

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DE SEDIMENTAÇÃO E DE FILTRAGEM DE UMA AMOSTRA DE “PELLET FEED” DE MINÉRIO DE FERRO ⁽⁰¹⁾

George Eduardo Sales Valadão⁽⁰²⁾

Antônio Eduardo Clark Peres⁽⁰³⁾

Armando Corrêa de Araujo⁽⁰⁴⁾

Rita Virginia Gabriel da Silva⁽⁰⁵⁾

RESUMO

A filtragem é uma operação de separação sólido/líquido empregada em muitas usinas de processamento mineral. A sedimentação de partículas é um fenômeno complexo principalmente se for considerado o regime turbulento. O presente trabalho tem como objetivo verificar a existência de uma correlação entre as condições de sedimentação e filtragem. Foram realizados ensaios de sedimentação e filtragem utilizando-se amostra de “pellet feed”, provenientes de unidade industrial da Minerações Brasileiras Reunidas (MBR). A condição de carga zero foi avaliada para a amostra mineral e o valor de pH encontrado foi 6,3. Os resultados dos testes de sedimentação mostraram: que as melhores condições de sedimentação foram obtidas em valores de pH próximos àquele da condição de carga zero, que houve formação de camadas distintas em valores de pH de 4,0, 8,5 e 9,0, que houve menor compactação do material sedimentado em valor de pH 4,0 e maior em 8,5 e 9,0 e que a atuação do floculante se deu principalmente sobre a redução da turbidez do sobrenadante. Os testes de filtragem mostraram uma correlação entre as melhores condições de sedimentação.

Palavras chave: sedimentação, filtragem, “pellet feed”

(01) Trabalho a ser apresentado ao I Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro: Caracterização, Beneficiamento e Pelotização, Ouro Preto, MG, 14 a 17 de outubro de 1996.

(02) Professor Adjunto, Doutor, Escola de Engenharia da UFMG.

(03) Professor Titular, PhD, Escola de Engenharia da UFMG.

(04) Eng. de Minas, PhD, Gerência de Tecnologia, Minerações Brasileiras Reunidas.

(05) Enga. de Minas, Gerência de Tecnologia, Minerações Brasileiras Reunidas

1. INTRODUÇÃO

A filtração (filtração) é uma operação de separação sólido/líquido, empregada em muitas usinas de processamento mineral, que se caracteriza pela passagem de uma polpa através de um meio poroso de tal forma que haja retenção do sólido e a passagem do líquido. É utilizada com objetivo de retirada de água de concentrados e rejeitos finais (alternativa à barragem) e maximização da recuperação de espécies dissolvidas em processos hidrometalúrgicos.⁽¹⁻²⁻³⁻⁴⁻⁵⁻⁶⁾

A existência de uma diferença de pressão, através do meio, é necessária e pode ser conseguida através de: gravidade, vácuo, pressão ou centrifugação.

A filtração pode ser realizada através de três maneiras básicas: com formação de torta, sem formação de torta e em leitos profundos.⁽⁵⁻⁶⁻⁷⁾ No primeiro caso, caracteriza-se pela deposição de uma camada de sólido sobre a superfície filtrante, sendo os poros do meio filtrante menores ou iguais ao tamanho da maioria das partículas. É o tipo utilizado na Tecnologia Mineral.⁽⁵⁻⁶⁻⁷⁾ A filtração sem formação de torta ocorre quando o fluxo de suspensão é paralelo à superfície do meio filtrante que retém as partículas não ocorrendo a formação de torta devido à grande velocidade relativa entre a suspensão e o meio. O fluido passa através do meio e o sólido é retido. Esse tipo é muito empregado em filtração de gases.⁽⁷⁾ Realizada em leitos profundos, se aplica a suspensões muito diluídas, com meios filtrantes cujos poros são bem maiores que as partículas. Há, dessa forma, retenção do sólido no interior do meio filtrante.⁽⁵⁻⁶⁻⁷⁾

A filtração é normalmente uma etapa crítica do processamento dos minerais já que seu desempenho pode afetar o custo de transporte, a recuperação de espécies dissolvidas e a eficiência de operações subsequentes como a pelotização.⁽⁶⁾

A sedimentação de partículas em meio fluido é um fenômeno complexo principalmente se o regime considerado for turbulento. Equações têm sido desenvolvidas para o estudo da sedimentação. A equação de Stokes, por exemplo, se aplica com boa precisão a sistemas muito diluídos, ou seja, para regime laminar. A utilização de testes de sedimentação em proveta tem sido a maneira encontrada para a observação dos sistemas contendo partículas minerais visando o dimensionamento de equipamentos (espessadores, por exemplo), velocidade de sedimentação, turbidez de sobrenadante e comportamento diante de reagentes agregantes (coagulantes e floculantes).

O presente trabalho teve como objetivo verificar a correlação entre as características de sedimentação de uma polpa de "pellet feed" e o desempenho da filtração deste material. Foi determinada também a condição de carga zero para a amostra.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Amostras Minerais

A amostra mineral, utilizada no trabalho, é proveniente da região do Quadrilátero Ferrífero (MG) e cedida pela Minerações Brasileiras Reunidas - MBR - em sua instalação industrial de Águas Claras. A hematita é a espécie mineralógica predominante nesta amostra que contém ainda quartzo, magnetita e goethita em quantidades muito pequenas. O Blaine medido foi de 1700 cm²/g. As características granulométricas e químicas são apresentadas nas tabelas 1 e 2 respectivamente.

Tabela 1 - Análise granulométrica da amostra.

Abertura (µm)	Massa Retida (g)	% Retida Simples	% Retida Acumulada	% Passante Acumulada
148	7,37	3,60	3,60	96,40
105	8,14	3,98	7,59	92,41
74	12,63	6,18	13,76	86,24
52	14,42	7,05	20,82	79,18
44	12,34	6,04	26,85	73,15
37	6,47	3,16	30,02	69,98
25,3	17,11	8,37	38,39	61,61
18,0	22,19	10,85	49,24	50,76
13,1	27,14	13,27	62,52	37,48
8,9	38,99	19,07	81,59	18,41
7,1	12,54	6,13	87,72	12,28
< 7,1	25,10	12,28	100,00	0,00

Tabela 2 - Composição química da amostra.

Elemento	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Mn	P	PF
%	67,3	1,5	0,60	0,484	0,036	0,83

A amostra mineral foi caracterizada quimicamente através de fluorescência de raios-X e mineralogicamente por difração de raios-X.

A distribuição granulométrica foi determinada por meio de peneiras e cyclosizer. O Blaine foi avaliado em aparelho Brasmec.

2.2 Determinação da Condição de Carga Zero

A determinação da condição de carga zero foi feita com base na metodologia sugerida por Mular e Roberts, descrita em maior detalhe na literatura.⁽⁸⁾

2.3 - Testes de Sedimentação

Foram efetuados utilizando-se provetas de 1000 ml e haste metálica para a agitação da polpa. Escalas, para leitura da altura da interface, foram fixadas nas provetas para permitir as leituras de alturas. Foram utilizadas polpas em concentrações de sólido de 60% e 70%, em massa. Foram verificados o efeito do pH, da dosagem e tempo de condicionamento do agregante sobre a velocidade de sedimentação e compactação do material sedimentado.

2.4 Testes de Filtragem

Foram realizados utilizando-se montagem de teste de folha ("leaf test") com procedimento semelhante ao normalmente adotado⁽⁹⁻¹⁰⁾. O meio filtrante, usado em todos os testes de laboratório, foi um tecido de poliamida, multifilamento, com peso de 440 g/m², espessura de 1,2 mm, de características elásticas e permeabilidade ao ar de 28 m³/(m².min) utilizado nas instalações industriais da MBR. Foram mantidos constantes a porcentagem de sólidos (70% em massa), o vácuo de formação (5,1 x 10⁴ Pa = 15 pol Hg), o vácuo de secagem (6,4 x 10⁴ Pa = 19 pol Hg), tempo de formação (15 s), o tempo de secagem (35 s) e o ciclo considerado (100 s). As variáveis independentes consideradas foram: pH, dosagem de reagente agregante e dosagem de reagente surfatante, cujos valores, para efeito de cálculos estatísticos, foram tomados em sua forma codificada, ou seja, -1 para valores mínimos, +1 para valores máximos e 0 para valores intermediários. As variáveis dependentes consideradas foram a umidade de torta e a taxa unitária de filtragem. O planejamento experimental foi realizado utilizando-se o delineamento central composto ("central composite design").

A tabela 3 mostra a sequência dos testes realizados e os valores adotados para as variáveis independentes em valores normais e codificados entre parênteses).

2.5 - Reagentes

- agregante: floculante (poliacrilamida) comercial, não iônico, de alto peso molecular;
- surfatante: reagente auxiliar de filtragem comercial;
- moduladores de pH: HCl, NaOH, H₂SO₄ e KOH, todos de pureza analítica;
- sal: KNO₃.

Tabela 3 - Condições dos testes realizados.

TESTE n°	pH	Dosagem de Agregante (g/t)	Dosagem de Surfatante (g/t)
1	4,5 (-1)	22 (-1)	22 (-1)
2	4,5 (-1)	22 (-1)	78 (+1)
3	4,5 (-1)	78 (+1)	22 (-1)
4	4,5 (-1)	78 (+1)	78 (+1)
5	8,5 (+1)	22 (-1)	22 (-1)
6	8,5 (+1)	22 (-1)	78 (+1)
7	8,5 (+1)	78 (+1)	22 (-1)
8	8,5 (+1)	78 (+1)	78 (+1)
9	3,1 (-1,682)	50 (0)	50 (0)
10	9,9 (+1,682)	50 (0)	50 (0)
11	6,5 (0)	03 (-1,682)	50 (0)
12	6,5 (0)	97 (+1,682)	50 (0)
13	6,5 (0)	50 (0)	03 (-1,682)
14	6,5 (0)	50 (0)	97 (+1,682)
15 - 23	6,5 (0)	50 (0)	50 (0)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico de ΔpH ($\text{pH}_{\text{inicial}} - \text{pH}_{\text{final}}$) em função de pH_{final} é mostrado na figura 1. Verifica-se que o valor encontrado para a condição de carga zero foi em torno de pH 6,3. A curva indica que, para valores de pH mais elevados que 6,3, ΔpH é positivo, isto é, a carga de superfície das partículas deve ser negativa. Para valores inferiores a pH 6,3 a carga será positiva.

Brandão e colaboradores⁽¹¹⁾, estudando a condição de carga zero para minérios anfíbolíticos da mina de Alegria (MG), por meio do procedimento de Mular e Roberts e pela técnica de microeletroforese, chegaram a um valor médio em torno de pH 6,5.

Curvas de altura de interface em função do pH para polpas com 60% de sólidos são mostradas na figura 2. A tabela 4 mostra os valores obtidos, para as velocidades de sedimentação em cada valor de pH, por regressão linear, considerando-se a região inicial da curva. Pelos resultados observa-se que:

- houve comportamento semelhante com relação à sedimentação e à turbidez do sobrenadante (avaliada qualitativamente após 24 horas) nos testes realizados na faixa de pH entre 5,0 e 7,5;
- não houve formação de interface nítida nos valores de pH 4,0, 8,5 e 9,0 devido, provavelmente, ao maior grau de dispersão do sistema;

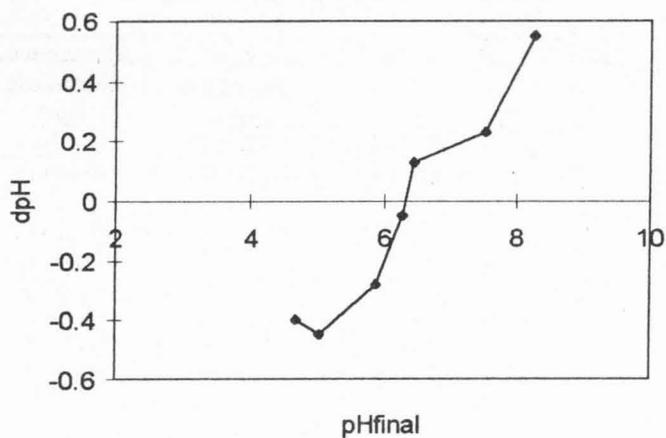


Figura 1 - Gráfico de dpH em função de pH_{final} .

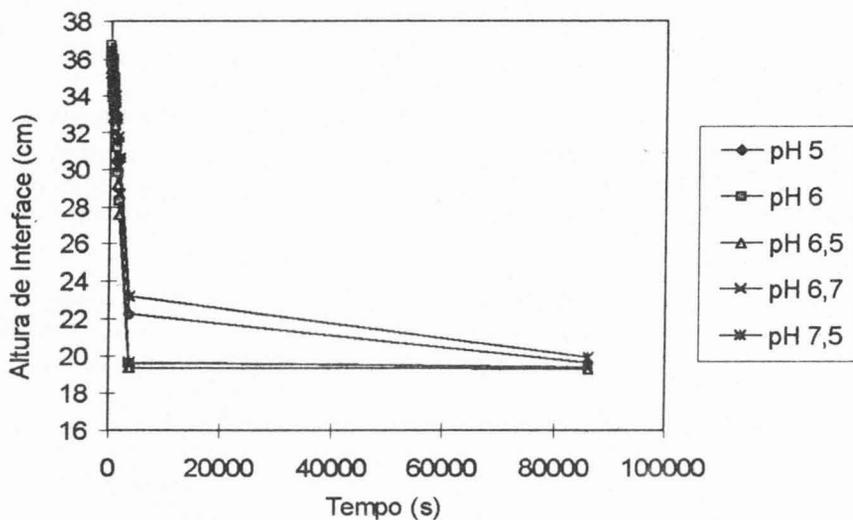


Figura 2 - Curvas de sedimentação para polpas em concentração de 60% de sólidos e em diversos valores de pH.

Tabela 4 - Velocidades de sedimentação para polpa com 60% de sólidos.

pH	Velocidade de Sedimentação (cm/s)	Coefficiente de Correlação	Turbidez Qualitativa
4	interface não visualizada	-	Alta
5	$3,69 \times 10^{-3}$	0.992286	Muito Baixa
6	$5,71 \times 10^{-3}$	0.984732	Muito Baixa
6,5	$6,55 \times 10^{-3}$	0.996220	Muito Baixa
6.7	$4,40 \times 10^{-3}$	0.980498	Muito Baixa
7,5	$3,33 \times 10^{-3}$	1.000000	Baixa
8,5	interface não visualizada	-	Alta
9	interface não visualizada	-	Alta

- os testes realizados na região mais próxima à condição de carga zero apresentaram comportamento semelhante. O teste em pH 6,5 apresentou maior velocidade de sedimentação, conforme pode ser visto na tabela 4. Há uma tendência para a redução desta velocidade com o afastamento em relação ao valor de pH da condição de carga zero;
- o teste em pH 9,0 apresentou sobrenadante com alto grau de turbidez;
- o teste realizado em pH 4,0 apresentou uma maior altura final de interface, tomada após 24 horas (figura 3), ou seja, essa condição parece indicar um menor grau de compactação do material sedimentado;
- houve formação de camadas distintas no material sedimentado na proveta, após 24 horas, para valores de pH de 4,0 , 8,5 e 9,0 , indicando uma sedimentação diferencial. Em pH 4,0 houve formação de duas camadas, sendo a inferior de cor cinza metálico com altura de aproximadamente 175 mm e a segunda de cor marrom avermelhado com altura de 72 mm. Os resultados de análise química das camadas são mostrados na tabela 5 e indicam diferenças de composição química. Houve, nesse caso, um ligeiro aumento do teor de ferro (67,3% para 68,0%) e redução de fósforo (0,036% para 0,029%), da alumina (0,60% para 0,31%), da sílica (1,5% para 1,06%) e do manganês (0,484% para 0,301%);
- foram formadas, em pH 8,5, três camadas sendo a primeira consistente, a segunda pastosa e a terceira um sobrenadante com muito material em suspensão. Não houve diferença significativa entre as análises das camadas inferiores que representavam quase que a totalidade da massa da amostra.

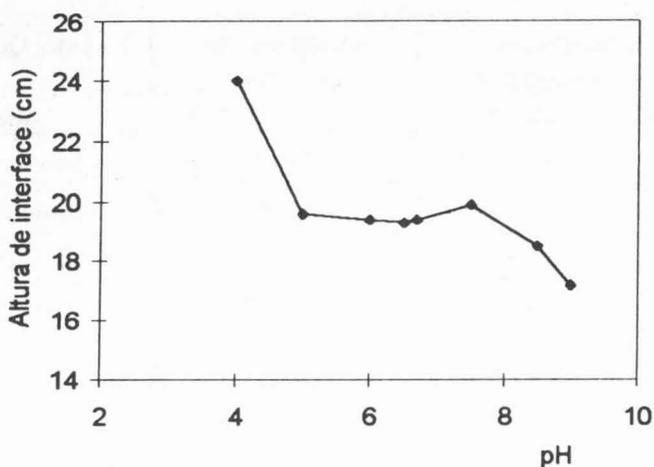


Figura 3 - Altura de interface, após 24 horas, em função do pH, com polpa de 60% de sólidos.

Tabela 5 - Análise química das camadas do teste de sedimentação, em pH 4,0, sem adição de floculante, em polpa com 60% de sólidos.

Camada	Al ₂ O ₃	Fe	Mn	P	PF	SiO ₂	CaO	MgO	TiO ₂
Inferior	0,31	68	0,301	0,029	0,48	1,06	0,018	0,031	0,052
Superior	8,26	43,1	6,425	0,407	10,06	9,35	0,181	0,311	0,066
Alimentação	0,60	67,3	0,484	0,036	0,83	1,5	nd	nd	nd

A figura 4 mostra curvas de altura de interface em função do tempo para polpas com 70% de sólidos. A tabela 6 indica as velocidades de sedimentação, obtidas por regressão linear, e a turbidez do sobrenadante avaliada, de forma qualitativa.

Observa-se que:

- a turbidez do sobrenadante é muito baixa nos valores próximos à condição de carga zero (pH 6,3 e 6,6);
- há sobrenadante opaco (marrom avermelhado) em pH 4,0;
- a altura final de interface, tomada após 24 horas (figura 5), apresentou maior altura em valor de pH 4,0, sugerindo menor compactação do material. Os menores valores de altura foram encontrados em valores de pH de 8,5 e 9,0;

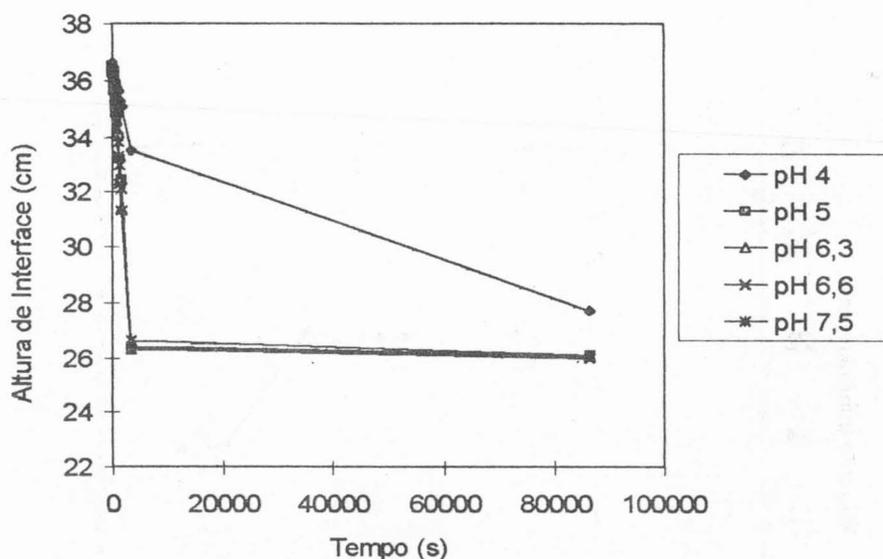


Figura 4 - Curvas de altura de interface em função do tempo, considerando-se diversos valores de pH, em polpa com 70% de sólidos.

Tabela 6 - Velocidade de sedimentação para polpa com 70% de sólidos.

pH	Velocidade de Sedimentação (cm/s)	Coefficiente de Correlação	Turbidez Qualitativa
4,0	6×10^{-4}	0,9705	Alta
5,0	$1,1 \times 10^{-3}$	0,9620	Baixa
6,3	$1,7 \times 10^{-3}$	0,9865	Muito Baixa
6,6	$2,0 \times 10^{-3}$	0,9879	Muito Baixa
7,5	$1,4 \times 10^{-3}$	0,9916	Baixa
8,5	-	-	Alta
9,0	-	-	Alta

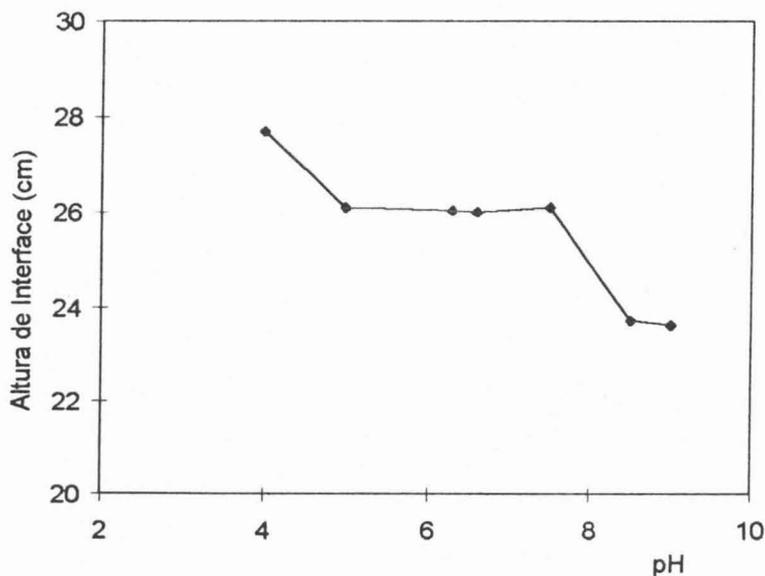


Figura 5 - Altura de interface, após 24 horas, em função do pH, para polpa com 70% de sólidos.

- o teste em pH 9,0 mostrou a presença significativa de material em suspensão causando elevada turbidez no sobrenadante;
- houve formação de camadas distintas em pH 8,5 e 9,0. Para pH 9,0 formaram-se três camadas: cinza metálico, marrom avermelhado e creme. A análise química não indicou, neste caso, uma distribuição de teores que apresentasse indício de concentração de elementos em qualquer uma das camadas.

Curvas de altura de interface em função do tempo, para polpas com 70% de sólidos, em presença de floculante, são mostradas na figura 6. As velocidades de sedimentação, determinadas por regressão linear, são mostradas na tabela 7.

Verifica-se que:

- houve aumento da velocidade de sedimentação se comparada com os testes feitos com 70% de sólidos sem adição de floculante;
- a velocidade de sedimentação praticamente não se alterou com o aumento da dosagem de floculante;
- a turbidez do sobrenadante, avaliada visualmente, foi baixa em todos os testes;
- não houve variação significativa da altura final de interface em função da dosagem de agregante, como pode ser visto na figura 7;
- não houve formação de camadas distintas.

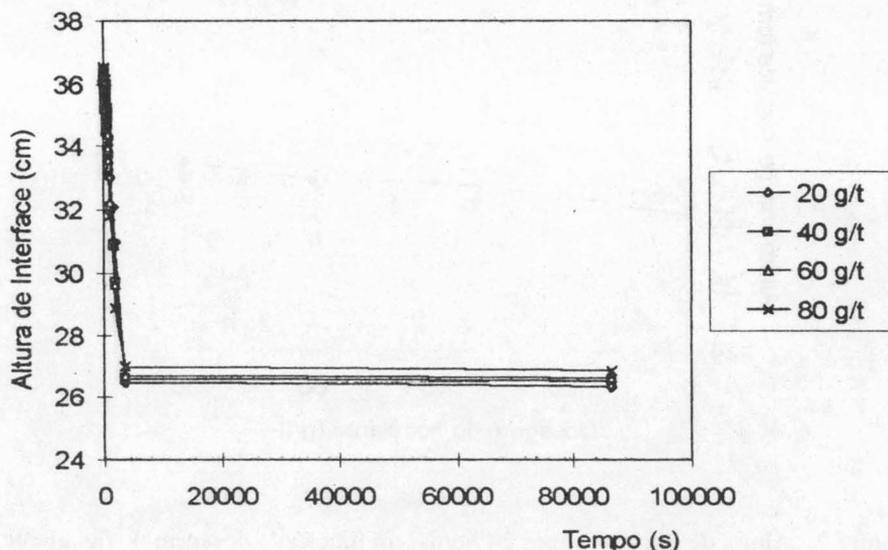


Figura 6 - Curvas de altura de interface em função do tempo, considerando-se diversas dosagens de floculante, em polpa com 70% de sólidos.

Tabela 7 - Velocidade de sedimentação, em polpa com 70% de sólidos, em presença de agregante.

Dosagem (g/t)	Velocidade de Sedimentação (cm/s)	Coefficiente de Correlação	Turbidez Qualitativa
20	$2,9 \times 10^{-3}$	0,9941	Muito Baixa
40	$3,0 \times 10^{-3}$	0,9958	Muito Baixa
60	$2,8 \times 10^{-3}$	0,9950	Muito Baixa
80	$3,3 \times 10^{-3}$	0,9071	Muito Baixa

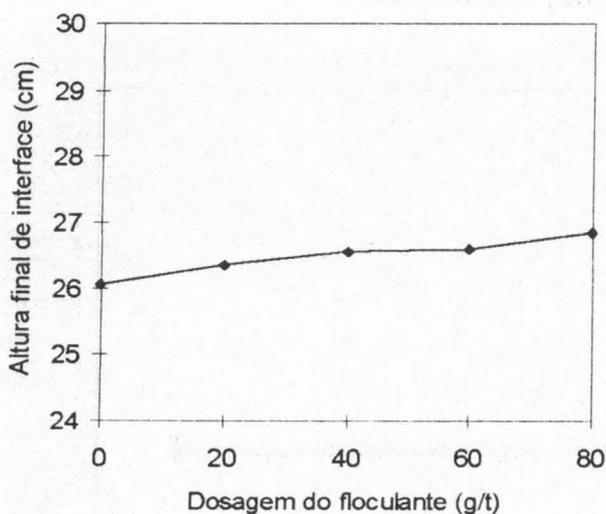


Figura 7 - Altura de interface, após 24 horas, em função da dosagem do floculante.

A influência do tempo de condicionamento do agregante, cuja dosagem foi mantida em 80 g/t , mantendo-se a polpa em pH 6,5, é mostrada na figura 8. A tabela 8 mostra as velocidades de sedimentação determinadas por regressão linear. Observa-se que:

- as velocidades de sedimentação são semelhantes. Para 5 minutos a velocidade foi um pouco maior;
- a altura final de interface também não apresentou diferenças significativas sendo levemente menor para 5 minutos (figura 9);
- a claridade do sobrenadante foi muito boa em todos os testes realizados.

Os testes de sedimentação realizados indicam, de maneira geral, que o pH pode influenciar bastante as condições de sedimentação e a qualidade do sobrenadante.

Um comportamento semelhante, com relação à sedimentação e turbidez do sobrenadante, foi observado para 60% e 70% de sólidos, na faixa de pH próxima à condição de carga zero. Isto poderia ser explicado, neste caso, pela agregação das partículas sólidas, principalmente, das frações mais finas, o que facilitaria sua sedimentação e deixaria o sobrenadante com menor turbidez. Em valores de pH mais extremos, tanto na faixa ácida (pH 4,0) quanto alcalina (pH 8,5 e pH 9,0), observaram-se sobrenadantes mais turvos e a formação de camadas distintas.

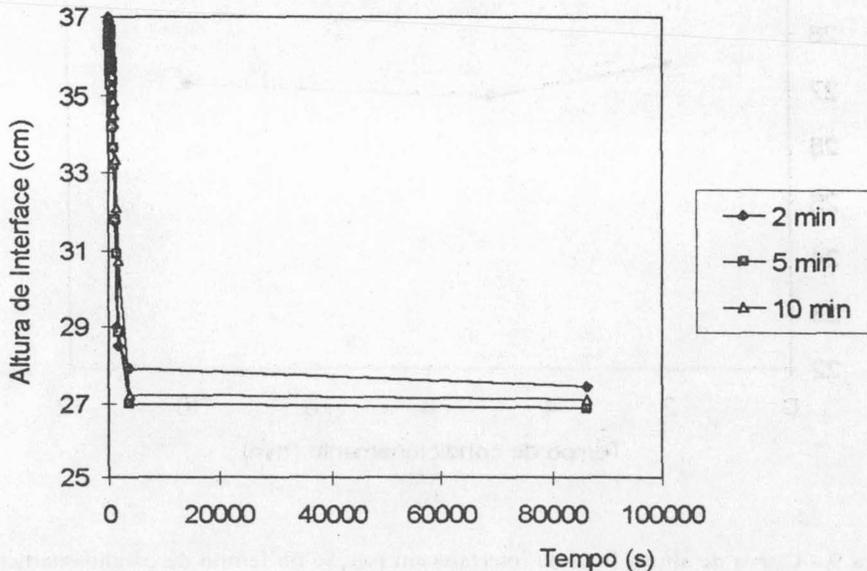


Figura 8 - Curvas de altura de interface em função do tempo, para três tempos de condicionamento de flocculante, em polpa com 70% de sólidos.

Tabela 8 - Velocidade de sedimentação, em polpa com 70% de sólidos, em presença de floculante (80 g/t), em diferentes tempos de condicionamento.

Tempo (min)	Velocidade de Sedimentação (cm/s)	Coefficiente de Correlação	Turbidez Qualitativa
2	$2,2 \times 10^{-3}$	0,9902	Muito Baixa
5	$3,1 \times 10^{-3}$	0,9944	Muito Baixa
10	$2,5 \times 10^{-3}$	0,9972	Muito Baixa

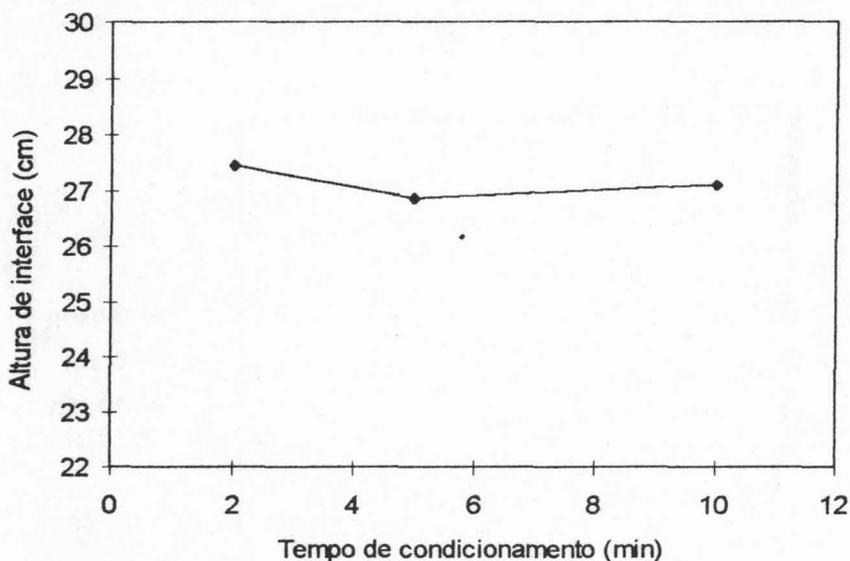


Figura 9 - Curva de altura final de interface em função do tempo de condicionamento de floculante, para a amostra A, em polpa com 70% de sólidos.

Estes fatos indicam a dispersão de uma parcela do material sólido. O resultado do teste com 60% de sólidos, em pH 4,0, mostra a existência de concentração por sedimentação diferencial com a camada inferior tendo uma composição química bastante diferenciada.

A menor compactação do material sedimentado (maior altura final de interface) foi observada, de maneira geral, para valores de pH 4,0. A maior compactação (menor altura final de interface) foi verificada nos testes realizados em valores de pH na faixa mais alcalina (8,5 e 9,0). Não se pode, em princípio, explicar este fato levando-se em conta somente as características de agregação/dispersão e de sedimentação do sistema.

A atuação do floculante, uma poliacrilamida não iônica, foi mais significativa no que diz respeito à claridade do sobrenadante do que em relação ao aumento de velocidade de sedimentação. A maior facilidade em formar pontes, devido à elevada porcentagem de sólidos, explicaria o baixo nível de turbidez apresentado em todos os testes de sedimentação em presença de floculante. A elevada porcentagem de sólidos da polpa (regime de compressão) e o valor de pH, favorável à coagulação, poderiam explicar a pequena influência do floculante sobre a velocidade de sedimentação.

Equações matemáticas, correlacionando a umidade e a taxa unitária de filtragem com as variáveis pH, dosagem de agregante e dosagem de surfatante, foram obtidas para cada tempo de condicionamento. Utilizou-se, neste caso, programa estatístico "Statigraph". As equações obtidas estão mostradas a seguir.

$$UM_5 = 13,432472 + 1,386938 \text{ pH}^2 - 1,091165 \text{ SU} + 0,940636 \text{ pH} \quad (1.1)$$

(R² = 0,74)

$$TUF_5 = 1,409719 - 0,497394 \text{ pH}^2 - 0,350704 \text{ pH} \quad (1.2)$$

(R² = 0,72)

$$UM_{11} = 13,389985 + 1,530276 \text{ pH}^2 - 0,568848 \text{ SU}^2 + 1,066337 \text{ pH} - 1,028148 \text{ SU} \quad (1.3)$$

(R² = 0,74)

$$TUF_{11} = 1,373237 - 0,490873 \text{ pH}^2 - 0,347742 \text{ pH} \quad (1.4)$$

(R² = 0,72)

$$UM_{16} = 13,682723 + 1,986884 \text{ pH}^2 - 1,233647 \text{ SU} + 0,792377 \text{ pH} \quad (1.5)$$

(R² = 0,79)

$$TUF_{16} = 1,361603 - 0,492513 \text{ pH}^2 - 0,343382 \text{ pH} \quad (1.6)$$

(R² = 0,75)

A determinação das melhores condições de filtragem, em termos de pH, para umidade de torta e taxa unitária de filtragem, foi feita por iteração ("software" desenvolvido por Valadão⁽¹²⁾) e por derivação matemática. Os resultados são mostrados na tabela 9 e indicam que os valores previstos pelos dois métodos são muito parecidos, em alguns casos iguais. Os valores de umidade de torta previstos para os diversos tempos de condicionamento são próximos, sendo o menor deles de 12,18% para 5 minutos de condicionamento, em pH 5,80. Para a taxa unitária de filtragem o valor máximo previsto foi de 1,47 t/h/m² para 5 minutos de condicionamento em pH 5,80.

Tabela 9 - Previsão das melhores condições de filtragem, considerando-se o pH, a dosagem de agregante (AG) e a dosagem de surfatante (SU) em valores não codificados.

MÉTODO	T (min)	EQUAÇÃO - UMIDADE DE TORTA				EQUAÇÃO - TAXA UNITÁRIA			
		CONDIÇÕES			VALOR	CONDIÇÕES			VALOR
		pH	AG (g/t)	SU (g/t)	Umidade Mínima (%)	pH	AG (g/t)	SU (g/t)	TUF Máxima (t/h/m ²)
ITERAÇÃO	5	5,80	NS	78	12,18	5,80	NS	NS	1,47
	11	5,80	NS	78	12,74	5,80	NS	NS	1,43
	16	6,10	NS	78	12,37	5,80	NS	NS	1,42
DERIVAÇÃO	5	5,82	NS	78	12,18	5,78	NS	NS	1,47
	11	5,80	NS	78	12,74	5,79	NS	NS	1,43
	16	6,10	NS	78	12,38	5,80	NS	NS	1,40

NS - não significativo

Curvas de umidade de torta e de taxa unitária de filtragem, em função do tempo de condicionamento, são apresentadas nas figuras 10 e 11, respectivamente. As curvas indicam que condicionamento de 5 minutos favorece a obtenção de menores umidades de torta.

O tempo de condicionamento de 5 minutos foi o mais favorável à taxa unitária de filtragem, não havendo diferença significativa de comportamento em relação a 11 e 16 minutos. A faixa mais favorável de pH situou-se na região próxima ao valor de condição de carga zero cujo valor determinado para a amostra foi 6,3.

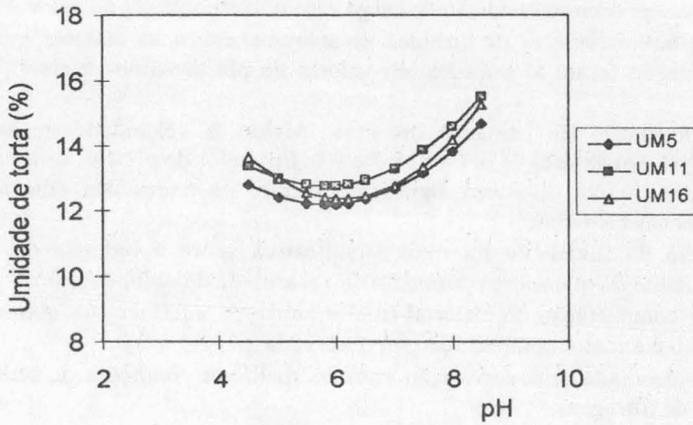


Figura 10 - Curvas de umidade de torta, em função do pH considerando-se tempo total de condicionamento de reagentes de 5, 11 e 16 minutos.

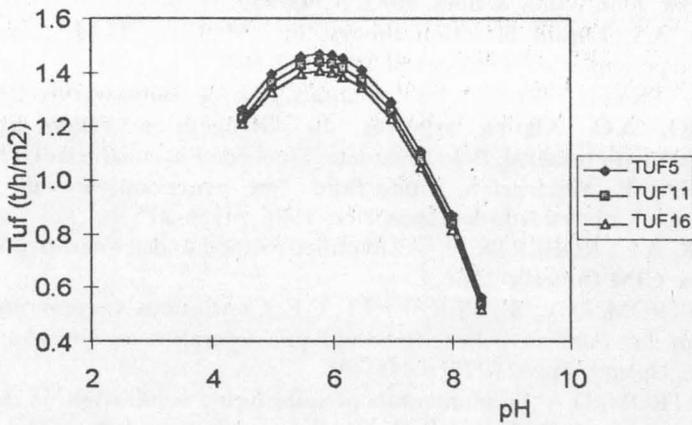


Figura 11 - Curvas de taxa unitária de filtragem, em função do pH, considerando-se tempo total de condicionamento de reagentes de 5, 11 e 16 minutos.

4. CONCLUSÕES

- a amostra apresentou condição de carga zero o correspondente ao valor de pH de 6,3;
- os mais baixos valores de turbidez do sobrenadante e as maiores velocidades de sedimentação foram alcançados em valores de pH próximos à condição de carga zero;
- houve formação de camadas distintas, devido à velocidade de sedimentação diferencial, em valores de pH 4,0, 8,5 e 9,0. Em valor de pH 4,0, com polpa de 60% de sólidos, houve diferença significativa entre os teores das espécies químicas presentes nas camadas;
- a atuação do floculante foi mais significativa sobre a redução da turbidez do sobrenadante do que sobre o aumento da velocidade de sedimentação;
- a menor compactação do material (maior altura de interface) foi obtida para valor de pH 4,0 e a maior compactação foi observada pH 8,5 e 9,0;
- ficou evidenciada uma correlação entre as melhores condições de sedimentação e aquelas de filtragem;

5. BIBLIOGRAFIA

1. TILLER, F.M. **Solid-liquid separation**. Houston. University of Houston. 1975. 543p.
2. WILLS, B.A. **Mineral processing technology**. 4th ed. Oxford. Pergamon Press. 1988. p.669-683.
3. KELLY, E.G. ; SPOTTISWOOD, D.J. **Introduction to mineral processing**. New York. John Willey & Sons. 1982. p.343-355.
4. WARD, A.S. **Liquid filtration theory**. In : Matteson, M. J. ; Orr, C. (ed). **Filtration principles and practices**. sl. sd. p.133-161.
5. SVAROVSKY, L. **Filtration fundamentals**. London. Butterworths. 1977. 333 p.
6. ARAUJO, A.C. **Alguns aspectos da filtragem a vácuo aplicada ao processamento mineral**. Belo Horizonte. Escola de Engenharia da UFMG. 1987.
7. CONCHA, F. **Separacion solido-fluido en procesamiento de minerales**. Concepción. Universidade de Concepción. 1986. p.156-215.
8. MULAR, A.L.; ROBERTS, B. A simplified method to determine isoelectric points of oxides. **CIM Bulletin**. 1966..
9. DAHLSTROM, D.A.; SILVERBLATT, C.E. **Continuous vacuum and pressure filtration**. In : Purchas, D.B. (ed). **Solid/liquid separation equipment and scale up**. Croydon. Uplands Press. 1977. p.445-491.
10. DAHLSTROM, D.A. **Fundamentals of solid-liquid separation**. In: Mular, A.L.; Anderson, M.A. (ed). **Design and installation of concentration and dewatering circuits**. Littleton. AIME. 1986. p.103-114.
11. BRANDÃO, P.R.G et alii. **Determinação de ponto de carga zero para minérios anfíbolíticos de ferro**. Belo Horizonte, 1996. Comunicação Pessoal.
12. VALADÃO, C.H.S. **Programa para determinação de mínimos e máximos de equações, por iteração**. Belo Horizonte, 1996.

ABSTRACT

CORRELATION BETWEEN SEDIMENTATION AND FILTRATION CONDITIONS FOR PELLET FEED SAMPLE

Filtration is a solid/liquid separation operation employed in many mineral processing plants. In the present work, sedimentation and filtration experiments were performed with pellet feed sample from Minerações Brasileiras Reunidas (MBR) plant. The zero charge condition was determined for sample at $\text{pH} = 6.3$. The results of sedimentation tests showed that: the best sedimentation conditions were achieved in the pH range near the zero charge condition; multiple layers were formed at pH values of 4.0, 8.5 and 9.0; compactation of the sediment was smaller at $\text{pH} = 4.0$ and higher at pH values 8.5 and 9.0; the most effective flocculant action was towards a reduction of the supernatant turbidity. The results of filtration experiments showed a correlation between the best sedimentation and filtration conditions.

Key -words: Filtration, Sedimentation

