco de sementes do solo, regeneração natural, mortalidade de mudas e produção e decomposição de serapilheira (camada formada pela deposição e acúmulo de matéria orgânica morta). As avaliações concluíram que as ações de reabilitação têm possibilitado a rápida recuperação da cobertura vegetal nativa e o enriquecimento natural das áreas mineradas.

PARCERIA COMUNITÁRIA

Foto: Jair Campos Jr



Participantes de projeto do Sementes da Sustentabilidade em Conceição do Pará (MG)

Afim de desmistificar a mineração como fonte financiadora e promovê-la como parceira na capacitação das comunidades pela busca de recursos humanos e financeiros para a viabilização de ações contínuas, a Jaguar criou o Programa Sementes da Sustentabilidade em 2016.

O programa apoia e estimula organizações e projetos que contribuam para o desenvolvimento das comunidades no entorno das unidades da mineradora, trazendo vitalidade social, cultural e econômica para essas regiões. Os participantes recebem consultoria para a estruturação de projetos e serviços; treinamento e mediação em mecanismos de incentivo e financiamento; auxílio para mapear e mobilizar uma rede de apoio e parcerias para suas iniciativas e contam com canais de comunicação para divulgar suas atividades.

Desde sua fundação, o programa contou com investimentos de R\$ 696 mil em projetos inscritos e R\$ 96 mil em consultorias aos participantes, somando 492 horas de assistência presencial e remota. Foram gerados 17 projetos, beneficiando diretamente 1.500 pessoas, com retorno de R\$ 178 mil para as instituições participantes. Uma dessas entidades é o Centro Cultural Pró-Amor, em Barão de Cocais (MG), que pode retomar suas atividades de integração da comunidade através da arte e da cultura.

FAUNA SILVESTRE

Foto: Divulgação/MRN



Escola de Jamari, em Oriximiná, foi a primeira a receber o jogo sobre animais silvestres

O jogo Animais Silvestres, que integra o Projeto de Educação Ambiental da Mineração Rio do Norte, utiliza a mímica como método para estimular o interesse de crianças e adolescentes em relação à fauna silvestre, destacando sua importância e funções ecossistêmicas, além de alertar para os cuidados necessários com animais peçonhentos.

Segundo Renata Gonçalves, coordenadora técnica da STCP, empresa executante do PEA, o jogo traça um caminho a ser percorrido pelos jogadores. O trajeto é formado por círculos nas cores verde, azul, laranja e vermelho que indicam as etapas do jogo. Os círculos verdes não representam nenhuma situação preocupante. Já os círculos azuis demandam que o participante realize uma mímica para sua equipe, que representará um dos animais silvestres da Amazônia. Se a equipe acertar, ele avança uma casa. Nos círculos amarelos, o participante retira uma carta com uma pergunta para a equipe que, se acertar, avança uma casa. Por fim, há os círculos vermelhos nos quais os jogadores ficam sem jogar uma rodada, pois foram feridos por um animal peçonhento. "Com a linguagem simples, a dinâmica provoca a participação e permite também maior absorção dos assuntos", avalia a coordenadora.

CONSÓRCIO DE PESQUISA

Foto: Roberto Ribeiro



Pesquisadores estudam a biodiversidade em áreas de mineração reabilitadas

A Mineração Paragominas é responsável pela lavra da mina de bauxita da Hydro, localizada no município de Paragominas, no Pará. Com 2.200 ha de áreas reabilitadas até o momento, a mina é o ambiente para estudos desenvolvidos por pesquisadores do BRC - Biodiversity Research Consortium (Consórcio de Pesquisa em Biodiversidade Brasil- Noruega), composto pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Rural da Amazônia (UFRA), Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade de Oslo (UiO) e profissionais da Hydro, no intuito de conhecer como se comportam os diversos organismos biológicos e físicos no processo de restauração ambiental, inclusive o retorno dos serviços ecológicos. Com mais de 150 profissionais envolvidos em seus programas, o consórcio já implementou diversos estudos inéditos para a região, como levantamentos e monitoramento de aves, peixes, crustáceos, algas, decomposição de madeiras, fungos do solo, polinização, insetos, gases de efeito estufa e estudos genéticos. Estabelecido em 2013, o BRC foi renovado por mais cinco anos em 2017 e possui 26 projetos aprovados e em andamento. Os trabalhos já geraram a produção de 5 dissertações de mestrado, 30 papers de pesquisas e 9 teses de mestrados, além de 4 doutorados e 2 pós-doutorados em andamento.

cases AMBIENTAIS

CONVERSÃO DE REJEITOS

Foto: Mário Perez



ITM Flotação já lavrou 34% dos finos da Barragem Central

A Mineração Usiminas (Musa) investiu em uma planta de beneficiamento mineral voltada para o reaproveitamento dos rejeitos da Barragem Central, dando início ao seu descomissionamento. Construída em 1992, a estrutura deixou de receber os rejeitos da Instalação de Tratamento de Minério da Mina Central em 2015. Nesse mesmo ano, começou a operação da ITM Flotação, construída para a produção de pellet feed a partir do aproveitamento dos resíduos dos processos de beneficiamento do minério de ferro, em especial, lava e reaproveitamento dos finos dispostos na Barragem Central. A planta tem capacidade de produção de até 4 Mtpa.

Ao longo deste processo, a Barragem Central teve aproximadamente 34% do seu volume lavrado. A operação de lava dos finos depositados na estrutura é realizada pelo método convencional, com utilização de escavadeiras e caminhões traçados de pequeno porte. A expectativa é que o descomissionamento do reservatório seja finalizado em 2023.

Entre os benefícios destacados no projeto estão a recuperação de estoques de rejeitos, reduzindo sua disposição em barragens e a criação de uma alternativa sustentável para as operações, fato que impactou de forma positiva na produção e qualidade do produto da Mineração Usiminas.



VI CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO

18 e 19 de novembro de 2019 • Belo Horizonte / MG

Tema Central: **Mineração, Água e Sustentabilidade!**

INFORMAÇÕES E INSCRIÇÕES:

www.abas.org/vicimas

PROMOÇÃO



ABAS
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

REALIZAÇÃO



ABAS - MG

SÓCIOS PATROCINADORES ABAS



maxiágua
SOLUÇÃO EM ÁGUA

Chicago
Pneumatic

UNITER

PASE
DESIGN & ARTS

SECRETARIA EXECUTIVA:



Telefone: (31) 3444-4794 | E-mail: cimas2019@eticaeventos.net.br



Por
*Leandro César
Mello Batista*

UMA PONTE PARA RECOMEÇAR

Há um ano, inaugurávamos a 2ª Ponte Pênsil (suspensa) do mundo - e a única em operação - para o transporte de minério de ferro na região central de Minas Gerais. A Bolbi Movimentação de Cargas foi escolhida para desenvolver a “engenharia de montagem” de reconstrução do ramal do Transportador de Correias de Longa Distância (TCLD), com taxa horária igual a 3.600 t de minério de ferro.

Em novembro de 2015, um vão de 300 m se abriu após o escoamento dos rejeitos da barragem de Fundão, levando consigo parte do transportador e das estruturas em si. Os desafios do projeto foram enormes, desde a desconfiança de alguns no momento da sua concepção, escolha e prazos propostos, até as peculiaridades da montagem em campo, visto o caráter pioneiro e inédito do empreendimento.

Pontes Pênsis são estruturas suspensas que possibilitam acesso diante de grandes vãos, sejam vales, montanhas, lagos e rios. Nessa condição, estão submetidas a grandes cargas de vento, exigindo rigor extremo quanto ao seu dimen-



Figura 1.
*Layout básico
de uma ponte
pênsil típica*

sionamento e rigidez à torção. Os cabos principais permanecem ancorados entre duas torres, formando uma “catenária” e sustentando os tabuleiros através de cabos pendurais (verticais). Já os “contracabos” equilibram o sistema de dispersão de energia interligando as torres aos blocos de ancoragem. Por fim, os “cabos de protensão” e “estabilizadores” bloqueiam as cargas horizontais de vento interligando os tabuleiros aos blocos de ancoragem secundários (Figura 1). Transpor um desnível de 100 m de profundidade e pouco mais de 300 m de extensão sem a menor possibilidade de acesso ao fundo do vale acidentado tornou-se algo factível a partir da “pedra fundamental” do projeto: um fio de nylon de 0,6 mm de diâmetro conduzido por um drone. E como amantes da engenharia, sabemos que para os problemas mais difíceis, as soluções geralmente são as mais fáceis.

A partir de então, outros fios de nylon e cabos de aço cada vez mais espessos foram lançados sobre as torres, tracionados e controlados por guinchos e por uma máquina lançadora de cabos, na composição de três sistemas aéreos “Cable-Crane” (teleféricos de carga e de pessoas).



Figura 2.
Ramal do TCLD
reconstruído
em complexo
mineral de
Minas Gerais

Em 4 meses a Bolbi e a sua equipe de especialistas e engenheiros e projetistas elaborou e consolidou a engenharia construtiva da ponte. Tal metodologia consistiu na análise minuciosa do projeto, através dos mais modernos softwares com plataformas CAD-3D (Computer Aided Design), Tekla Structures e MEF (Método de Elementos Finitos), observando detalhes extremamente relevantes para a operação que só seria viabilizada através da correta composição dos cabos e componentes.

Projetamos e construímos equipamentos, estruturas e dispositivos eletromecânicos e hidráulicos específicos para a perfeita montagem de cada elemento da ponte, cuja geometria era aferida dia a dia através de topografia fina, medições conforme desenhos e observações rigorosas, sobretudo das flechas dos cabos-trilho dos teleféricos, das deformações à medida que os cabos principais foram submetidos às cargas permanentes, e por fim, a obtenção da geometria final da ponte ao tensionar os cabos de protensão (vento) através cilindros hidráulicos de alta tonela-

gem até a obtenção de tensões da ordem de 226 t.

Os sistemas teleféricos (Cable-Crane) foram compostos, em linhas gerais, por cabos aéreos “trilhos” e lançados acima das torres, carros de traslado e sistemas de tração por guinchos, plataformas de carga e de pessoas/montadores com sistemas de elevação, vigas de trabalho, sistemas de desvio, patescas, moitões para “vantagem” mecânica, sistema de tensionamento hidráulico e máquina lançadora.

Do início ao término, reuniões, discussões multidisciplinares de altíssimo nível, além de consultas bibliográficas com raros e exímios conteúdos técnicos. Protótipos em túnel de vento, animações gráficas, memoriais, simulações por MEF, croquis, desenhos, fabricações, testes e ensaios, procedimentos, montagens rigorosas e, sobretudo, segurança para com os profissionais envolvidos no planejamento e na execução em campo. Foram 12 meses de montagem. Uma obra prima da engenharia mecânica e multidisciplinar para a qual nos orgulhamos de termos contribuído ativamente, projetando e executando soluções para cada etapa de montagem e de acordo com as premissas anteriormente determinadas. ■

Veja fotos das etapas do projeto em www.inthemine.com.br

(*) Leandro César Mello Batista: Engenheiro Industrial Mecânico, especialista em Gerenciamento de Projetos e filiado ao PMI-MG



EXPOSIBRAM 2019

Por **Redação ITM**



GUINDASTES TORRE PARA MINERAÇÃO

Nos últimos anos, os guindastes de torre Liebherr vêm sendo utilizados em diversas minas na América do Sul, tanto na implantação de projetos como na manutenção da própria mina e planta de beneficiamento. Os modelos 1250 HC 50, 1000 EC-H 40 e 630 EC-H estão mobilizados em várias minas do Chile e do Peru. Luiz Meirelles, gerente de vendas de Guindastes de Torre da Liebherr Brasil, diz que a vantagem de seu uso na mineração é sua flexibilidade em altura, seu alcance, a precisão na movimentação de cargas e a baixa interferência no entorno. Os modelos automontáveis, inclusive, dispensam equipamentos auxiliares para sua montagem (estande AE03/08/08 - Área Externa).

INTELIGÊNCIA OPERACIONAL

Gerenciar os riscos e os desafios geotécnicos em projeto de construção de túneis. Essas são as propostas da World Sensing, que faz a coleta, o monitoramento e o gerenciamento de dados remotos – e, em tempo real. De insights geotécnicos a monitoramento de integridade estrutural, os produtos e soluções da WorldSensing conectam minas à Internet das Coisas (IoT). A WorldSensing também fornece inteligência operacional, transformando relatórios de painéis tradicionais em informações relevantes e acionáveis (estande Y13 - Foyer).



NOVO OFF ROAD RÍGIDO

Depois do caminhão rígido off road R100E, chega ao mercado o modelo para 65 t (R70D), lançado pela Volvo Construction Equipment no Brasil, Colômbia, Peru, Chile e Argentina. Baseado em décadas de experiência da Terex Trucks, o R70D é configurado principalmente para mineração e operações em pedreiras, conta com motor de 760 HP, relação peso-potência competitiva, capacidade de tração superior e distribuição de peso eficaz (estande AE22 - Área Externa).

ENGENHARIA E GESTÃO

A Saxum Engenharia e Consultoria, localizada em Belo Horizonte (MG), é uma subsidiária da argentina Saxum Engineered Solutions. A empresa é especializada em projetos de engenharia, gestão e serviços, na modalidade EPCM (Engineering Procurement Construction Management) para processamento mineral (cimento, cal, metais, etc.), agroindústria e óleo & gás, com atuação em diferentes países das Américas, Ásia e Europa (estande A08 - Pavilhão).

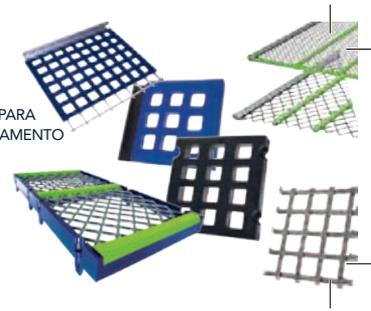


PENEIRA BANANA
XL-CLASS B
MD 3660X7320



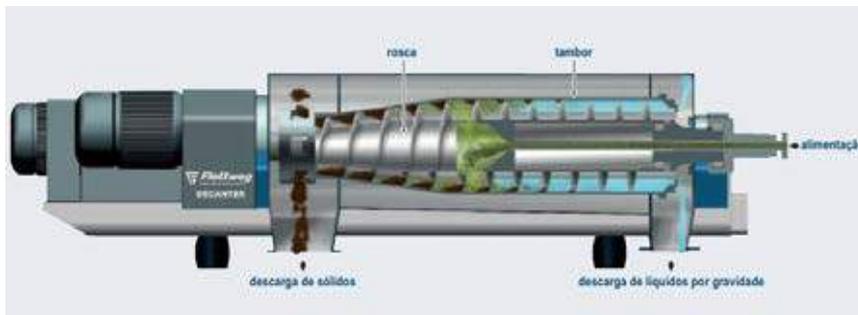
EXCITADOR HAVER

TELAS PARA PENEIRAMENTO



PROCESSAMENTO MINERAL

O centenário grupo alemão Haver & Boecker recentemente, incorporou a "Niagara" (marca de sua linha de peneiras vibratórias) em sua denominação. Seu portfólio inclui peneiras vibratórias (pré-classificação, classificação intermediária, separação e desaguamento); peneiras para agregados e aplicações convencionais, excitadores, telas e sistemas de lavagem /limpeza de materiais contaminados, entre outros produtos (estande M06 - Pavilhão).



SEPARAÇÃO E TRATAMENTO

A Flottweg é um dos líderes mundiais no desenvolvimento e fabricação de Decanters, Tricanters®, Sedicanter e Sorticanter®, assim como Separadores e Prensas de banda. Com sede na Alemanha, o grupo tem atuação global e subsidiária brasileira em Vinhedo (SP). Seu principal diferencial é a tecnologia de ponta alemã na área de centrífugas, projetadas para o processamento simples de grandes quantidades, maior resistência ao desgaste e à corrosão, operação contínua e totalmente automática, maior vida útil e maior intervalo de manutenção (estande T14 - Pavilhão).



FLSMIDTH AMPLIA SUPORTE

Com uma linha completa de tecnologias para o processamento de minérios - da britagem à concentração - e para o manuseio de materiais, a FLSmidth inaugurou um novo Centro de Serviços para mineração no norte do Chile. Com 8 mil m², a unidade oferece soluções para atualização manutenção de equipamentos, manutenção, reparos e reconstrução de componentes, e estoque de peças de reposição, além de suporte em inspeções, auditorias de processos e problemas técnicos em plantas de mineração (estande I05 - Pavilhão).



SEPARADORES DE RAIOS X

A Bourevestnik, sediada em São Petersburgo, é um dos maiores fabricantes mundiais de separadores de raios X para a indústria de diamantes. Com mais de 600 modelos atualmente em operação em países como Angola, África do Sul, Lesoto, Zimbábue e Rússia, a empresa atende a aplicações desde o enriquecimento primário do minério até o retratamento do concentrado final, com diferenciais de eficiência, alta seletividade e recuperação, alto desempenho, baixo impacto ambiental e baixos custos operacionais.

A LEVEZA E A ARTE DA ENGENHARIA



Fotos Bolbi/Divulgação

(Um fio de nylon com apenas 0,6 mm de diâmetro. A esse primeiro fio, seguiram-se outros fios e cabos de aço, que suspenderiam em uma única linha, por mais de 300 m, a estrutura de um transportador de correias de longa distância, a uma profundidade de 100 m).

minegaleria



“A linha em si não é matéria nem substância e pode, antes, ser chamada de ideia imaginária do que objeto real; e sendo esta a sua natureza, não ocupa espaço. Portanto, um número infinito de linhas pode ser concebido como se intersectando em um ponto, que não tem dimensões e é apenas da espessura de uma única linha.”

Leonardo da Vinci

VERSATILIDADE E CONFIANÇA PRA VOCÊ PRODUZIR MAIS.

CPMC



A Volvo apresenta sua mais nova solução para ajudar você com o trabalho pesado. A **Escavadeira EC210DL** oferece mais conforto e visibilidade para o operador sem deixar de apresentar resultados. O econômico e potente motor Volvo D5E conta com o novo sistema Eco e um sistema hidráulico moderno, que resulta em mais facilidade na hora da manutenção. A força de trabalho é muito maior com o braço e a lança para cargas pesadas, que realizam as tarefas de maneira mais eficiente e segura.





AQUI TEM
CAULIM

AQUI TEM
CAULIM

O caulim é um mineral
que faz parte do seu dia.
Desde o seu café da manhã.

Saiba mais sobre a Imerys:
www.imerysnopara.com.br



IMERYS