

ESTUDO DO EFEITO DE FLOCULANTES RHEOMAX® NO TRATAMENTO DE REJEITO DE NÍQUEL

Lucas Santos Andrade

Aluno de Graduação em Química Industrial, 8º período, UFRJ

Período ESTÁGIO/CETEM : maio de 2014 a junho de 2015

landrade@cetem.gov.br

Silvia Cristina Alves França

Orientadora, Engenheira Química, D.Sc.

sfranca@cetem.gov.br

Abstract

The practice of recirculating water in mining it is increasingly important due to environmental issues. Thus, the solid-liquid separation processes such as sedimentation and filtration, gained outstanding importance in water reuse studies in this activity, always seeking greater separation efficiency. In this work, the Rheomax1050® and Rheomax9050® polymers were used as flocculant agents in the treatment of nickel tailings. Batch sedimentation tests were performed with and without flocculant addition in order to obtain settling rate and overflow turbidity for different solids concentration. From the monitoring variables, such as solids concentration, flocculant dosage, sedimentation rate and turbidity of the supernatant liquid is able to determine which reagent is more efficient and can fit within the turbidity limits imposed by the National Environment Council (Brazil) (CONAMA) Resolution 430, which limits a turbidity of 40 NTU for disposal of wastewater.

Keywords: solid-liquid separation, nickel tailings, flocculants, batch sedimentation

Resumo

Na mineração é cada vez mais importante a prática de recirculação de água devido às questões ambientais. Com isso, os processos de separação sólido-líquido, como sedimentação e filtração, ganharam importância destacada em estudos de reaproveitamento de água nessa atividade, buscando sempre uma maior eficiência de separação. Neste trabalho, utilizam-se os polímeros Rheomax 1050® e Rheomax 9050® como agentes floculantes no tratamento de rejeitos finos de níquel. Foram feitos ensaios de sedimentação com e sem floculante a fim de se obterem as velocidades de sedimentação e turbidez do *overflow* para diferentes concentrações de sólidos. A partir do acompanhamento de variáveis, como concentração de sólidos, dosagem de floculante, velocidade de sedimentação e turbidez do líquido sobrenadante é possível determinar qual reagente é mais eficiente e produz um efluente que se enquadre nos limites de turbidez impostos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Resolução 430, que limita uma turbidez de 40 NTU para descarte de rejeitos líquidos.

Palavras chave: Separação sólido-líquido, rejeito de níquel, floculantes, sedimentação em batelada

1. INTRODUÇÃO

Atualmente um dos fatores mais importantes nas operações minero-metalúrgicas é o reaproveitamento da água que é descartada das usinas junto com material particulado fino, nas barragens de rejeitos. No Brasil existem 520 barragens de rejeitos minerais e industriais segundo o levantamento da Agência Nacional de Águas (ANA) realizado em 2013, sendo 264 de mineração.

Os rejeitos minerais são ricos em material sólido, com grande quantidade de partículas ultrafinas e coloidais (<10 µm), de difícil remoção devido ao seu pequeno tamanho e baixa velocidade de sedimentação. Esse é um grande problema no tratamento desses rejeitos nas barragens, devido ao longo tempo requerido para a separação sólido-líquido por sedimentação e, conseqüentemente, do reaproveitamento da água de processo.

A velocidade de sedimentação de uma partícula depende diretamente do seu diâmetro (D_p), como pode ser observado a partir da equação de Stokes:

$$V = \frac{gD_p^2(\rho_s - \rho_l)}{18\mu} \quad (1)$$

onde: V é a velocidade terminal da partícula; g é a aceleração da gravidade; ρ_s e ρ_l são as densidades do sólido e do líquido, respectivamente, e μ é a viscosidade da fase líquida. Nota-se que quanto menor o diâmetro da partícula, mais lento será o processo de sedimentação. Para solucionar o efeito indesejado do pequeno tamanho de partícula utiliza-se o processo de agregação - coagulação e a floculação- para aumentar o diâmetro das partículas e, assim, a sua velocidade de sedimentação.

Os avanços mais importantes da última década nas operações de desaguamento ocorreram na área de floculação, possibilitando aumento das taxas e redução das áreas de sedimentação, além da melhoria na qualidade da água recuperada (FALCUCCI, 2007). A floculação consiste em um fenômeno físico-químico que visa alterar as propriedades estáveis de um colóide, tornando-o instável a ponto de formar flocos, cujos diâmetros são maiores do que as partículas isoladas. Essa instabilidade é provocada pela inserção de um polímero no seio do fluido. Esse polímero possui sítios ativos em sua superfície que, dependendo da carga dos sólidos envolvidos no processo, irá atraí-los formando agregados moleculares (BALTAR, 2010).

O floco é, então, uma unidade formada por água e pequenas partículas atraídas pelas suas cargas superficiais, por meio da adsorção da molécula do polímero na superfície das partículas. Essa adsorção pode ocorrer por diferentes tipos de interação: pontes de hidrogênio, interações hidrofóbicas, ou eletrostáticas, ligações químicas ou coordenadas. Fatores hidrodinâmicos, como zona de mistura e tempo de reação têm grande influência na formação dos flocos (FRANÇA; MASSARANI, 2010).

Nesse trabalho foi avaliada a eficiência de dois polímeros comerciais na floculação e sedimentação de polpas de rejeito de níquel, em termos de velocidade de sedimentação e turbidez do líquido clarificado para reuso. Os polímeros utilizados em floculação possuem graus de ionicidade variáveis e muitas das suas especificações são desconhecidas (ARINAITWE; PAWLIK, 2013). Porém, sabe-se que a escolha de um agente floculante irá depender de sua carga superficial, podendo ser neutros [poliacrilamidas e poli(óxido)etileno], aniônicos (poliacrilamidas), ou catiônicos (monômeros com um átomo de nitrogênio e uma carga positiva), conforme citado por Baltar (2010).

A possibilidade de reutilização da água de processo por meio da obtenção de operações de desaguamento mais eficientes é de grande importância para a implementação de processos de menor custo operacional e menor impacto ao meio ambiente.

2. OBJETIVOS

Estudar a relação entre variáveis operacionais, como concentração de sólidos e dosagem e eficiência de floculantes, que influenciam as operações de floculação e sedimentação de polpas

de rejeito do processamento de minério de níquel, visando aumentar a eficiência de separação sólido-líquido e reuso da água de processo.

3. METODOLOGIA

A amostra estudada foi um rejeito de níquel, cuja granulometria média apresenta 90% passante em 74 μm . A amostra foi desagregada em peneira de abertura 100 μm , em seguida homogeneizada e quarteada para a produção de alíquotas de 100 g, para a preparação das polpas.

Os ensaios de floculação e sedimentação das polpas de rejeito foram realizados no equipamento *jar test*, em cubas de 2L (Figura 1), com e sem adição de flocculante. Foram avaliados os polímeros Rheomax[®] (BASFTM) das séries ER e EDT, que são poliácridamidas de elevado peso molecular. A preparação da solução polimérica (0,5 g/L) seguiu a metodologia da fabricante, em que 0,50 g do flocculante foram adicionados a um pouco de álcool, para facilitar a sua dissolução, e em seguida lentamente dissolvido em água até a obtenção do volume final da solução (1L). As polpas foram preparadas com as seguintes concentrações de sólidos: 2; 3,5; 5; 6,5; 8; 10; 15; 18 e 23% e a dosagem de flocculante foi mantida em 200 g/t. A floculação foi realizada no pH natural da polpa, que é de 7,6.

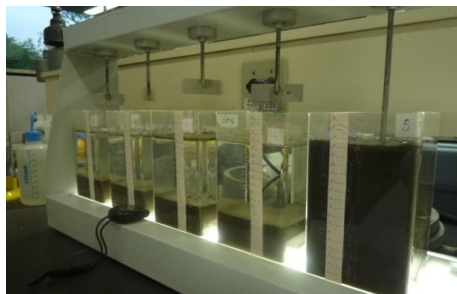


Figura 1: Equipamento *jar test* de laboratório

Inicialmente a polpa foi mantida sob agitação durante 3 minutos, a 300 rpm. Nos ensaios sem adição de flocculante, a agitação foi cessada e a variação de altura da interface sólido-líquido medida em intervalos de tempo pré-definidos. Já nos ensaios com flocculante, o reagente foi adicionado e submetido a agitação rápida de 300 rpm por 3 minutos, seguido de agitação lenta de 150 rpm por 1 minuto, que proporciona o crescimento dos flocos.

O ensaio de sedimentação em batelada consistiu no acompanhamento da variação da altura da interface sólido-líquido com o tempo, avaliando a sedimentação livre e a compactação do sedimento. Com esses dados são montadas as curvas de sedimentação, para determinação da velocidade de sedimentação.

A avaliação da eficiência de floculação foi baseada na medida de turbidez do líquido clarificado, após a sedimentação. Estipulou-se um valor máximo de 40 NTU, seguindo a resolução CONAMA 430. A determinação de turbidez foi realizada em turbidímetro da Hach, modelo 2100 p.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 2, 3 e 4 apresentam as curvas de sedimentação das polpas de rejeito de níquel, para as diferentes concentrações estudadas. Avaliou-se também a influência do uso do flocculante na velocidade final de sedimentação.

Pode-se observar que, de maneira geral, o tempo de sedimentação é diretamente proporcional à concentração de sólidos; isso se deve ao efeito de população, o qual define que quanto mais partículas estiverem presentes na polpa, maior será a dificuldade para sedimentar, devido à maior probabilidade de choque e desvios de trajetórias entre elas. Destaca-se, ainda, que a altura final dos sedimentos também varia, conforme a concentração de sólidos na polpa.

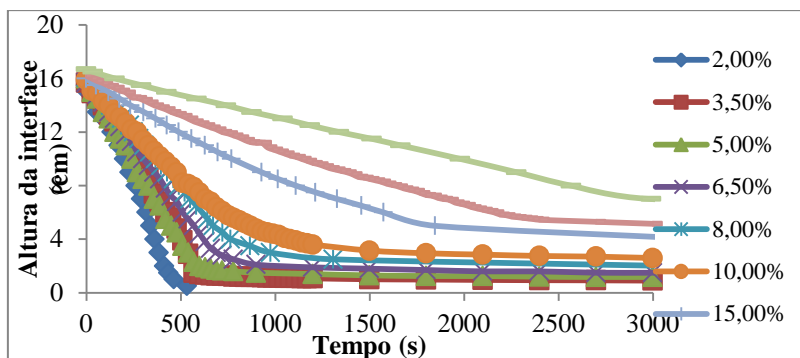


Figura 2: Curvas de sedimentação em batelada para polpas naturais de minério de níquel

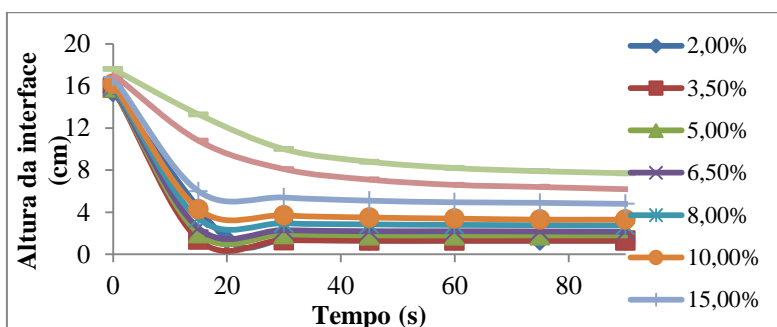


Figura 3: Curvas de sedimentação em batelada para polpas de minério de níquel com flocculante Rheomax1050®.

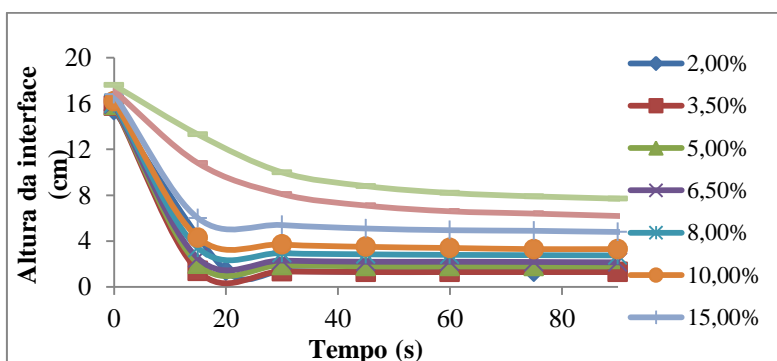


Figura 4: Curvas de sedimentação em batelada para polpas de minério de níquel com flocculante Rheomax 9050®.

As velocidades de sedimentação apresentadas na Tabela 1 foram calculadas a partir da inclinação da parte linear das curvas de sedimentação em batelada e mostram claramente que há uma diferença significativa no diâmetro dos flocos formados com os dois flocculantes distintos.

Nota-se que o Rheomax 9050 apresentou melhor eficiência na formação dos flocos (maior velocidade de sedimentação), embora os valores finais de turbidez do líquido sobrenadante sejam bem semelhantes. Com base em informações do fabricante, as duas séries de flocculantes (1000 e 9000) são utilizadas em desaguamento de polpas minerais, porém a última apresenta melhor liberação da água presente na estrutura do sedimento; dessa forma, esse reagente deve ser mais apropriado para uso em recuperação e reutilização de água de processo.

Na Figura 5 tem-se a polpa em processo de flocculação (a) e após a sedimentação, em que se pode observar a qualidade do líquido clarificado.

Tabela 1: Velocidades de sedimentação, turbidez e eficiência de remoção da turbidez para ensaios em *jar test*, com e sem floculante.

Concentração de sólidos (%)	Velocidade de sedimentação x 10 ⁻⁴ (m/s)			Inicial	Turbidez (NTU)		Eficiência de remoção (%)	
	Sem floc.	Rheomax 1050	Rheomax 9050		Rheomax 1050	Rheomax 9050	Rheomax 1050	Rheomax 9050
2,00	3,22	94,33	70,00	234	3,63	2,02	98,4	99,1
3,50	2,36	31,33	29,03	268	2,64	3,47	99,0	98,7
5,00	2,37	28,87	28,17	190	3,58	3,50	98,2	98,2
6,50	1,90	15,96	27,53	226	4,14	3,95	98,2	98,3
8,00	1,64	12,69	26,60	234	4,61	3,67	98,0	98,4
10,00	1,26	11,81	17,60	279	3,43	3,92	98,8	98,6
15,00	0,67	8,09	16,40	247	3,12	2,68	98,7	98,9
18,00	0,46	3,09	7,10	819	4,77	2,16	99,4	99,7
23,00	0,36	2,29	5,35	>1000	6,38	2,98	-	-



(a)



(b)

Figura 5: Ensaios de floculação (a) e sedimentação (b) do rejeito de níquel.

Com base nos resultados apresentados, pretende-se estudar dosagens menores dos floculantes, visando redução nos custos do processo de desaguamento, uma vez que o líquido sobrenadante obtido está com turbidez bem abaixo do valor padronizado (40 NTU).

5. CONCLUSÕES

O uso de floculantes promoveu uma sedimentação mais eficiente e em menor tempo, quando comparado às polpas sem tratamento; isso confere um menor tempo para o espessamento e para a reutilização da água de processo. Os dois reagentes utilizados permitiram a obtenção de líquidos clarificados com qualidade para descarte nos corpos hídricos (turbidez < 40 NTU); entretanto, para uso como água de recirculação talvez não seja necessário o esforço operacional e econômico utilizado. Para as próximas etapas do trabalho serão testadas menores dosagens de reagentes, bem como a eficiência de desaguamento dos sedimentos em ensaios de filtração

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, ao CNPq pelo aporte financeiro, à orientadora Silvia França, aos companheiros de laboratório e à minha família.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARINAITWE, E.; PAWLIK, M. A role of a flocculant chain flexibility in flocculation of fine quartz. P. I: Intrinsic viscosity of polyacrilamide-based flocculants. **Int. Journ. Min. Processing**, v.124, p.50-57, 2013.
- BALTAR, C.A.M. Processos de Agregação. In: **Tratamento de minérios** (Eds. Luz, A.B; Sampaio, J.A.; França, S.C.A.), 5ª Ed; CETEM/MCT, Rio de Janeiro, p. 559-587, 2010.
- FRANÇA, S.C.A. e Massarani, G. Separação Sólido-Líquido. In: **Tratamento de minérios** (Eds. Luz, A.B; Sampaio, J.A.; França, S.C.A.), 5ª Ed; CETEM/MCT, Rio de Janeiro, pags. 637-678, 2010.
- FALCUCCI, A. **A influência de floculantes poliméricos na formação de pastas minerais**. Dissertação de mestrado, UFMG/PPGEM, Belo Horizonte, 2007, 80p.