

# OTIMIZAÇÃO DA ETAPA DE FILTRAGEM COM USO DE SURFATANTE DE BAIXA ESPUMAÇÃO\*

Marcello Rodrigues Cruz<sup>1</sup>  
Leandro Carvalhar Maciel<sup>2</sup>  
Walter Mazon<sup>3</sup>  
Leandro Seixas Bicalho<sup>4</sup>  
Pedro de Almeida Rollo<sup>5</sup>  
Helen Martins<sup>6</sup>

## Resumo

A filtragem é a operação de separação sólido líquido comumente aplicada na indústria da mineração. O uso de auxiliares de filtragem apresenta-se como uma solução técnica viável para otimização da filtragem. O presente trabalho se propôs a avaliar dois auxiliares de filtragem tipo surfatantes para redução da umidade final do concentrado de minério de ferro da Ferrous Resources. Foram realizados testes de filtragem, *leaf test top feed*, com os produtos FLOTICOR FA 7241 e FLOTICOR FA 16557. Avaliou-se também o perfil de espumação com filtrado dos ensaios de filtragem, uma vez que o excesso de espumação com uso destes produtos é indesejada. Os resultados evidenciaram uma redução na umidade final da torta de filtragem. O produto FLOTICOR FA 16557 alcançou os melhores resultados, reduzindo a umidade final da torta de 10,4% para 9,8% na dosagem de 25 g/t, além de apresentar uma rápida cinética na drenagem da espuma, apresentando-se como uma alternativa técnica para otimização da filtragem.

**Palavras-chave:** Filtragem; Minério de ferro; Surfatante;

## FILTERING OPTIMIZATION USING LOW FOAMING SURFACTANT

### Abstract

Filtration is the operation of liquid solid separation commonly applied in the mining industry. The use of filtering chemical agents is a technical solution viable for filtering optimization. The present work proposed to evaluate two filtering chemical agents (surfactants) to reduce the final moisture content of iron ore concentrate from Ferrous Resources. The leaf test top feed was done with the FLOTICOR FA 7241 and FLOTICOR FA 16557 products. The foaming profile of the filtrate was also evaluated, once excessive foaming is undesired when using this kind of products. The results showed a reduction in the final moisture of the filter cake. The product FLOTICOR FA 16557 achieved the best results, reducing final cake moisture from 10.4% to 9.8% at the dosagem of 25 g/t, besides presenting a fast kinetics in the foam drainage, presenting itself as a technical alternative for filtration optimization.

**Keywords:** Filtering; Iron ore; Surfactant;

<sup>1</sup> Engenheiro de Minas, UFGM, Ferrous Resources, Congonhas, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro de Metalurgista, UFGM, Ferrous Resources, Congonhas, Minas Gerais, Brasil.

<sup>3</sup> Gerente de Qualidade, Ferrous Resources, Congonhas, Minas Gerais, Brasil.

<sup>4</sup> Engenheiro de Minas, UFGM, Clariant Mining Solutions, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

<sup>5</sup> Químico, UNICAMP, Clariant Mining Solutions, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

<sup>6</sup> Engenheira Química, UFSJ, Clariant Mining Solutions, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

Conforme descrito no trabalho de DIAS et al. (2004) o desaguamento na filtragem ocorre em função da diminuição da pressão capilar, indicada pela equação de Young Laplace:

$$P_c = \gamma_{LA} \cdot \cos \theta_{SL} \frac{(1-\varepsilon)}{\varepsilon} \cdot \frac{K}{dm} \quad (1)$$

Onde:

$P_c$  = pressão capilar;

$\gamma_{LA}$  = tensão superficial na interface líquido ar

$\theta_{SL}$  = ângulo de contato;

$\varepsilon$  = porosidade da torta;

$K$  = constante característica da forma da partícula;

$dm$  = diâmetro médio do poro;

Observa-se pela equação 1 que a pressão capilar é influenciada pela característica do leito de partículas, assim como pelos aspectos físico químicos do meio e sua interação com a superfície mineral. Nas operações de filtragem, a redução da pressão capilar pode ser auxiliada com o uso de diferentes reagentes químicos, como floculantes, coagulantes e surfatantes.

Floculantes e coagulantes atuam na agregação de partículas finas, aumentando o diâmetro médio dos poros e facilitando o escoamento do líquido. Por outro lado, os flocos formados com o uso destes produtos tendem a reter água em sua estrutura e, em geral, o uso destes reagentes não possibilita a otimização da operação para menores valores de umidade da torta.

Surfatantes atuam na redução da tensão superficial e, dependendo de sua característica química, interagem também com a superfície mineral tornando-a hidrofóbica, ou seja, com aversão à água. A combinação destes fenômenos leva a dois efeitos: 1. redução na tensão superficial, facilitando o escoamento no estado capilar; 2. alteração do ângulo de contato da interface sólido/líquido, o que contribui para reduzir a pressão capilar da torta. Com isso é possível a obtenção de menores valores para umidade da torta, além de uma maior produtividade com ciclos de filtragem mais rápidos (CHAVES & LEAL FILHO, 2013).

O uso de reagentes químicos na filtragem apresenta-se como uma solução técnica para os desafios enfrentados na indústria de mineração em relação à separação sólido líquido. Muitas das implicações de segurança e de processo criadas por uma filtragem insuficiente podem ser tratadas com facilidade e rapidez através do uso de produtos químicos. A implementação da tecnologia geralmente requer pouco ou nenhuma modificação de processo, despesas de CAPEX ou alocação de recursos.

O presente trabalho se propôs a avaliar o uso de auxiliares de filtragem, tipo surfatantes, para filtragem do concentrado de minério de ferro da Ferrous Resources. A empresa conta hoje com dois filtros esteiras que operam a uma taxa de até 400 t/h. Dentre os desafios encontrados na operação estão a alta umidade

final da torta de filtração além da perda de produtividade com o material fino retido no meio filtrante devido a esta condição.

O foco do estudo se deu no desenvolvimento de um auxiliar de filtração para redução da umidade final da torta, com baixo poder de espumação, uma vez que o excesso de espuma é indesejado nas operações de processamento mineral.

## 2 DESENVOLVIMENTO

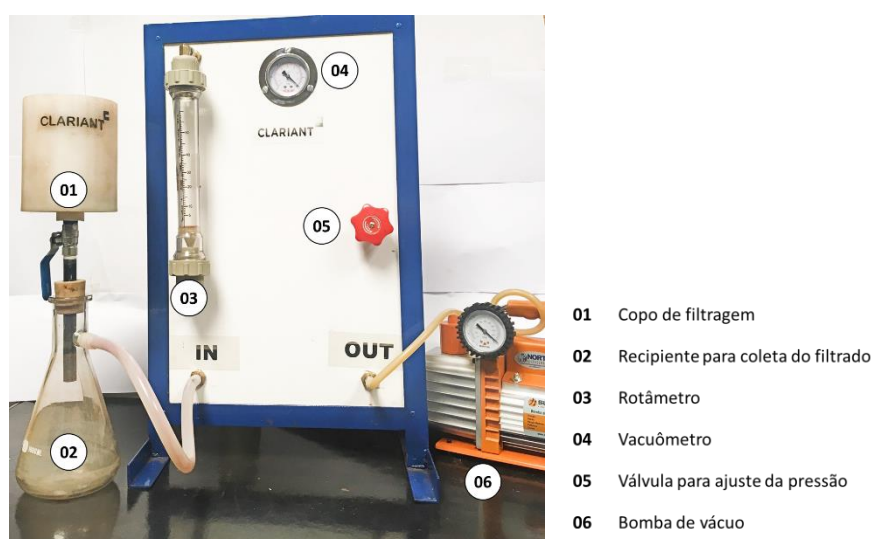
### 2.1 Materiais e métodos

O trabalho foi realizado com amostra da alimentação da filtração da Ferrous Rasoures. A amostra foi caracterizada quanto a composição química pelo método de fluorescência de raios-X, análise mineralógica por difração de raios-X e granulometria pelo método de peneiramento a úmido.

Os ensaios de filtração foram realizados pelo método de *leaf test top feed*, utilizando a estrutura da figura 1, disponível no Centro de Aplicação e Desenvolvimento para mineração da Clariant, em Belo Horizonte. Os testes foram realizados com os parâmetros apresentados na tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros dos ensaios de filtração

Parâmetro	Valor
% de sólidos da polpa	65%
Pressão de vácuo da filtração	21 pol.Hg
Espessura da torta de filtração	30 mm
pH da filtração	7,0
Meio filtrante	Tecido padrão
Tempo de ciclo de filtração	60 segundos
Condições avalidas	Branco (sem reagente) FLOTICOR FA 7241(25 – 50 – 100 g/t) FLOTICOR FA 16557 (25 – 50 – 100 g/t)



**Figura 1.** Estrutura do *leaf test top feed*

A característica da espumação dos produtos foi realizada através do método de espumação por placa porosa, conhecido como método de Bikerman, ilustrado na

figura 2. Os testes foram realizados com o filtrado dos ensaios de *leaf test top feed*, conforme descrito a seguir:

- O filtrado é transferido para uma proveta de 1 litro
- A placa porosa é colocada no fundo da proveta recipiente e o ar é borbulhado na solução durante 40 segundos a uma taxa de 1 litro por minuto
- Registra-se a altura da camada de espuma formada durante a injeção de ar
- A bomba compressora é desligada e registra-se o perfil de abatimento da espuma
- Traça-se o gráfico de altura da camada de espuma *versus* tempo

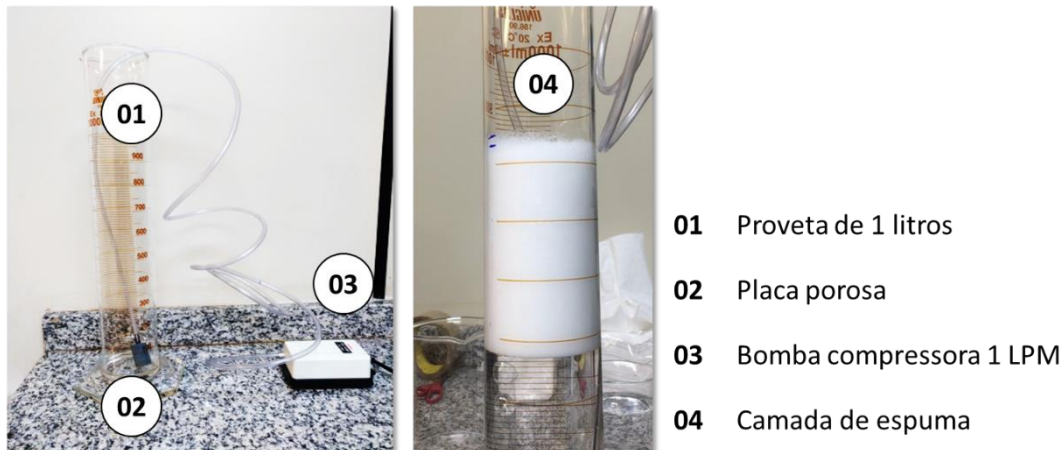


Figura 2. Estrutura do teste de espumação (método de Bikerman)

Os testes foram realizados com dois produtos auxiliares de filtragem da Clariant. O produto FLOTICOR FA 7241 é um surfatante comumente utilizado em operações de desaguamento. O produto FLOTICOR FA 16557 trata-se de um auxiliar de filtragem da linha de baixa espumação. Os testes de filtragem foram realizados utilizando os produtos nas dosagens de 25, 50 e 100 gramas por tonelada. Todos os testes de filtragem foram realizados em cinco repetições para maior representatividade dos dados. Os ensaios de espumação foram realizados com o filtrado dos testes com 50 gramas por tonelada.

## 2.2 Resultados e discussão

### 2.2.1 Caracterização da amostra de minério

Os resultados da caracterização química e mineralógica da amostra estão indicados nas tabelas 2 e 3, a seguir. Os resultados indicam que os principais minerais portadores de ferro presente na amostra são a hematita e goethita. O quartzo aparece com um teor de aproximadamente 2%. Os resultados confirmam a característica para um concentrado de minério de ferro.

Tabela 2. Caracterização química da amostra da alimentação da filtragem

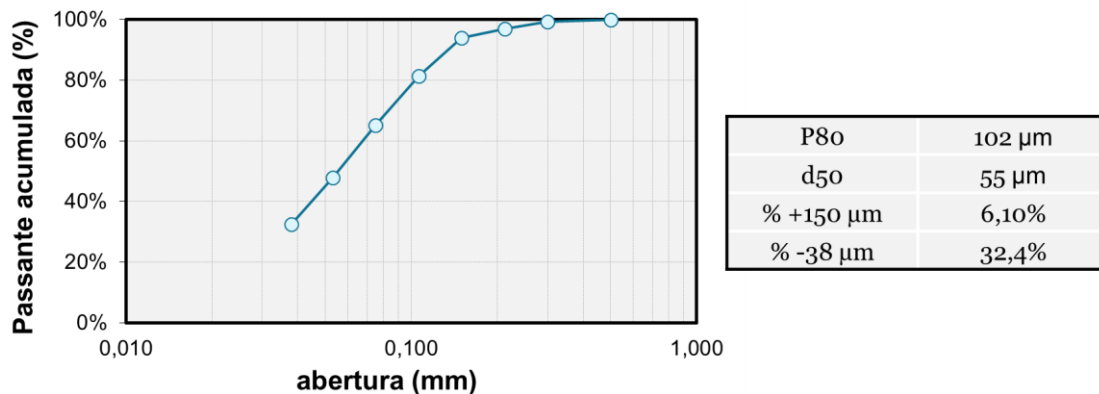
SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	MgO (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Fe (%)	P (%)	Mn (%)	LOI (%)
1,95	0,29	0,02	<0,1	0,03	<0,1	<0,01	65,7	0,07	0,3	2,01

**Tabela 2.** Caracterização mineralógica da amostra da alimentação da filtragem

Mineral	Fórmula Química	% Estimada
Hematita	$Fe_2O_3$	62
Goethita	$FeO(OH)$	33
Magnetita	$Fe_3O_4$	2
Quartzo	$SiO_2$	2
Caulinita	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	pp

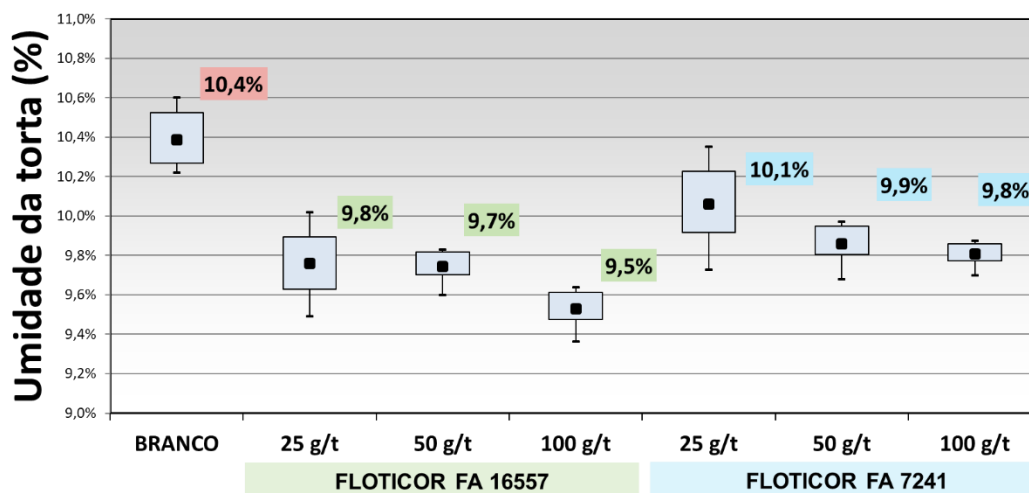
Pp = possível presença

A distribuição granulométrica está indicada na figura 3. A amostra apresenta 80% das partículas passante em 102 micrometros e um diâmetro médio em aproximadamente 55 micrometros. Em relação a partículas finas, a amostra apresentou 32,4% passante em 38 micrometros.

**Figura 3.** Distribuição granulométrica da amostra da alimentação da filtragem

### 2.2.2 Ensaios de filtragem *leaf test top feed*

Os resultados dos ensaios de filtragem são apresentados no gráfico de *box split* da figura 4 a seguir.

**Figura 4.** Umidade final da torta de filtragem dos ensaios *leaf test top feed*

A condição padrão de filtragem, sem adição de reagentes, indicada como teste branco, alcançou uma umidade final de 10,4% para a torta de filtragem. Observa-se pelos gráficos que a adição dos auxiliares de filtragem possibilitou a redução da umidade para todas as dosagens avaliadas. Dentre os produtos avaliados o FLOTICOR FA 16557 alcançou o melhor desempenho. Na menor dosagem, 25 g/t, possibilitou a redução da umidade final da torta de filtragem para 9,8% e na maior dosagem avaliada, 100 g/t, a umidade chegou a 9,5%. O produto FLOTICOR FA 7241 também reduziu a umidade final da torta de filtragem. Na dosagem de 100 g/t alcançou o valor de 9,8%.

O gráfico da figura 5 apresenta o tempo de formação da torta de filtragem para o produto FLOTICOR FA 16557 em comparação à condição padrão. O tempo de formação da torta foi definido como o tempo necessário para que a água drene totalmente da superfície da torta de filtragem, desde o momento da alimentação da polpa no copo de ensaio.

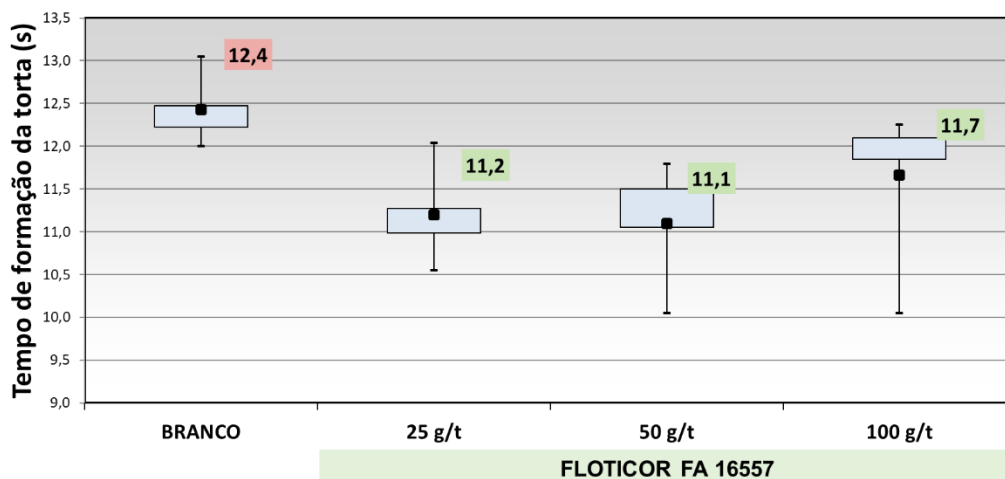


Figura 5. Tempo de formação da torta de filtragem dos ensaios *leaf test top feed*

Os resultados apresentados no gráfico da figura 5 indicam que o uso do auxiliar de filtragem FLOTICOR FA 16557 possibilitou uma redução no tempo de formação da torta de filtragem. Este comportamento favorece o desaguamento da polpa durante a etapa de filtragem e aumenta o tempo de secagem durante o ciclo no filtro esteira, favorecendo a redução final da umidade da torta.

### 2.2.3 Ensaios de espumação por placa porosa

O perfil de espumação com o filtrado dos ensaios de filtragem em 50 g/t está apresentado no gráfico da figura 6 a seguir. O teste branco, sem adição de reagentes, não apresentou formação de espuma nos ensaios. O produto FLOTICOR FA 7241 durante os 40 segundos de espumação no sistema alcançou um pico de aproximadamente 130 mm de espuma. Após o término da injeção de ar no sistema a espuma foi reduzida, porém após os 300 segundos de ensaio apresentou um valor residual de 30 mm de espuma.

O produto FLOTICOR FA 16557 foi desenvolvido para minimizar os problemas operacionais relacionados ao excesso de espumação quando auxiliares de filtragem

são aplicados. O perfil de espumação evidenciou que, durante os 40 segundos de injeção de ar no sistema, o pico de espuma foi de aproximadamente 60 mm, inferior ao surfatante FLOTICOR FA 7241. 20 segundos após o final da aeração (60 segundos no gráfico) a espuma foi totalmente drenada.

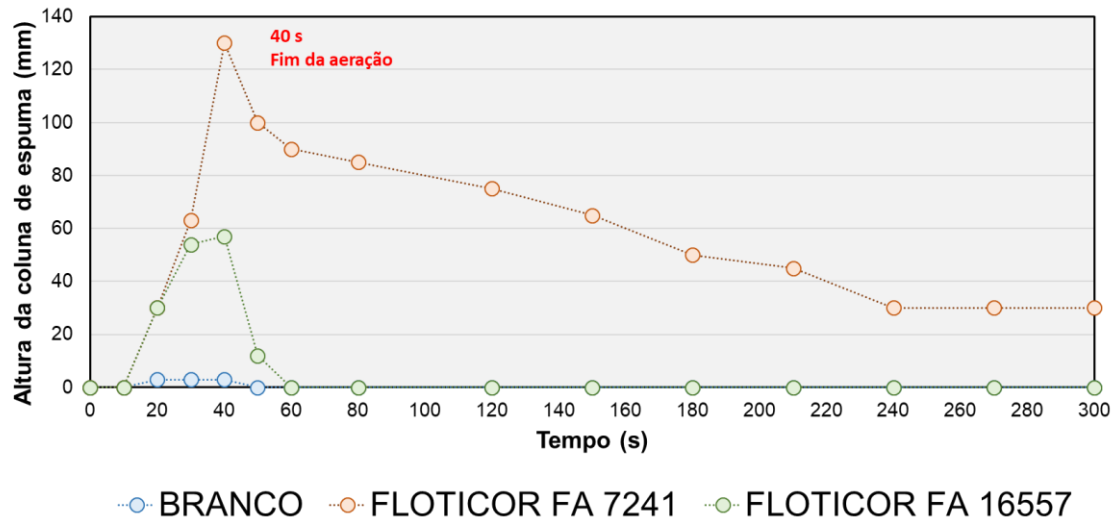


Figura 5. Perfil de espumação com o filtrado dos ensaios de filtragem em 50 g/t, método de Bikerman

### 3 CONCLUSÃO

Os resultados dos ensaios *leaf test top feed* confirmaram a eficiência dos auxiliares de filtragem para redução da umidade para o concentrado de minério de ferro da Ferrous Resources.

Nas condições avaliadas, o produto FLOTICOR FA 16557 alcançou o melhor desempenho, com um menor tempo de formação da torta e menor valor de umidade, mesmo na menor dosagem avaliada (25 g/t). Além disso, o produto apresentou menor perfil de espumação e rápida cinética de abatimento da espuma formada.

O produto FLOTICOR FA 16557 apresenta-se como uma solução técnica viável para redução da umidade da torta do filtro esteira da Ferrous Resources. Além disso é uma tecnologia de fácil implementação, que não requer investimentos de CAPEX e pouca modificação operacional.

Espera-se também um aumento na produtividade da operação uma vez que menores valores de umidade facilitam o desprendimento da torta do meio filtrante, reduzindo a perda de material para o filtrado.

### REFERÊNCIAS

- DIAS, C.L.P., SILVA, L.M., PERES, A.E.C., VALADÃO, G.E.S. Utilização de reagentes auxiliares na filtragem. REM, Ouro Preto, 57(4):229-234, out. dez. 2004.
- CHAVES, A.P., LEAL FILHO, L.S. Reagentes auxiliares. In: Desaguamento, espessamento e filtragem. 4 ed. Revista e aprimorada. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. (Coleção teoria e prática do tratamento de minérios, v.2.