

AValiação OPERACIONAL DA FILTRAGEM DE REJEITOS FLOCULADOS

Afrânio Augusto Gomes Gonçalves

Aluno de Graduação em Engenharia Mecânica, 7º Período, UCP
Período PIBIC/CETEM: Setembro de 2015 a Julho 2016.

agomes@cetem.gov.br

Tatiana S. Gadelha

Orientadora, Engenheira Química, M. Sc.

tgadelha@cetem.gov.br

Sílvia Cristina Alves França

Orientadora, Engenheira Química, D.Sc.

sfranca@cetem.gov.br

Resumo

A água é um bem essencial e utilizado em demasia na área de extração mineral. Em meio à crise hídrica faz-se necessário o reaproveitamento de tal recurso e a utilização de etapas de desaguamento mais eficientes é uma alternativa para recuperação da mesma. A pesquisa em questão tem como objetivo avaliar o uso do polímero floculante Hengfloc e sua influência no processo de filtragem de polpas de rejeito de processamento mineral. Foram estudadas polpas com uma concentração inicial de 10% de sólido, espessadas na forma natural e com polímero floculante. Para o processo de filtragem foram avaliados dois métodos: a filtragem convencional sob pressão ($\Delta P = 4$ e 6 bar) e a filtragem sob pressão, com prensagem. Os resultados apontam para a notável influência do polímero floculante na eficiência de desaguamento e na redução de umidade do rejeito, possibilitando a sua produção de um material de baixa umidade e elevada densidade, podendo ser disposto em forma de pilhas, que se mostra ambientalmente mais amigável do que as barragens de rejeito convencionais.

Palavras Chave: Rejeitos minerais, floculação; filtragem, prensagem de torta.

OPERATIONAL EVALUATION OF FILTRATION OF FLOCCULATED TAILINGS

Abstract

The water is an essential consuming used extensively in mineral processing. Facing the water crisis it is necessary to focus on the reuse of this resource and the use of more efficient dewatering operations is an alternative to its recovery. This research study aims to evaluate the use of a flocculant polymer and its influence in the filtration process of mineral tailings. Tailing pulps were studied with an initial concentration of 10% solids, thickened in the natural and with flocculant polymer. For the filtration process were evaluated two methods: conventional pressure filtration ($\Delta p = 4$ and 6 bar) and pressure filtration filtering under pressure with pressing. The results point to the remarkable influence of flocculant polymer in the dewatering efficiency and reduction of tailings moisture, enabling their dry-stacking disposal as an unsaturated and dense material, more environmentally friendly when compared to the conventional tailings dams.

Keywords: Mineral tailings, flocculation, filtration; cake squeezing.

1. INTRODUÇÃO

A atividade de mineração é altamente demandante por grandes volumes de água e geradora de enormes quantidades de rejeitos, os quais deverão ser dispostos de maneira sustentável, com

custo reduzido e de maneira ambientalmente aceitável (FALCUCCI e PERES, 2010). Por serem a parte indesejada do recurso mineral explorado - conseqüentemente, sem valor econômico imediato - muitas vezes são tratados com menor atenção e investimentos financeiro, de pessoal e tecnológico.

Especialistas em disposição de rejeitos apontam para as necessidade de modificação no processo de produção, com especial atenção à redução do teor de umidade dos mesmos para disposição com baixo grau de saturação. Essa é vista como uma solução mais promissora para redução de riscos e isso se dará pela utilização de operações de desagüamento, como espessamento e filtração (GADELHA e FRANÇA, 2015).

Durante a filtração, a vazão de filtrado depende da diferença de pressão, da resistência do meio filtrante e da torta. A taxa de fluxo volumétrico do filtrado pode ser descrita pela Equação 1:

$$\frac{t}{V} = \frac{\mu\alpha w}{2\Delta PA^2} V + \frac{\mu R_M}{\Delta PA} \quad (1)$$

Onde, V é o volume do filtrado (m³), t é o tempo de filtração (s), A é a área do filtro(m²), ΔP é a queda de pressão (Pa), μ é a viscosidade do filtrado (Pa.s), α é a resistência específica da torta (m/kg), w é a concentração de sólidos (kg/m³) e R_m é a resistência do meio filtrante (kg/m²).

A Equação 1 indica que o gráfico t/V versus V é uma reta com coeficiente angular a e coeficiente linear b. Assim, a Equação 1 pode ser reescrita na forma da Equação 2a:

$$\frac{t}{V} = aV + b, \quad \text{com } a = \frac{\mu\alpha w}{2\Delta PA^2}, \quad b = \frac{\mu R_M}{\Delta PA} \quad (2a, 2b \text{ e } 2c)$$

A etapa de agregação de partículas com auxílio de polímeros, aliada à filtragem possibilitarão a produção de polpas com alta densidade, para disposição em barragens de rejeito, além de possibilitar a recirculação mais eficiente da água e processo.

2. OBJETIVO

Estudar a filtração do sedimento do rejeito de níquel visando à produção de concentrados minerais com alto teor de sólidos. Para tanto, pretende-se: avaliar como o a utilização do polímero floculante pode otimizar a operação de filtragem; estudar como a variação de pressão (ΔP) e o método de filtragem (sem e com prensagem) influenciam na resistência específica da torta (α), na resistência do meio filtrante (R_M) e na umidade final da torta.

3. METODOLOGIA

Na primeira etapa foram preparadas amostras de rejeito do processamento de minério sulfetado de níquel, proveniente de Minas Gerais. Foram separados 20 kg de amostra, que passaram por um processo de desagregação em peneiras com abertura 104 μm. Em seguida a amostra foi disposta em pilha alongada, sendo quarteada em alíquotas de 100 gramas para os ensaios.

Para os ensaios de floculação e sedimentação, foram preparadas polpas com 10% de sólidos. Os testes de sedimentação foram realizados em equipamento *jar test*, onde trabalhou-se com duas frentes de ensaios, sedimentação natural (sem a utilização de adjuvantes) e sedimentação da polpa floculada com o polímero Hengfloc, fabricado pela Beijing Hengju™. Para o primeiro caso, a polpa foi mantida em agitação durante três minutos, a 300 rpm, para homogenização, após esse período foi cessada a agitação, sendo a polpa mantida em repouso durante 1 hora.

No caso da polpa floculada, após o período de agitação descrito, o polímero floculante Hengfloc foi adicionado à polpa, mantendo-a sob agitação por 1 minuto a 300 rpm e, em seguida, por mais 2 minutos, a 150 rpm. A agitação em duas etapas propicia o contato entre as partículas e o reagente e, conseqüentemente, o crescimento dos flocos.

Afim de obter amostras para filtragem, o sobrenadante foi sifonado, deixando na cuba um volume aproximadamente igual ao do sedimento. Em seguida a polpa foi agitada durante 1 minuto, a 300 rpm, promovendo o cisalhamento para liberação da água aprisionada na estrutura dos flocos.

A etapa de filtração foi realizada no equipamento Filtratest (Bokela), com área de filtração de 19,63 cm². O tecido filtrante utilizado foi de polipropileno com fios de multifilamentos, com permeabilidade ao ar de 1,5-5 m³/min/m², de fabricação da Remae. O tempo de desagumamento da torta (t_2) adotado foi de 120 segundos. Os testes foram realizados nas seguintes condições operacionais: pressão de operação de 4 e 6 bar e filtração sob pressão, com e sem prensagem.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 exibe os resultados da taxa de filtração (t/V) em função do volume de filtrado (V).

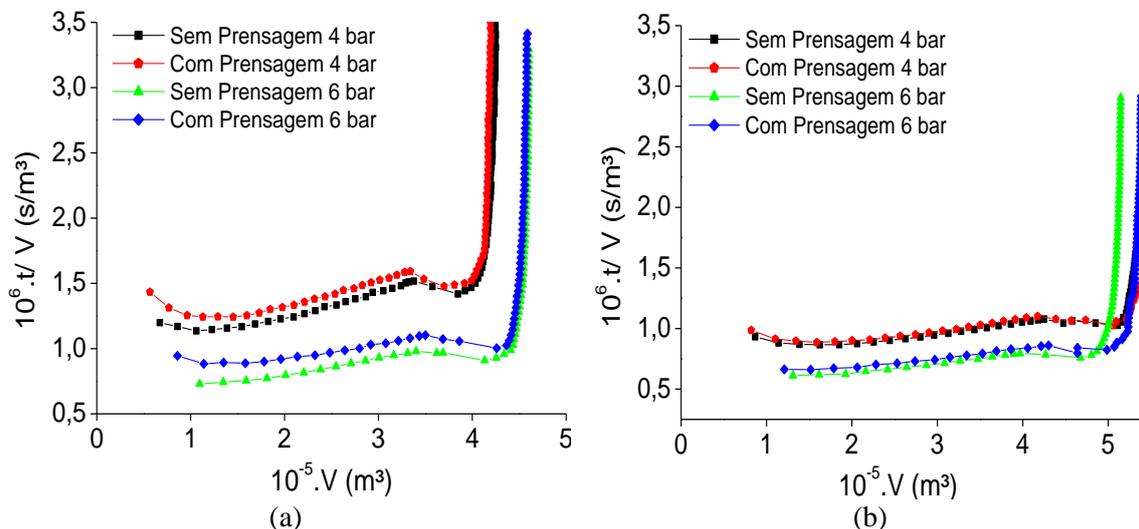


Figura 1: Gráfico t/V versus V ; (a) sem flocculante; (b) com flocculante.

Analisando a Figura 1 é possível verificar que a diminuição da taxa t/V é proporcional ao acréscimo de ΔP , como descrito na Equação 1. Esse volume irá aumentar até que a torta seja formada (t_1). Após esse período é possível verificar uma pequena descontinuidade devido a redução da vazão do filtrado e, a partir desse momento, é observado um tempo (t_2), onde o volume de filtrado tenderá a zero; com o aumento do tempo, o termo t/V tenderá a infinito ($t/V \rightarrow \infty$).

Também é possível observar que a utilização de flocculante provoca deslocamento nas curvas para baixo e para a direita, implicando que a quantidade do volume de filtrado aumentou em um período de tempo menor. Para pressão de 6 bar também é possível observar um aumento significativo no volume do filtrado produzido na operação.

Para os testes realizados sem flocculante é possível observar que, para os ΔP s de 4 e 6 bar, o processo de prensagem não apresenta grandes vantagens em relação ao processo sem prensagem; a diferença é muito sutil. Possivelmente, com pressão operacional maior, alterações significativas na umidade final da torta poderão ser obtidas. Analisando a Figura 1(a) observa-se que o processo de prensagem provocou aumento na taxa de filtração para ambas as pressões analisadas. Já para o sedimento não flocculado, Figura 1 (b), a prensagem não propiciou nenhum efeito significativo em t/V .

Na Figura 2 são apresentados os valores de resistência específica da torta (α) e resistência do meio filtrante (R_M).

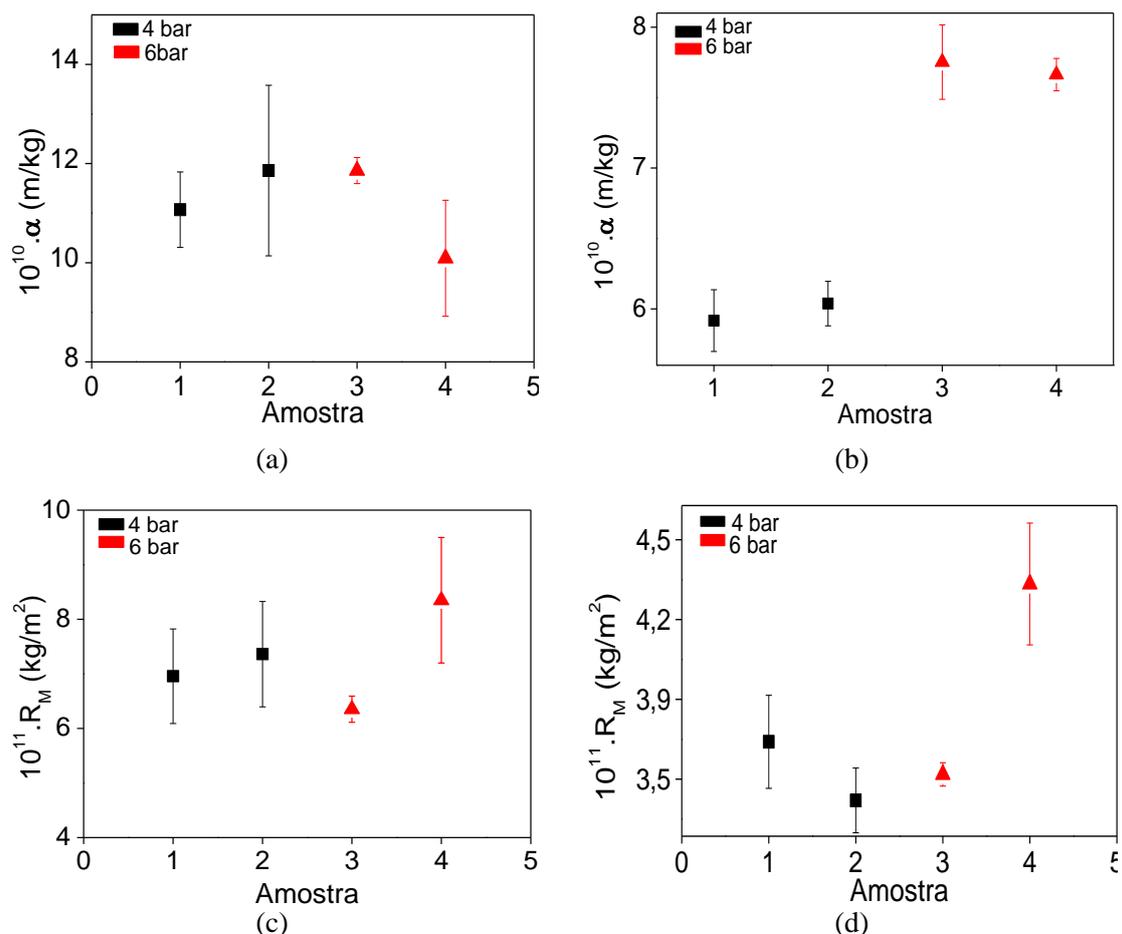
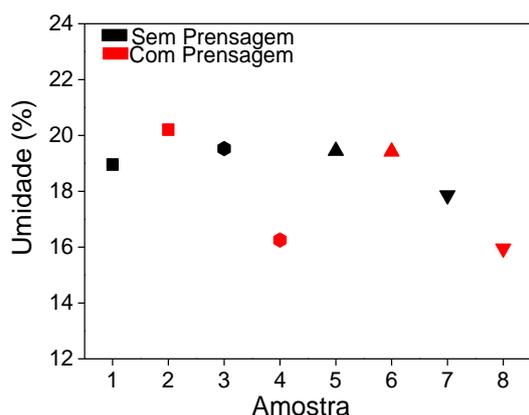


Figura 2: Resistência específica da torta (α) e resistência do meio filtrante (R_M): (a) sem floculante e sem prensagem (1 e 3), com prensagem (2 e 4), (b) com floculante e sem prensagem (1 e 3), com prensagem (2 e 4), (c) sem floculante e sem prensagem (1,3), com prensagem (2 e 4), (d) Com Floculante e sem prensagem (1,3), com prensagem (2 e 4).

Analisando a Figura 2(a), verifica-se que o valor de resistência específica da torta para a polpa não floculada, considerando o erro, permanece em valores semelhantes. Para Figura 2 (b), observa-se a influência da prensagem e do aumento da pressão operacional no valor da resistência da torta. Como a resistência específica à filtração mede a filtrabilidade, observa-se que quando as partículas finas são floculadas para formar flocos maiores (agregados), a filtrabilidade é significativamente melhorada (XU, 2008).

Para resistência do meio filtrante (R_M), parâmetro que é influenciado diretamente pelo aumento da pressão, temos um valor praticamente constante quando a polpa está sem floculante; para a filtração das polpas floculadas, nota-se que R_M aumenta, principalmente para 6 bar, fato que se deve, possivelmente, à expulsão gradativa da água presente na estrutura dos flocos (REN *et al.*, 2007). A Figura 3 exibe os valores de umidade final da torta de filtração, para ensaios sob diferentes condições operacionais.



Legenda

Amostra	polímero	ΔP (bar)	prensagem
1	-	4	-
2	-	4	X
3	-	6	-
4	-	6	X
5	X	4	-
6	X	4	X
7	X	6	-
8	X	6	X

Figura 3: Umidade da torta para diferentes condições operacionais

Para filtragem a 4 bar e sem floculante o valor de umidade não foi influenciado pela prensagem; para 6 bar a umidade foi reduzida significativamente quando se alterou o método de filtragem. A filtragem do sedimento floculado com ΔP de 4 bar sem e com prensagem não promoveu mudança na umidade da torta, porém quando ΔP foi de 6 bar a aplicação da prensagem promoveu redução significativa, de até 15% da umidade.

5. CONCLUSÕES

Com base neste estudo foi possível verificar a importância do uso de um polímero floculante no processo de filtragem, bem como a importância do uso da pressão mecânica para maximizar a recuperação da água contida no sedimento. Verificou-se também a influência direta da pressão na redução da umidade da torta, no aumento da resistência da torta e na resistência do meio filtrante nos sedimentos com e sem floculante. Os resultados indicam que houve melhora na taxa de filtração e umidade final da torta para $\Delta P = 6$ bar, principalmente quando utiliza-se prensagem. Porém, a prensagem não teve influência significativa no desaguamento de sedimentos não floculados, provavelmente devido à incompressibilidade da torta.

A produção de tortas de baixa umidade, na faixa de 10-15%, indica a possibilidade de disposição do rejeito sólido, de baixa umidade e elevada densidade, em pilhas, que é uma forma ambientalmente mais amigável.

6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro e ao CETEM pela infraestrutura.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FALCUCCI, A.; PERES, A.E.C. Abordagem prática para o uso de pastas minerais como forma de disposição de rejeitos. In: Acervo da 6ª Edição do Congresso Brasileiro de Mina a Céu Aberto, Belo Horizonte-MG, 2010.
- GADELHA, T.S.; FRANÇA, S.C.A., Polymer assessment for dewatering and filtration of nickel ore tailings. **Proceedings of Enviromine 2015**, Lima, Peru, 2015, C0505.
- REN, H., CHEN, W., ZHENG, Y., LUAN, Z. Effect of hydrophobic group on flocculation properties and dewatering efficiency of cationic acrylamide copolymers. **Reactive & Functional Polymers**, v. 67, 2007, p. 601–608.
- XU, Y.; SABROSA, T.; KAN, J. Filterability of oil sands tailings. **Process Safety and Environment Protection**, 2008, v. 86, p. 268 – 276.