

UMA NOVA GERAÇÃO DE SISTEMAS DE AERAÇÃO EM COLUNAS DE FLOTAÇÃO E SUA APLICAÇÃO NA MINA DE TIMBOPEBA DA CVRD.

Martins, M.A.S.¹, Lisboa, K.S.², Silva, E.³, Monredom, T.⁴

1 – CEMI – Consultoria em Engenharia Mineral

2 – CEMI – Consultoria em Engenharia Mineral

Av. José Cândido da Silveira, 311 / 104 Cidade Nova / Belo Horizonte – MG

cemi@cemi.eng.br

3 – Companhia Vale do Rio Doce – CVRD

4- Metso Minerals Cisa

A melhor performance operacional de colunas de flotação, quando comparadas com células mecânicas convencionais, tem levado ao contínuo desenvolvimento de sistemas de aeração. Para aplicações minerais, os *spargers* porosos foram rapidamente abandonados e substituídos pelos aeradores ar – água, que apresentavam controle razoável de tamanho de bolhas. As exigências de interferências mecânicas na manutenção destes sistemas conduziram ao desenvolvimento de aeradores unicamente a ar. Estes aeradores tiveram sucesso em termos de manutenção, mas nunca realmente melhoraram o desempenho metalúrgico das colunas, mesmo quando tinham orifícios reguláveis.

O aerador da Cisa, aplicado com sucesso na Mina de Timbopeba da CVRD, é um gerador de bolhas de terceira geração, formado por um sistema de recirculação de polpa e misturadores estáticos externos para introdução e mistura do ar – polpa de minério. Este sistema permitiu uma excelente otimização da performance do processo em termos de diminuição de consumo de reagentes, estabilidade e resultados metalúrgicos.

Isto se deve à somatória de vários fatores como o aumento da área superficial das bolhas e a efetiva ativação do reagente promovida pelo sistema de bombeamento.

Neste artigo técnico são apresentados resultados práticos obtidos em Timbopeba e detalhes relativos a este novo e revolucionário sistema aeração para colunas de flotação.

Palavras-chave: Cisa, aeração, flotação

Área Temática: Flotação

INTRODUÇÃO

As colunas de flotação são divididas em três zonas distintas com diferentes propósitos:

1. Zona de espuma: prevenir arraste de partículas finas não hidrofóbicas;
2. Zona de polpa: coletar partículas seletivamente através da ligação bolha – partícula;
3. Zona de aeração: introduzir pequenas bolhas de ar e um rejeito isento de ar.

A porção da coluna entre a zona de espuma, incluindo lavagem de partículas finas não hidrofóbicas arrastadas, e a parte da zona de polpa, acima da altura de alimentação, formam a zona de limpeza, garantindo o teor do concentrado flutuado (ou rejeito na flotação reversa). A porção inferior, abaixo do ponto de alimentação, é a zona de coleta, garantindo a recuperação do componente que se deseja flutuar na espuma. A Figura 1 mostra um desenho esquemático de uma coluna de flotação.

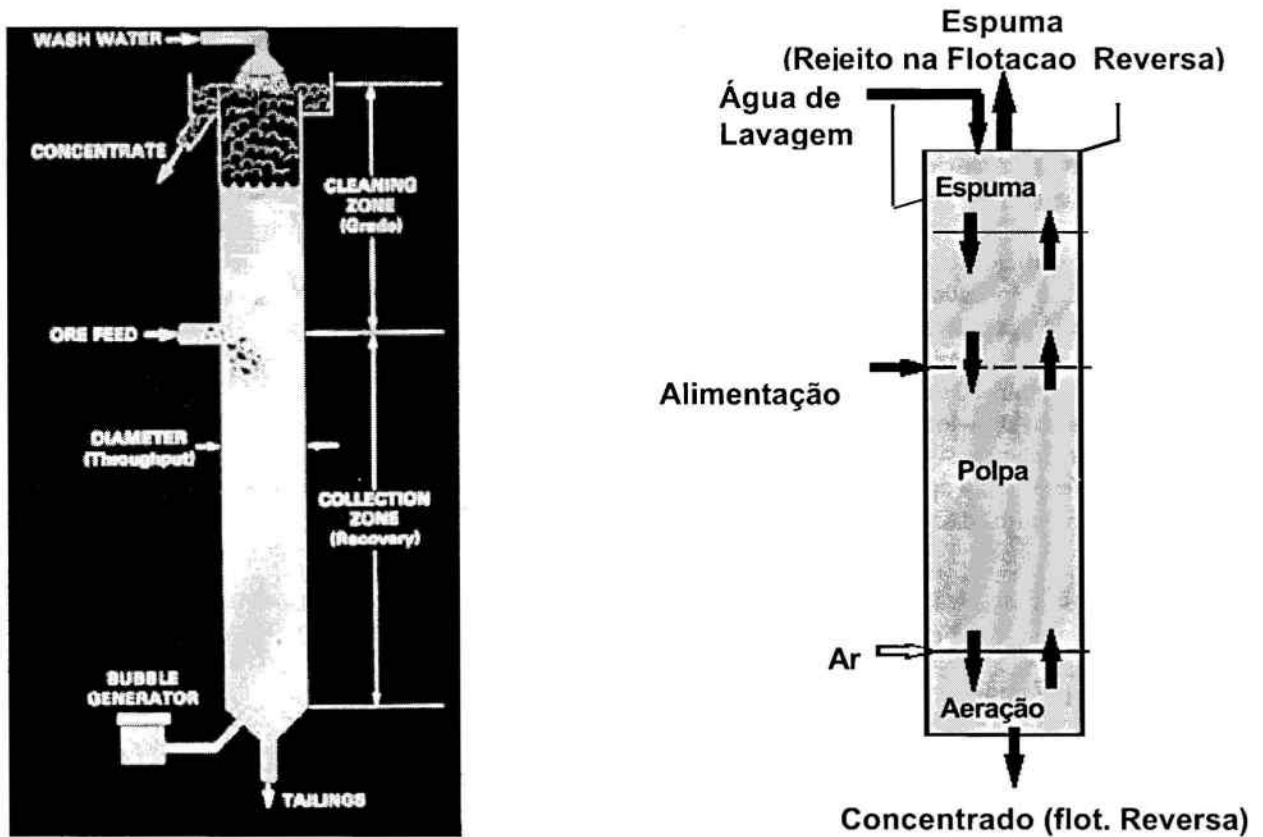


Figura 1 – Desenho esquemático de uma coluna de flotação e suas diferentes zonas.

Os aeradores têm um papel fundamental no desempenho de colunas de flotação e, desde o primeiro modelo, passaram por diversas mudanças motivadas por necessidades de melhores performances e requisitos de manutenção.

Inicialmente, desde as primeiras aplicações piloto e mesmo industriais, eram utilizados os aeradores porosos. Eles eram fabricados em materiais porosos cerâmicos ou outros materiais, sendo introduzidos no interior da coluna para produção de pequenas bolhas. Os resultados do processo em termos metalúrgicos eram muito

satisfatórios, mas ocorriam muitos problemas de entupimentos, gerando a necessidade de intensa intervenção na operação para manutenção.

Posteriormente, a maioria dos fabricantes de colunas utilizou por muitos anos os aeradores do tipo ar-água, em substituição ao tipo poroso. O requerimento de manutenção era menor e era possível substituí-lo ou executar alguma manutenção com a coluna em operação. O resultado em termos de tamanhos de bolhas era satisfatório, contudo, era requerida utilização de água limpa e o nível de intervenção para manutenção ainda era muito alto. A figura 2 apresenta o aerador ar-água, ainda em operação em muitas unidades operacionais.

Mais recentemente, alguns fabricantes lançaram no mercado os aeradores a ar somente, através de uma haste com um orifício de saída do ar com abertura regulável. Esta versão foi desenvolvida com o propósito de solucionar os problemas de manutenção dos aeradores ar-água. Neste quesito, o resultado foi bastante satisfatório, no entanto, o desempenho relativo a tamanho de bolhas foi inferior ao das versões anteriores, levando, muitas vezes, a resultados metalúrgicos inferiores.

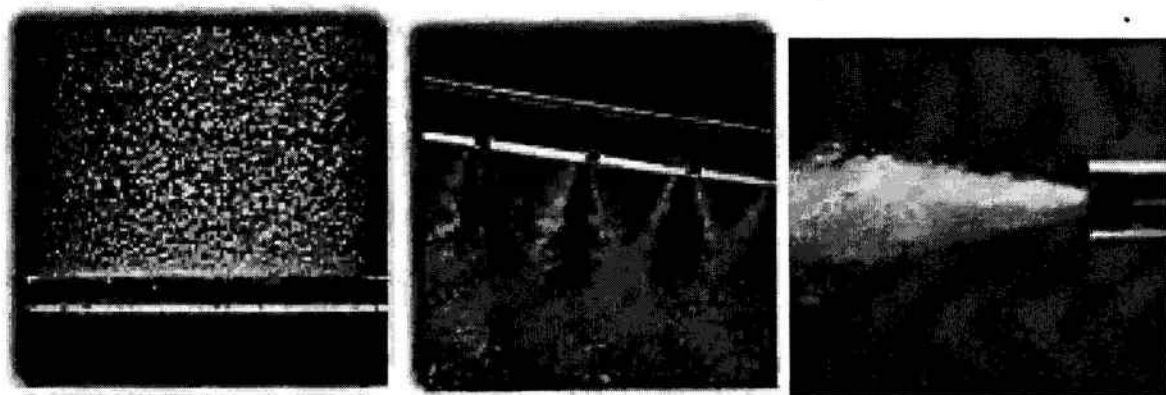


Figura 2 – Aeradores do tipo material poroso. Ar-água e somente ar, nesta ordem.

DESENVOLVIMENTO: TECNOLOGIA SPARGER DA CISA – ASPERSORES DE 3ª GERAÇÃO

A Metso Minerals Cisa foi formalmente chamada Control International S.A ou CISA, tendo sido parte da organização Control International, com sede no EUA. Tem estado ativamente envolvida em flotação em coluna desde meados dos anos 80 e já forneceu mais de 100 spargers / colunas de flotação comerciais, que estão em operação em diversas partes do mundo.

A CISA originalmente comercializava as colunas TURBO AIR, que integravam o sistema sparger externo, desenvolvido pelo US Bureau of Mines (sparger a água e ar). EM 1992, a CISA começou a introduzir a atual tecnologia CISA como uma alternativa, que tem sido continuamente desenvolvida e melhorada desde então, no que diz respeito à performance operacional e à manutenção.

Em 1995, a CISA decidiu não mais fornecer a tecnologia TURBO AIR porque o sparger CISA tinha sido reconhecido como mais eficiente, considerando sua performance metalúrgica, por muitas empresas de mineração. Sempre que uma coluna e/ou sparger CISA foi comparado a outros tipos de tecnologias (sparger a água e ar ou apenas a ar), forneceu resultados metalúrgicos muito melhores, em particular em recuperação, e

sistematicamente conquistou a aceitação operacional devido aos seus reduzidos requerimentos de manutenção. A figura 3, a seguir, mostra o aerador Cisa e sua montagem.

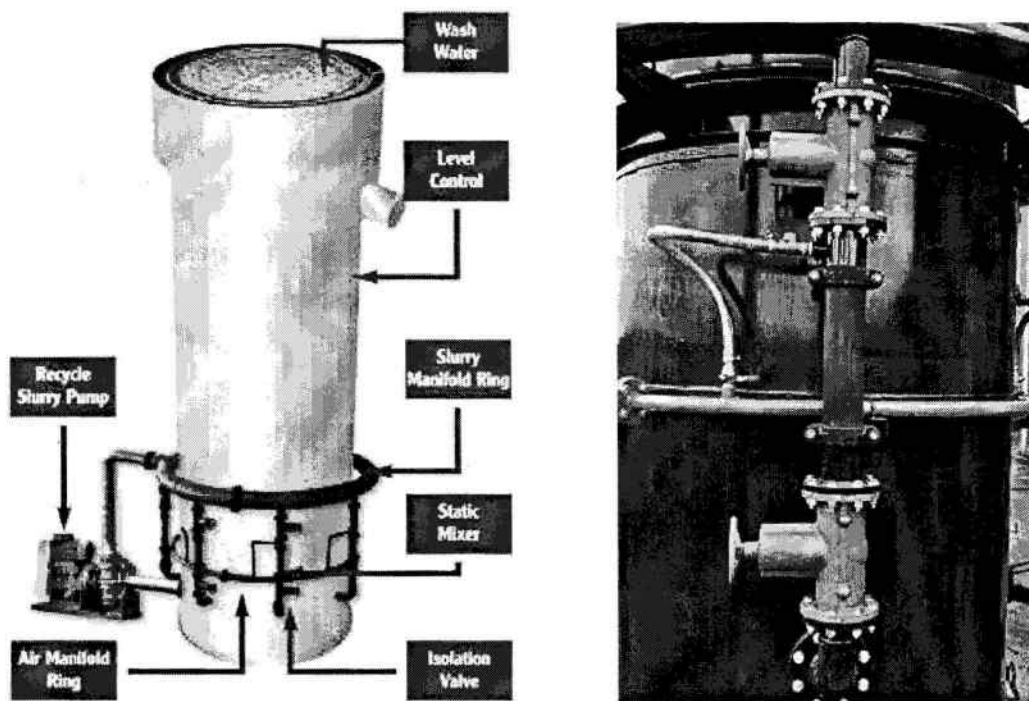


Figura 3 – Sistema Sparger Cisa.

O sistema sparger da CISA é um gerador de bolhas externamente montado que requer baixa pressão de ar (4 bars) e usa a recirculação da polpa não flotada como um meio misturador para o ar. Dispersões finas e uniformes de bolhas, com tamanhos de bolhas que tipicamente variam entre 400 e 1200 microns, são geradas por estes aspersores.

O sparger é formado por misturadores estáticos em linha e uma bomba centrífuga, como ilustrado na figura abaixo. A polpa é bombeada a partir da base da coluna, através dos misturadores estáticos, onde ar e polpa são misturados sob condições de forte agitação para criar a dispersão das bolhas. Na medida em que a mistura ar-polpa passa através das lâminas estacionárias localizadas dentro do misturador, o ar é cisalhado em bolhas muito pequenas pela intensa agitação. A mistura polpa-bolhas é introduzida na base da coluna, e as bolhas sobem através da zona de coleta da coluna. O número de misturadores estáticos e a quantidade de polpa recirculada (tamanho da bomba) são determinados pela quantidade requerida de ar para cada aplicação particular. A figura 4 mostra, com mais detalhes, o sistema de aeração da Metso Minerals Cisa.

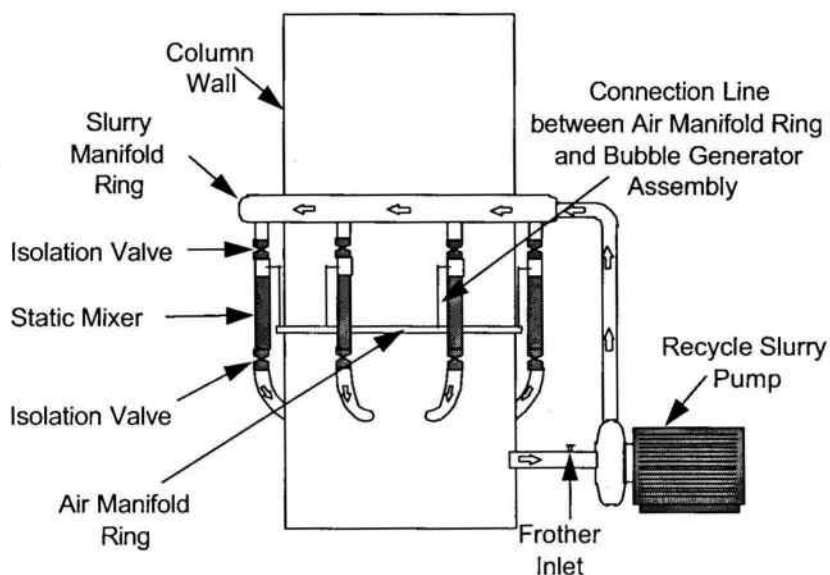


Figura 4 – Sistema de aeração Cisa, em detalhes.

Algumas das vantagens da tecnologia sparger CISA sobre outros sistemas para geração de bolhas são discutidas a seguir:

- ☑ Para uma dada taxa de alimentação aplicada a uma determinada coluna, a recuperação mineral é tipicamente mais alta que aquela apresentada pelos outros aspersores devido a dois fenômenos concomitantes:
 - ✓ Bolhas menores, que permitem capacidades de arraste maiores;
 - ✓ Forte energia adicional de contato entre as bolhas de ar e as partículas minerais sendo promovida no misturador estático (ação tipo scavenger).
- ☑ O sistema não fica sujeito a entupimentos e é de fácil manutenção.
- ☑ Nenhuma água nova é usada para gerar bolhas.
- ☑ A estabilidade da espuma é aumentada.
- ☑ A dispersão e o tamanho das bolhas são uniformes.
- ☑ Suprimento de ar de alta pressão não é requerido.

A figura 5 apresentada a seguir ilustra alterações na operação da coluna (representadas pela curva teor / recuperação) quando operada com um aspersor convencional e com o aspersor CISA. A coluna é usada para flotação inversa e, portanto, a figura deve ser interpretada para a flotação da ganga.

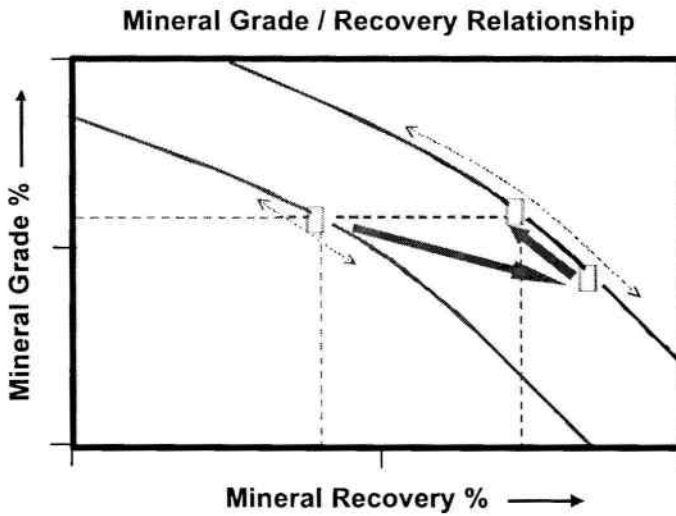


Figura 5 – Curva teor / recuperação típica

O aspersor CISA opera sob uma curva de teor/recuperação diferenciada. Isto se dá, principalmente, devido à reciclagem da polpa de rejeito que age como uma célula scavenger. Sob as mesmas condições operacionais, há um aumento significativo da recuperação da coluna quando o aspersor CISA é posto em operação. No princípio, o teor de concentrado tende a ser ligeiramente menor, o que é compensado devido ao menor tamanho de bolha produzido e à ativação de reagentes promovida pela ação mecânica da bomba de reciclagem, e, também, à estabilidade da espuma que é fortemente aumentada.

RESULTADOS: APLICAÇÃO DO SISTEMA DE AERAÇÃO CISA EM UMA COLUNA *ROUGHER* DA COMPANHIA VALE DO RIO DOCE – MINA DE TIMBOPEBA.

O sistema de aeração da Cisa foi inicialmente testado no Brasil em uma coluna de flotação *Rougher* da Companhia Vale do Rio Doce – CVRD, na Mina de Timbopeba, localizada no município de Ouro Preto – Minas Gerais. Os resultados foram bastante satisfatórios, tendo sido o projeto expandido para uma outra coluna que operava em paralelo à primeira e, mais recentemente, para a coluna de flotação *Cleaner*.

O circuito de concentração por flotação da Mina de Timbopeba é constituído por duas colunas *Rougher*, uma coluna *Cleaner* e dois bancos de células mecânicas *Scavenger*. O histórico dos aeradores em Timbopeba é bastante similar ao observado em várias indústrias. Inicialmente foi implantado o aerador do tipo ar-água e, devido ao alto grau de intervenções mecânicas para manutenção, foi testado o aerador do tipo ar apenas. Os resultados metalúrgicos se mostraram inferiores, ocorrendo muito desgaste nos orifícios dos aeradores. Devido a estes problemas, o aerador ar-água foi adotado novamente. Em 2002, foi implantado o sistema de aeração da Cisa na primeira coluna *rougher*, com resultados muito satisfatórios em termos de rendimento metalúrgico e consumo de reagentes e ar. A figura 6 é uma foto da coluna de flotação em Timbopeba.

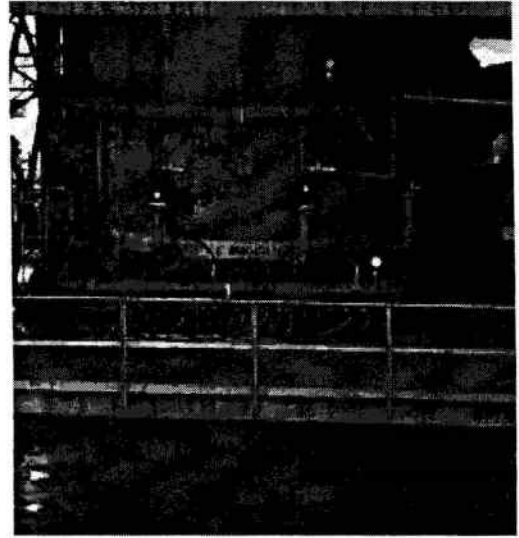
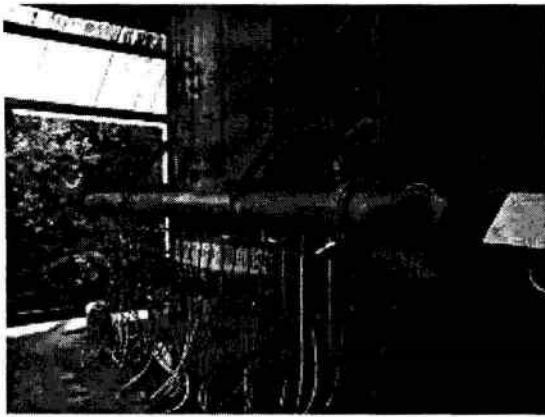


Figura 6 – Visão da base da coluna com o sistema original ar-água e com o sistema de aeração Cisa.

Os resultados metalúrgicos mostraram claramente a maior habilidade do novo sistema na coleta de partículas grosseiras de sílica. Mostraram também que o sistema apresentou um teor de concentrado de minério de ferro com menor teor de sílica, sistematicamente.

Foram também observados uma grande redução no consumo de amina (coletor de sílica) e um menor consumo de ar, com cerca de 50% da vazão original. Esta diferença foi suficiente para reduzir o consumo de energia para produção de ar comprimido, em função da menor vazão e menor pressão operacional, para níveis similares aos níveis de consumo do motor da bomba de recirculação de polpa.

A estabilidade do processo foi aumentada, mesmo quando havia alterações de tipo de minério processado; enquanto a coluna com o aerador ar-água mostrou desempenho bastante vulnerável a variações na alimentação. Alguns gráficos, mostrados a seguir nas figuras 7, 8 e 9, apresentam resultados comparativos entre as duas colunas *rougher*, operando em paralelo e em condições de alimentação idênticas por vários dias de teste.

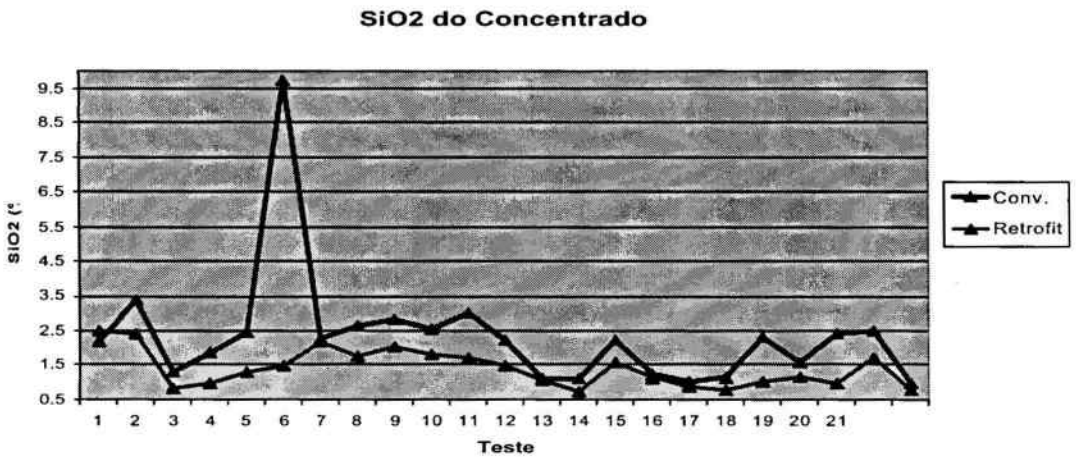


Figura 7 – Teor de sílica no concentrado das duas colunas.

Recuperação da fração +0,15mm para o OF

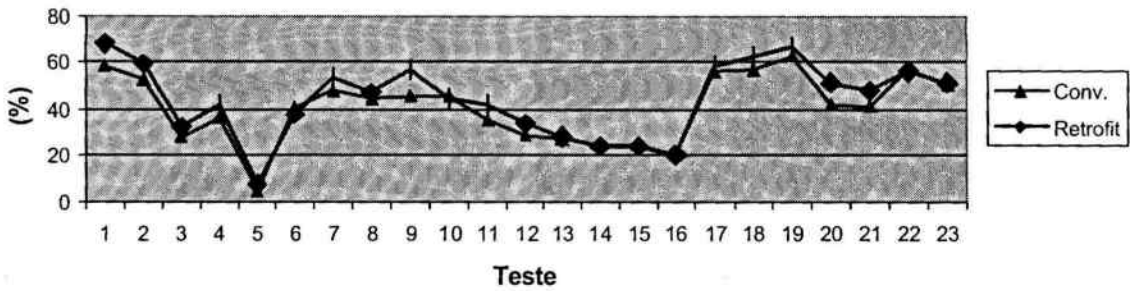


Figura 8 – Comparação entre a habilidade de ambas as colunas em coletar partículas grosseiras de sílica do minério alimentado.

Recuperação global de Sílica

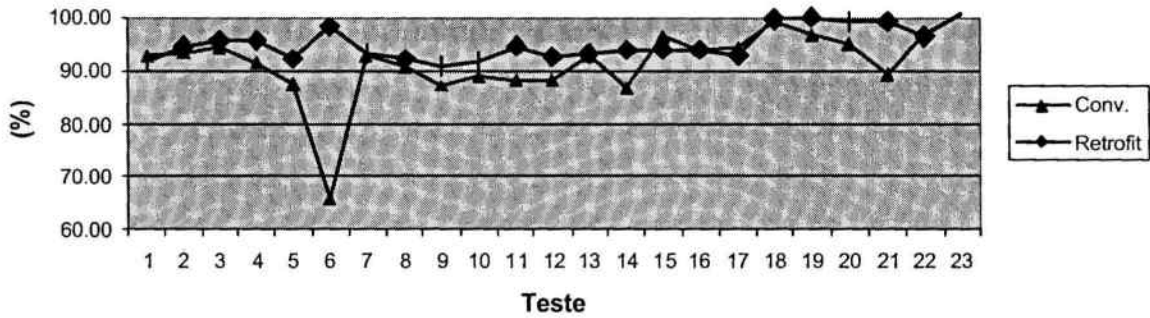


Figura 09 – Recuperação global de sílica na etapa *rougher* de flotação.

CONCLUSÕES

O sistema de aeração da Cisa promete repetir no Brasil o mesmo sucesso que vem obtendo no exterior, possuindo extraordinário recorde de implantação em colunas existentes, devido à comprovada melhoria de performance promovida e a sua fácil manutenção.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Sr. Elias da Silva, CVRD, pelo apoio na preparação deste artigo e pela permissão da publicação de alguns resultados relativos ao teste realizado na unidade de Timbopeba.