

## **ENSAIOS DE DESAGUAMENTO DE CONCENTRADO DE MINÉRIO DE HEMATITA DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO MG -BRASIL, UTILIZANDO TECNOLOGIA DE FILTRAGEM POR PRESSÃO, ATRAVÉS DO FILTRO PRENSA VPA – METSO<sup>1</sup>**

*Emir Birro de Castro<sup>2</sup>  
Vinícius Lisboa de Souza<sup>3</sup>*

### **Resumo**

Foram realizados testes de laboratório de desaguamento com o filtro VPA (*Vertical Pressure Air Blow*) no Laboratório de Processos da Metso, em Sala (Suécia), com uma amostra de concentrado de flotação de um minério de ferro produzido na região do quadrilátero ferrífero MG - Brasil. O trabalho avaliou a possibilidade de desaguamento do concentrado de hematita buscando atingir uma umidade final da torta de 7%, bem como, coletar dados para dimensionamento dos filtros VPA, para atender uma capacidade de produção de 2.750 t/h base seca. Os parâmetros críticos avaliados nos ensaios foram: pressão de alimentação da polpa, compressão mecânica do filtro e pressão do ar de secagem. Os testes foram realizados variando somente a pressão do ar de secagem, enquanto os parâmetros de pressão de alimentação de polpa e compressão mecânica do filtro foram mantidos fixos. Em função dos resultados obtidos, concluiu-se que é possível desaguar o concentrado de flotação de minério de ferro, atingindo as especificações técnicas de umidade final de 7% no produto, usando a tecnologia de filtragem sobre pressão, através de filtro prensa modelo VPA da Metso Minerals.

**Palavras Chaves:** Desaguamento; Umidade; Concentrado; Minério de ferro.

### **TESTS OF DEWATERING ON HEMATITE ORE CONCENTRATE OF IRON QUADRANGLE BRAZIL-MG, USING TECHNOLOGY FOR VERTICAL PRESSURE AIR BLOW FILTER VPA - METSO**

#### **Abstract**

Dewatering tests in lab VPA filter have been performed in the Process. Metso's lab located in Sala, Sweden, with a sample of iron ore's flotation concentrate which is produced in the quadrangle iron region of Minas Gerais - Brazil. The study evaluated the possibility of dewatering the concentrate hematite trying to achieve a final moisture contenting 7% of the pie, as well as collecting the data for VPA filters' dimensioning to meet a production capacity of 2750 t / h dry basis. The critical parameters evaluated in the trials were: feed pressure of the pump, mechanical pressure and pressure of the air drying. The tests were performed varying only the pressure of the air drying, while the parameters of feed pressure and mechanical compression were kept fixed. Depending on the results obtained showed that it is possible to flow into the flotation concentrate of iron ore reaching the technical specifications of 7% final moisture content of the product by using filtering technology under pressure through the filter press model VPA Metso Minerals.

**Key words:** Dewatering; Moisture; Iron ore concentrate.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 41º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas e 12º Seminário Brasileiro de Minério de Ferro, 12 a 26 de setembro de 2011, Vila Velha, ES.*

<sup>2</sup> *Gerente de Vendas – Metso do Brasil.*

<sup>3</sup> *Coordenador de processos – Metso do Brasil.*

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de filtração na mineração consiste na separação entre os sólidos e o líquido presentes em uma suspensão chamada de polpa. A contenção dos sólidos é feita através de um meio filtrante e o líquido que atravessa o meio é denominado filtrado.

Na mineração os processos de filtração podem ser classificados como: filtração a vácuo, filtração sob pressão, filtração centrífuga, filtração hiperbárica e filtração capilar.

A aplicação do tipo de filtração está associada às características físicas e químicas do material a ser filtrado, sendo a granulometria e a mineralogia do material os fatores mais relevantes para a aplicação de um determinado método de filtração.<sup>(1)</sup>

A filtração a vácuo é sem sombra de dúvidas, o método mais difundido no tratamento do minério de ferro, para tal os filtros de disco, filtros de esteira e filtros tambor são os mais comumente encontrados nas instalações de beneficiamento de minérios.

Entretanto, com a tendência atual de empobrecimento das reservas de minério de ferro, cada vez mais, torna-se necessárias mais etapas de cominuição para possibilitar a concentração destes minérios.

Para o desaguamento dos finos gerados nestas condições, novas tecnologias alternativas ou tecnologias já consagradas em outros tipos de materiais, estão sendo estudadas e testadas, visto que os métodos de filtração a vácuo demonstram ineficiências para granulometrias finas, inferiores a 150 micra.<sup>(1,2)</sup>

Neste estudo foram realizados testes de laboratório de desaguamento com o filtro VPA no Laboratório de Processos da Metso, em Sala (Suécia), com uma amostra de concentrado de flotação de um minério de ferro produzido na região do quadrilátero ferrífero MG - Brasil.

O objeto deste trabalho trata da aplicação do conceito de desaguamento mecânico utilizando filtro prensa para avaliar a possibilidade de desidratação do concentrado de hematita buscando atingir uma umidade final da torta de 7%, bem como, coletar dados para dimensionamento dos filtros VPA, para atender uma capacidade de produção de 2.750 t/h base seca.

Os teste demonstram que foi possível desguar a polpa deste minério através desta filtração sobre pressão, atingindo a meta estabelecida de umidade final da torta.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Material

Uma amostra de aproximadamente 33 kg foi recebida na forma de polpa, contendo 69,73% de sólidos p/p. Os testes de desaguamento foram realizados com a amostra tal qual recebida.

Uma parte representativa da amostra foi destinada a análise granulométrica. A curva granulométrica foi gerada utilizando-se peneiramento mecânico até 42 µm e difração de laser (Malvern Mastersizer) para o material menor que 64 µm. O d50 e d80 destas curvas foram sobrepostos e geraram a curva granulométrica do material estudado como pode ser observado na Figura 1.

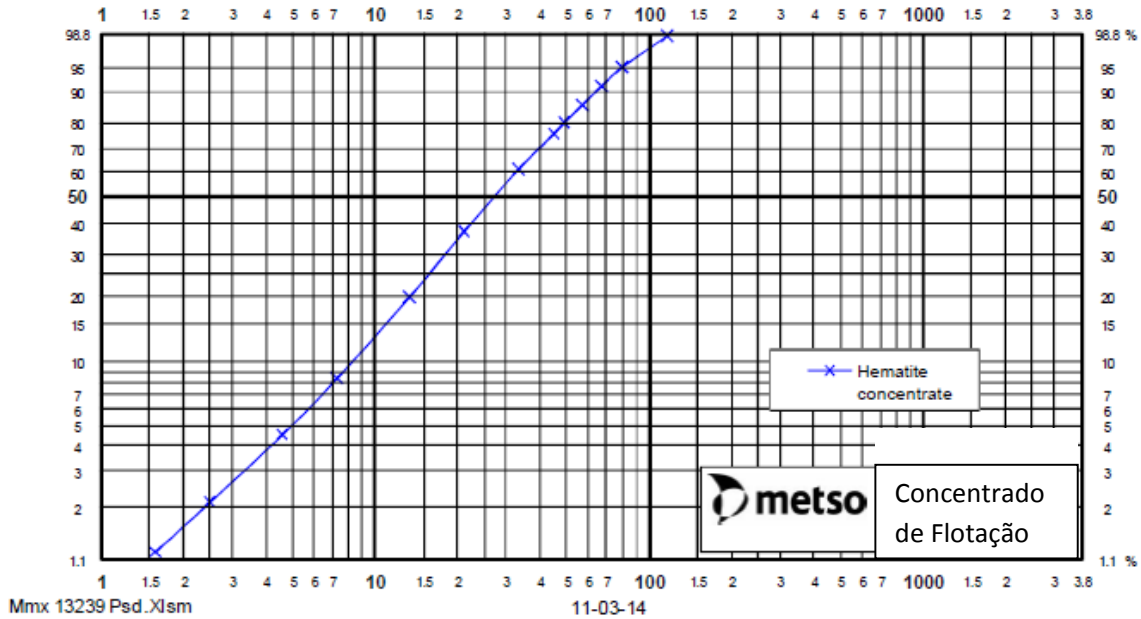


Figura 1. Distribuição granulométrica da amostra de concentrado de hematita.

A densidade específica foi determinada utilizando-se um picnômetro e pode ser visualizada na Tabela 1 propriedades físicas:

Tabela 1. Propriedades físicas da amostra de concentrado de hematita

Amostra	Concentrado de Hematita
Densidade específica (g/cm <sup>3</sup> )	5,01
pH	8,38
Tamanho da partícula D <sub>80</sub> (µm)	49
Tamanho da partícula D <sub>50</sub> (µm)	27,2

## 2.2 Método do Ensaio

O filtro prensa VPA (*vertical pressure air blow filter*) de laboratório possui uma câmara (Figura 2) e simula as etapas operacionais de um equipamento industrial. Uma das placas que compõe a câmara possui uma membrana em borracha natural, esta membrana inflada com ar comprimido produz energia mecânica de compressão. Sobre esta placa são posicionados dois tecidos filtrantes alimentada com polpa através de uma bomba centrífuga. A pressão de alimentação de polpa para dentro da câmara obriga o filtrado atravessar as telas e a escorrer pelos espaços existentes nas placas. Quando a pressão interna é máxima impossibilita a entrada de massa na câmara, desta forma, a alimentação é cortada, sendo iniciada a etapa de pressão mecânica realizada pela membrana de borracha que pressiona todo o material, expurgando a água presente na torta. A última etapa deste processo é a injeção de ar dentro da câmara

que retira as pequenas partículas de água presentes nos interstícios finalizando o ciclo de filtragem da torta.

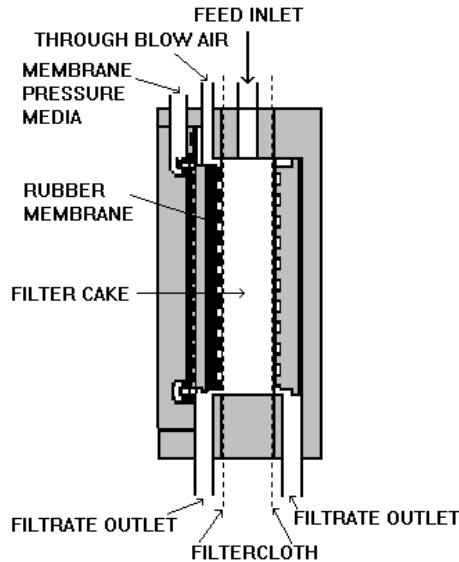


Figura 2. Câmara do filtro.

A área de filtragem no início do ciclo é de  $2 \times 1 \text{ dm}^2$ , nesta etapa a água tem sentido duplo de saída e  $1 \text{ dm}^2$  na etapa de injeção de ar sendo todo o fluxo direcionado para um único lado, este efeito potencializa o trabalho do ar nos interstícios da torta. Os testes foram realizados com câmaras de 42 mm e 53 mm de profundidade, respectivamente. Foi utilizado um tecido filtrante multifilamento de polipropileno, com permeabilidade de  $8 \text{ dm}^3/\text{dm}^2/\text{min}$  e  $680 \text{ g/m}^2$  de gramatura. Os testes foram realizados em temperatura ambiente a  $21^\circ\text{C}$ .

### 3 PARÂMETROS E RESULTADOS

A amostra foi colocada no filtro de laboratório com uma concentração de 69,73% sólidos p/p e um tecido multifilamento foi utilizado nos ensaios. Foram realizados cinco testes, sendo os três primeiros utilizando-se câmaras com 42 mm e outros dois testes realizados com câmaras de 53 mm. Os parâmetros críticos avaliados nos ensaios foram: pressão de alimentação da polpa, compressão mecânica do filtro e pressão do ar de secagem. Os testes foram realizados variando somente a pressão do ar de secagem, enquanto os parâmetros de pressão de alimentação de polpa e compressão mecânica do filtro foram mantidos fixos.

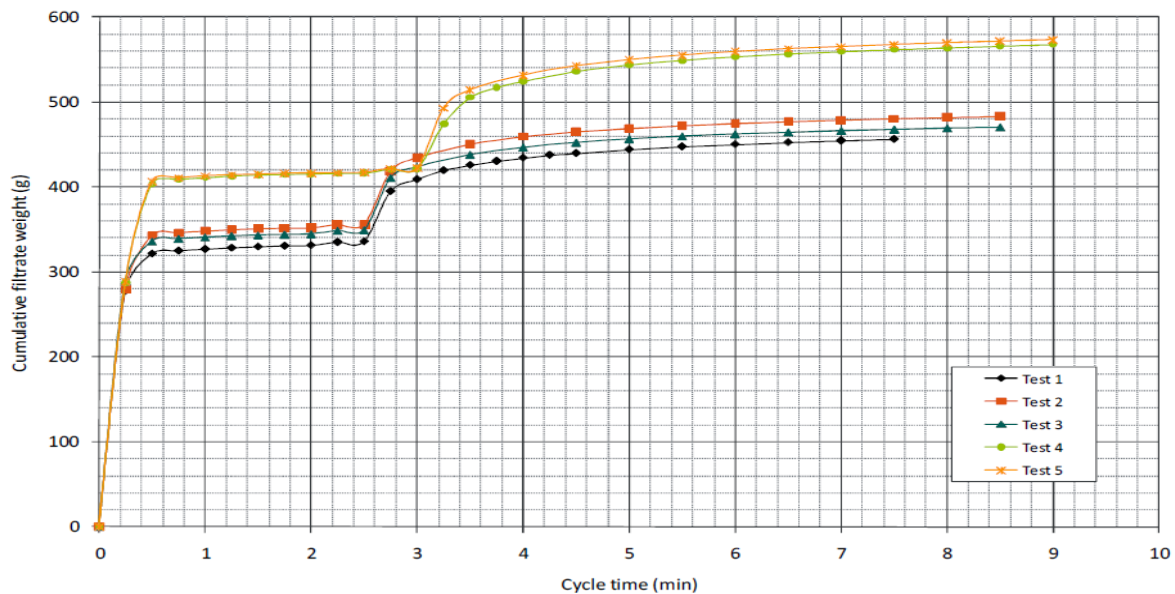
As pressões de alimentação e da membrana ficaram fixas em 6 bar e 10 bar respectivamente, já a pressão de injeção de ar foi alterada com a finalidade de buscar a menor umidade com o menor consumo de ar. Os parâmetros dos testes podem ser visualizados na Tabela 2 e as curvas de filtragem na Figura 3.

Na Figura 3 também é possível verificar as três principais etapas que compõem o ciclo de filtragem do filtro prensa VPA. Num primeiro momento ocorre a alimentação do filtro com uma pressão de 6 bar, esta pressão provoca a transposição do filtrado pelos tecidos filtrantes enquanto que a câmara continua sendo preenchida. A curva

demonstra que quando a pressão interna iguala-se a pressão de bombeamento da polpa, não é possível retirar mais filtrado da torta impedindo a entrada de mais massa na câmara, este tempo é de 2 minutos para os três primeiros testes e 2,5 minutos para os testes 4 e 5. Com a alimentação cortada, a membrana de borracha é acionada e comprimindo a torta com uma pressão de 10 bar, reiniciando o trabalho de filtragem que estava estabilizado, esta pressão é realizada até o final do ciclo de filtragem. Entretanto, após 30 segundos de compressão nota-se um salto na curva indicando que o material dentro da câmara está comprimido, neste momento se inicia a etapa final de filtragem, na qual o fluxo de ar é injetado na torta durante 6 minutos.

**Tabela 2.** Parâmetros de teste do VPA

Teste	1	2	3	4	5
Percentual de Sólidos (w/w)	69,73	69,73	69,73	69,73	69,73
Espessura da Câmara (mm)	42	42	42	53	53
Temperatura (°C)	21	21	21	21	21
Pressão de Alimentação (bar)	6	6	6	6	6
Pressão da Membrana (bar)	10	10	10	10	10
Pressão de Ar (bar)	7	8,5	7	7	8,5



**Figura 3.** Curva de filtragem do VPA.

Pode ser visto que para os testes de 1 a 3, o tempo efetivo de enchimento da câmara foi de 30 segundos, enquanto que para os testes 4 e 5, o tempo de enchimento foi de 45 segundos. A diferença no tempo de enchimento é puramente uma função dos tamanhos das câmaras que foram utilizadas nos testes. Portanto para uma câmara de maior volume exigiu-se mais tempo de enchimento. Também pode ser observada a mesma diferença para as outras fases, visto que o material é o mesmo, sendo alterada somente a espessura da torta.



O tempo de ciclo efetivo foi de 7 minutos para os testes de 1 a 3 e 7,25 minutos para os testes 4 e 5.

Os testes 2 e 5 registraram o maior volume filtrado dentro de seus respectivos grupos de volume de câmara. Esta maior quantidade de filtrado é resultado da variação do fluxo de ar para estas duas amostras, que foram condicionadas a 8,5 bar de pressão de fluxo de ar enquanto que as outras, foram submetidas a 7 bar de pressão, desta forma o maior fluxo proporcionou a maior condução de água para fora da torta. Na Figura 4 a umidade residual da torta é mostrada como uma função do tempo de secagem.

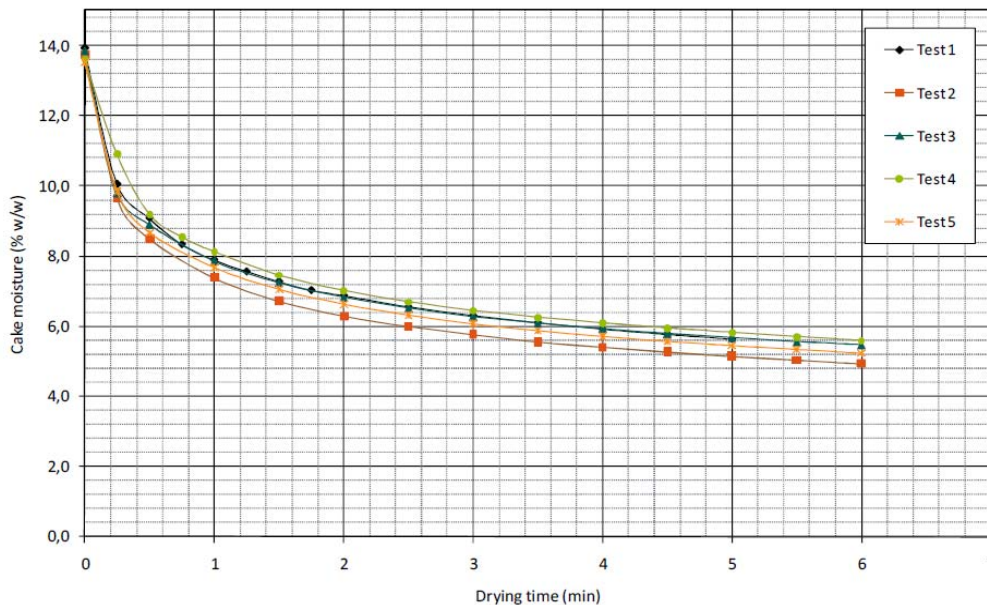


Figura 4. Curva de desaguamento do filtro VPA.

Após 6 minutos de ar de secagem, a umidade da torta foi reduzida a 4,9% p/p e a disseminação dos resultados deve-se ao efeito dos parâmetros dos testes serem diferentes (Figura 4). O teste 2 apresentou a menor umidade com 4,9% p/p, este era um resultado esperado visto que para tal, utilizou-se a câmara mais fina, conseqüentemente a torta mais fina associada à maior pressão apresentou o melhor resultado. Verificou-se desta maneira que o aumento da pressão do sopro de ar reduziu a umidade dos testes 2 e 5 conforme pôde ser observado e comentado na Figura 3 que determina quantitativamente o peso do filtrado para cada teste etapa do teste. A densidade da torta medida foi de 2,83 g/cm<sup>3</sup>.

Todos os testes apresentaram resultados satisfatórios inferiores ao limite de 7% de umidade exigida (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resultados dos testes VPA

Teste	1	2	3	4	5
Peso da torta seca (g)	1180,8	1183	1179,4	1488,2	1492,6
Densidade da torta (kg/l)	2,83	2,83	2,82	2,82	2,83
Sólidos (%)	94,4	95,1	94,6	94,4	94,8
Umidade (%)	5,6	4,9	5,4	5,6	5,2
Espessura da torta (mm)	42	42	42	53	53
Fluxo de ar (bar)	7	8,5	7	7	8,5

Na tabela abaixo podem ser visualizados todos os dados dos testes feitos com o concentrado de hematita.

**Tabela 4.** Informações gerais do teste

Propriedades físicas					
Sólidos (%)p/p	69,73	pH		8,38	
Peso específico (t/m <sup>3</sup> )	5,013	D <sub>80</sub> (µm)		49	
Teste	1	2	3	4	5
Espessura da torta (mm)	42	42	42	53	53
Filtragem					
Tempo (min)	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5
Pressão (bar)	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Compressão					
Tempo (min)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Pressão (bar)	10	10	10	10	10
Injeção de fluxo de ar					
Tempo (min)	6	6	6	6	6
Pressão (bar)	7	8,5	7	7	8,5
Fluxo de ar (l/min)	20	38	20	18	30
Peso da torta seca (g)	1180,8	1183	1179,4	1488,2	1492,6
Densidade da torta (kg/l)	2,83	2,83	2,82	2,82	2,83
Ar solicitado (Nm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /min)	2,0	3,80	2,0	1,80	3,00
Sólidos (%)	94,4	95,1	94,6	94,4	94,8
Umidade (%)	5,6	4,9	5,4	5,6	5,2

## 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Aplicando as pressões de 6 bar, 10 bar e 7 bar para alimentação, compressão e injeção de ar respectivamente em uma câmara com 42 mm de espessura, foi possível desaguar o concentrado de hematita de 69,73% de sólidos para 94,4% de sólidos saindo de uma umidade de 30,27% para 5,6% p/p. Para esta mesma aplicação com o mesmo tempo de secagem, 6 minutos de injeção de ar, porém com 8,5 bar de pressão de fluxo de ar, foi possível atingir o melhor resultado de redução de umidade, atingindo a casa dos 4,9% p/p de umidade e 95,1% de sólidos. Através dos resultados obtidos foi possível determinar os seguintes parâmetros de funcionamento para um filtro com câmaras de 42 mm de espessura:

Alimentação com pressão de 6 bar, compressão da membrana pressurizada a 10 bar, fluxo de ar com pressão de 7 bar e tempo de ciclo de 7 minutos.

Aplicando as pressões de 6 bar, 10 bar e 7 bar para alimentação, compressão e injeção de ar respectivamente em uma câmara com 53 mm de espessura foi possível desaguar o concentrado de hematita de 69,73% de sólidos para 94,4% de sólidos saindo de uma umidade de 30,27% para 5,6% p/p. Para esta mesma aplicação com o mesmo tempo de secagem, 6 minutos de injeção de ar, porém com 8,5 bar de pressão do fluxo de ar foi possível atingir o melhor resultado de redução de umidade para esta espessura de torta que ficou na casa dos 5,2% p/p de umidade e 94,8% de sólidos.

Parâmetros determinados através dos resultados obtidos para câmara com 42 mm e 53 mm podem ser visualizados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Parâmetros determinados pelos ensaios

Espessura da torta	Pressão de alimentação (bar)	Pressão da membrana (bar)	Pressão da membrana (bar)	Tempo do ciclo
42 mm	6	10	7	7 min
53 mm	6	10	7	7,25 min

Finalmente, analisando todos os resultados juntamente com a curva de desaguardamento do filtro (Figura 4), foi possível afirmar que o ciclo de filtragem deverá ter 4 minutos, visto que o objetivo de redução de umidade para 7% foi alcançado com este tempo.

Desta forma, utilizando 2,0 minutos de alimentação, 30 segundos de compressão, 1,5 minuto de compressão mais injeção de ar para uma polpa com 69,73% de sólidos p/p e uma taxa de produção de 2.750 t/h com 7% de umidade serão necessários 16 filtros prensa modelo VPA 2050

Um grande apelo para utilização desta tecnologia de filtragem, esta associada ao baixo consumo energético demandado pelo processo, comparando com o processo convencional (filtragem em discos rotativos com ar comprimido), ora amplamente utilizado.<sup>(1)</sup> Os resultados obtidos nos testes mostram que a umidade atingiu valores em torno de 6%, ligeiramente abaixo do objetivo esperado.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que os parametros operacionais são completamente controlados e influentes sobre os resultados, caracterizando o real controle sobre os



todas as etapas de filtração e conseqüentemente sobre os resultados de umidade final do material.

A variação da pressão de fluxo de ar, 7 bars e 8,5 bars, aplicadas em câmaras com espessuras distintas, 42 mm e 53 mm, mostraram que a pressão de 8,5 bar combinado com a menor espessura câmara, obteve o melhor resultado de desaguamento, atingindo o valor de 4,9% de umidade na torta.

Entretanto, a aplicação da pressão de ar menor e espessura de câmara maior, também foi obtido uma umidade abaixo da umidade solicitada de 7%.

Desta forma, para uma maior produtividade e menor custo de consumo de ar, o melhor resultado apresentado foi a aplicação de um fluxo de ar de 7 bar com uma torta de espessura de 53 mm e um tempo de ciclo de 7,25 minutos.

Como os princípios de filtração entre o filtro prensa e a filtração convencional são diferentes, não é possível utilizar a taxa unitária de filtração como referência de comparação para determinação do tamanho do equipamento.<sup>(3)</sup>

Em função dos resultados obtidos, verificou-se que é possível desaguar o concentrado de flotação de minério de ferro, atingindo as especificações técnicas de umidade final do produto inferior a 7%, usando a tecnologia de filtração sobre pressão, através de filtro prensa modelo VPA da Metso Minerals.

## REFERÊNCIAS

- 1 Svarovsky, Ladislav, Solid-Liquid Separation fourth edition 2000
- 2 Perry's chemical engineers' handbook. — 7th ed. / prepared by a staff of specialists under the editorial direction of late editor Robert H. Perry : editor, Don W. Green : associate editor, James O'Hara
- 3 Manual of Mineral Processing, Metso 2010