

KINROSS PARACATU, START-UP E OTIMIZAÇÃO DO CIRCUITO DE MOAGEM SAG

L.T. Santos Junior¹, M.P.D. Gomes¹, R.B. Gomides¹, T.V. Pignaton¹, W. Phillips¹

¹Kinross Brasil Mineração S/A

Estrada do Machado S/N, Morro do Ouro, Paracatu-MG, 38600-000, e-mail:

luiz.tavares@kinross.com

RESUMO

Kinross Paracatu iniciou a operação de sua nova planta de beneficiamento de ouro no final de 2008, sendo composta por um moinho SAG e dois moinhos de bolas. Esta planta foi projetada para tornar Paracatu a maior mina de ouro em volume movimentado, com capacidade para 5087 t/h. No primeiro ano de operação a planta passou por diversas dificuldades relacionadas a estabilidade e capacidade de alimentação, principalmente relacionada a baixa eficiência da moagem de bolas. Durante este período diversas ações foram tomadas com o objetivo de maximizar a taxa de alimentação. Entre elas estão a redução de tamanho de bolas, enchimento do moinho SAG, alteração da configuração de ciclones e retorno da carga circulante para o SAG. Com a estabilização do circuito uma segunda etapa de melhorias foi iniciada buscando aumento de capacidade e também redução dos custos operacionais. Entre as principais ações destaca-se a otimização do enchimento de bolas dos moinhos e o melhor controle operacional das peças da ciclonagem. Após dois anos de operação obteve-se um ganho significativo na capacidade da planta, porém será necessária a adição de um terceiro moinho de bolas com o objetivo de maximizar o uso do moinho SAG que possui capacidade de processamento ociosa.

PALAVRAS-CHAVE: moagem; SAG; otimização; eficiência.

1. INTRODUÇÃO

A Kinross, antes denominada RPM, iniciou suas atividades de mineração de ouro em Paracatu em 1987. Deste então a mina opera com uma planta de beneficiamento para beneficiamento de minérios brandos com capacidade anual de 20.000.000 t.

Em 2006 a Kinross viabilizou a construção de uma segunda planta de beneficiamento para aumentar a capacidade da mina de Paracatu. Esta planta visa o beneficiamento de minério de minérios mais competentes e sulfetados, com capacidade de 5087 t/h, o que corresponde à 41.000.000 t anuais. A lavra deste minério também amplia a vida útil da mina em mais de 30 anos.

Basicamente a nova planta, denominada Planta 2, apresenta a mesma filosofia de processo da planta existente. As únicas mudanças são com relação à escala dos equipamentos e ao circuito de cominuição. Enquanto a planta existente possui dois estágios de britagem e dois estágios de moagem, a nova planta consiste em uma etapa de britagem e duas etapas de moagem, sendo a moagem primária utilizando moinho SAG, conforme figura 1.

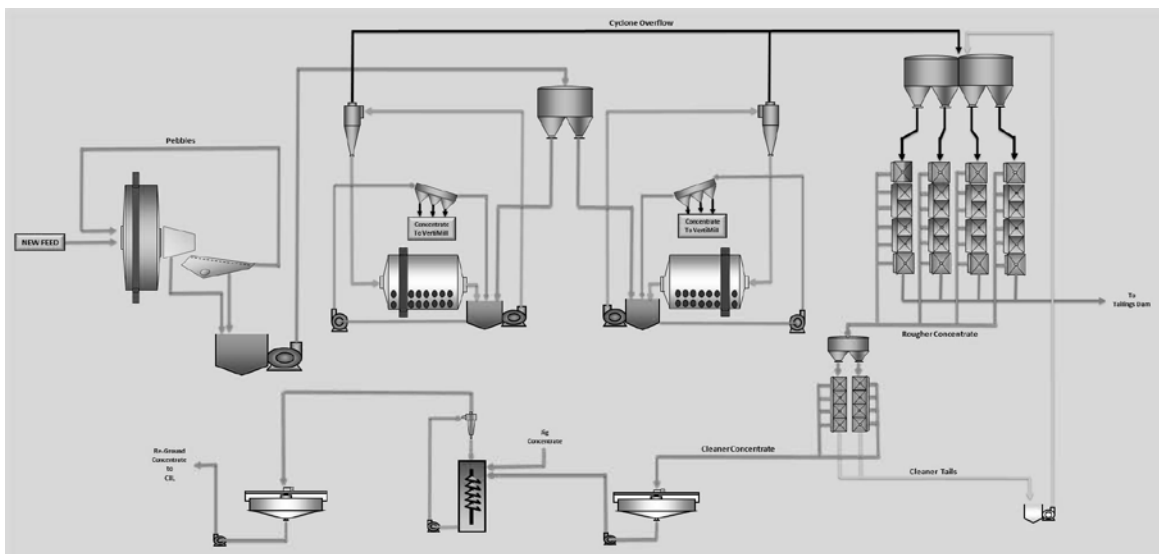


Figura 1 – Fluxograma de Processo Planta 2.

2. START-UP

A planta 2 teve seu start-up em outubro de 2008 com a operação do moinho SAG e um moinho de bolas, com o segundo moinho entrando em operação em janeiro de 2009.

A grande preocupação inicial foi com relação à moagem SAG, principalmente pela tecnologia relativamente desconhecida no Brasil e pelas dimensões do equipamento. Uma

série de treinamentos foram realizados, assim como visitas técnicas afim de melhor capacitar os operadores da moagem. Também foi contratada consultoria técnica a fim de acompanhar a operação inicial do circuito.

Inicialmente a principal dificuldade foi com relação à estabilização do circuito, devido à baixa disponibilidade dos equipamentos e às oscilações das principais variáveis do SAG.

O circuito de moagem iniciou sua operação com alimentações da ordem de 3.200 t/h, muito abaixo do previsto, e com o produto final para a flotação muito grosseiro, com P80 da ordem de 160 μm , contra 75 μm previsto no projeto. O moinho SAG apresentava dificuldades em manter a célula de carga nos valores desejados e a massa de pebbles mantinha-se muito elevada e com grandes oscilações.

3. CAPACIDADE MOINHO SAG

A grande preocupação do projeto e que foi evidenciada no início de operação do circuito foi com relação à capacidade do moinho SAG. Com alimentações de 3.200 t/h, 40% abaixo do projetado, e com grandes dificuldades em mantê-la devido à instabilidade do moinho.

O principal ponto de melhoria observado foi com relação às grelhas. Inicialmente com abertura de 2 ½”, observou-se que havia grande geração de pebbles e que a célula de carga trabalhava com níveis abaixo do previsto. Foram então instaladas grelhas menores com abertura de 1 ½”. A instalação destas grelhas levou à retenção maior de material grosseiro dentro do SAG, aumentando a cominuição desta fração e conseqüentemente reduzindo a massa de pebbles.

A menor área aberta nas grelhas levou à redução da vazão volumétrica do moinho. Como solução o nível de enchimento de bolas foi aumentado, passando de 10% para 12%.

Estas ações levaram a uma melhoria significativa na estabilidade do moinho SAG. Com a melhor estabilidade foi possível avaliar a capacidade do moinho.

Em condições operacionais favoráveis avaliou-se a capacidade volumétrica do moinho. Nestas condições o moinho conseguiu alimentações acima de 5.000 t/h, chegando a valores da ordem de 5.400 t/h. A célula de carga do moinho apresentou-se bastante estável nos períodos de alimentação elevada, assim como a massa de pebbles ficou dentro dos padrões estipulados em projeto, comprovando que volumetricamente o moinho possui a capacidade prevista em projeto.

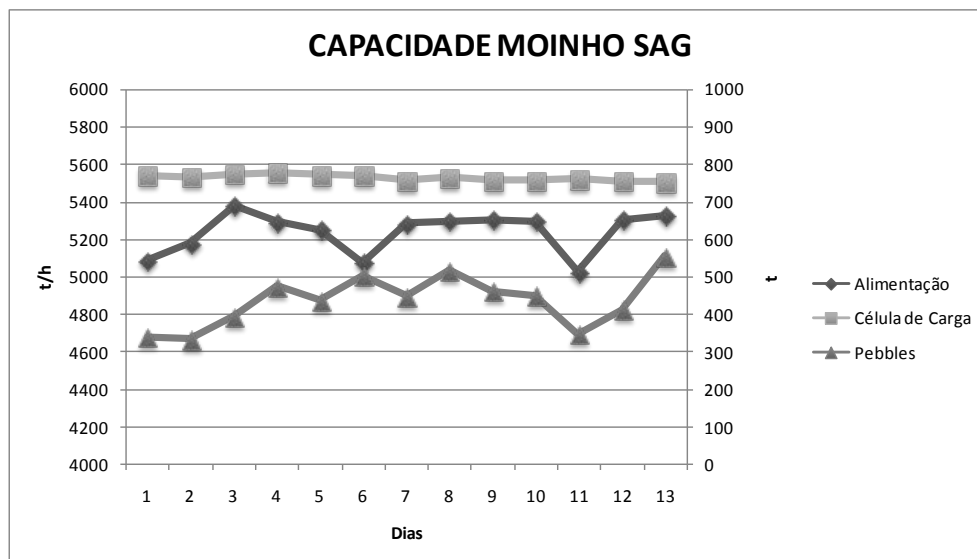


Figura 2 – Capacidade do Moinho SAG

4. MOAGEM DE BOLAS

Com a estabilidade do moinho SAG, as atenções foram voltadas para a moagem de bolas. Os moinhos de bolas apresentavam eficiência abaixo do previsto, com altos valores de P80 e carga circulante elevada, chegando a valores de 900%. Além da redução de capacidade do circuito, o alto P80 também prejudicava a etapa de flotação, que apresentava recuperações da ordem de 50%.

4.1. Eficiência Moinhos de Bolas

O projeto previa uma eficiência dos moinhos de bolas de 1,6, comparada com o modelo de Bond. Este valor foi obtido a partir do desempenho de operação da planta 1 ao longo dos últimos anos, que era desta ordem de valor. Na prática o valor obtido com a eficiência estava na ordem de 0,8, muito abaixo do valor projetado.

Algumas ações foram tomadas imediatamente para aumentar a capacidade do circuito e melhorar a eficiência do circuito. O enchimento do moinho foi aumentado de 28% para 32%, aumentando assim a potência utilizada e ganhando capacidade adicional. Para isso foram necessárias modificações no bocal de saída com o objetivo de reter bolas, pois no nível do bocal de descarga o enchimento é de 29%.

Alterações também foram necessárias na classificação, a fim de aumentar a capacidade do circuito e reduzir a incidência de obstruções. A configuração de apex e vortex foi alterada, passando originalmente de 6” e 9” para 7” e 10”, respectivamente. Também foi aumentado o número de ciclones instalados, passando de 18 para 21 ciclones por bateria.

A grande alteração realizada nos moinhos de bolas foi com relação ao tamanho de reposição de corpos moedores. Os moinhos iniciaram sua operação com reposição de bolas de 3". Porém ao analisar a granulometria de alimentação e realizar simulações de processo optou-se por reduzir o tamanho de reposição, passando de 3" para 2".

Estas alterações levaram a ganhos significativos, principalmente relacionados à granulometria de alimentação da flotação. As melhorias realizadas no circuito de moagem reduziram o P80 de 160 μm para 110 μm , contribuindo juntamente com ações específicas para o circuito de flotação que aumentaram a recuperação metalúrgica de 50% para 70%. Já a taxa de alimentação apresentou evolução, passando de 3.200 para 3.510 t/h. A eficiência da moagem de bolas passou de 0,8 para 0,96.

4.2. Qualidade da Alimentação dos Moinhos de Bolas

Comprovada a capacidade do moinho SAG e identificado que a alimentação é restringida pela moagem de bolas devido à alta carga circulante e P80 elevado, as etapas seguintes de melhoria concentraram em trabalhar nos processos anteriores de forma a melhorar a qualidade do produto enviado aos moinhos de bolas, reduzindo assim o esforço necessário para se chegar a granulometria desejada para a flotação.

Com alimentações da ordem de 3.300 t/h o moinho SAG é pouco exigido. Diante disso, ações foram tomadas de forma a utilizar melhor sua potência instalada e com isso reduzir a granulometria de alimentação dos moinhos de bolas.

Entre as ações destaca-se a redução da malha do trommel e peneira, passando a abertura de 12 mm para 8 mm. Esta ação levou a redução da granulometria de alimentação dos moinhos, melhorando assim seu desempenho. Em contrapartida houve um aumento na massa de pebbles, porém em valores abaixo do previsto.

Aproveitando de opção prevista no projeto, outra alteração realizada no circuito foi o retorno de parte da carga circulante dos moinhos de bolas para o SAG visando o uso de sua energia ociosa para ajudar a fragmentar este material. Para auxiliar este processo foi alterado o diâmetro de reposição de bolas, passando de 5" para 4" com o intuito de fragmentar as partículas de menor tamanho e também foi aumentado o enchimento de bolas, passando de 12% para 18%.

Por fim foi aumentada a razão de carga de explosivos. O objetivo foi melhorar a fragmentação do minério proveniente da mina, seja através da redução de sua granulometria, ou através de microfissuras nos grãos minerais.

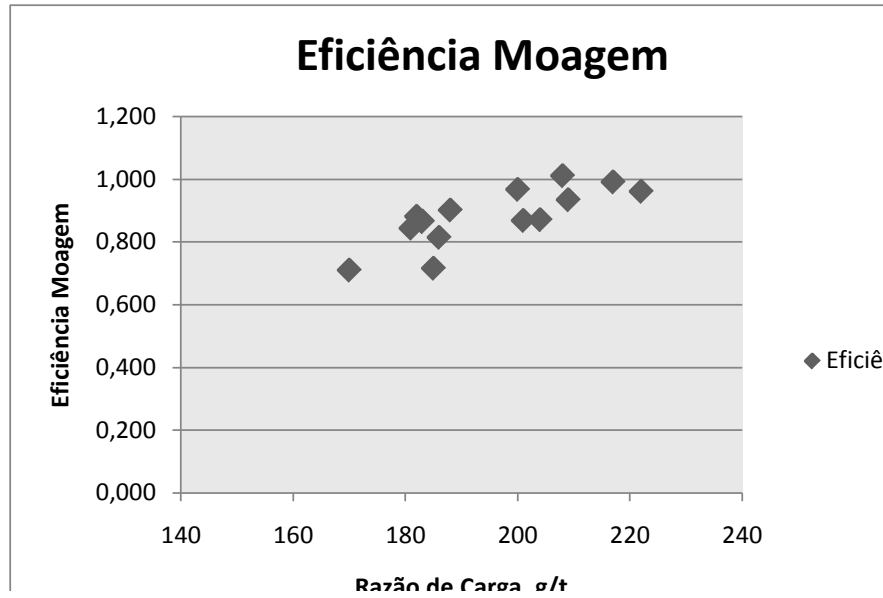


Figura 3- Relação Desmonte/Eficiência de Moagem

Todas as ações relativas às etapas anteriores à moagem de bolas reduziram a granulometria de alimentação do circuito de moagem de bolas, com o T80 passando de 5 mm para 1,2 mm, reduzindo consideravelmente o trabalho dos moinhos de bolas

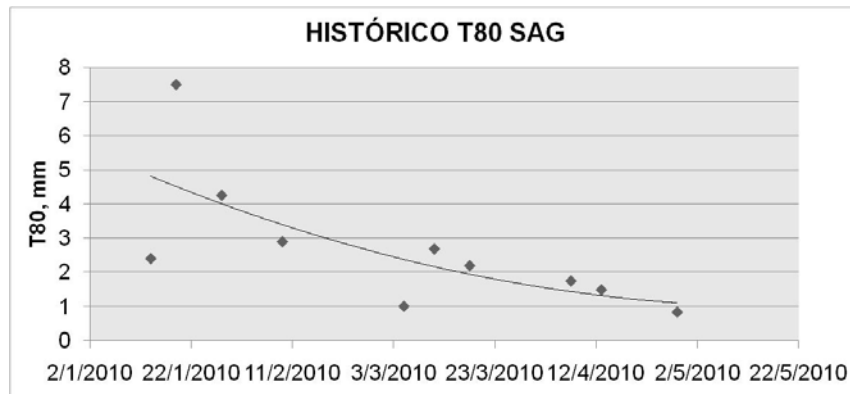


Figura 4 – Redução do T80 SAG

5. AJUSTES FINAIS NO CIRCUITO

Finalizada todas as ações, conseguiram-se ganhos significativos no circuito de moagem. A alimentação foi aumentada de 3.200 t/h para 3.912 t/h, levando a um aumento de capacidade de 22%. Também foi obtida a redução do P80, material que alimenta a flotação, passando de 160 μ m para 110 μ m, redução de 31%.

Muitas destas ações foram implementadas simultaneamente com outras, fazendo com que não fosse possível verificar a eficácia de cada uma isoladamente.

Como foi identificado que o moinho SAG não é o limitante da capacidade da planta, decidiu-se avaliar a eficácia de suas ações, principalmente às relacionadas a grandes aumentos no custo operacional.

A primeira mudança feita foi a paralisação do retorno da carga circulante dos moinhos de bolas para o SAG. Diante das melhoras obtidas em todo o circuito, este retorno estava trazendo grande instabilidade, principalmente por não possuir um controle efetivo de vazão para o moinho.

Em seguida, outro ponto avaliado foi o enchimento de bolas do SAG. Decidiu-se reduzir gradativamente o enchimento do SAG até identificar o ponto onde se começa a ter redução de capacidade ou aumento da instabilidade do circuito. Identificou-se que o valor ideal para enchimento de bolas sem prejudicar o desempenho do moinho fosse da ordem de 12-13%.

Por fim foi analisado o tamanho de reposição de bolas no moinho SAG. Inicialmente foi utilizado bolas de 5” e então reduzido para 4”, principalmente devido à menor granulometria de alimentação em função do retorno da carga circulante dos moinhos de bolas. Com a paralisação do retorno da carga circulante, decidiu-se por retornar o diâmetro de reposição para 5”, não verificando nenhuma diferença com relação à produtividade e granulometria do produto final do moinho.

Estas mudanças levaram a uma redução significativa no consumo de corpos moedores. Com o alto enchimento de bolas e diâmetro menor o consumo de corpos moedores no moinho SAG atingiu valores da ordem de 400 g/t. As alterações feitas levaram a redução do consumo atingindo valores de 230 g/t, 40% menor.

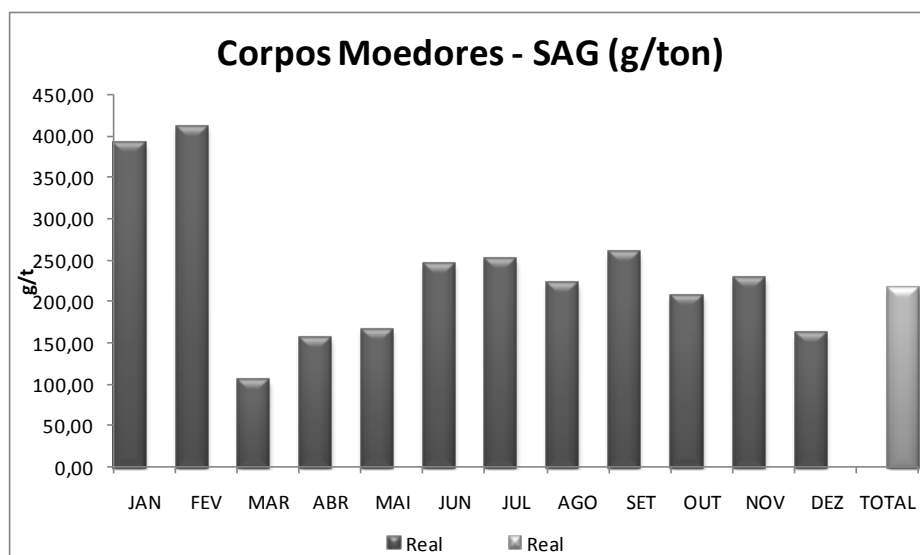


Figura 5 – Consumo de bolas SAG

Esta mudança também colaborou com o consumo específico de energia, que chegou a atingir valores de 26 kWh/t, reduzindo para patamares de 20,5 kWh/t, uma redução de 22%

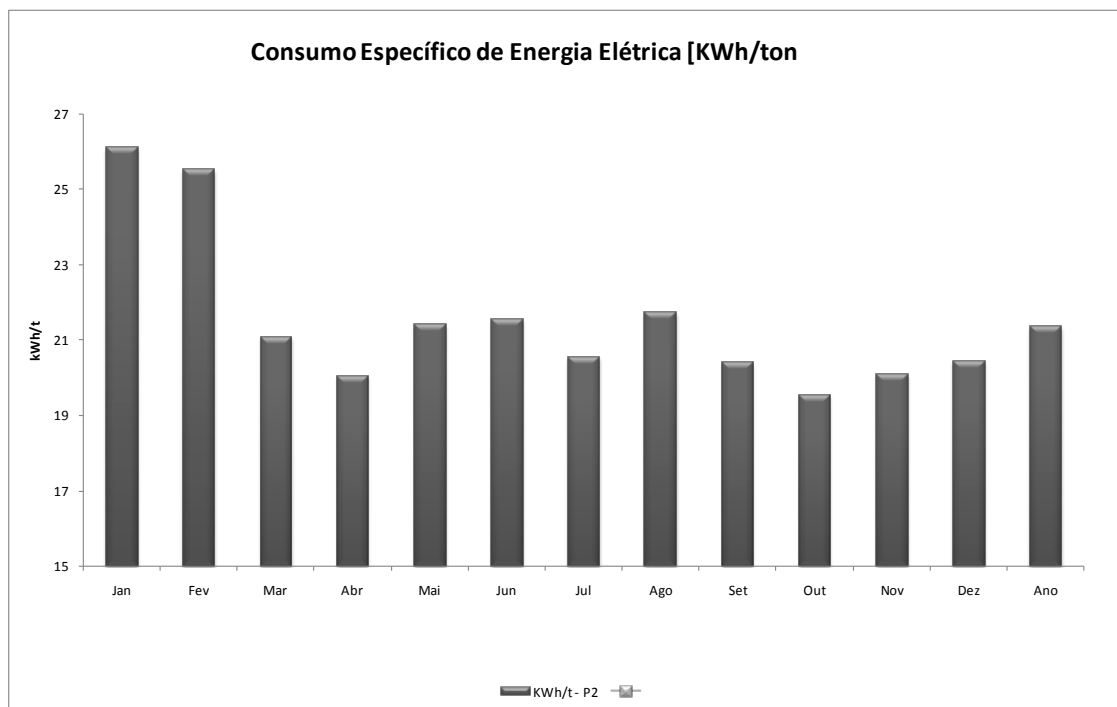


Figura 6 – Consumo específico de energia planta 2.

Como estes dois insumos, corpos moedores e energia, são os de maior impacto na planta, a mudanças realizadas implicaram em uma grande redução no custo operacional, que também apresentava valores elevados comparado ao previsto em projeto.

6. CONCLUSÃO

A planta 2 apresentou muitas dificuldades nos dois primeiros anos de operação. Após todas as mudanças realizadas, conseguiu elevar consideravelmente seu desempenho, passando de 3200 t/h para 3.912 t/h, um ganho de 22%. Esse valor, porém, ainda é abaixo do previsto em projeto, que era de 5087 t/h. A grande diferença entre o projetado e o realizado deve-se aos moinhos de bolas que apresentaram ao final de todas as ações eficiência de 1,23 contra 1,6 prevista em projeto.

A granulometria final da moagem também apresentou melhora significativa. Inicialmente com P80 de 160 μm , este valor foi reduzido para a ordem de 110 μm . Esta redução contribuiu para o melhor rendimento do processo de flotação, que atingiu os valores estimados em projeto mesmo ainda estando com granulometria acima do projetado, que era de 75 μm .

Para aumentar a capacidade de beneficiamento da planta está sendo instalado um novo moinho de bolas, com previsão para início de operações em maio de 2011. Com a instalação deste moinho a planta enfim atinge a capacidade nominal de 5087 t/h.