

INFLUÊNCIA DE FLOCULANTES NA FILTRAGEM DE LAMA VERMELHA PARA DISPOSIÇÃO EM PILHA

INFLUENCE OF FLOCCULANT POLYMERS IN THE RED MUD FILTRATION AIMING DRY STACKING DISPOSAL

Afrânio Augusto Gomes Gonçalves

Aluno de Graduação de Engenharia Mecânica, 9º período, Universidade
Católica de Petrópolis

Período PIBIC/CETEM: setembro de 2015 a julho de 2017,
agomes@cetem.gov.br

Sílvia Cristina Alves França

Orientadora, Engenheira Química, D.Sc.
sfranca@cetem.gov.br

RESUMO

A lama vermelha é um resíduo importante na indústria mineral, devido à quantidade produzida e à sua elevada alcalinidade; portanto, a seu sistema ideal de disposição é em forma de pilhas. Nesse trabalho tem-se como objetivo avaliar o uso de polímeros floculantes e sua influência no processo de filtragem de rejeito espessado de lama vermelha, para que seja possível a sua disposição na forma de pilha (*dry stacking*). Foram estudados rejeitos com concentrações de sólidos entre 57 e 63%, floculadas com dois polímeros diferentes, nas dosagens de 80, 140 e 200 g/t. Os testes de filtragem foram realizados no equipamento Filtratest®, para $\Delta P=1$ bar. Os resultados apontam notável influência do floculante na eficiência de desaguamento e na umidade final da torta, com valores na faixa de 10-14%. Esses rejeitos de baixa umidade e elevada densidade poderão ser dispostos em forma de pilhas, que são ambientalmente mais seguras do que as barragens de rejeito convencionais.

Palavras chave: filtragem, sedimentos floculados, disposição em pilhas.

ABSTRACT

The red mud is an important tailing in the mineral industry, due to the high amount produced and its alkalinity. Therefore, the ideal disposal system for this tailing is dry stacking. This study aims to evaluate the use of flocculant polymers and their influence in the red mud filtration, to cake disposal in a dry way. Thickened tailing were studied, with solids concentration ranging from 57 to 63% solids; these tailings were flocculated with two different polymers, under dosages of 80, 140 and 20 g/t. Filtration tests were performed in a Filtratest® bench equipment, at pressure drop $\Delta P=1$ bar. The results show a remarkable influence of the flocculant on the dewatering efficiency and the cake moisture, with values in the range of 10-14%. These low moisture and high density tailings can be disposed as piles, which are environmentally safer than conventional tailings dams.

Keywords: filtration, thickened tailings, red mud, dry stacking.

1. INTRODUÇÃO

A lama vermelha é um resíduo de elevada alcalinidade, produzido no processo Bayer, de obtenção de alumina. O seu descarte é considerado como um desafio importante para a indústria mineral, devido à grande quantidade produzida e às dificuldades operacionais no seu desaguamento, para que possa ser disposta de forma ambientalmente segura.

A filtração é uma das operações unitárias de desaguamento mais empregadas na produção de material de baixa umidade. Seja para finalização de um produto ou disposição de um rejeito, a filtração visa, não somente a geração de produtos com elevada concentração de sólidos, para transporte ou descarte (Qi *et al.*, 2011), mas também a recuperação de água de processo.

A filtração sob pressão é caracterizada pela aplicação de uma pressão positiva na polpa, sendo uma das principais vantagens dessa operação a produção de tortas com menor teor de umidade, em comparação com outras tecnologias de filtração (Nery, 2013). Na filtração a vazão de filtrado depende da diferença de pressão aplicada, da resistência do meio filtrante e da resistividade da torta, conforme 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 ao meio filtrante.

Outra forma de auxiliar na redução da umidade de um produto filtrado é por meio da adição de polímeros floculantes, que atuam na agregação de partículas, levando à formação de tortas mais compressíveis. O aprisionamento de água na estrutura dos flocos dependerá do tamanho da cadeia polimérica e das interações de superfície entre partículas e moléculas do polímero (Russeaux e Ferland, 2009; Gadelha e França, 2015).

Quando partículas finas são agregadas, para formar flocos, a filtrabilidade é significativamente melhorada (Xu, 2008; Concha, 2014). Muitas vezes, faz-se necessário cisalhar o sedimento antes da filtração, a fim de quebrar os flocos e permitir a liberação da água retida no interior da sua estrutura (Oliveira, 2004).

Assim, pode-se produzir material filtrado de baixa umidade e, ainda, possibilitar a recirculação do filtrado de baixa turbidez para uso industrial.

2. OBJETIVOS

Estudar a influência de polímeros floculantes na filtração sob pressão de lama vermelha e as variáveis envolvidas no desaguamento, visando à produção de tortas com baixa umidade, que permitam o seu empilhamento a seco, além de avaliar a possibilidade de tratamento e reuso do filtrado como água de processo.

3. METODOLOGIA

3.1. Preparo da Amostra e Reagentes

A amostra de lama vermelha estudada é proveniente de uma refinaria de alumina no estado do Pará. Os sedimentos espessados apresentaram concentrações de sólidos na faixa de 57 a 63% e foram produzidos a partir da sedimentação descontínua de polpas de lama vermelha, com 10, 20 e 30% de sólidos, floculadas com polímeros Magnafloc LT-7990 (M) e Zetag 7565 (Z), ambos catiônicos, nas dosagens de 80, 140 e 200 g/t.

3.2. Ensaios de Filtragem

Os ensaios de filtragem foram realizados em equipamento de bancada Filtratest, a uma queda de pressão $\Delta P=1$ bar. A área de filtragem é de $19,63 \text{ cm}^2$ e o meio filtrante de polipropileno, com fios de multifilamentos e permeabilidade ao ar de $1,5\text{-}5 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$.

Cerca de 50 mL de amostra do sedimento espessado foram alimentados no compartimento de filtragem. Após a vedação do compartimento, iniciou-se a alimentação do ar comprimido para promover a pressão desejada. Ao detectar a queda da primeira gota de filtrado no recipiente posicionado sobre a balança, o tempo de filtragem começou a ser contabilizado e a interrupção se deu no momento em que a camada de água desapareceu através da superfície da torta. Os experimentos foram realizados em triplicata, para cada sedimento avaliado.

A avaliação da operação de filtragem foi feita por meio do tempo de filtragem, umidade final da torta (por secagem) e turbidez do filtrado (turbidímetro Hach 2100P).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Curvas de Filtragem

As curvas de filtragem mostram a relação entre o volume do filtrado e o tempo de operação. Nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentados os resultados de filtrabilidade para os sedimentos de lama vermelha.

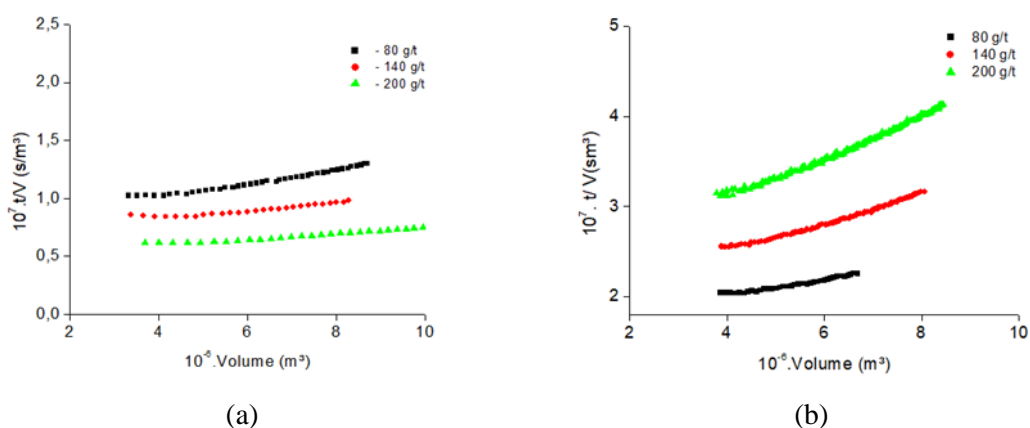


Figura 1: Curvas de filtragem para os sedimentos formados a partir de polpas de lama vermelha (10% sólidos) floculados com Magnafloc (a) e Zetag (b).

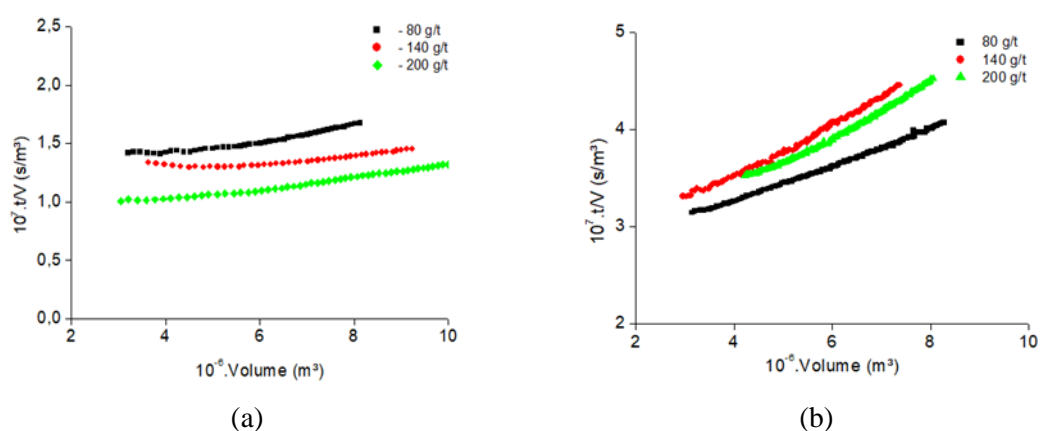


Figura 2: Curvas de filtragem para os sedimentos formados a partir de polpas de lama vermelha (20% sólidos) floculadas com Magnafloc (a) e Zetag (b).

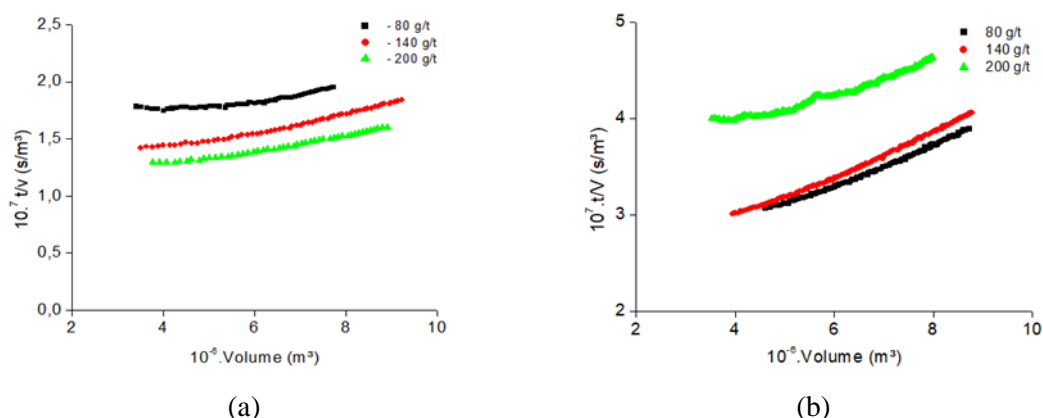


Figura 3: Curvas de filtragem para os sedimentos formados a partir de polpas de lama vermelha (20% sólidos) floculadas com Magnafloc (A) e Zetag (b).

Para todas as curvas de filtragem é possível observar que o tempo necessário para desaguamento dos sedimentos de lama vermelha foi maior para aqueles floculados com o polímero Zetag, considerando um mesmo volume de filtrado. Esse fato pode estar relacionado à viscosidade do polímero floculante e/ou à intensidade das interações hidrofóbicas entre o polímero e as partículas (Parsapour *et al.*, 2014), que dificulta o desprendimento da água da estrutura do floco.

Pela análise das curvas das Figuras 1(a), 2(a) e 3(a) nota-se que a filtrabilidade do sedimento floculado com Magnafloc diminui, com o aumento da concentração de sólidos. Por outro lado, maiores dosagens de polímero aumentam a eficiência do desaguamento. Já para os sedimentos floculados com o Zetag, Figuras 1(b), 2(b) e 3(b), o aumento da dosagem do polímero não teve influência positiva na filtrabilidade da torta, com os melhores resultados sendo obtidos para a dosagem de 80 g/t.

4.2. Tempo de Filtragem e Umidade da Torta

A Tabela 1 contém os dados e resultados mais importantes da filtragem dos sedimentos. Tomando-se como exemplo os sedimentos formados a partir das polpas com 30% de sólidos e floculados com 140 g/t de ambos os polímeros, tem-se que para produzir tortas com umidades de 12,5 e 12,8%, os tempos de filtragem requeridos foram de 190 e 377 segundos, respectivamente; isso significa quase o dobro do tempo para um produto com a mesma especificação.

Tabela 1: Parâmetros e resultados de filtragem para sedimentos de lama vermelha.

C _s polpa (%)	Parâmetros da filtragem	Dosagens de floculantes (g/t)					
		80		140		200	
		M	Z	M	Z	M	Z
10	C _s sedimento (%)	60,6	59,0	53,6	60,3	53,4	60,0
	Umidade (%)	10,4	11,7	10,4	11,2	10,7	11,5
	t filtragem (s)	124	158	82	265	98	358
20	C _s sedimento (%)	61,0	62,8	57,3	63,4	58,0	63,6
	Umidade (%)	12,0	12,2	13,2	12,6	12,1	12,4
	t filtragem (s)	157	337	149	342	155	445
30	C _s sedimento (%)	60,6	63,7	61,4	62,1	58,9	62,5
	Umidade (%)	12,7	12,3	12,5	12,8	13,7	14,4
	t filtragem (s)	159	363	190	377	150	387

As tortas formadas, com umidades na faixa de 12-13%, podem ser descartadas por deposição a seco (*dry stacking*), minimizando os riscos de extravasamento ou percolação de líquido, observados nas barragens convencionais. Os valores de turbidez do filtrado ficaram acima de 1000 NTU, mostrando que ainda há muitas partículas superfinais desagregadas da torta e passando através do tecido filtrante.

5. CONCLUSÕES

Polímeros flocculantes podem aumentar a eficiência de desaguamento de rejeitos minerais, porém as propriedades dos sólidos e dos polímeros, bem como suas interações, devem ser conhecidas e bem compreendidas para que as variáveis e custos operacionais não sejam afetados negativamente. O polímero Magnafloc promoveu as melhores taxas de filtragem para o sedimento de lama vermelha e as menores umidades residuais das tortas produzidas.

O nível de compactação das tortas de baixa umidade (12-13%) dificultará a percolação de água nas pilhas de rejeitos e conseqüentemente, o espalhamento indevido do mesmo, o que é ambientalmente importante.

A turbidez do filtrado precisa ser reduzida para valores de 100 NTU, por meio de troca do tecido filtrante, utilização conjugada de polímeros (alto e baixo pesos moleculares) ou redução da pressão de operação, para viabilizar o reuso da água no processo industrial.

6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica e ao CETEM pela estrutura fornecida. Agradecimento especial à pesquisadora Bruna Trampus, pelo grande auxílio na supervisão do trabalho experimental.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONCHA, F. Solid-liquid separation in the mining industry. Chap. 7 - Particle aggregation by coagulation and flocculation. Springer Ed., 2014.
- GADELHA, T. S.; FRANÇA, S. C. A. Polymer Assessment for Dewatering and Filtration of Nickel Ore Tailings. Proceedings of 4th International Seminar on Environmental Issues in Mining (Enviromine 2015). Lima, Peru, 2015.
- NERY, K. D. Caracterização geotécnica e avaliação da compactação de um resíduo da produção de alumina (lama vermelha) desaguado por filtro prensa. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2013.
- OLIVEIRA, M. L. M.; LUZ, J. A. M.; LACERDA, C. M. M. Espessamento e filtragem. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, Brasil, p. 4-42, 2014.
- QI, Y., THAPA, K. B., HOADLEY, A. F. A. Application of filtration aids for improving sludge dewatering properties –A review. **Chemical Engineering Journal**, vol. 58, p.373-384, 2011.
- RUSSEAU, J. M.; FERLAND, P. Impact of excess synthetic flocculent on security filtration. **Light Metals**, p. 157-161, 2009.
- XU, Y.; DABROSA, T.; KAN, J. Filterability of oil sands tailings. **Process Safety and Environment Protection**, vol. 86, p. 268-276, 2008.