



A INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA NA SEPARAÇÃO MAGNÉTICA DE HEMATITA

RODRIGUES, C.C.¹, NOGUEIRA, F.C.², NASCIMENTO, A.L.O.³,
PEREIRA, C.A.⁴

¹Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Departamento de Engenharia de Minas, Laboratório de Tratamento de Minérios. e-mail: ceciliarodrigues11@hotmail.com

²Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Departamento de Engenharia de Minas, Laboratório de Tratamento de Minérios. e-mail: franciellenoguera@yahoo.com.br

³Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Departamento de Engenharia de Minas, Laboratório de Tratamento de Minérios. e-mail: annanascimento22@yahoo.com.br

⁴Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Departamento de Engenharia de Minas, Laboratório de Tratamento de Minérios. e-mail: pereira.ufop@gmail.com

RESUMO

A separação magnética é um dos métodos mais antigos para beneficiamento de minérios de ferro, sendo vantajosa tanto por não utilizar reagentes químicos quanto por se aplicar a uma ampla faixa granulométrica. Desse modo, há um grande interesse em avaliar a aplicabilidade dessa técnica no beneficiamento de minérios, pois apesar do grande potencial, este processo ainda possui aproveitamento restrito na indústria mineral. Nesse contexto, desenvolveu-se esse trabalho que investigou a influência da faixa granulométrica, diâmetro da matriz de bolas e intensidade de campo magnético na separação magnética de uma amostra de hematita compacta. Os testes foram realizados em um separador magnético de alta intensidade, utilizando campos magnéticos de 0,07 T, 0,2 T e 0,42 T, matrizes de 46,0 mm e 12,6 mm de diâmetro e faixa granulométrica de 150 µm a 53 µm. Os resultados foram analisados com base na recuperação mássica e apontaram que o maior percentual de recuperação foi igual a 98,0%, obtido para o teste realizado com a granulometria de 150 µm com composição de matriz de bolas de 46,0 mm e campo magnético igual a 0,42 T.

PALAVRAS-CHAVE: Hematita compacta, Granulometria, Matriz de bolas, Separação magnética.

ABSTRACT

Magnetic separation is one of the oldest methods for iron ore beneficiation, being advantageous for not using reagents and for having a wide granulometric range of application. Likewise, there is great interest in evaluating the applicability of this technique in the beneficiation of ores, because despite the great potential, this process still has restricted exploitation in the mineral industry. In this context, this work was developed to investigate the influence of the granulometry, diameter of the ball matrix and magnetic field strength in the magnetic separation of compact hematite sample. Tests were carried out in a high intensity magnetic separator, in which magnetic fields of 0.07 T, 0.20 T and 0.42 T were used, matrices of 46.0 mm and 12.6 mm in diameter and sample 150 µm to 53 µm. Results were analysed based on mass recovery. Higher percentage of recovery was equal to 98%, obtained for the test performed with a particle size of 150 µm with ball matrix of 46.0 mm and magnetic field of 0.42 T.

KEYWORDS: Hematite compact, Granulometry, Ball matrix, Magnetic separation.

1. INTRODUÇÃO

A separação magnética é um método consagrado para a concentração e purificação de muitas substâncias minerais, sendo amplamente empregada na separação de minerais ferrosos. A aplicação desta técnica depende das respostas ao campo magnético associadas a cada material, que são classificados em paramagnéticos, diamagnéticos ou ferromagnéticos (WILLS, 2006; LUZ *et al.*, 2010).

Para separar minerais fracamente magnéticos como a hematita, é indicada a separação magnética de alta intensidade de campo. Neste caso, os separadores podem ainda operar com supercondutores ou com ímãs permanentes (CHEN *et al.*, 2009).

Atualmente, estudos de manuseio e concentração de partículas finas e com baixos teores estão sendo desenvolvidos, buscando a redução de custos operacionais. Além disso, as técnicas convencionais de concentração estão em constante aprimoramento para maximizar a recuperação destas partículas. Nesse contexto, surge a oportunidade de aplicação de separadores magnéticos de alta intensidade na recuperação de minerais paramagnéticos de granulometria mais fina (SILVA, 2014).

Na separação magnética alguns fatores são dominantes para obter a melhor recuperação possível. Dentre estes fatores incluem-se a escolha das matrizes utilizadas no separador e o campo magnético adotado que, de modo geral, quanto maior o campo aplicado maior é a recuperação de partículas magnéticas no concentrado. São também parâmetros importantes a distribuição de tamanho das partículas e a taxa de alimentação a qual o separador será submetido (LI e WATSON, 1995).

Segundo Svoboda e Fujita (2003), durante os últimos anos tem-se verificado grandes avanços na tecnologia de fabricação dos novos equipamentos de separação magnética que operam com campos magnéticos muito mais elevados que os convencionais. Esses avanços permitiram o uso mais diversificado da separação magnética na área de tratamento de minérios.

Diante da importância desse tema, desenvolveu-se este trabalho que teve como objetivo estudar como as variáveis granulometria, intensidade de campo magnético e diâmetro da matriz de bolas influenciam na separação magnética de uma amostra de hematita.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Preparação da amostra

Para o estudo foi utilizada uma amostra de hematita de textura maciça. A preparação dessa amostra incluiu etapas de britagem, moagem, peneiramento, homogeneização e quarteamento. Inicialmente, a amostra de massa igual a 12,0 kg foi fragmentada, utilizando um britador de mandíbulas e em seguida um britador de rolos. Depois de fragmentada, a amostra de hematita foi cominuída em um moinho com carga de barras de aço. Para análise granulométrica foi realizado peneiramento a úmido, nas peneiras da série Tyler 150 μm , 100 μm , 74 μm e 53 μm .

2.2. Ensaio de separação magnética

Os ensaios foram realizados em um separador magnético a úmido de alta intensidade CARPCO, modelo WHIMS 3X4L, conforme ilustrado na Figura 1.

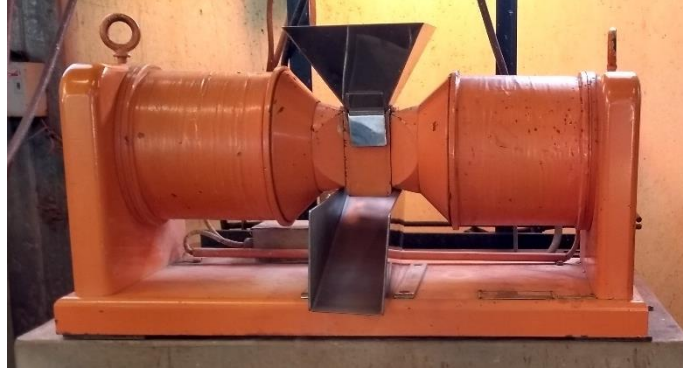


Figura 1. Separador magnético de alta intensidade utilizado nos testes.

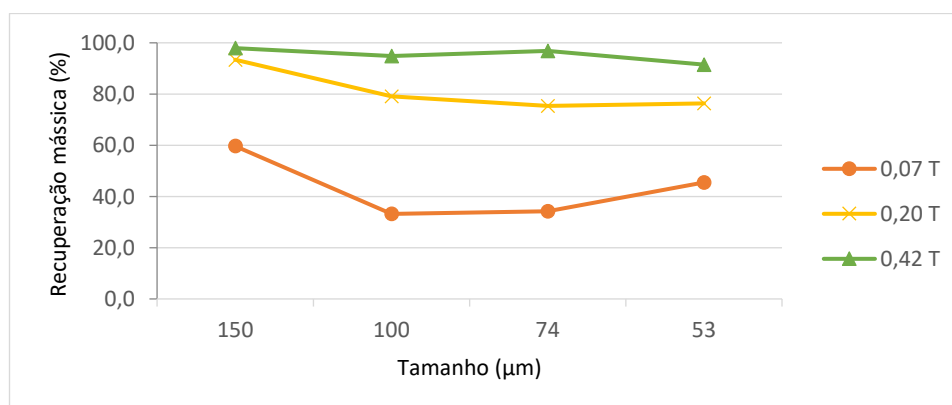
Os parâmetros definidos para os ensaios foram: faixa granulométrica de 150 μm a 53 μm e 30 g de amostra. O campo magnético e matriz de bolas foram os parâmetros variáveis. Realizou-se um ensaio com cada faixa granulométrica e para cada parâmetro citado, conforme apresentado na Tabela 1. Os resultados foram avaliados em termos de recuperação mássica.

Tabela 1. Planejamento dos testes para cada faixa granulométrica testada.

Testes	Tamanho (μm)	Matriz de bolas (mm)	Campo magnético (T)
1º bateria	150	46,0	0,07
	100		
	74		
	53		
2º bateria	150	46,0	0,20
	100		
	74		
	53		
3º bateria	150	46,0	0,42
	100		
	74		
	53		
4º bateria	150	12,6	0,07
	100		
	74		
	53		
5º bateria	150	12,6	0,20
	100		
	74		
	53		
6º bateria	150	12,6	0,42
	100		
	74		
	53		

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico da Figura 2 refere-se aos testes que foram realizados mantendo-se constante a matriz de bolas de 46,0 mm de diâmetro e variando-se o campo magnético aplicado.

**Figura 2. Recuperação mássica utilizando a matriz de 46,0 mm.**

A partir da análise da Fig. 2, pode-se observar maior recuperação mássica para o campo 0,42 T, sendo o valor alcançado próximo a 100%. Os valores mais baixos foram encontrados para o campo de 0,07 T, com índices de recuperação entre de 30% e 60%. O campo de 0,20 T apresentou resultados intermediários, com recuperações mássicas entre 76% e 93%. Esses resultados comprovam que a intensidade do campo magnético influencia na recuperação mássica. De maneira geral, campos magnéticos de baixa intensidade geram forças de atração fracas, e devido a isso, baixas recuperações.

Entretanto, em algumas situações o aumento do campo resulta em menores valores de recuperação. Segundo Svoboda (1993), esse fato pode ser explicado por dois fatores, o primeiro é a redução da susceptibilidade magnética das partículas com o aumento do campo e o segundo é a redução da área disponível da matriz para captura de partículas quando o campo aplicado aumenta.

Quanto a granulometria, notou-se que a faixa que demonstrou melhor recuperação foi a de 150 μm , o que significa que a separação magnética é mais eficiente quando se trata de partículas mais grossas. Contudo, para os tamanhos de 100 μm , 74 μm e 53 μm foram obtidas taxas de recuperação de 95%, 97% e 92%, respectivamente. Diante dessa evidência, observa-se que a granulometria apresentou pouca influência na recuperação, uma vez que os valores obtidos foram próximos.

Em estudo similar, Neuppmann (2016), estudando o efeito da granulometria na recuperação mássica em minérios hematíticos, concluiu que a recuperação sofre uma queda para as frações finas (menores que 106 μm) e grossas (maiores que 297 μm), conforme ilustrado pela Figura 3.

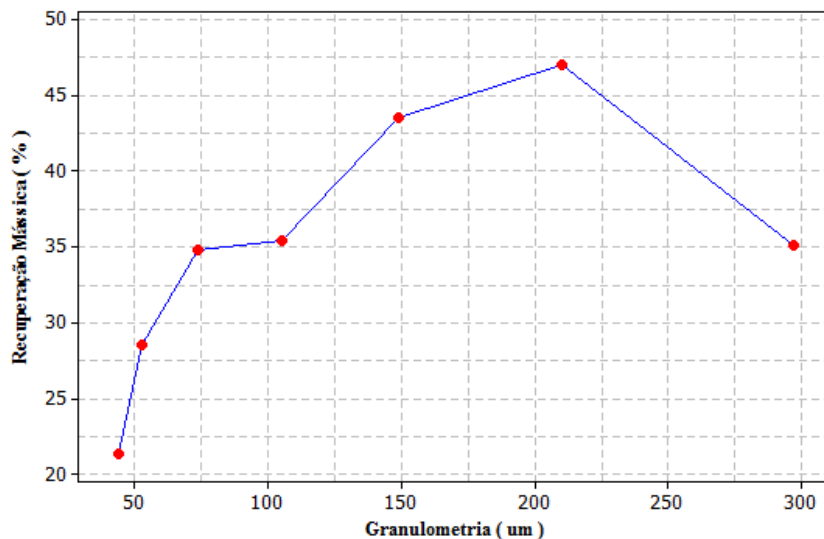


Figura 3. Influência do tamanho de partícula na separação magnética. Fonte: Neuppmann, 2016.

Os resultados dos testes de separação magnética para a matriz de bolas de 12,6 mm estão apresentados no gráfico da Figura 4.

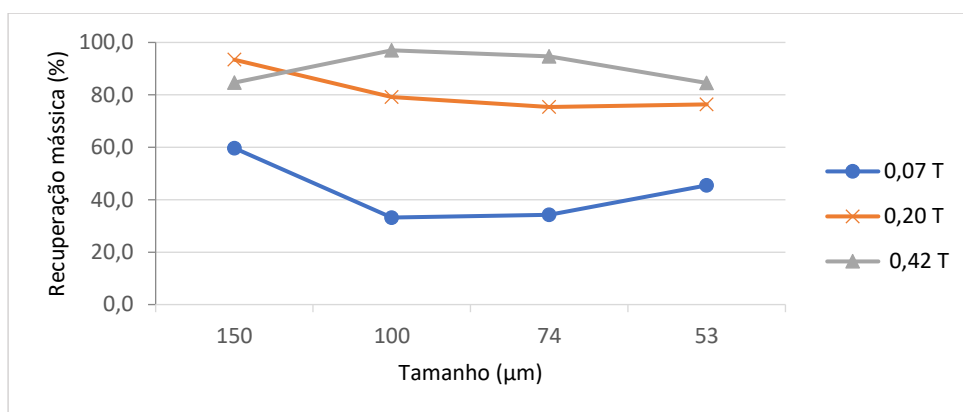


Figura 4. Recuperação mássica utilizando a matriz de 12,6 mm.

Os resultados referentes a matriz de 12,6 mm obedeceram ao mesmo padrão dos resultados referentes a matriz de 46,0 mm quando observados sob a variação de campo magnético.

Da mesma maneira que para a matriz de 46,0 mm, as maiores recuperações foram observadas para as partículas de maior granulometria. Especificamente para esta matriz, houve um comportamento distinto para o campo magnético de 0,42 T, que obteve maiores recuperações para as faixas entre 100 µm e 74 µm.

A Figura 5 mostra que ocorreu pouca disparidade entre os valores de recuperação mássica nas faixas de 100 µm e 74 µm considerando as duas matrizes magnéticas testadas. Entretanto, observou-se que a matriz de 12,6 mm apresentou menores valores de recuperações mássica. Isso se deve ao fato de que matrizes de menor diâmetro apresentam menor área disponível por volume, o que diminui a captura das partículas paramagnéticas.

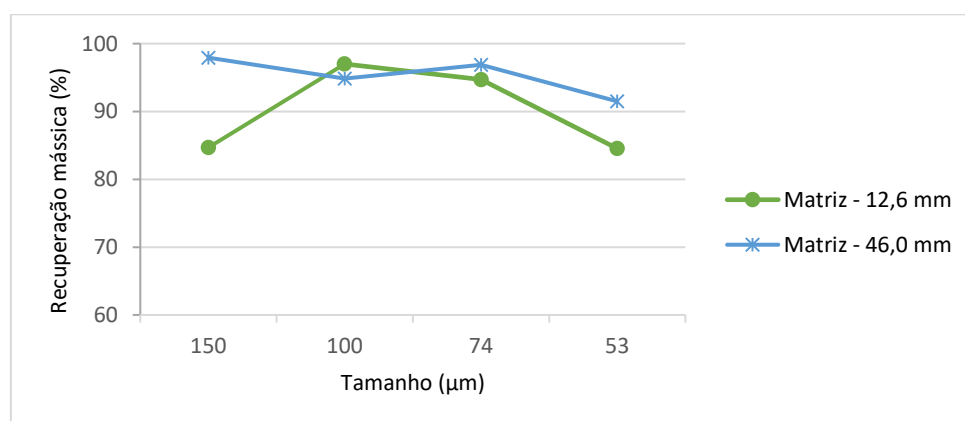


Figura 5. Recuperação mássica em relação a variação do diâmetro das matrizes.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos comprovam que os maiores valores de recuperação mássica ocorrem quando são utilizados campos magnéticos de alta intensidade. Neste estudo, a separação magnética a partir de um separador magnético de alta intensidade a úmido,

mostrou-se como uma técnica eficaz para amostras de natureza paramagnética como a amostra de hematita utilizada.

Em relação a variação granulométrica, este método apresentou os melhores resultados para partículas mais grossas. Entretanto, a recuperação mássica entre as faixas de 150 μm e 100 μm , na qual ocorre a liberação de materiais ferrosos, se mostraram satisfatórias e com alto potencial, uma vez que atingiram percentuais maiores que 90% de recuperação.

Tanto para a matriz de 46,0 mm como para a matriz de 12,6 mm, foram obtidos altos valores de recuperação mássica. No entanto, a matriz de maior diâmetro apresentou os melhores índices de recuperação.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal de Ouro e ao programa CNPq/PIBIC pela concessão da bolsa de Iniciação Científica para a realização da pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

Chen L, Xiong D, Huang H. Pulsating High-Gradient Magnetic Separation of Fine Hematite from Tailings. *Minerals & Metallurgical Processing*. 2009; 26, 163-168.

Li Z, Watson JHP. The Effect of the Matrix Shape on Vortex Magnetic Separation. *Minerals Engineering*. 1995; 8, 401-407.

Luz AB, Sampaio JA, França SCA. Tratamento de Minérios. 5a. ed. Rio de Janeiro: CETEM; 2010. Chapter 9, Separação magnética e eletrostática, p. 367-393.

Neuppmann PH. Separação magnética de ustulado de minério hematítico [Monografia de graduação]. Ouro Preto: Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto; 2016.

Silva JPM. Aplicação de separação magnética de alta intensidade (WHIMS) no beneficiamento de itabiritos pobres [dissertação de mestrado]. Belo Horizonte: Programa de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais; 2014.

Svoboda J. The Effect of Magnetic Field Strength on the Efficiency of Magnetic Separation. *Minerals Engineering*. 1993; 7, 47-757.

Svoboda J, Fujita T. Recent developments in magnetic methods of material separation. *Minerals Engineering*. 2003; 16, 785-792.

Wills BA. Mineral processing technology. 7a. ed. Burlington: OXFORD, 2006. Chapter 13, Magnetic and electrical separation, p. 353-372.