

VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE MOINHO VERTICAL NA REMOAGEM DE CONCENTRADO DA KINROSS PARACATU

L.T. Santos Junior¹, M.P.D. Gomes¹, R.B. Gomides¹, G.G. Oliveira Junior¹, 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 possui duas plantas de beneficiamento em sua unidade em Paracatu. O circuito de ambas as plantas basicamente consiste de britagem, moagem, jigagem, flotação, remoagem, lixiviação e fundição. O processo de remoagem consiste em reduzir a granulometria do concentrado da flotação e jigagem para alimentar o circuito de lixiviação. O que difere os dois circuitos é o tipo de moinhos utilizados na remoagem, sendo que uma planta utiliza moinhos tubulares e a outra planta utiliza moinho vertical. Nota-se claramente a diferença entre o uso dos dois tipos de moinhos, tanto do ponto de vista operacional como do ponto de vista de processo. Este trabalho visa apresentar as diferenças entre os dois tipos de moinhos, considerando diversos aspectos como consumo energético, eficiência de moagem, custos operacionais e investimentos para implantação.

PALAVRAS-CHAVE: moagem, vertimill, remoagem, vantagens, desvantagens

7. 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 as duas plantas apresentam a mesma filosofia de processo, possuindo etapas de britagem, moagem, jigagem, flotação, remoagem e hidrometalurgia.

O circuito de remoagem tem a finalidade de adequar a granulometria do concentrado final das plantas, composto por concentrado gravítico e da flotação, para a etapa de lixiviação realizada na hidrometalurgia. Este concentrado, composto por material de até 2 mm, necessita ser moído até atingir um P90 de cerca de 45 μ m.

A diferença entre os circuitos de remoagem da Kinross Paracatu está no tipo de equipamento utilizado. Enquanto a Planta 1 trabalha com moinhos de bolas tubulares, a planta 2 opera com moinho vertical.

8. DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS DE REMOAGEM

Além da diferença entre os tipos de moinhos utilizados, os circuitos de remoagem das Plantas 1 e 2 também possuem outras particularidades quanto à capacidade do circuito e tipologia de minérios alimentados.

8.1. Remoagem em Moinhos Tubulares

O circuito de remoagem convencional recebe todo o concentrado final da Planta 1, alimentada preferencialmente por minérios oxidados. O circuito tem capacidade para tratar 40 t/h com WI médio de 5,5 kWh/t, gerando um produto com P90 de 45 μ m, enviado para o circuito de lixiviação.

O circuito é composto por dois moinhos de bolas operando em paralelo. Estes moinhos possuem tamanhos diferentes, sendo um com dimensões 7'x10' e o segundo 8'x11'. Os moinhos operam a 67% da velocidade crítica. O diâmetro para reposição de bolas é de 1" e o enchimento em torno de 30%, com potência total utilizada de 300 kW.

A alimentação do circuito de moagem é realizada de forma reversa, com o concentrado sendo classificado inicialmente e com o underflow alimentando os moinhos, conforme figura 1.

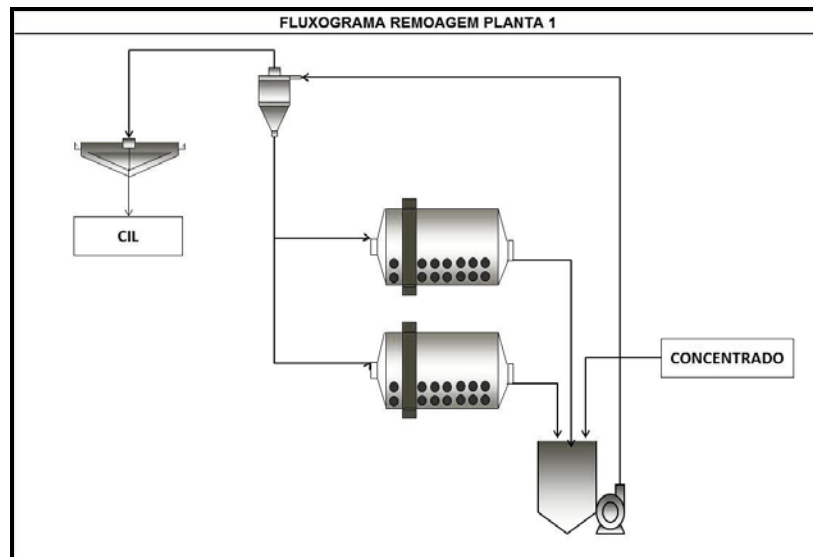


Figura 1 – Fluxograma de Processo Remoagem Planta 1

8.2. Remoagem em Moinho Vertical

O circuito de remoagem vertical foi concebido para tratar todo o concentrado da planta 2, composto preferencialmente por minerais sulfetados. Dimensionado para receber material com WI médio de 10 kWh/t, o circuito tem capacidade para alimentar cerca de 91 t/h, com um P90 da ordem de 45 μ m.

O circuito é composto por um moinho vertical modelo VTM-1250, como potência instalada de 930 kW e utilizada de 850 kW. A reposição de bolas é feita com diâmetro de 1” e enchimento médio de 40%.

Ao contrário do circuito convencional, a alimentação é diretamente enviada para o moinho vertical operando em circuito fechado com a carga circulante retornando para o próprio moinho, conforme demonstrado na figura 2.

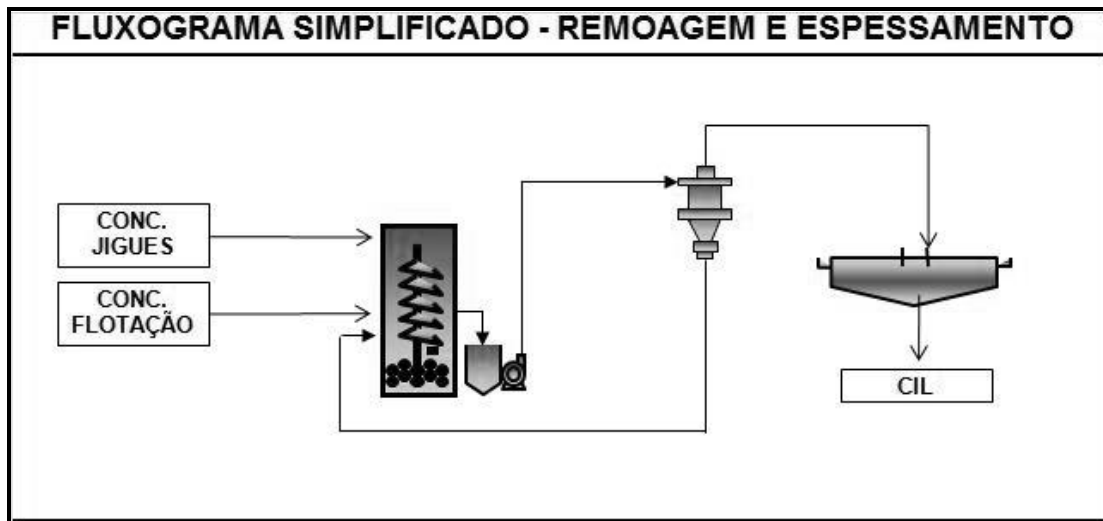


Figura 2 – Fluxograma de Processo Remoagem Planta 2

9. EFICIÊNCIA DE MOAGEM

De acordo com Beraldo (1987), a fragmentação das partículas é realizada através de três forças principais: impacto, atrito e compressão. Numa moagem convencional realizada em moinhos tubulares há a combinação destas três forças sobre as partículas para realizar sua fratura. Já nos moinhos verticais, por não haver o movimento de queda livre dos corpos moedores, não existe a fragmentação por impacto.

Por apresentar diferentes forças agindo sobre as partículas, é visível a diferença de eficiência entre os dois tipos de moinhos.

Baseando-se na lei de Bond, comprova-se a diferença entre os dois tipos de moinhos. O moinho vertical apresentou eficiência de 1,5 contra 0,85 do moinho tubular, uma diferença de 75%.

EFICIÊNCIA MOAGEM		
Moinho	Tubular	Vertical
Eficiência Moagem	0.85	1.5

Tabela 1 – Eficiência de moagem

Analisando a função seleção, também verifica-se o melhor rendimento do moinho através da taxa de desaparecimento das partículas.

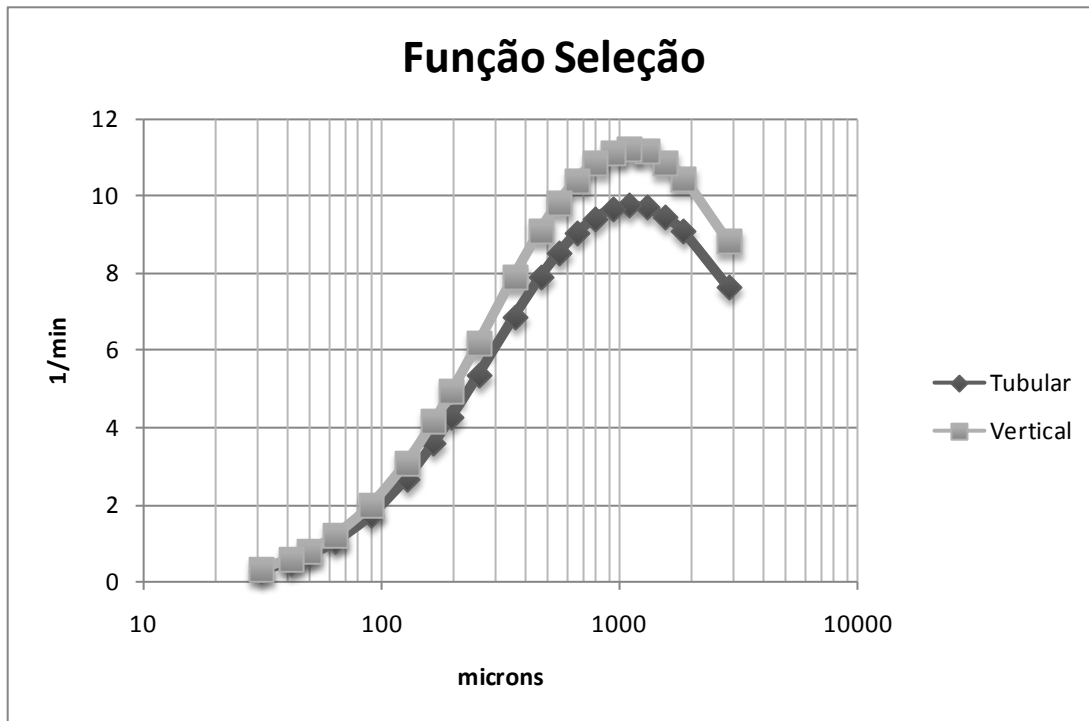


Figura 3 – Função Seleção

10. CUSTOS DE OPERAÇÃO

Os diferentes tipos de moinhos também diferem-se quando comparado os consumos de seus principais insumos.

O consumo de corpos moedores nos moinhos verticais é inferior quando comparado aos moinhos tubulares. Enquanto os moinhos tubulares apresentam expurgo de sucatas de bolas em sua descarga, os moinhos verticais consomem na totalidade toda a carga moedora.

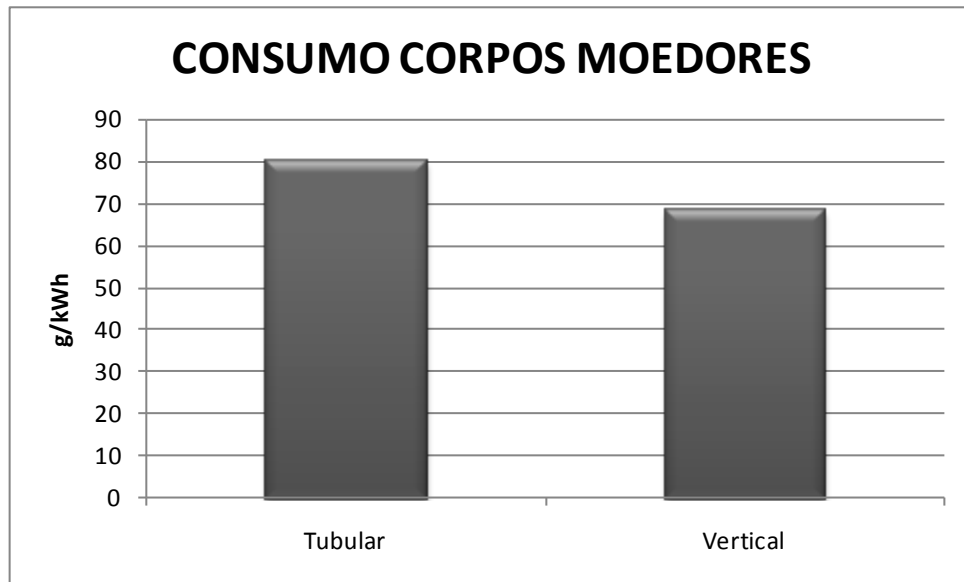


Figura 4 – Consumo de Corpos Moedores

O consumo de bolas do moinho vertical é de 68 g/kWh, 15% inferior ao consumo de bolas de um moinho tubular.

A energia consumida pelo moinho vertical também apresenta resultados inferiores comparado com os moinhos tubulares. O consumo específico de energia encontra-se em 9,7 kWh/t no moinho vertical contra 11,23 kWh/t nos moinhos tubulares. Além da diferença de consumo que encontra-se na ordem de 14% inferior, é importante lembrar que o moinho vertical é alimentado com minério mais competente que os moinhos tubulares.

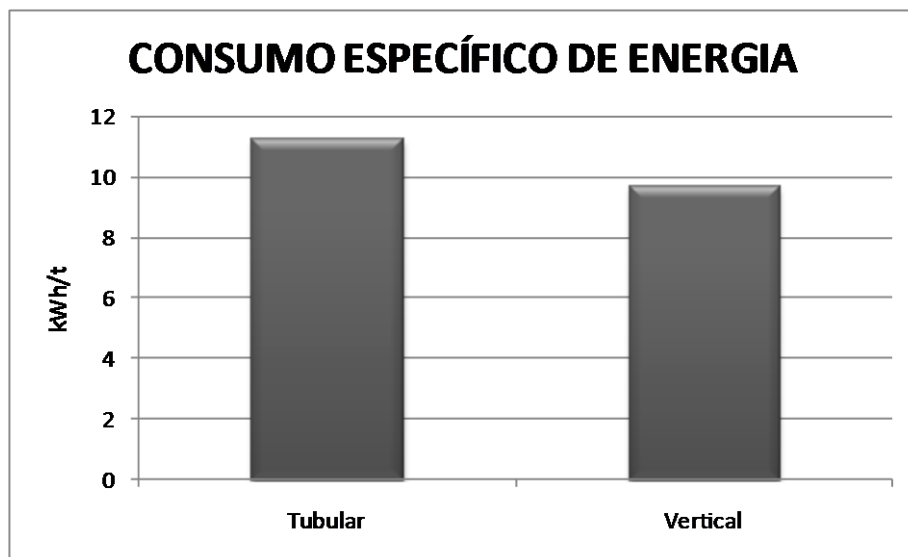


Figura 5 – Consumo Específico de Energia

11. MANUTENÇÃO

Do ponto de vista de manutenção o moinho vertical também apresenta suas vantagens. O moinho vertical possui revestimento externo magnético, fazendo com que os corpos moedores aderem a sua parede, reduzindo a zero o desgaste deste item. Basicamente o único item a ser trocado em seu interior é o revestimento da rosca.

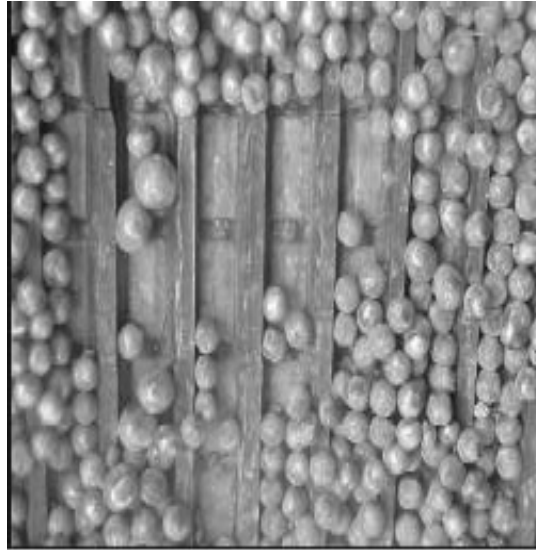


Figura 6 – Revestimento Magnético

A única desvantagem do moinho vertical com relação aos moinhos tubulares é com relação ao procedimento de inspeção. Enquanto em um moinho tubular é possível entrar em seu interior através do bocal de saída no moinho vertical é necessário abrir uma porta composta por vários parafusos, o que gasta um razoável período de tempo.

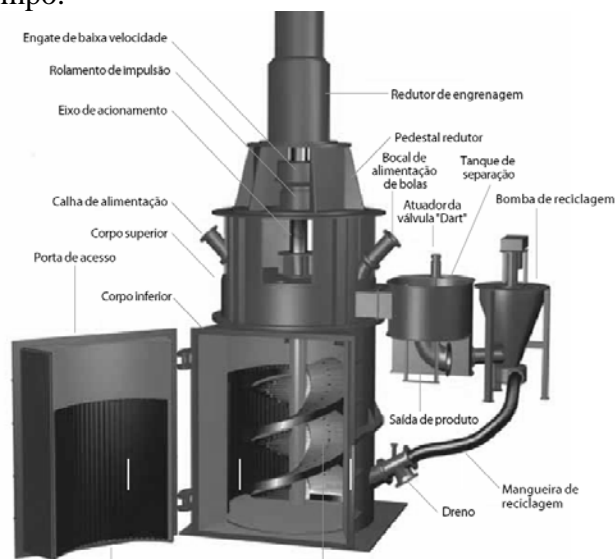


Figura 7 – Desenho Esquemático de um Moinho Vertical

Além disso, para abrir esta porta é necessário retirar toda a carga de bolas de dentro do moinho, o que também despende um tempo considerável, além do período para recolocação da carga moedora.

12. CONCLUSÕES

Os moinhos verticais demonstram ser uma ótima alternativa para moagem de material fino. Comparado com a moagem convencional por moinhos tubulares, a eficiência destes equipamentos apresentam ser bem superiores.

Do ponto de vista de custos, os moinhos verticais também apresentam bons resultados, principalmente relacionados ao consumo de corpos moedores e consumo específico de energia. O uso de revestimentos magnéticos também colabora para a redução com os custos de manutenção.

A única dificuldade apresentada por estes equipamentos é com relação aos procedimentos de abertura que demandam um grande período de tempo. Uma melhor definição do projeto com relação à área ocupada e construção de bacias para contenção de material e facilidades para recolocação da carga moedora podem reduzir consideravelmente o tempo de parada.

De modo geral, os moinhos verticais demonstram ser uma ótima alternativa econômica para circuitos de remoagem.

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beraldo, J. L. Moagem de Minérios em Moinhos Tubulares. Editora Edgar Blücher, p. 12, 1987.