

PRODUÇÃO DE PELLET FEED A PARTIR DO REJEITO DA FLOTAÇÃO DA USINA DE ALEGRIA UTILIZANDO CONCENTRADORES MAGNÉTICOS DE ALTA INTENSIDADE ¹

Helder S. Souza²
Adriano Totou²
Rodrigo F. Ferreira²
Marcelo F. Calixto³

Resumo

O presente trabalho apresenta um estudo de recuperação de minerais portadores de ferro contidos no rejeito de flotação da Usina de Beneficiamento IBII de Alegria – Complexo Mariana para a produção de *pellet feed*. O estudo indica que a aplicação de concentradores magnéticos de alta intensidade poderá ocasionar um incremento nas recuperações mássica e metalúrgica desta usina, o que tornaria o projeto bastante atrativo em termos econômicos, pois apresentaria elevada TIR e *pay-back* rápido.

Palavras-chave: Concentração magnética de alta intensidade; Recuperação de rejeitos.

PRODUCTION OF PELLET FEED FROM FLOTATION TAILINGS FROM THE PLANT OF JOY CONCENTRATES USING HIGH-INTENSITY MAGNETIC

Abstract

This paper presents a study of recovery of iron bearing minerals in the tailings from the flotation plant IBII Processing of Joy - Mariana Complex for the production of pellet feed. The study indicates that the application of magnetic concentrators for high intensity may cause an increase in recoveries of mass and metal plant, which would make the project very attractive in economic terms, since they have high TIR and pay-back quickly.

Key-words: Concentration of high magnetic intensity; Reclamation of tailings.

¹ Contribuição técnica ao 39º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas e 10º Seminário Brasileiro de Minério de Ferro, 22 a 26 de novembro de 2009, Ouro Preto, MG.

² Engenheiro de Processo, Gerência de Engenharia de Processo, Vale Brasil.

³ Msc.Engenheiro de Processo, Gerência Engenharia de Processo, Vale Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A concentração de minérios de baixo teor de Fe utilizando concentradores magnéticos de alta intensidade é largamente realizada na indústria mineral chinesa, e esta opção vem se tornando interessante na recuperação de Fe contido em rejeitos, objetivando o aumento de recuperação metalúrgica de usinas brasileiras de beneficiamento de minério de ferro.

O separador magnético SLon® foi projetado especificamente para suprir algumas falhas dos concentradores eletromagnéticos de alta intensidade (WHIMS), como capacidade reduzida para finos, entupimento das matrizes e aprisionamento de partículas não magnéticas. Foi desenvolvido na China e teve a primeira aplicação industrial em 1988. A aplicação industrial destes equipamentos mostrou que é possível produzir concentrados mais limpos e com alimentação composta de partículas menores que 100µm. O desenvolvimento desta tecnologia foi conduzido em grande parte pela necessidade de concentrar minérios com teores abaixo de 30% de ferro na China.⁽¹⁾

Um campo magnético é gerado dentro da zona de separação. Um carrossel, que gira sobre o seu eixo horizontal, possui matrizes de barras paralelas responsáveis pela captura dos minerais magnéticos, fixas em um anel vertical giratório. A polpa é introduzida na caixa de alimentação e as partículas magnéticas são atraídas para a superfície das barras das matrizes. As partículas não magnéticas são descarregadas na caixa de rejeito, através da ação da gravidade e da força de pulsação hidrodinâmica. Após sair da zona de separação, onde o campo magnético é desprezível, as partículas magnéticas são descarregadas na caixa de concentrado.^(1,2)

A remoção do concentrado das matrizes é promovida por jatos de água a baixa pressão, situados na parte superior do equipamento. O top size da alimentação deve ser aproximadamente 1,2 mm e o minério alimentado pode conter no máximo em torno de 5% de magnetita.

Um desenho esquemático do SLon® é mostrado na Figura 1.

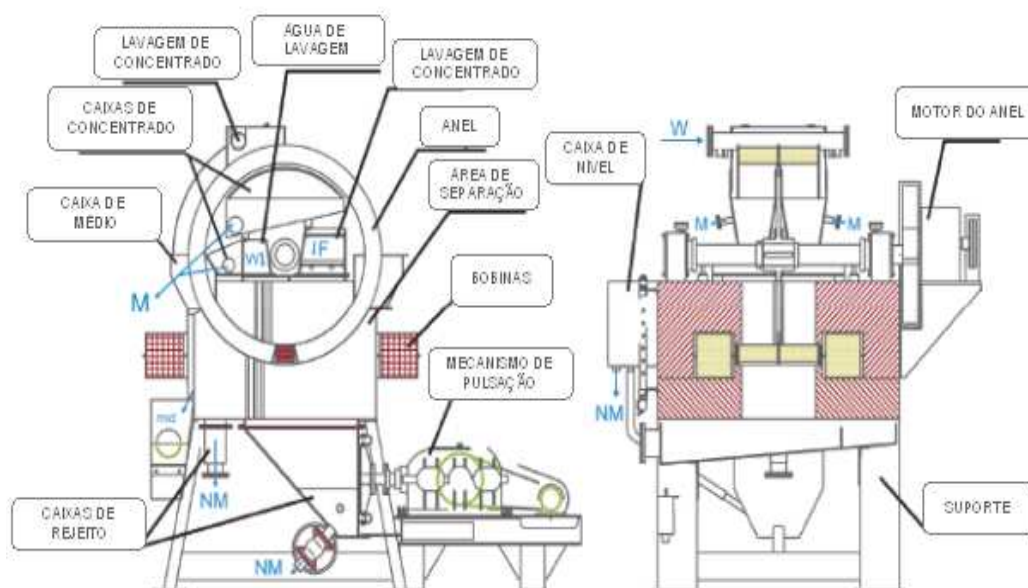


Figura 1 - Concentrador Eletromagnético Vertical de Alto Gradiente.⁽¹⁾

Um diafragma atuando por um eixo de manivela é responsável pelo mecanismo de pulsação. Esta pulsação conduz a polpa para cima e para abaixo enquanto está sob a ação da zona de separação, deixando as partículas “mais soltas”. Desta forma, menos partículas não magnéticas ficarão aprisionadas na matriz.⁽³⁾ Zeng e Dahe,⁽²⁾ comparam o desempenho de um WHIMS-2000 e um SLon® - 1500, ambos instalados em paralelo na usina de concentração da Qidashan Mineral.

O minério alimentado nos dois equipamentos possuía 15,78% de ferro. O SLon® - 1500 apresentou um concentrado mais rico, com maior recuperação de ferro que o WHIMS-2000. As diferenças percentuais para teor de ferro no concentrado, recuperação mássica e recuperação de ferro foram, respectivamente, 3,79%, 3,57% e 13,60%. Além disso, o WHIMS tinha como maior problema o entupimento das matrizes. Os autores atribuem o maior teor de ferro no concentrado ao mecanismo de pulsação do SLon e atribuem a maior recuperação de ferro ao fato da matriz magnética do SLon estar sempre limpa.

Anualmente são lavrados aproximadamente 7,9 Mta de minério hematítico nas minas de Fábrica Nova e Alegria, Complexo Mariana, em Minas Gerais, que são transportados via caminhões até a formação das pilhas e processados nas instalações de IBI e IBII. Na usina de IBII as etapas de beneficiamento do minério consistem em britagem, peneiramento, classificação e concentração de finos por flotação em colunas.

Na etapa de concentração, o rejeito final apresenta elevados teores de Fe, motivando o estudo de recuperação através do separador magnético de alta intensidade.

Um fluxograma simplificado da Instalação de Beneficiamento 2 - IBII é mostrado a seguir:

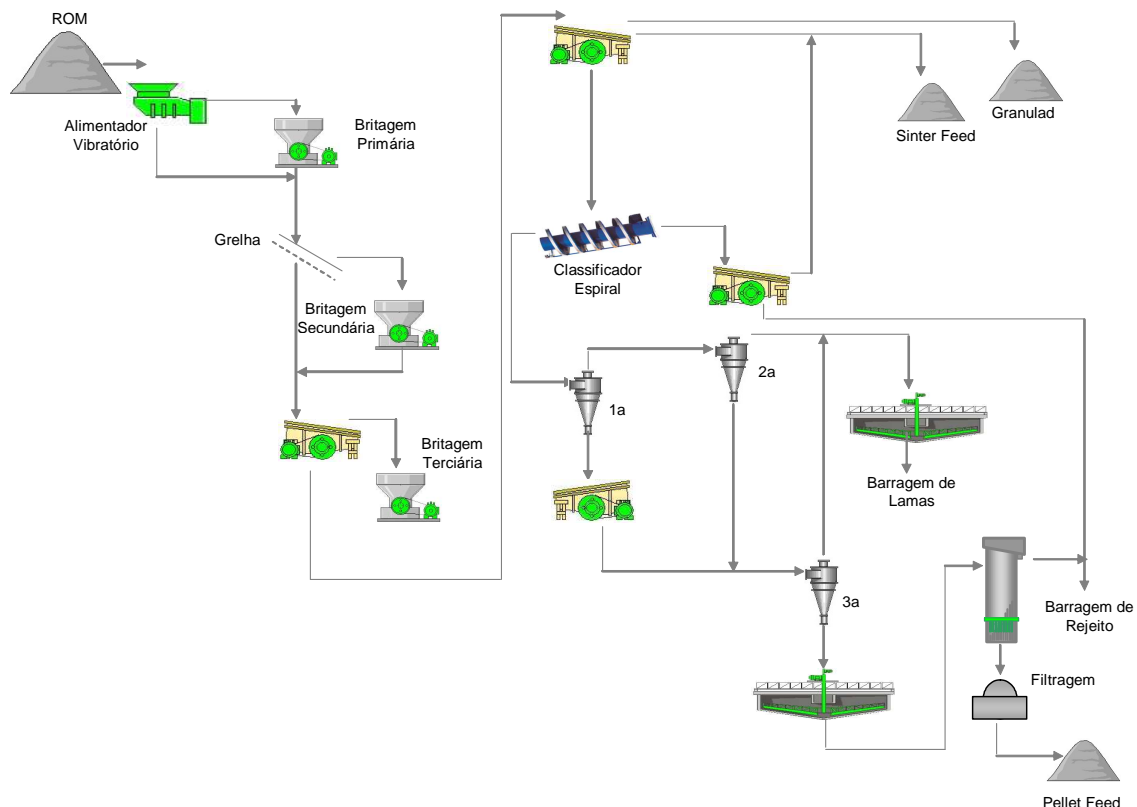


Figura 2 – Fluxograma simplificado da IBII.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho teve como foco o rejeito de flotação em colunas da usina de IBII. A metodologia utilizada envolve as seguintes etapas:

- amostragem e preparação da amostra;
- caracterização da amostra; e
- execução dos ensaios tecnológicos, utilizando um separador eletromagnético de alto gradiente em escala piloto, SLon® 500.

2.1 Amostragem e Preparação da Amostra

A amostra de rejeito da flotação em coluna foi formada por incrementos coletados e acondicionados em tambores, e foram enviadas ao Centro de Pesquisas Tecnológicas. Estas foram homogeneizadas, quarteadas, e em seguida foram retiradas alíquotas para análise granuloquímica, química global e análise mineralógica.

2.2 Caracterização da Amostra

Foi realizada a análise granulométrica e a química por faixa da amostra, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

2.3 Execução dos Ensaios Tecnológicos

Os ensaios tecnológicos envolveram testes exploratórios procurando abranger grande número de variáveis de processo, totalizando 32 testes. Através dos resultados obtidos concluiu-se que as principais variáveis inerentes ao processo de concentração no SLon® são a intensidade do campo eletromagnético e a frequência de pulsação.

Os ensaios foram divididos nas seguintes etapas:

1ª Etapa (*Rougher*): definição de melhor configuração operacional (intensidade do campo, frequência de pulsação, matriz, amplitude de pulsação, rotação do anel), para realização da etapa *cleaner*. Taxa de alimentação fixa em 100 kg/h.

2ª Etapa (*Cleaner*): buscou-se a melhor qualidade no concentrado, sendo o percentual de sólidos utilizado igual ao do concentrado da etapa rougher.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO:

3.1 Caracterização Mineralógica

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise granulométrica e química por faixa do rejeito de flotação da usina IBII de Alegria.

Tabela 1 – Análise granulométrica e química do rejeito de flotação da IBII de Alegria

Malha (mm)	% Retido Simples	% Passante Acumulado	%Fe	%SiO ₂	%P	%Al ₂ O ₃	%Mn	%TiO ₂	%CaO	%MgO	PPC	FQ
+0,21	23,91	76,09	51,53	20,29	0,096	1,160	0,120	0,071	0,014	0,013	4,03	99,56
-0,21+0,15	14,02	62,07	31,65	52,11	0,048	0,620	0,052	0,038	0,011	0,006	2,11	100,30
-0,15+0,075	26,80	35,27	13,78	79,29	0,018	0,340	0,018	0,015	0,009	0,005	0,72	100,14
-0,075+0,045	13,67	21,60	21,86	67,98	0,015	0,540	0,013	0,021	0,009	0,013	0,61	100,48
-0,045	21,60	0,00	56,03	16,92	0,035	1,310	0,029	0,068	0,011	0,029	1,49	100,09
Global	100,00	-	34,77	46,84	0,044	0,840	0,050	0,048	0,012	0,008	1,90	99,52

Pela Tabela 1, verifica-se que granulometricamente a população de partículas do rejeito concentra-se em sua grande maioria (76,09%) inferior a 210 μm e que os minerais portadores de SiO_2 e Fe concentram-se em faixas de tamanhos distintas. Os minerais portadores de SiO_2 concentram-se em sua maioria na faixa entre 150 μm e 75 μm e os minerais portadores de Fe concentram-se em sua maioria no tamanho inferior a 0,045 mm. Outro fator relevante é que a amostra apresenta elevado grau de liberação de (99,92%).

A Figura 3 apresenta a quantificação mineralógica global e por faixa de tamanho das amostras de rejeito de flotação da usina IBII de Alegria.

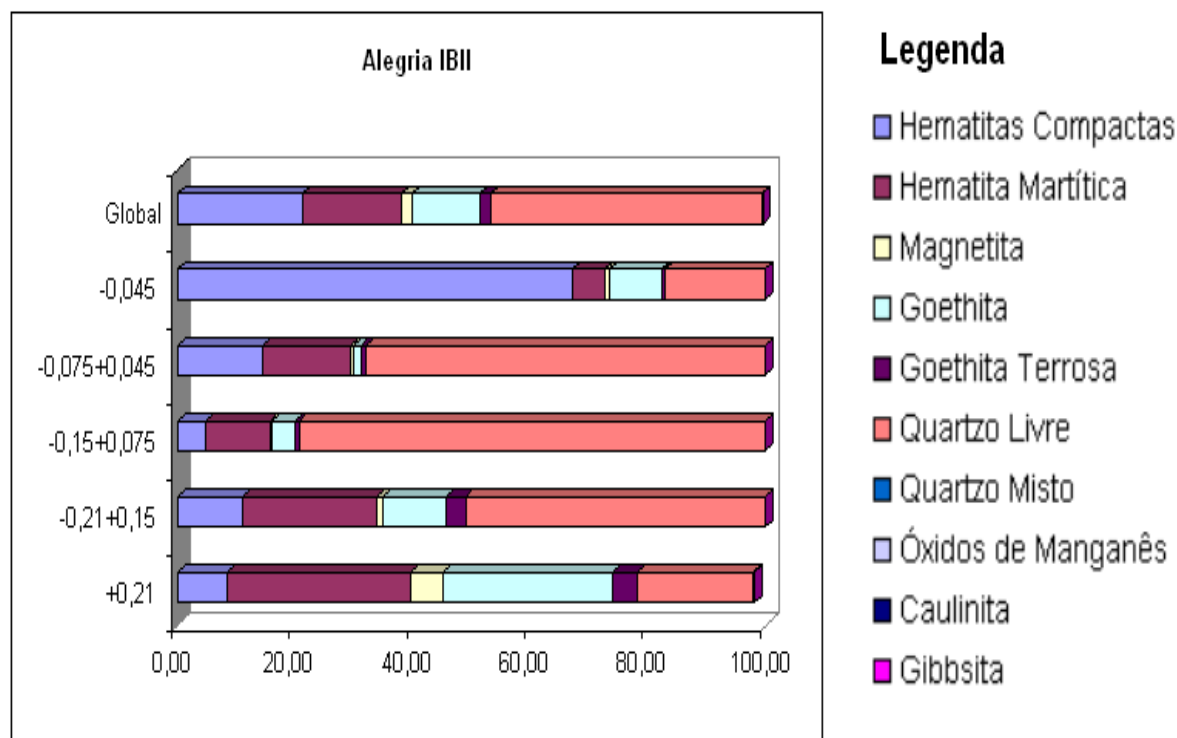


Figura 3 - Quantificação mineralógica do rejeito flotação da IBII - Alegria.⁽⁴⁾

Pela Figura 3 verifica-se que o rejeito é constituído basicamente de quartzo livre (46,04%), hematita martítica (16,82%) seguido de hematitas compactas (16,76%) e uma pequena fração (0,04%) de quartzo misto e magnetita (1,86%).

Observa-se que o rejeito apresenta características favoráveis à aplicação de concentração magnética de alta intensidade, sendo baixo o percentual de magnetita, e o grau de liberação elevado. Além disso, não foi detectada a ocorrência de inclusões de minerais ferrosos no quartzo (tal fato implicaria na captura dos cristais de quartzo com inclusões para o concentrado).

3.2 Teste Piloto

Com o objetivo de estudar a aplicabilidade desta nova tecnologia foram realizados testes de concentração magnética de alto campo em escala piloto em estágios *rougher* e *cleaner*. O equipamento piloto utilizado foi o separador eletromagnético de alto gradiente, SLon® 500 .

Os ensaios foram realizados conforme mostrado na Figura 4.

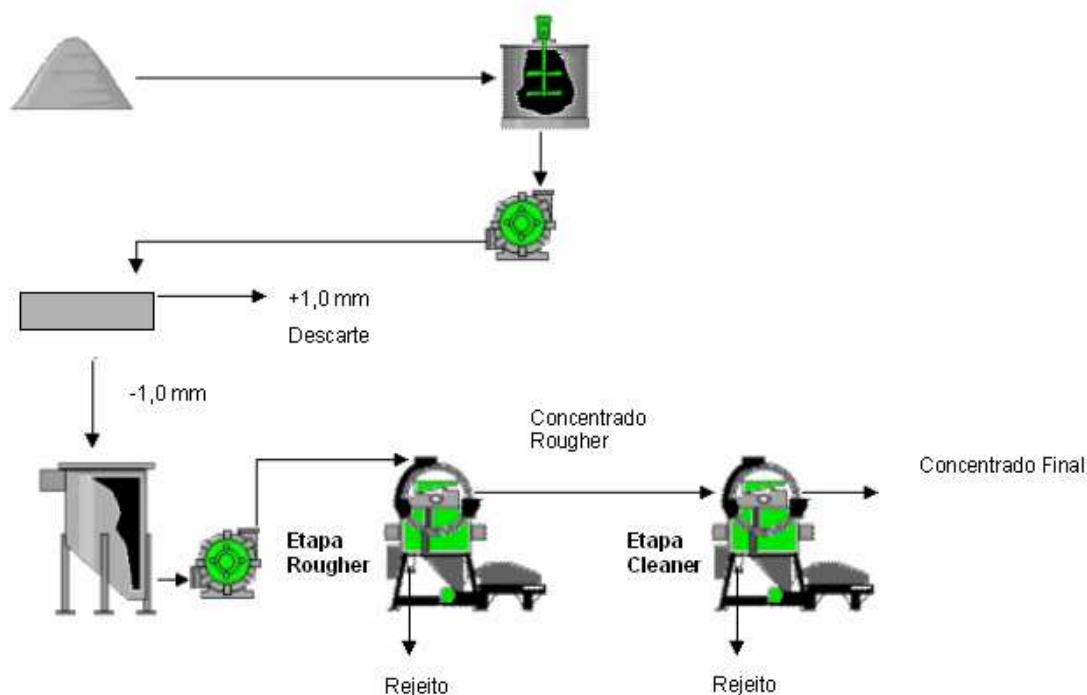


Figura 4 – Fluxograma dos testes.

As condições básicas do qual foram realizados os testes com o equipamento piloto são apresentadas a seguir:

- campo de 8.000 Gauss e 6.000 Gauss para a etapa *rougher* e *cleaner*, respectivamente;
- rotação do motor de acionamento da pulsação de 400 RPM e 350 RPM para as etapas *rougher* e *cleaner*, respectivamente;
- rotação do anel de 2,0 RPM para ambas as etapas;
- amplitude de pulsação de 2,0 mm para ambas as etapas; e
- matriz variável para a etapa *rougher* e 2,0 mm *cleaner*;

Desta forma foram realizados vários testes avaliando o desempenho do equipamento quanto à qualidade do concentrado e recuperações mássica e metalúrgica. As Figuras 5 e 6 apresentam os resultados obtidos variando-se respectivamente o diâmetro da matriz e a rotação do motor de acionamento da pulsação.

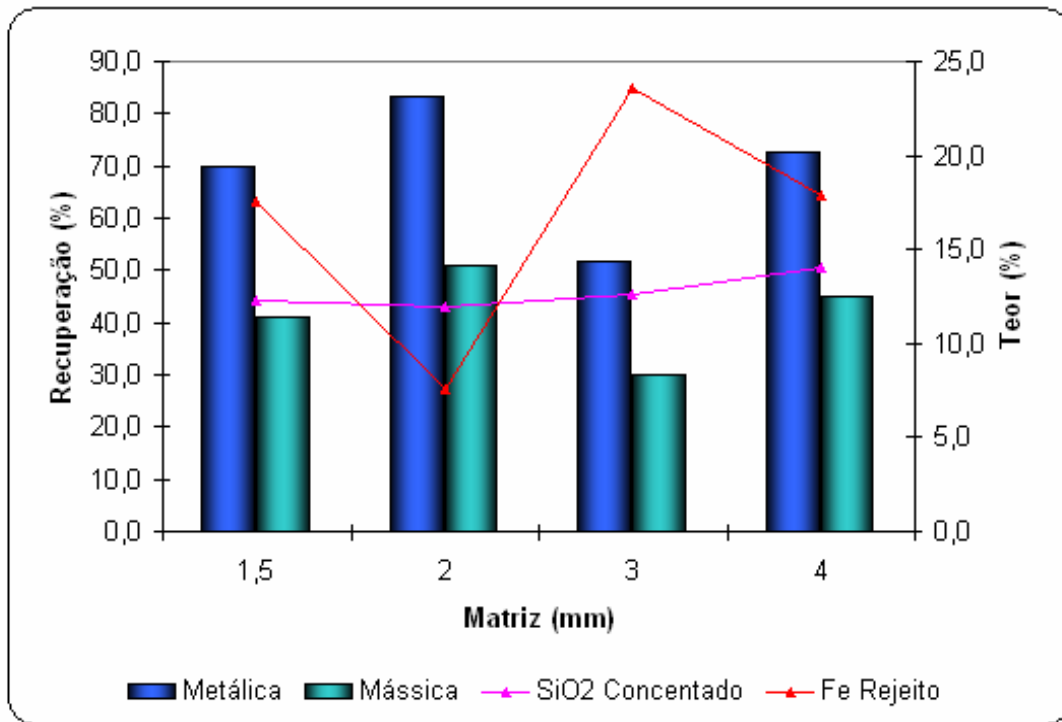


Figura 5 – Variação do diâmetro da matriz.

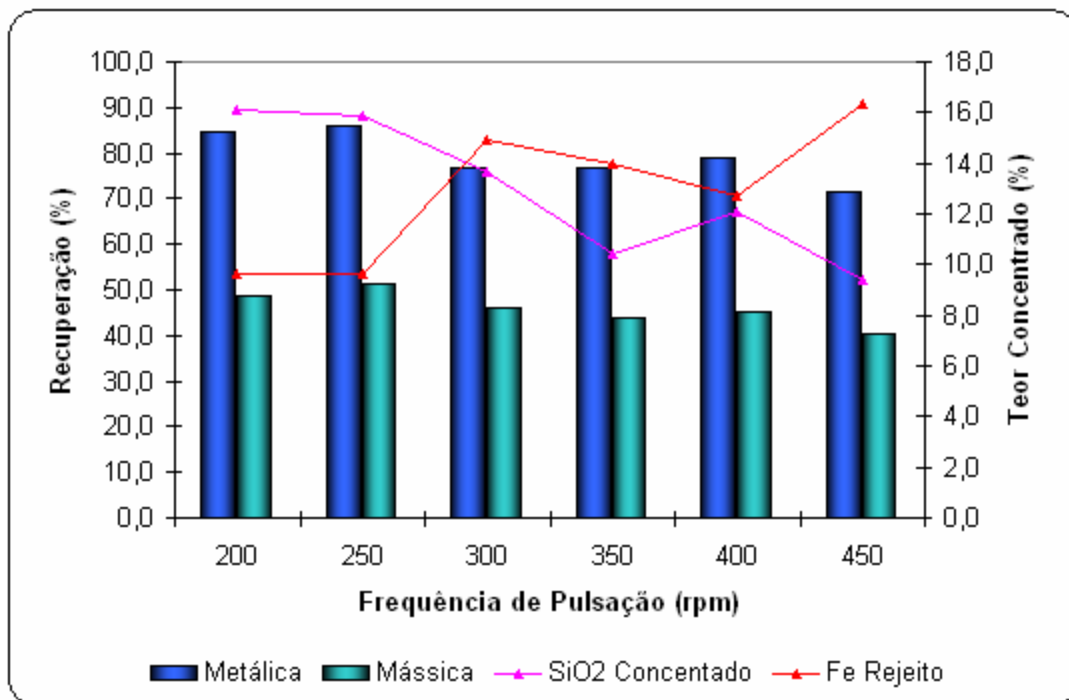


Figura 6 – Variação da rotação do motor de acionamento.

Para a variável diâmetro da matriz (Figura 5), verifica-se que o melhor resultado foi obtido utilizando-se a matriz com diâmetro de 2 mm e que não há variações significativas na qualidade do concentrado para esta variável. E para frequência de pulsação (Figura 6), verifica-se que a recuperação metálica diminui com o aumento da pulsação. É possível que o movimento do fluido, em altas frequências de

pulsção, possa afetar também o mineral minério apesar da força magnética atuante sobre este, enriquecendo o rejeito. Pulsções inferiores a 300 RPM de rotação do motor fornecem as maiores recuperações mássicas, porém pioram a qualidade do concentrado.

A Tabela 2 apresenta o balanço final do teste que forneceu melhores resultados.

Tabela 2 – Balanço do Teste Piloto de Concentração Magnética – Rejeito IBII

Fluxo	% Massa	Taxa (t/h)	Volume água (m ³ /h)	% Sólidos	Consumo água (m ³ /h)	% Fe	% SiO ₂	% P	% Al ₂ O ₃	% PPC
AL Rougher	100,00	0,133	0,155	46,04	1,25	34,89	46,84	0,047	1,057	2,03
CO Rougher	52,19	0,069	0,846	7,56		58,74	12,59	0,064	0,811	2,51
RJ Rougher	47,81	0,063	0,564	10,10		8,44	84,22	0,029	1,324	1,50
Alimentação	52,19	0,069	0,846	7,56	0,11	58,74	12,59	0,064	0,811	2,51
CO Cleaner	42,65	0,057	0,344	14,11		64,66	4,51	0,062	0,600	2,32
RJ Cleaner	9,55	0,013	0,615	2,02		32,31	48,70	0,075	1,757	3,39
Concentrado Final	42,65	0,057	0,344	14,1	-	64,66	4,51	0,062	0,600	2,32
Rejeito Final	57,35	0,076	1,179	8,75	-	12,41	78,31	0,037	1,396	1,81

Pelos resultados acima se verifica que é possível a redução do teor de Fe do rejeito da usina IBII de Alegria, porém, não se obteve concentrado dentro da especificação desejada de *pellet feed*. A qualidade dos concentrados obtidos possibilita a recirculação desse material no processo de flotação atual, possibilitando possivelmente a redução do teor de Fe global do rejeito da usina e conseqüentemente o aumento das recuperações mássica e metalúrgica e de produção de *pellet feed*.

4 CONCLUSÃO

Não é possível a obtenção de concentrados com especificação de *pellet feed* para redução direta a partir do rejeito da flotação da usina IBII de Alegria utilizando concentradores eletromagnéticos de alto campo e anel vertical em etapas *rougher* e *cleaner*.

No entanto com a utilização de concentradores eletromagnéticos de alto campo é possível a redução do teor de Fe global do rejeito da usina IBII de Alegria e o conseqüente aumento das recuperações mássica e metalúrgica e de produção de *pellet feed*, se o pré-concentrado for recirculado no processo de flotação atual ou pela obtenção de concentrado final com a inclusão de novos estágios de limpeza.

REFERÊNCIAS

- 1 HEARN, S. B.; DOBBINS, M. N. Slon magnetic separator: A new approach for recovering and concentrating iron ore fines. Montreal Energy & Mines, Montreal 2007.
- 2 ZENG, W.; DAHE, X. The latest application of SLon vertical ring and pulsating high-gradient magnetic separator, Minerals Engineering, n.16, p.563-565, 2003.
- 3 DAHE, X. New technology of SLon vertical ring and pulsating high gradient magnetic separators, International Journal of Mineral Processing, 54, p.111-127, 1998.
- 4 MARQUES, L, M.; FINA, F, R. Relatório de Progresso dos Testes com Separador Eletromagnético Vertical de Alto Gradiente . VALE (Relatório Interno) 2008.