

ESTUDO DO CENÁRIO ÓTIMO PARA FLOTAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO DE UMA MINA BRASILEIRA

FERNANDES, F.G.¹, RODRIGUES, E.W.², PEREIRA, C.A.³

¹Universidade Federal de Ouro Preto. fernandinhagf@hotmail.com

²Universidade Presidente Antônio Carlos. erikirodrigues@yahoo.com.br

³Universidade Federal de Ouro Preto. pereira@demin.ufop.br

RESUMO

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor de minério de ferro e devido ao grande impacto na economia nacional, o estudo de técnicas e maneiras de melhorar de seu beneficiamento são cada vez mais buscadas. Sabe-se que os fatores que têm impacto significativo nos custos financeiros e nos resultados da flotação de minério de ferro são a quantidade de depressores e coletores adicionados, além do pH da polpa. O objetivo deste estudo é definir o cenário ótimo para a flotação reversa do minério de ferro extraído de uma mina brasileira, no que diz respeito à dosagem de depressor e coletor na polpa de flotação. As conclusões aqui relatadas foram obtidas com base nos resultados de oito testes de flotação com alíquotas de 1,36 kg em média. Os resultados foram analisados pelo método estatístico de planejamento fatorial com réplica, tendo como respostas a recuperação mássica, recuperação metalúrgica, teor de ferro no concentrado e o índice de seletividade.

PALAVRAS-CHAVE: flotação; minério de ferro; planejamento fatorial; estatística.

ABSTRACT

Currently, Brazil is the second largest producer of iron ore in the world and due to the great impact of this ore in the national economy, the study of techniques and ways to improve its beneficiation are growing every day. Some factors that impact significantly in the financial costs and in iron ore flotation results are the quantity of depressants and collectors added into the pulp and its pH. The ore used in this work comes from a Brazilian mine and the study goal is define the quantities of depressant and collector that provide the best flotation results of this ore. The conclusions here reported are achieved based on results of eight flotation tests with average alimentation of 1.36 kg. The results were analyzed using a statistical approach by replicated factorial design method, having as experimental responses mass recovery, metallurgical recovery, iron content in concentrate and selectivity index.

KEYWORDS: flotation; iron ore; factorial design; statistics.

1. INTRODUÇÃO

Para realizar os testes de flotação descritos neste trabalho foram coletados 31 kg de minério inicialmente em polpa, extraído do condicionador da flotação da mina em estudo, após ter passado pelas seguintes etapas: britador primário, peneiramento primário, britador secundário, peneiramento secundário, separação magnética e moinho. A preparação das amostras e os testes de flotação foram realizados no laboratório do DEMIN/UFOP e as análises químicas foram feitas pela SGS Geosol, localizada em Vespasiano (MG).

As dosagens de depressor e coletor testadas foram definidas com base na quantidade máxima e mínima desses inserida na planta industrial da mina em estudo. Portanto, as dosagens de amido utilizadas neste artigo foram 0,6 e 0,9 g por quilo de amostra e de amina foram 0,05 e 0,06 g por kg de amostra. O pH ideal para flotação deste minério é 10,2, definido por estudos anteriores realizados na mina em questão, sendo este valor o utilizado neste estudo. Para obter o pH desejado, adicionou-se ácido clorídrico à polpa quando necessário.

Os dados de recuperação mássica, recuperação metalúrgica, ferro no concentrado e índice de seletividade obtidos através dos testes de flotação foram analisados utilizando planejamento fatorial com réplica, visando definir se as variáveis explicativas em teste (amido e amina) impactam na qualidade dos resultados gerados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

O material escolhido para o desenvolvimento dos estudos aqui apresentados foi a hematita extraída de uma mina brasileira em operação. O depressor usualmente utilizado nas plantas de flotação reversa de minério de ferro é o amido, que tem como função deprimir a hematita, impedindo sua flotação. O coletor testado foi a amina, que se adsorve na interface sólido-líquido, tornando a superfície do quartzo apolar permitindo, portanto sua flotação. Os reagentes utilizados foram extraídos da planta de flotação industrial da mina em questão.

2.2. Métodos

2.2.1. Preparação da amostra

Como a amostra coletada já havia passado pelas etapas de britagem primária, peneiramento primário, britagem secundária, peneiramento secundário, separação magnética e pelo moinho, e como seu estado inicial era em polpa, a primeira etapa da preparação feita pelos autores consistiu da filtragem de toda a polpa utilizando filtro pneumático. Em seguida, toda a amostra foi seca em estufa, na qual permaneceu por um dia em temperatura de 106°C. Após secas, as amostras foram homogeneizadas utilizando o homogeneizador carrossel e quarteadas utilizando o quarteador Jones, ilustrados na figura 1. Todas as amostras foram pesadas e ensacadas antes do início dos testes de flotação.



Figura 1. Filtro pneumático, homogeneizador carrossel e quarteador Jones, da esquerda para a direita.

2.2.2. Ensaios de flotação

Primeiramente a porcentagem de sólidos utilizada na polpa de flotação foi calculada com base no peso médio das amostras (1,36 kg) e o valor obtido foi de 53%. Após preparada a polpa com o minério e quantidade de água necessária, essa foi condicionada por cinco minutos com rotação do impelidor igual a 1.100 rpm. Em seguida foi adicionada a quantidade pré-estabelecida de amido e a polpa foi novamente condicionada por cinco minutos. Finalizada esta etapa, o pH foi medido e caso seu valor não fosse o ideal, ou seja 10,2, foi adicionado ácido clorídrico na polpa. Controlado o pH, a amina foi adicionada e em seguida a polpa foi condicionada por mais um minuto. Em seguida a vazão de ar foi liberada com uma taxa igual a 8 cm³/s. A quantidade necessária de água com pH controlado em 10,2 foi adicionada à cuba de flotação para que o nível da espuma atingisse a borda superior de modo que a espuma pudesse ser coletada por 5 minutos. A figura 2 mostra a célula de flotação com o minério em questão após a adição de todos os reagentes.



Figura 2. Célula de flotação com o minério em estudo.

Depois de coletado o material flotado, esse foi levado ao filtro pneumático no qual o excesso de água era retirado e em seguida a amostra foi enviada para a estufa e permaneceu nela por um dia com temperatura de 106°C. O mesmo procedimento foi feito para o concentrado.

As amostras já secas foram homogeneizadas e quarteadas utilizando a cruzeta até atingirem massa de aproximadamente 100 gramas. A alíquota retirada foi então para o pulverizador, no qual permaneceu por 30 segundos para atingir o tamanho ideal de partícula para análise química. Pulverizadas todas as alíquotas, essas foram enviadas ao laboratório da SGS Geosol em Vespasiano (MG), no qual foram submetidas a análises por Fluorescência de Raios-X para determinação dos teores de Fe% e Si%, os quais foram utilizados para o cálculo da recuperação metalúrgica, do ferro no concentrado e do índice de seletividade dos testes realizados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento estatístico dos dados foi feito no software Minitab, utilizando as ferramentas descritas por MATHEWS (2005). Os resultados obtidos encontram-se discutidos a seguir.

As tabelas I, II e III mostram os resultados do planejamento fatorial para as variáveis explicativas recuperação mássica, recuperação metalúrgica de ferro e teor de ferro no concentrado. Com um nível de significância de 5% é possível concluir que não existem evidências estatísticas para afirmar que os diferentes níveis das variáveis amina, amido e a interação entre amido e amina impactem na recuperação mássica, na recuperação metalúrgica de ferro ou no teor de ferro no concentrado dos testes em questão.

Tabela I. ANOVA com 2 fatores – Recuperação Mássica (%).

Source	DF	SS	MS	F	P
Amina	1	0,6528	0,65279	0,15	0,716
Amido	1	9,2155	9,21546	2,07	0,216
Interação	1	5,0978	5,0978	1,19	0,336
Error	4	17,1180	4,44316		
Total	7	32,0840			
S = 2,069		R-Sq = 46,65%	R-Sq(adj) = 6,63%		

Tabela II. ANOVA com 2 fatores – Recuperação Metalúrgica de Ferro (%).

Source	DF	SS	MS	F	P
Amina	1	0,1365	0,13649	0,02	0,895
Amido	1	5,7881	5,78807	0,84	0,412
Interação	1	0,0389	0,03889	0,01	0,944
Error	4	27,6273	6,90683		
Total	7	33,5908			
S = 2,628		R-Sq = 17,75%	R-Sq(adj) = 0,00%		

Tabela III. ANOVA com 2 fatores – Ferro no concentrado (%).

Source	DF	SS	MS	F	P
Amina	1	4,7357	4,73571	2,85	0,167
Amido	1	0,9785	0,97845	0,59	0,486
Interação	1	0,0881	0,08806	0,05	0,829
Error	4	6,6535	1,66337		
Total	7	12,4557			
S = 1,290		R-Sq = 46,58%	R-Sq(adj) = 6,52%		

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos mestrandos Alaine Imbelloni, Douglas Magalhães e Michel Juno do PPGEM/UFOP pelo apoio e ao Professor Carlos Alberto Pereira pelo conhecimento transmitido.

6. REFERÊNCIAS

MATHEWS, P. G. Design of Experiments with MINITAB. American Society for Quality, Quality Press, Milwaukee, 2005.