

## MELHORIAS NO CIRCUITO DE FLOTAÇÃO RECLENER\*

Luiz Flávio Pereira Costa<sup>1</sup>

João Paulo Melo Silva<sup>2</sup>

Paulo Sérgio de Oliveira<sup>3</sup>

Alexandre Camilo Leles de Figueiredo<sup>4</sup>

### Resumo

O quartzo contido no concentrado, medido pelo teor de SiO<sub>2</sub>, é um dos principais itens de controle de qualidade do concentrado produzido em usinas de beneficiamento de minério de ferro. Nas usinas de beneficiamento da Samarco Mineração S/A o processo de concentração é realizado em etapas de flotação reversa de quartzo. São utilizadas tanto células mecânicas quanto colunas de flotação. A especificação do concentrado final produzido na usina de beneficiamento é obtido em uma etapa de flotação em colunas (3 colunas; 3,6mX14m). Com o objetivo de melhorar a performance desta etapa de flotação em colunas foram identificadas algumas oportunidades de melhoria, a saber: substituição dos *spargers* por *slan jet*; redistribuição e reposicionamento dos borbulhadores; substituição de chapéu chinês e do distribuidor de polpa equalizando a alimentação das colunas; otimização dos parâmetros de processo (vazão de ar e camada de espuma); realização de testes de flotação em bancada com amostras do fluxo que alimenta as colunas variando a dosagem de coletor. Nos testes em bancada uma éter-amina foi utilizada como coletor de quartzo. Os testes de bancada mostraram a possibilidade de reduzir o teor de SiO<sub>2</sub> no concentrado de forma significativa aumentando a dosagem de coletor até 75g/t. A partir das modificações no sistema de aeração, distribuição da alimentação das colunas e com a adição de coletor, a taxa de redução de SiO<sub>2</sub> passou de 20% para 40%.

**Palavras-chave:** Flotação; Coletor; Adição estagiada; Qualidade de concentrado.

### IMPROVEMENTS IN RECLENER FLOTATION CIRCUIT

#### Abstract

The quartz contained in the concentrate, measured by SiO<sub>2</sub> content, is one of the main items concentrate quality control produced in iron ore beneficiation plants. In processing plants Samarco Mineração S/A the concentration process is performed in steps of reverse flotation of quartz. Both mechanical flotation cells and columns are used. The final concentrate specification produced in the processing plant is obtained in a flotation columns step (3 columns; 3,6mX14m). In order to improve the performance of this step, some opportunities were indentified, such as: replacement of spargers by slan jets, redistribution and repositioning of bubblers; replacement of turbulence inhibitor and the pulp distributor equalizing the feed of the columns; optimization of process parameters (air flow and foam layer); conducting flotation tests bench with samples of the stream that feeds the columns varying the collector dosage. The bench tests shown the possibility of reduce the SiO<sub>2</sub> content in the concentrate significantly, increasing the collector dosage up to 75g/t. Through oh modifications at aeration system, feed distribution of the columns and with the addittions of the collector, the reduction rate of the SiO<sub>2</sub> increased from 20% to 40%.

**Keywords:** Flotation; Collector; Addition staged; Quality of concentrate.

<sup>1</sup> Engenheiro de Processo, Gerência de Beneficiamento/Concentração I Samarco Mineração S/A, Mariana, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro de Processo, Gerência de Engenharia de Processo, Samarco Mineração S/A, Mariana, MG, Brasil.

<sup>3</sup> Engenheiro de Processo, Gerência de Engenharia de Processo, Samarco Mineração S/A, Mariana, MG, Brasil.

<sup>4</sup> Chefe de Departamento Beneficiamento, Gerência de Beneficiamento/Concentração I, Mariana MG, Brasil.

## 1. INTRODUÇÃO

O quartzo contido no concentrado, medido pelo teor de  $\text{SiO}_2$ , é um dos principais itens de controle de qualidade do concentrado produzido em usinas de beneficiamento de minério de ferro, o que requer um rigor quanto ao bom desempenho das etapas de flotação.

Tem-se observado um crescente aumento da utilização de flotação em colunas nas indústrias de beneficiamento mineral, principalmente diante do bom desempenho das mesmas para o tratamento de minérios de granulometria fina. Apesar de um melhor desempenho, apresenta como desvantagem comparadas às células convencionais a variação dos resultados obtidos, que pode ser atribuída à menor flexibilidade da coluna em relação à absorção de variações inerentes ao processo [2].

Dentre as principais variáveis controladas no processo de flotação em colunas, destaca-se a vazão de ar. Uma vez que as bolhas são responsáveis pelo carregamento das partículas hidrofóbicas, a serem flotadas, o devido controle da vazão de ar e utilização de equipamentos que permitam uniformidade e controle do diâmetro de tais bolhas é de grande importância. Penna et al. 2003 [1] compararam o desempenho de dois sistemas de aeração diferentes, frente as variações de processo da flotação em colunas.

Outro ponto importante a ser lembrado se trata da eliminação de regime turbulento do fluxo no interior da coluna, o qual pode ser causado por uma má distribuição do fluxo interno, deficiência no sistema de alimentação, vazão excessiva de ar ou emprego de parâmetros com limites inadequados. Um regime turbulento pode ocasionar arraste de partículas hidrofílicas, bem como desestabilização da camada de espuma.

Tendo em vista a importância de um bom desempenho desta etapa, foram realizadas modificações nas colunas (3 colunas, 3,6mX14m) do circuito recleaner da Samarco, com o objetivo de melhorar a performance quanto a taxa de redução de  $\text{SiO}_2$ , explorando-se aspectos estruturais como modificações no sistema de alimentação do fluxo e sistema de aeração e também cinéticos, com o emprego de coletor à partir de testes de flotação em bancada.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

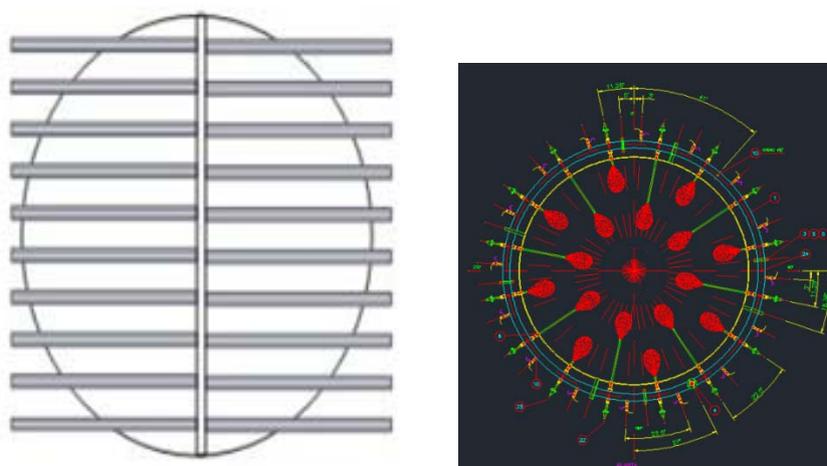
Foram realizadas modificações nos sistemas de alimentação de fluxo das colunas e sistema de aeração.

No sistema de alimentação, foram inseridas chapas defletoras, comumente denominadas de “chapéu chinês” na terminação do tubo que alimenta as colunas, com o objetivo de inibir a turbulência gerada pela projeção da polpa em sentido ascendente à região da camada de espuma, conforme figura 1. Além disto, foi realizada troca do distribuidor de polpa para as colunas, visto que o anterior oferecia dificuldades aos operadores quanto à operação das válvulas de saída, ocasionando distribuição desigual do fluxo.



**Figura 1.** Interior da coluna de flotação, com destaque para o tubo central com ausência de chapa defletora

No sistema de aeração foram feitas modificações quanto ao tipo de borbulhador, substituindo dos spargers por Slan Jet's (tecnologia Eriez). Estes últimos apresentam sistema automático de fechamento, diante de eventos de baixa pressão de ar do sistema de aeração, prevenindo entrada de polpa adentro do borbulhador, ocasionando entupimentos e danificando seus componentes internos, prejudicando a vazão de ar no interior das colunas. Além da troca dos borbulhadores, os atuais foram redistribuídos de maneira radial, com intercalação de Slan Jet's de diferentes tamanhos, diferentemente dos spargers, os quais eram dispostos transversalmente, ocasionando distribuição desigual no interior das colunas.



**Figura 2.** Mudança na redistribuição dos borbulhadores, passando da distribuição transversal (esquerda) para radial (direita), com intercalação de Slan Jets de diferentes tamanhos.

Além das modificações estruturais, avaliou-se o emprego de coletor na etapa em questão, através de testes de flotação em bancada, com amostras coletadas na alimentação do circuito. Os testes foram realizados em uma célula de flotação WEMCO de 2.400mL, com rotação de 1.300rpm. O depressor dos minerais de ferro utilizado foi o amido de milho (fubá) gelatinizado com hidróxido de sódio, na proporção mássica 5:1. O coletor empregado nos testes foi uma eteramina. As soluções de depressor, hidróxido de sódio e coletor foram preparadas nas seguintes concentrações: 1%p/v, 3%p/v e 1%p/v, respectivamente. A massa de sólido empregada nos ensaios de

flotação é de 1.500g e o percentual de sólido (p/p) é 42,0%. Foram testadas as dosagens de 0, 30, 75, 120 e 250g/t

As análise química de sílica foi realizada em espectrômetro de emissão ótica com plasma acoplado indutivamente (ICPOES), da marca VARIAN, modelo 725-ES de propriedade da Samarco Mineração S.A.

Para efeito de comparação da performance do circuito antes e depois das modificações, foi adotado o indicador de redução de SiO<sub>2</sub> expresso pela seguinte equação:

$$\%Red. SiO_2 = \left( \frac{SiO_{2\text{alimentação}} - SiO_{2\text{concentrado}}}{SiO_{2\text{alimentação}}} \right) \times 100 \quad (1)$$

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico a seguir mostra a evolução do potencial de redução de sílica diante das modificações realizadas. Percebe-se evolução de valores próximos de 20% para 40%.

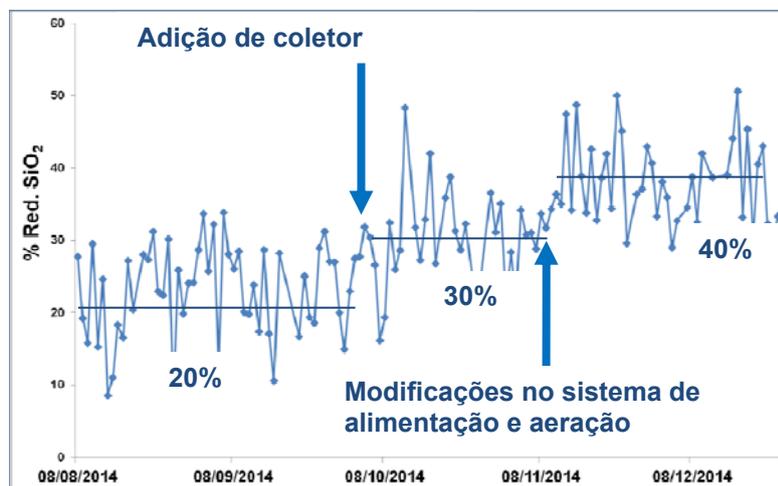


Figura 3. Evolução do poencial de redução de sílica com modificações realizadas

A primeira ação foi a adição de coletor, com base nos resultados em laboratório. Os resultados dos testes de flotação em bancada mostram evolução do potencial de redução de sílica com a presença do agente coletor, até a dosagem de 75g/t.

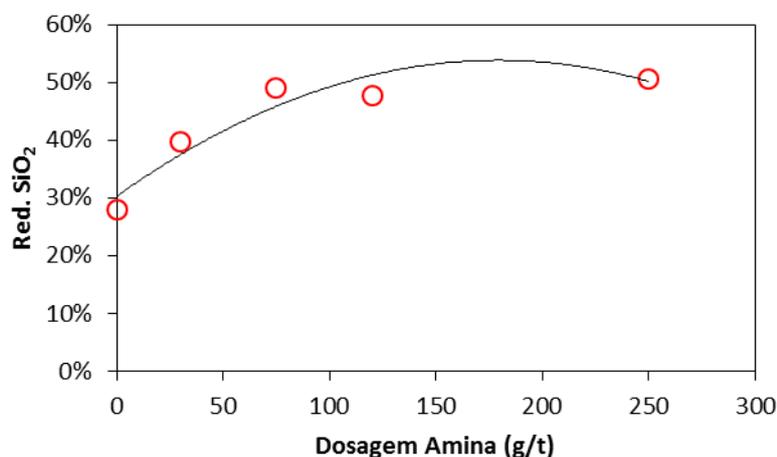


Figura 4. Evolução do poencial de redução de sílica com dosagem de agente coletor.

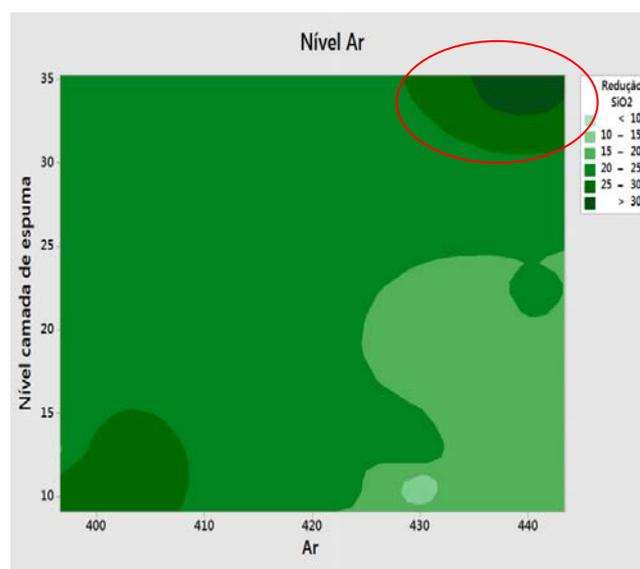
Os resultados obtidos suportaram a decisão de estagiar o coletor da etapa cleaner (circuito tanque cell anterior às colunas) para etapa recleaner, empregando a dosagem de 75g/t. O efeito mais pronunciado do coletor no circuito recleaner, das colunas, pode ser explicado pela menor quantidade de amina residual nesta etapa em comparação com a etapa cleaner.

Após colocação da chapa defletora e troca do distribuidor, verificou-se uma maior estabilidade da camada de espuma, principalmente na região central da coluna. A turbulência até então gerada nesta região desestabilizava a camada de espuma, formando uma espécie de vazio, favorecendo a recirculação interna de SiO<sub>2</sub>, conforme figura 4.



**Figura 5.** Turbulência na região central da coluna, ocasionando “quebra” da camada de espuma (esquerda) e estabilidade após colocação de chapa defletora e troca do distribuidor (direita)

A revitalização do sistema de aeração permitiu a operação com distribuição de ar de forma mais homogênea, e diminuição dos eventos de entupimento dos borbulhadores e manifold de ar, favorecendo o alcance de maiores vazões de ar. De modo a evitar turbulência na região de formação de camada de espuma, com o aumento da vazão de ar, desestabilizando-a, procurou-se trabalhar com maior nível de camada, buscando as melhores combinações que permitam maior % de redução de sílica, conforme figura 6, contendo gráfico de superfície.



**Figura 6.** Gráfico de superfície, mostrando regiões de diferentes valores de redução de sílica, de acordo com combinação de nível de camada de espuma (valores percentuais de 1m) e vazão de ar (Nm<sup>3</sup>/h)

Note-se que a combinação de maiores vazões de ar, porém com maior nível de camada de espuma contribuem para alcance de maiores valores de redução de sílica.

#### 4. CONCLUSÃO

As melhorias realizadas no circuito contribuíram de forma satisfatória para o indicador de redução de sílica, evoluindo de valores próximos de 20% para valores próximos de 40%.

As melhorias estruturais no sistema de alimentação e aeração permitiram maior estabilidade do fluxo no interior das colunas e também melhor distribuição do ar, permitindo-se explorar maiores vazões de ar, sem ocasionar turbulência ao ponto de desestabilizar a formação de camada de espuma.

A adição de agente coletor, conforme suportado pelos testes de flotação em bancada mostrou-se vantajoso no circuito.

#### REFERÊNCIAS

- 1 Penna, R. Oliveira, M. L. M; Valadão, G. E. S., Peres, A. E. C. Estudo comparativo entre dois sistemas de aeração de coluna de flotação. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, 56(3): 195-200, jul. set. 2003;
- 2 Oliveira, M. L. M. Aquino, J.A Aspectos relevantes das colunas de flotação Encontro Nacional de Tratamento de Minérios; v. 1. p. 243-250. Natal RN Novembro 2015.