Minerales Minerales

Ano XXX - Edição 290 - Setembro/Outubro 2006 - R\$ 10,00

Moagem SAG: acabou o mito?

Brucutu atinge 12,2 milhões t/ano

Brasil capitaliza a alta

O sucesso em Ouro Preto

SAG - Acabou o mito?

Alexis Yovanovic*



té 1983, 378 moinhos AG SAG foram implantados no mundo todo, nenhum na América Latina. Após a recente consolidação do mercado mundial de fabricação de equipamentos de cominuição, o sistema SAG, impulsionado pelo gigantismo do cilindro e do motor, eliminou da concorrência dezenas de pequenas fábricas de moinhos espalhadas pelo mundo, algumas no Brasil. No mundo existem agora, até 2004, ao redor de 1.250 moinhos SAG, dos quais 230 possuem um diâmetro maior que 28 pés. Destes, atualmente há 16 no Chile, 2 na Argentina e, recentemente, 1 no Brasil (que há dois anos tenta atingir a taxa prevista de produção), principalmen-

te na indústria do cobre.

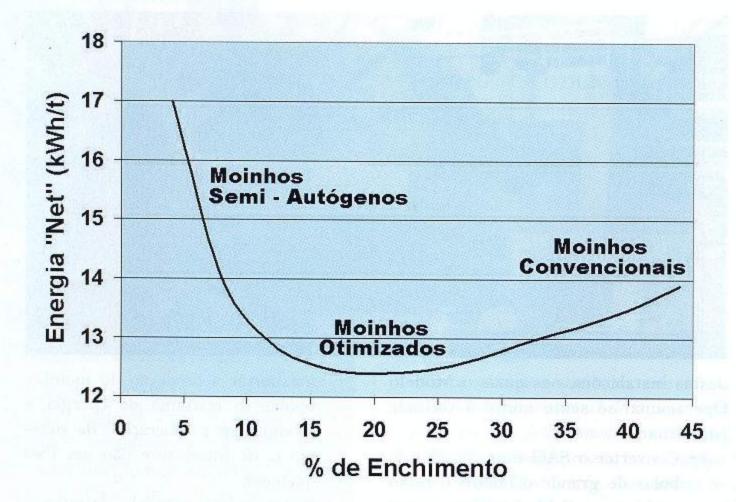
Os argumentos que historicamente favoreceram a avaliação de moinhos SAG diante
dos sistemas convencionais de cominuição
estão com os dias contados. Não ocorreu, na
prática industrial, redução de consumo de
energia nem de custos de operação em geral,
como era prometido nos "testes" de avaliação,
na etapa de projeto. O sistema convencional
foi e continua sendo bem mais econômico,
ainda agora com preços de energia elétrica
dobrando os "valores de projeto", utilizados
pelos projetistas do SAG.

Os custos de operação

Com aquele método do *net power*, em que os kWh/t utilizados no moinho-

piloto SAG eram limpos de toda gordura derivada da transmissão, perdas e a movimentação do moinho vazio, e levados para a escala industrial, comparando-se com os ultraconservadores projetos "convencionais", cheios de cargas circulantes e pesados custos operacionais, era de se esperar que sempre o SAG iria ganhar. (Terminei recentemente um livro sobre Moagem, com 83 páginas dedicadas ao SAG e, na minha bibliografia, não encontrei nenhum projeto em que o SAG perdesse com relação aos convencionais). Por outro lado, na prática industrial, revisando os dados de projeto em contraposição à realidade, não achei nenhum projeto que refletisse toda aquela beleza observada no projeto.

(*) Alexis Yovanovic, Modelo operacional - ayovanovic@uai.com.br



Convido ao leitor a procurar nas suas referências pessoais.

Hoje, para evitar a movimentação de centenas de toneladas para centros de pesquisa, pretende-se simular e projetar moinhos mediante a quebra individual de partículas, numa suposição discutível de se considerar que a liberação do material é apenas um assunto de tamanho (P80), e que os fragmentos gerados na quebra possuem a mesma composição da partícula original. Isso é "quase" válido, como ferramenta de cálculo, para faixas grosseiras de sulfetos primários, mas não para terra alterada de decapeamento, chamada de "minério" em alguns projetos, em que 2% a 3% de sulfeto se encontram diluídos em magnetita, micas, alumina, quartzo, etc.

O caso do concentrador de El Teniente (Codelco) é bastante representativo, pois dois outros concentradores desta mesma empresa operam em paralelo ao projeto SAG, e podem ser comparados diretamente. Este exemplo é muito emblemático para mim, pois lutei no Chile contra a instalação destes moinhos, desde os anos 70.

Os custos de operação do circuito SAG, de US\$1,3/t moída em 1992, atingiram US\$ 3,0/t em 2004; o consumo específico de energia da nova usina SAG, já ao começo da operação superior ao sistema convencional existente (ao contrário do prometido na etapa de projeto), foi de 20,5 kWh/t em 1992, indo para 26,6 kWh/t em 2004.

O sistema convencional de El Teniente - britagem convencional e moinhos de 14' x 24' - foi de 17 kWh/t em 1992 para 16,4 kWh/t em 2004. O velho concentrador de Sewell (também de El Teniente), implantado na década de 40, com moinhos daquela época, consumiu em 2004 19 kWh/t.

Relatório chileno sobre consumo de energia no país, em 2004, explica o aumento do consumo no setor de mineração da seguinte forma: "...se explica principalmente por los mayores consumos provocados por la incorporación de los molinos SAG ...".

Ainda mais, recentes projetos SAG sendo implantados no Brasil fundamentam que, além da baixa expectativa de consumo unitário de energia, derivada da visão pró-SAG dos testes de avaliação, o preço da energia seria de apenas US\$ 0,03/kWh, contra um valor efetivo de quase 7 centavos de dólar, informado pela ANEEL. Muitas surpresas desagradáveis ainda podem ser esperadas na implantação de moinhos SAG em projetos atualmente em curso.

O investimento

No lado do investimento, a eliminação da britagem convencional de três etapas em troca do SAG também era falsa, pois, além do SAG já começar utilizando britador primário e britador fino de pebbles da carga circulante, agora, como solução aos repetitivos problemas de não atingir a taxa de produção de projeto, o fabricante propõe a



instalação de britadores secundários na alimentação do SAG, para reduzir o F80 da sua alimentação e, se não bastasse, sugere aos operários da lavra a utilização de maior quantidade de explosivos para elevar a fragmentação (blasting) antecipada do material. Ou seja, algo está sobrando neste esdrúxulo arranjo: ou todos esses britadores, ou o próprio SAG, que a rigor parece agora nem se justificar.

Dois a três anos de comissionamento, diante de dois ou três meses do sistema convencional, sérios problemas de manutenção, dependência tecnológica, etc, fazem agora que a tendência mundial de cominuição dos novos projetos seja de voltar para os clássicos sistemas de britagem e para a tecnologia local.

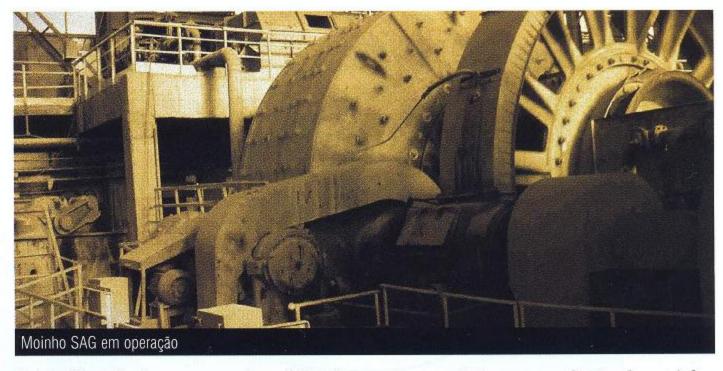
Os problemas que poucos falam

Nos dias de hoje, dezenas de projetos SAG em operação - e sem conseguir atingir a performance esperada - estão partindo para a instalação de britadores secundários. Outros tantos projetos estão apelando para o blasting, como relatado no item anterior, num projeto batizado com o nome de Mine to Mill.

Segue um relato de alguns problemas SAG observados rapidamente na internet:

Soluções alternativas

Em geral, depois de tomada a decisão errada de implantar o sistema SAG, podemos apontar os seguintes caminhos para tentar atenuar o mau desempenho



destas instalações, nas quais o Modelo Operacional se sente muito à vontade para atuar:

- Converter o SAG num moinho de bolas de grande diâmetro e baixo enchimento. O Modelo Operacional já postula que existe um nível de enchimento otimizado que flutua entre 20% a 25%, dependendo do tipo de minério e do produto desejado. Os SAG de pedigree operam com 4& a 8%.
- · O moinho operaria numa zona otimizada de enchimento, mas ainda traz o defeito do seu excessivo diâmetro, que já não há como consertar.
- Operá-lo adequadamente utilizar a heterogeneidade do material e abrir o circuito, redirecionando a ganga leve e grossa e os finos de sulfeto para fluxos diferentes. Utilizar corretamente a "função transporte" do moinho, estabilizar a operação e

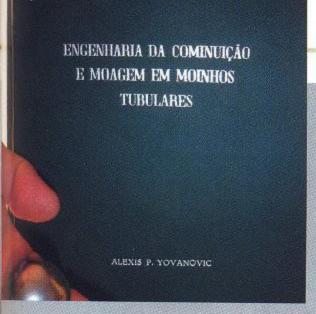
- maximizar a produção do moinho, reduzir o consumo de energia e acompanhar a "liberação" da substância de interesse e não um P80 qualquer.
- · Sistemas de controle otimizante. O sistema deve possuir um forte conhecimento de processos e atuar na otimização efetiva do circuito, não apenas controlar válvulas de água, como muitos sistemas fazem, ou implantar sistemas visuais apenas como um big-brother de minério, sem consistência fenomenológica.

Novos projetos

Para quem ainda está na etapa de projeto, é hora de repensar o circuito de cominuição. Vamos citar aqui um texto de Amadou Konta, manager da usina de Loulo (África do Sul):

"In the 1960s and '70s the comminution circuit consisted typically of a three

Data	Usina	Problema
Relatório de Produção 1T2000	Codelco, Chile	Menor produção em Chuquicamata, por causa de sinistro num moinho SAG
Metals Outlook Out. 2000	Bouchard-Hébert mine	Problema mecânico no SAG. Usina parada entre março e outubro de 2000
Set. 2004	Codelco – El Teniente	Custo da usina SAG sobe de US\$ 1,3/t, em 1992, para US\$ 3,0/t em 2004
Out. 2004	Governo do Chile	Maiores consumos no setor por causa da incorporação de moinhos SAG
Abril 2005	Collahuasi, Chile	Problemas no moinho SAG. 50 mil t de concentrado perdidas
Mining Review, África - 2005	Loulo Gold Plant África do Sul	O projeto resolve partir para o sistema convencional
Relatório de Produção 1T2006	Codelco Norte, Chile	Queda de produção por problemas técnicos no SAG
Julho 2006	Collahuasi, Chile	A empresa, ainda com problemas, cobra US\$ 160 M das companhias de seguros, o maior seguro da história do Chile
Relatório de Produção CVRD	Sossego	Produção 30% inferior aos valores de projeto, após dois anos de comissionamento
Agosto 2006	Petrex Mines África do Sul	Produção 13,4% inferior, devido a problemas no moinho SAG
Setembro 2006	Red Back Mining, Inc Chirano Gold Mine	Falha em março de 2006 num dos SAGs, comprometendo 14% da produção anual



Segundo livro pronto e terceiro está a caminho

Engenharia da Cominuição e Moagem em Moinhos Tubulares é o novo livro de Alexis Yovanovic, engenheiro civil químico e consultor especializado em otimização e controle de processos minerais. Em 2004, o autor lançou Engenharia da Concentração de Massa por Flotação — Volume I: Fundamentos da Flotação, e já está elaborando o terceiro volume da série, previsto para ser editado em 2007, intitulado Operações com Transferência Macromolecular de Massa. Mais informações sobre os livros podem ser obtidas pelo e-mail ayovanovic@uai.com.br.

stage crushing and ball milling circuit, but the industry gradually changed over to SAG or SAG/Ball mill combinations in the comminution circuits. More recently there has been a trend towards more crushing ahead of the SAG circuits to optimize the throughput with a better control of the mill feed size. This reached the point where the SAG mill operation gets closer to looking like a ball mill operation, so we decided to take this trend to the extreme and reverse to the old three stage crush and ball mill circuit"

Konta continua dizendo que: "One of the advantages is that while it takes two to three years to fully commission a SAG mill, the comissioning process for a crusher and ball mill circuit can be done in two to three months".

Moderno?

Como relato no meu livro sobre moagem, a primeira operação de moagem em moinhos tubulares foi justamente em moagem autógena, em 1907, na África do Sul (na época não existiam corpos moedores de aço). Isto não é nenhuma novidade tecnológica,

mas hoje é apenas um engodo para monopolizar o mercado e acabar com as pequenas fábricas locais. A cominuição convencional possui sim tecnologia, e as operações de britagem avançavam solidamente junto com moinhos single stage convencionais, antes da globalização dos sistemas. A britagem com rolos a pressão começa também a mostrar as suas qualidades, etc.

Não quero voltar ao passado, mas apenas continuar com a evolução efetiva da cominuição, em favor dos fabricantes locais e das mineradoras. Antigo e conservador é aquele "modernoso" que segue as ondas globais, vaidoso diante dos chefes, que sai bonito na foto de inauguração do maior SAG do mundo, comprado com dinheiro que não é dele e, depois, na hora do vamos ver, fica calado e sem argumentos.

A mineração vive ainda na antiguidade, sem ciência fenomenológica que explique as suas operações e, se não mudar, merece conviver com paradigmas, tabelinhas de fabricantes, "macetes", e permitindo a entrada de cavalos de tróia dentro das usinas.

