



SELEÇÃO DO MELHOR REAGENTE E CONCENTRAÇÃO COM APLICAÇÃO INDUSTRIAL PARA LIMPEZA DE TELAS DE PENEIRAS DE ALTA FREQUENCIA.

SILVA, A.C.¹, SILVA, A.C.², ARAÚJO, F.S.D.²

¹Universidade Federal de Goiás (UFG – Regional Catalão). e-mail: ancarsil@ufg.br

²Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Laboratório de Modelagem em Processamento Mineral.

RESUMO

A AngloAmerican Nióbio passou a adotar peneiras de alta frequência na etapa de classificação. As telas das peneiras começaram a apresentar incrustações que reduziram a eficiência do processo. Esse problema foi identificado pela quantidade de finos presentes no *oversize* que deveriam passar para o *undersize*. Para tentar resolver este problema, foi realizado um estudo com a utilização de reagentes químicos visando limpar e reaproveitar as telas que possuem vida útil de aproximadamente quarenta dias. Os testes foram conduzidos inicialmente com reagentes químicos disponíveis no laboratório e nas plantas industriais e em seguida com alguns produtos de limpeza comerciais. O melhor reagente foi o hipoclorito de sódio, que foi capaz de remover as incrustações. A concentração do reagente e os tempos de lavagem foram otimizados para obtenção de uma limpeza eficiente com economia do produto. Após realização dos ensaios em laboratório, foram iniciados o procedimento em escala industrial, com melhorias na eficiência de peneiramento e economia na compra de novas telas.

PALAVRAS-CHAVE: Peneiras de Alta Frequência, Telas, Eficiência de Peneiramento, Lavagem.

ABSTRACT

AngloAmerican Niobium adopted high-frequency screens in the classification process. The screen sieves presented incrustations that reduced efficiency. The problem causes the fine particle to go to oversize rather than to undersize. Several chemicals were tested to clean the sieves that have a life cycle of forty days. The tests were firstly conducted with chemicals available at the laboratory and industrial plant and then with commercial cleaning products. Sodium hypochlorite was the best cleaning chemical, removing the incrustations. The chemical concentration and cleaning time were optimized to increase efficiency and reduce the amount of product being used. After laboratory tests, the industrial-scale tests were performed and improvement in the screening efficiency and acquisition of new sieves were obtained, with efficiency improvement and reduction on costs in the acquisition of new sieves.

KEY-WORDS: High-frequency screens; Screen efficiency; Cleaning

1. INTRODUÇÃO

O peneiramento é uma operação unitária muito empregada na indústria. Sua eficiência depende de variáveis de projeto, relacionadas as características construtivas do equipamento, e operacionais, relacionadas ao material e das condições de alimentação .

Na prática industrial, o peneiramento pode ser realizado a seco ou a úmido. O peneiramento a seco pode ser conduzido até frações de 75 μm , mas frações menores tendem a entupir as aberturas da peneira, reduzindo a eficiência do processo (WILLS & NAPIER-MUNN, 2006).

É possível realizar peneiramento a úmido para granulometrias de até 40 μm , dependendo do tipo de equipamento empregado, com níveis de eficiência satisfatórios, mas abaixo dessa granulometria, processos de classificação, como hidrociclonação, são mais utilizados (GALERY, 2007).

Trabalhos realizados entre os anos de 1920 a 1960 do século XX, concluíram que peneiras vibratórias, em circuitos fechados de moagem, eram mais eficientes do que classificadores de arraste e espirais, sendo possível reduzir os custos de moagem utilizando circuitos de peneiramento (DAVIS, 1925), que por sua vez precisam ser otimizados para que melhorias no circuito fossem obtidas (HUKKI, 1967).

Em 2000, depois de extensa pesquisa, a Derrick Corporation chegou à conclusão que a largura da peneira é o principal fator que influencia diretamente na capacidade e eficiência das peneiras. Como consequência, desenvolveram a peneira Multifeed em 2001, que utilizada em circuitos de moagem alcançou eficiências de 90 % (LAERCIO *et al*, 2009).

A capacidade destas peneiras varia de 100 t/h a 350 t/h de material por máquina. Essa capacidade é afetada pela abertura das telas, quantidade de material com tamanho próximo a essa abertura, forma das partículas e viscosidade da polpa .

Cada deck é formado por duas telas em série, equipadas com sistema de lavagem que direcionam o *undersize* para uma única saída. O *oversize* de todos os decks, semelhante ao *undersize*, ao chegar ao final é direcionado para uma única saída .

Os decks de peneiramento utilizam telas de poliuretano e conferem uma grande área de peneiramento útil, com vida útil indicada pelo fabricante variando de 4 a 12 meses, dependendo da abrasividade do material.

Na AngloAmerican, após o comissionamento de uma planta Derrick, foi observada perda de eficiência nas peneiras de 100# após aproximadamente um mês, fator observado principalmente pela presença de finos no *oversize*.

Com o intuito de reduzir os custos com substituição das peneiras, foi realizado um estudo interno para determinar as razões que estavam levando ao *cegamento* das telas, sendo verificada incrustação de um material com características de orgânico, não havendo sinais de desgaste ou rasgos que impossibilitassem a sua limpeza e reuso.

Neste trabalho foram testados diferentes reagentes para a limpeza das telas de peneiramento, removendo as incrustações, de forma a possibilitar o seu reuso e consequentemente aumentando sua vida útil.

Foram testados reagentes de uso comum no laboratório da empresa, bem como produtos de limpeza comerciais visando verificar os impactos deles na remoção das incrustações e os impactos no desgaste das telas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os testes foram conduzidos em seções retangulares recortadas de uma tela descartada de 100#.

As telas recortadas foram completamente imersas em recipientes com diferentes reagentes. A Tabela 1 apresenta os reagentes, concentrações e tempos de imersão empregados no estudo.

Tabela 1. Grupos de reagentes empregados experimentalmente

Grupo	Reagente	Concentrações	Tempo de Imersão
I	Ácido clorídrico	5 g.L ⁻¹ 20 g.L ⁻¹ 80 g.L ⁻¹	24h
	Ácido Nítrico	80 g.L ⁻¹	
	Solução de Hidróxido de sódio	80 g.L ⁻¹ 160 g.L ⁻¹	
II	Desengraxante Start®	Sem Diluição	24h
	Desincrustante Suncitric®	Sem Diluição	8h
	Detergente para carros	Sem Diluição	24h
III	Sabão OMO Líquido Super Concentrado®	50 % v/v	24h
	Vanish® Líquido	Sem Diluição	24h
	Alvejante Harpic Power®	Sem Diluição	24h
	Alvejante Veja com Cloro Ativo®	10 % 30 % 50 % 100 % v/v	8h
IV	Cloro granulado	25 % m/m	4h
	Solução de Água oxigenada	20 volumes	8h
	Solução de Hipoclorito de sódio (5%) ¹	5 10 12 15 20 25 30 35 40 50 g.L ⁻¹	2h e 24h
	Solução de Água Régia	5 g.L ⁻¹ 20 g.L ⁻¹ 80 g.L ⁻¹	4h

¹As concentrações utilizadas são em g.L⁻¹ da solução de hipoclorito de sódio 5 %

Os reagentes foram agrupados de acordo com a sua disponibilidade nos laboratórios da empresa (Grupo I), capacidade de remoção de óleos (Grupo II), emulsificante e alvejantes (Grupo III) e outros reagentes com capacidade de oxidação e formação de complexos (Grupo IV).

As concentrações dos reagentes do Grupo I e da Água Régia (Grupo IV) tomaram como base a referência do ácido Clorídrico, que a 80 g.L⁻¹ apresenta uma concentração de aproximadamente 2 mol.L⁻¹ e foi considerada como um bom ponto de partida para otimizações.

O tempo de 24 horas de imersão foi escolhido por ajustar-se à prática industrial, com a possibilidade de imersão das telas pelo referido período em paradas para trocas das telas.

Após o tempo de imersão, as telas foram analisadas visualmente para verificar o nível de incrustação e o melhor resultado foi testado em escala industrial, fazendo uma análise dos níveis de eficiência de peneiramento em uma série temporal, considerando o cálculo de eficiência de peneiramento proposto por Derrick, como mostra a Equação 1.

$$E = \frac{(U \cdot D + O \cdot C)}{100} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: U = percentual do peso do *undersize*;

D = percentual do *undersize* passante na malha em questão no produto do *undersize*;

O = percentual do peso do *oversize*;

C = percentual do *oversize* retido na malha em questão no produto *oversize*.

O percentual do peso do *undersize* (U) pode ser definido de acordo com a Equação 2.

$$U = 100 \cdot \frac{(C - A)}{C + D - 100} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde: A = percentual *oversize* retido na malha da tela em questão da alimentação;

C = percentual do *oversize* retido na malha em questão no produto *oversize*;

D = percentual do *undersize* passante na malha em questão no produto do *undersize*.

O percentual do peso do *oversize* (O) pode ser definido de acordo com a Equação 3.

$$O = 100 - U \quad \text{Equação (3)}$$

Onde: U = percentual do peso do *undersize*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 GRUPO I

O ácido clorídrico não apresentou resultados satisfatórios, mantendo altos níveis de incrustação após o tempo de imersão e produzindo uma mudança na coloração da tela.

O ácido nítrico apresentou resultados ainda piores, removendo uma quantidade de material ainda menor da tela da peneira.

A solução de hidróxido de sódio, por outro lado, conseguiu promover a limpeza das telas, como pode ser visto na Figura 1.

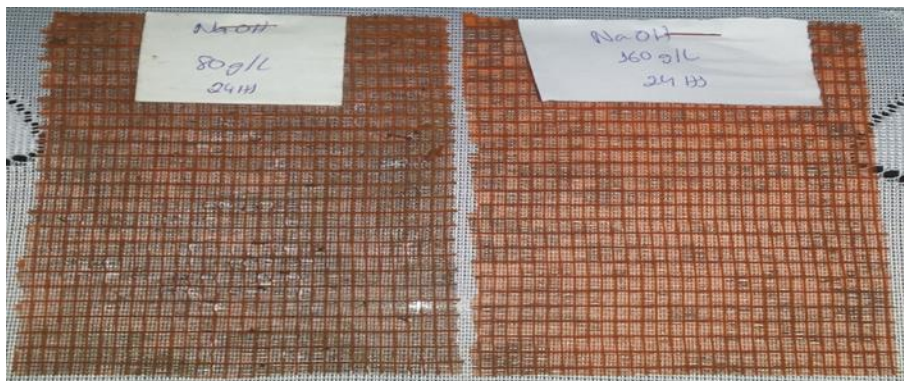


Figura 1. Telas limpas com hidróxido de sódio nas concentrações de 80 g.L⁻¹ e 160 g.L⁻¹ respectivamente.

Atribui-se este resultado a possível saponificação do óleo pelo hidróxido de sódio, fazendo com que os produtos desta reação tenham sido carregados para a solução aquosa.

3.2 GRUPO II

Dos três produtos utilizados, o detergente para carros e o desengraxante foram os que apresentaram uma leve remoção das incrustações, mas não em níveis que pudesse justificar a sua aplicação em escala industrial.

O Desincrustante Suncitric® aparentemente reagiu com o poliuretano, destruindo parte da tela.

3.3 GRUPO III

O Grupo III, formado por um emulsificante (sabão OMO®) e alvejantes também apresentou variações quanto aos resultados, destacadamente para o sabão OMO, que apresentou os melhores resultados.

Além de não ser possível observar partículas entre os fios da tela, também foi possível observar que a cor característica da tela foi recuperada.

A característica comum desses emulsificantes, de possuir uma parte apolar e uma extremidade polar, permite que dissolvam materiais oleosos que passam a ser facilmente dissolvidos em água.

O quarto reagente testado neste grupo foi Veja com Cloro Ativo®, que também apresentou bons resultados, como pode ser visto na Figura 2.

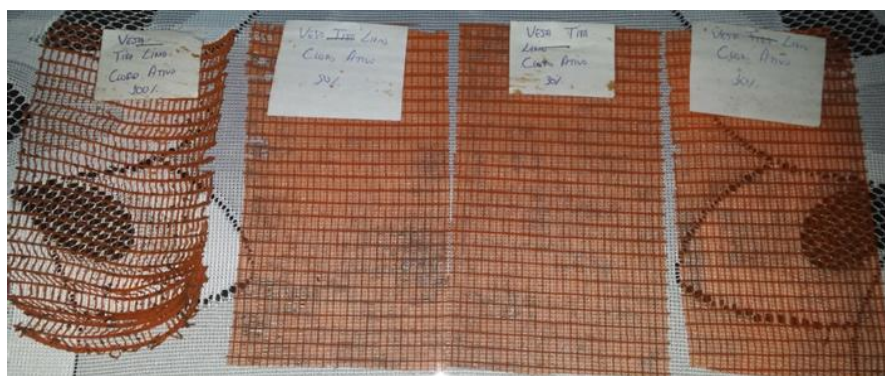


Figura 2. Telas tratadas com Veja com Cloro Ativo® nas concentrações de 100; 50; 30 e 10% respectivamente.

Sem diluição, o produto apresentou bom resultado de clareamento da tela com remoção das partículas incrustadas, provocando, contudo, degradação acentuada da tela.

O produto, utilizado normalmente na remoção de limo, apresentou bons resultados também nas menores concentrações, sem degradação aparente da tela, sugerindo que o material acumulado nas peneiras pode ser um composto orgânico com características semelhantes ao limo.

3.4 GRUPO IV

O cloro granulado (hipoclorito de cálcio) é um composto semelhante ao hipoclorito de sódio, porém seu uso no teste não foi bem-sucedido em virtude do alto nível de degradação da tela em apenas duas horas de imersão.

A água oxigenada removeu parte das incrustações, mas seus resultados não foram melhores do que os reagentes do Grupo III. A tela, além de ainda apresentar partículas

sólidas, apresentou um aspecto mais rígido e coloração escura, comportamento similar ao apresentado pela água régia.

Os testes com hipoclorito de sódio apresentaram resultados satisfatórios, como mostra a Figura 3.



Figura 3. Telas tratadas com hipoclorito de sódio. Na parte superior, telas tratadas nas concentrações de 5; 10; 15 e 20%. Na parte inferior as telas tratadas com 30; 40 e 50% v/v com duas horas de imersão.

Com duas horas de imersão, as incrustações foram removidas completamente em todas as concentrações, sendo então realizados alguns testes com concentrações mais baixas e maior tempo de imersão, como mostra a Figura 4.

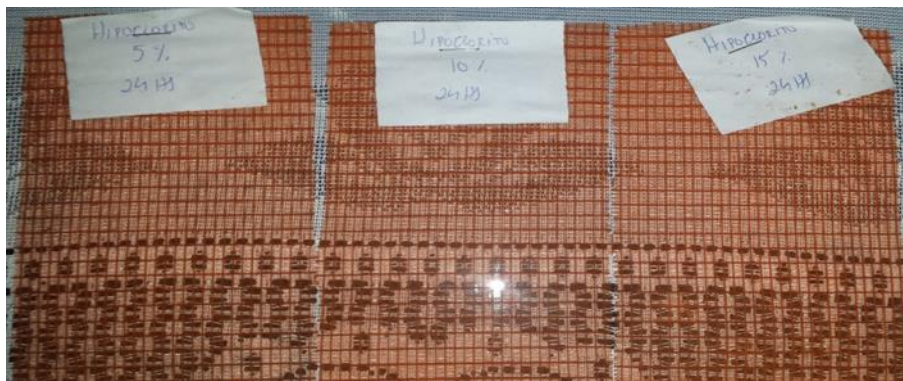


Figura 4. Telas tratadas com hipoclorito de sódio nas concentrações de 5; 10 e 15% com 24 horas de imersão.

A limpeza das telas com o hipoclorito de sódio pode estar associada à sua capacidade de destruir muitos tipos de moléculas orgânicas, quebrando ligações e formando fragmentos menores que estavam aderidos a tela de poliuretano.

Os bons resultados obtidos com hipoclorito de sódio em baixas concentrações, o fato dele se decompor, após as reações, em produtos não tóxicos que podem ser lançados no sistema de drenagem sem causar danos, e o seu baixo custo, o elegeram para o teste industrial.

3.5 TESTE INDUSTRIAL

O teste industrial teve início no dia 24/03 com a substituição de todas as telas dos decks de uma peneira de 100# por telas novas.

A amostragem no circuito de classificação é feita diariamente, com uma amostragem semanal realizada com a finalidade de cálculo das eficiências e fechamento do balanço metalúrgico da planta.

A média da eficiência global do circuito foi determinada pela média diária considerando um período de 120 dias, totalizando 80,38%.

Para fins de acompanhamento foi utilizada a amostragem semanal para controle dos níveis de eficiência do peneiramento.

No dia 27/03 foi realizada a primeira amostragem semanal, apontando para uma eficiência de 83%. A Figura 5 apresenta um gráfico com a evolução temporal dos níveis de eficiência.

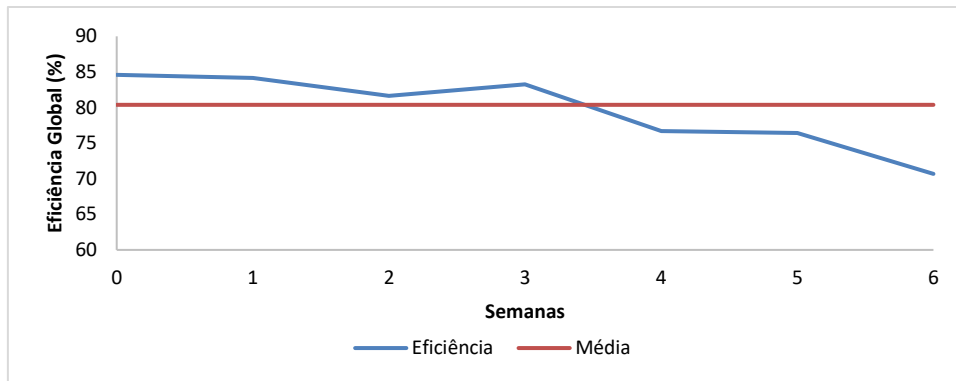


Figura 5. Evolução temporal, em semanas, dos níveis de Eficiência Global.

Os níveis de eficiência começam a cair a partir da terceira semana, alcançando valores da ordem de 70% na sexta semana de utilização.

Após essa amostragem as telas em uso foram removidas e submetidas a lavagem com a solução de hipoclorito de sódio, com concentração de 5% v/v por 24 horas. No dia seguinte as telas foram recolocadas e após uma semana foi realizada nova amostragem, para a qual foi obtido um nível de Eficiência Global de peneiramento igual a 82,01%.

A Figura 6 apresenta a serie temporal completa.

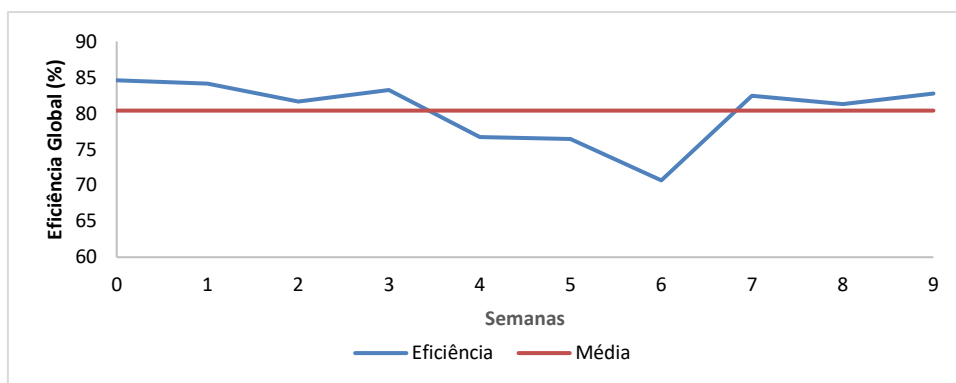


Figura 6. Serie temporal completa, em semanas.

Após a lavagem e reinstalação das telas, as eficiências foram monitoradas por mais duas semanas, mantendo-se as eficiências globais acima da média.

4. CONCLUSÕES

Dos reagentes testados, o hipoclorito de sódio apresentou os melhores resultados em escala de laboratório, promovendo remoções completas das incrustações a partir de 2 horas de imersão com concentrações de 5% v/v.

Replicados em escala industrial, os resultados foram confirmados, removendo as incrustações e elevando os níveis de Eficiência Global para o mesmo patamar dos obtidos com telas novas, gerando redução de custos com a substituição das telas, que são importadas, aumentando a sua vida útil.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Coordenador de Processos da AngloAmerican Nióbio, Lenildo Ferreira Moura Júnior pela oportunidade de realização dos testes e pela autorização na divulgação dos resultados.

6. REFERÊNCIAS

Albuquerque, Laércio, Jobe Wheeler, Steven Valine, Brenno Ganahl, and Godofredo Barrios. "Application of High Frequency Screens in Closing Grinding Circuits." Paper presented at the Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, Gramado, RS, 2009.

Barkhuysen, Nic J. "Implementing Strategies to Improve Mill Capacity and Efficiency through Classification by Particle Size Only, with Case Studies." Paper presented at the Fifth Southern African Base Metals Conference, Kasane, Botswana, 2009.

Davis, E. W. "Ball Mill Crushed in Closed Circuits with Screens." Paper presented at the Bulletin University of Minnesota, Minnesota, USA, 1925.

Gupta, Ashok, and Denis S. Yan. *Mineral Processing Design and Operation: An Introduction*. Radarweg, Amsterdam: Elsevier, 2006.

Hilden, Marko, and Dean David. "Industrial Screening." In *Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery*. Edited by Barry A. Wills and Tim Napier-Munn. Oxford, UK: Elsevier, 2006.

Hukki, R. T. "An Analysis of Mill and Classifier Performance in a Closed Grinding Circuit." *Transactions - Society of Mining Engineers*, no. 238 (1967): 233-39.

Mular, Andrew L. "Size Separation." In *Principles of Mineral Processing*. Edited by Maurice C. Fuerstenau and Kenneth N. Han. Littleton, Colorado, USA: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. (SME), 2003.

Reed, Albert E. *Characteristics of Screen-Circuit Products*. Transactions of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, 1945.

Valine, Steven B., Jobe E. Wheeler, and Laercio G. Albuquerque. "Fine Sizing with Derrick Stack Sizer Screen." In *Recent advances in mineral processing plant design*. Edited by Deepak Malhotra, Patrick R. Taylor, Erik Spiller, and Marc LeVier. Littleton, Colorado, USA: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. (SME), 2009.