

PRODUÇÃO DE PELLET FEED POR FLOTAÇÃO COM ALIMENTAÇÃO 100% COMPOSTA DE REJEITOS PROVENIENTES DE BARRAGEM E PILHAS DE ESTOQUE*

André Nogueira¹
Braulio Viegas²

Resumo

O rejeito é uma consequência inevitável dos processos de tratamento a que são submetidos os minérios, sendo gerados, paralelamente, ao material de interesse. Sendo assim, esse material é motivo de preocupação cada vez maior nas empresas, que buscam minimizar os impactos ambientais e os custos associados aos processos de disposição, contenção e fechamento de barragens de rejeito. Neste contexto, a Mineração Usiminas, visando o aproveitamento destes materiais, investiu em 2013 na implantação de uma planta de beneficiamento de rejeitos de minério de ferro com capacidade de produzir até 4 Mtpa de Pellet Feed. O objetivo deste trabalho é descrever a rota de tratamento destes materiais bem como os desafios enfrentados e soluções propostas para retomada da produção, no que diz respeito à operação da usina de beneficiamento. Além dos resultados positivos obtidos em termos de produção e qualidade de produto, a recuperação dos estoques de rejeito aumentou a vida útil do empreendimento, além do desenvolvimento sustentável que esse tipo de operação apresenta.

Palavras-chave: Rejeitos; Barragem; Minério de Ferro; Flotação

PELLET FEED PRODUCTION BY FLOTATION WITH 100% FEED COMPOSED OF TAILINGS FROM DAMS AND STOCKPILES

Abstract

Tailings is an inevitable consequence of the treatment process to which the ores are subjected, being generated, in parallel, to the material of interest. Therefore, this material is an increasing concern in companies, which seek to minimize the environmental impacts and costs associated with the disposal, containment and closure of tailings dams. In this context, Mineração Usiminas, aiming at the use of these materials, invested in 2013 in the implementation of an iron ore tailings treatment plant with capacity to produce up to 4 Mtpy of Pellet Feed Fines. The objective of this work is to describe the processing route of these materials as well as the challenges faced and proposed solutions for the restart of production, regarding to the operation of the beneficiation plant. In addition to the positive results obtained in terms of production and product quality, the recovery of waste increased the useful life of the project, in addition to the sustainable development that this type of operation presents.

Keywords: Tailings dam; Waste Dumps; Iron Ore; Flotation;

¹ Engenheiro de Minas, Engenheiro de Processos Senior, Gerencia de Beneficiamento, Mineração Usiminas S.A., Itatiaiuçu, Minas Gerais, Brasil.

² Engenheiro Metalurgista, Gerente de Operações, Gerencia de Beneficiamento, Mineração Usiminas S.A., Itatiaiuçu, Minas Gerais, Brasil..

1 INTRODUÇÃO

A extração do minério bruto e seu beneficiamento geram uma grande quantidade de rejeito, a qual é crescente dado o aumento da produção em função da alta demanda mundial e devido à exaustão de jazidas de maior teor e a entrada em operação de jazidas de baixo teor [MENDES, 2007; GUIMARÃES, 2011]. O rejeito é uma consequência inevitável dos processos de tratamento a que são submetidos os minérios, sendo gerados, paralelamente, ao material de interesse. Sendo assim, esse material é motivo de preocupação cada vez maior nas empresas, que buscam minimizar os impactos ambientais e os custos associados aos processos de disposição, contenção e fechamento de barragens de rejeito [PORTES, 2013].

Devido ao esgotamento de reservas de alto teor, as empresas de mineração estão evoluindo para processos de beneficiamento que visam o aumento da recuperação metálica para minérios de baixo teor. Assim, o aproveitamento destes minérios, bem como o aproveitamento de rejeitos dispostos nas barragens, surge como grandes oportunidades e desafios para a indústria, uma vez que as características do rejeito são intrínsecas ao mineral lavrado e ao processo de beneficiamento adotado que, por sua vez, deve atender às necessidades atuais do mercado [PORTES, 2013].

Neste contexto, a Mineração Usiminas, visando o aproveitamento dos rejeitos dispostos nas barragens bem como dos estoques de rejeitos de jigagem e espirais, investiu em 2013 na implantação de uma planta de beneficiamento de rejeitos de minério de ferro com capacidade de produzir até 4 Mtpa de Pellet Feed, localizada na Mina Central, em Itatiaiuçu-MG. Esta planta foi paralisada em 2014 e retomou as operações recentemente em Agosto de 2017.

O objetivo deste trabalho é descrever a rota de tratamento destes materiais bem como os desafios enfrentados e soluções propostas para retomar a produção e alcançar a qualidade almejada no projeto.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Descritivo dos processos da ITM Flotação

A Instalação de Tratamento de Minério Flotação é alimentada por dois circuitos independentes, sendo um circuito destinado ao recebimento de finos lavrados nas Barragens da Mina Central e da Mina Oeste e outro circuito de moagem, destinado a cominuição de rejeitos provenientes das Instalações Oeste, Central e Samambaia.

A rota de recebimento do material proveniente da barragem consiste por uma etapa inicial de peneiramento, onde as partículas aglomeradas maiores que 10 mm são descartadas do processo. O passante no peneiramento alimenta uma etapa de classificação em hidrociclones, visando obter um overflow com d95 em torno de 0,15 mm.

Já o segundo estágio de classificação conta com um classificador espiral, equipamento mais eficiente e com menor influência da densidade sobre o corte que o hidrociclone. O overflow desta etapa se junta ao overflow dos hidrociclones, formando um material com d95 em torno de 0,15 mm, sendo direcionado para a etapa

de deslamagem e posteriormente a flotação. O underflow do classificador espiral é desaguado em peneira e empilhado para compor a alimentação do circuito de moagem.

O circuito de moagem é constituído por um moinho CITIC de 19'x36' com 7,1 MW de potência, o que permite uma alimentação de 600 tph para obtenção de um produto na classificação com até 10% retido em 0,15mm. Após esta etapa o material é destinado a duas etapas de deslamagem, independentes ao circuito de deslamagem do material proveniente da classificação dos finos de barragem.

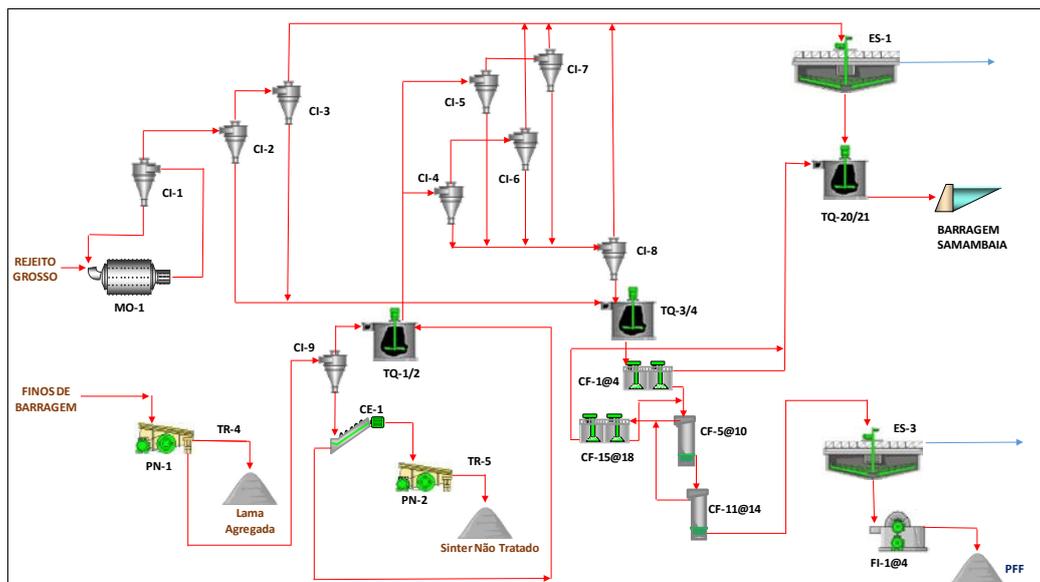
Os rejeitos provenientes da barragem contêm altos teores de contaminantes (P, Mn, Al_2O_3 e PPC), porém concentrados nas frações mais finas do material, uma vez que não passaram por nenhum processo de limpeza no passado. Um circuito de deslamagem em três estágios foi então concebido sendo que a alimentação do terceiro estágio passa anteriormente por células mecânicas de atrição, que atua na limpeza e padronização do minério, retirando as camadas oxidadas através do choque entre as partículas. Neste ponto é adicionado soda para auxiliar na dispersão das partículas.

As lamas provenientes do processo de deslamagem seguem para o espessador de lamas, onde coagulante e floculante são adicionados para aumentar a velocidade de sedimentação das partículas em suspensão. O underflow do espessador é bombeado para o rejeitoduto.

A polpa, proveniente do underflow das deslamagens dos dois circuitos, é homogeneizada em dois tanques pulmão e posteriormente bombeada para dois condicionadores, um para cada linha de flotação. A partir daí, o material segue para a etapa de flotação Rougher, que remove a maior parte da sílica. As etapas Cleaner e Recleaner de flotação são realizadas em colunas, enquanto que a etapa Rougher e Scavenger, que recebe o rejeito das colunas, é feita em tank cell. O rejeito desta etapa se junta ao rejeito Rougher, e ambos são direcionados para a barragem Samambaia, através do rejeitoduto.

Após a etapa de flotação, o concentrado do minério de ferro segue para o espessador, onde é adicionado floculante para adensamento da polpa. Posteriormente a esta etapa existe uma filtração, onde 4 filtros de discos verticais a vácuo retiram o restante de água necessária para que o minério fique com uma umidade de aproximadamente 11,0%. Após essa etapa o minério é encaminhado por correias transportadoras para a pilha de concentrado.

Figura 1- Fluxograma simplificado da ITM Flotação



2.2 Características dos materiais da alimentação

Abaixo segue um quadro com a média das características química, granulométrica e mineralógica dos materiais alimentados na planta no período de Set/2017 a Abril/2018.

Tabela 1 – Alimentação da moagem

%Fe	%SiO ₂	% P	% MN	%Al ₂ O ₃	%PPC	% >1	% <0,15	% <0,045
51,60	20,59	0,058	0,112	2,34	2,91	33,17	34,02	14,36

Tabela 2 – Alimentação dos finos de barragem

%Fe	%SiO ₂	% P	% MN	%Al ₂ O ₃	%PPC	% >1	% <0,15	% <0,045
44,39	30,99	0,061	0,424	2,72	3,32	8,72	69,27	36,85

Tabela 3 – Mineralogia da Alimentação da Flotação Jan/18

Mineralogia com Percentagem em Peso	
Hematita Especular	3,60%
Hematita Lamelar	13,18%
Hematita Granular	2,00%
Hematita Recristalizada	22,57%
Hematita Martítica	17,58%
Goethita Botrioidal	17,92%
Goethita Terrosa	0,83%
Magnetita	0,71%
Quartzo Inteiro	20,43%
Quartzo Misto	0,28%
Manganês	0,17%
Filossilicato	0,74%
Fechamento	100,01%

2.3 Desafios na retomada da produção

Para o “start-up” e retomada da planta foram enfrentados diversos desafios no que diz respeito aos processos de beneficiamento a fim de atender ao plano de produção e qualidade. Os mais relevantes, bem como a forma de mitigação, estão resumidos nas tabelas a seguir:

Tabela 3 – Desafios de Processo e Soluções de Mitigação

	Situação Atual	Principais Ações de Curto Prazo	Principais Ações de Longo Prazo
1. Melhorar qualidade da água de processo	Baixa capacidade do sistema de preparação de floculante para EP01 (atual 10 -15 g/t; necessidade: mínimo 40 g/t).	Testes de bancada com novos reagentes; Interligação dos sistemas de preparação do EP1 e EP3; Teste industrial com floculante em emulsão.	Aplicação floculante em emulsão. Aumento capacidade do sistema de preparação de floculante para EP01.
2. Aumento de produção no circuito de finos de barragem	Baixa taxa de alimentação e baixo RO; Baixa eficiência da PN-01 (água de spray deficiente e desprendimento de telas); Baixa eficiência de classificação no CE-01; Problemas de manuseio nos chutes de transferência na TR04 e TR05.	Regulada altura do vertedouro e rotação do CE-01; Aumento do diâmetro do vortex dos hidrociclones; Aumento da amplitude e troca de telas da peneira desaguadora; Controle rigoroso do blend de material alimentado;	Substituir sistema de lavagem da PN-01 (troca de bicos para maior pressão); Inclusão de sistema de lavagem de spray de alta pressão no chute de alimentação da PN-01; Desenvolvimento telas de aço autolimpantes para PN-01; Reengenharia do sistema de transferência da TR04;

3. Aumentar desempenho do circuito de filtração	Alta umidade do produto (~ 13%); Baixa eficiência de vácuo;	Aumento da velocidade de rotação do filtro e redução da densidade de alimentação; Purga automática do reservatório de ar de sopra; Aplicação de sistema de lavagem dos tecidos;	Reengenharia do sistema de vácuo (vaso separador, perna barométrica, tanque de filtrado etc);
4. Aumentar recuperação em massa da deslamagem e reduzir % de lamas na alimentação da flotação	Alto percentual de > 0,045 mm nas lamas (>50%) Baixo percentual de sólidos (<50%) no UF das etapas de deslamagem secundária	Redução do diâmetro dos vortex Redução do diâmetro dos apex	Amostragem, calibração e simulação do circuito no software Usimpac para definição dos diâmetros adequados dos vortex e apex e pressão de trabalho dos hidrocilones.
5. Reduzir teor de ferro nos rejeitos	Fe Rejeito Flotação: 22% (Meta 14%);	Alteração do sistema de preparação de amido de contínuo para batelada; Ajuste dos parâmetros operacionais (camada de espuma, dosagem de reagentes, etc);	Bombeamento dos rejeitos da flotação para a separação magnética da ITM Central. Geração de rejeito final de 8% Fe e desaguamento em peneiras para disposição a seco em pilha.

Com relação à lavra da barragem as maiores incertezas estão em níveis inferiores, devido maior saturação de água e maior participação de argila. Outro desafio enfrentado tem sido a utilização de caminhões rodoviários na operação. Estão sendo realizados testes com caminhão articulado bem como um estudo comparativo entre o método de lavra atual e alternativa de lavra com draga.

3 Resultados

Os resultados das diversas ações propostas bem como a evolução do desempenho da ITM Flotação, estão expressos a seguir:

Figura 3 – Médiadiária de produção de Pellet Feed

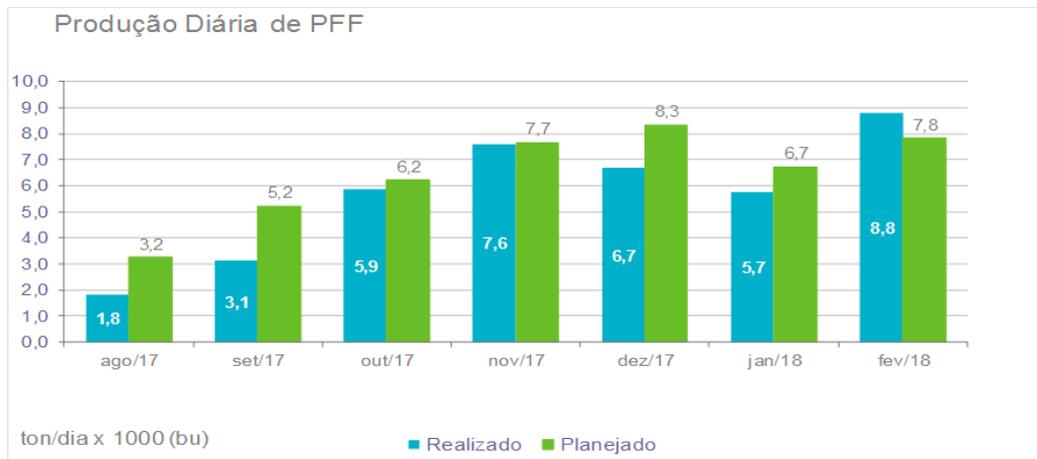


Figura 4 – Alimentação mensal da planta de finos de barragem

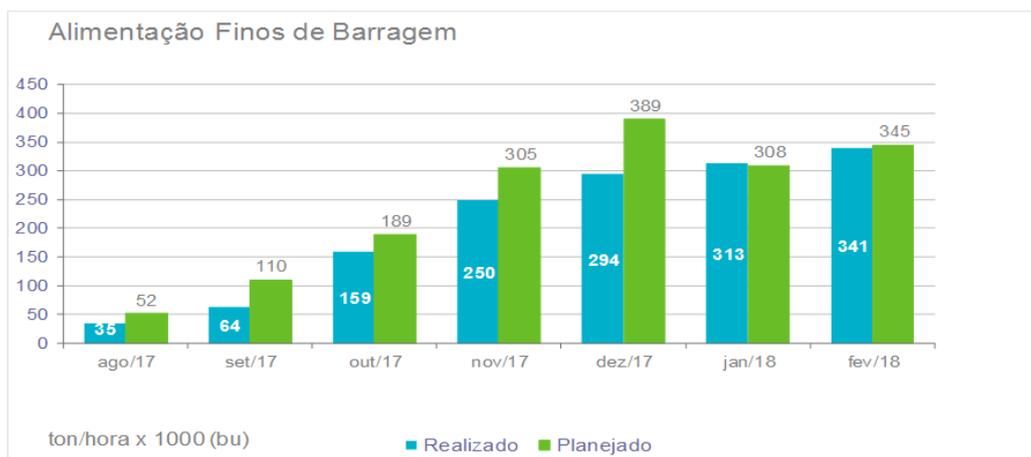


Figura 5 – Rendimento Operacional da planta de finos de barragem



Figura 6 – % Fe no Produto



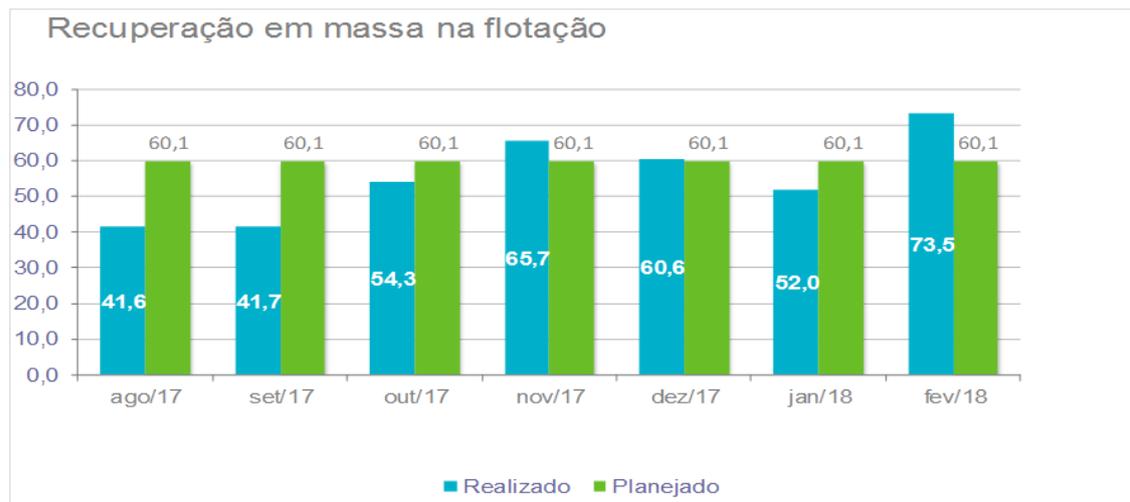
Figura 7 – % SiO2 no Produto



Figura 8– % Alumina no Produto



Figura 9 – Recuperação Mássica da Flotação



4 CONCLUSÃO

Há um grande número de antigas barragens de rejeito de minério de ferro localizadas no Quadrilátero Ferrífero, e que, em geral, possuem um alto teor de ferro. Este trabalho demonstrou uma rota industrial de processo para aproveitamento destes rejeitos, bem como os desafios enfrentados durante a retomada da planta, no que diz respeito à operação da usina de beneficiamento.

Além dos resultados positivos obtidos em termos de produção e qualidade de produto, a recuperação dos estoques de rejeito aumentou a vida útil do empreendimento, além do desenvolvimento sustentável que esse tipo de operação apresenta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MENDES, M. B. **Comportamento Geotécnico de uma barragem de rejeito de minério de ferro alteada para montante.** São Paulo: Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2007, 189 p. (Dissertação de Mestrado).

GUIMARAES, N. C. **Filtragem de rejeitos de minérios de ferro visando a sua disposição em pilhas.** Belo Horizonte: Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgicas e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011, 110 p. (Dissertação de Mestrado).

PORTES, A. M. C. **Avaliação da disposição de rejeitos de minério de ferro nas consistências polpa e torta.** Belo Horizonte: Curso de Mestrado em Geotecnia e Transportes, Universidade Federal de Minas Gerais, 2013, 154 p. (Dissertação de Mestrado).