

ESTUDOS DE FLOTAÇÃO DIRETA EM AMOSTRAS DE MINÉRIO DE FERRO

DIRECT FLOTATION STUDIES ON IRON ORE SAMPLES

Caio Henrique Santos de Albuquerque

Aluno de Graduação da Química Industrial, 2º período, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Período PIBITI/CETEM: fevereiro de 2023 a julho de 2023
caio2006oiac@eq.ufrj.br

Elves Matiolo

Orientador, Engenheiro de Minas, D.Sc.
ematiolo@cetem.gov.br

Thais Oliveira de Siqueira

Coorientadora, Engenheira Química, B.Sc.
tsiqueira@cetem.gov.br

RESUMO

O Brasil é o segundo maior produtor de Ferro do mundo, só no ano de 2021 exportou US\$ 37 bilhões do metal, o que representa 15,3% de toda exportação brasileira. Junto ao carvão, o ferro é manufaturado como aço, que é amplamente empregado em diversas áreas, tais como nuclear, mecânica, hidrelétrica, dentre outras. Este trabalho teve por objetivo avaliar a flotação direta com o uso de sabão de ácido graxo como coletor (sem depressor) em uma amostra de minério de ferro com a finalidade de produzir um concentrado que atenda as especificações químicas para produção de *pellet feed*. De acordo com os resultados, verificou-se que o teste realizado sob a configuração *rougher/cleaner* com a dosagem de coletor de 264 g/t apresentou o melhor desempenho em relação ao teor de ferro, 67,1% e recuperação metalúrgica de 19,4%. Os resultados obtidos mostram que apesar do concentrado gerado atender as especificações químicas para produção de *pellet feed*, a recuperação metalúrgica de Fe é muito inferior ao atual processo utilizado de flotação catiônica reversa.

Palavras-chave: ferro, coletor, circuitos

ABSTRACT

Brazil is the second largest producer of iron in the world, in 2021 alone it exported US\$ 37 billion of the metal, which represents 15.3% of all Brazilian exports. Along with coal, iron is manufactured as steel, which is widely used in several areas, such as nuclear, mechanical, hydroelectric, among others. This work aimed to evaluate the direct flotation with the use of fatty acid soap as collector (without depressor) in a sample of iron ore in order to produce a concentrate that meets the chemical specifications for pellet feed production. According to the results, it was found that the test carried out under the rougher/cleaner configuration with the collector dosage of 264 g/t presented the best performance in relation to the iron content, 67.1% and metallurgical recovery of 19.4%. The results obtained show that although the concentrate generated meets the chemical specifications for pellet feed production, the metallurgical recovery of Fe is much lower than the current process used for reverse cation flotation.

Keywords: iron, collector, circuits.

1. INTRODUÇÃO

O ferro é um dos elementos químicos mais abundantes encontrados na natureza, contudo a maioria das jazidas que contém esse recurso mineral concentra-se em alguns países, tais como Brasil, Austrália, China, Índia, Ucrânia, Rússia, Estados Unidos, Canadá e África do Sul, sendo o Brasil o segundo maior produtor de Ferro, responsável por 19% de toda produção mundial. (CARVALHO, 2017).

A hematita é o principal mineral utilizado na produção de concentrados de minério de ferro, que é composta por aproximadamente 70% de ferro. “Seus principais locais de extração no Brasil são: Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, Serra dos Carajás, no Pará e Maciço do Urucum, no Mato Grosso do Sul.” (MOREIRA, 2019).

A flotação é uma das principais tecnologias aplicadas nas etapas de concentração de ferro. O processo de flotação fundamenta-se em diferenças nas propriedades superficiais dos minerais. As características hidrofóbicas e hidrofílicas são os fatores que permitem a separação e a concentração do minério de interesse. Desde 1977, o método mais amplamente empregado para concentrar os minérios é a flotação catiônica reversa, no qual os minerais portadores de ferro são deprimidos com o uso de amidos gelatinizados e os minerais silicatados, em especial o quartzo é flotado (AGUIAR, 2017).

Nos processos de flotação é comum o uso de coletores e depressores, sendo o coletor definido como “uma substância capaz de se adsorver na superfície do mineral e torná-la hidrofóbica” e depressor como “substância auxiliar que aumenta e proporciona a seletividade dos coletores deprimindo ação dos coletores nas partículas indesejadas” (CHAVES, SALLES, BRAGA, 2010).

Nesse estudo foi utilizada a flotação aniônica direta cuja técnica surgiu como alternativa à flotação catiônica reversa com a finalidade de “beneficiar minérios pobres contendo além do quartzo em grande quantidade, anfíbios, carbonatos e outros contaminantes cada vez mais presentes nas reservas brasileiras atuais” (FERREIRA, 2015).

2. OBJETIVO

Essa pesquisa tem a finalidade de avaliar a flotação direta em uma amostra de minério de ferro utilizando como coletor sabão de ácido graxo sem o uso de depressor em pH neutro com o objetivo de gerar um concentrado que atenda as especificações químicas para a produção de *pellet feed*.

3. METODOLOGIA

3.1. Preparação da Amostra

Foram recebidos 200 kg de amostra proveniente da alimentação da flotação de uma planta de concentração de minério de ferro localizada no Quadrilátero Ferrífero (MG). Previamente à flotação, a amostra passou pelas etapas de homogeneização, caracterizações física (distribuição granulométrica por peneiramento a úmido) e química (fluorescência de raios X).

3.2. Ensaios de Flotação

Os ensaios de flotação foram realizados em escala de bancada usando uma célula mecânica convencional da marca DENVER, modelo D12, equipada com inversor de frequência. Foram avaliados os efeitos das dosagens de coletor, e a configuração do circuito de flotação: *rougher/cleaner* e *rougher/cleaner/recleaner*, utilizando cubas de volume de 1,5 L e 3 L. Antes da flotação, foi ajustada a porcentagem de sólidos para 60% e depois, adicionou-se o coletor Lioflot (6%) após saponificação, que foi condicionado por 5 minutos. Após a etapa de condicionamento, a polpa foi diluída para 40%. Posteriormente ao ajuste da porcentagem de

sólidos, o ar comprimido foi injetado com uma vazão entre 7,5 L/min e 10 L/min. Ao final da flotação, os produtos gerados (concentrados e rejeitos) foram filtrados, pesados e enviados para análise química.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização da Amostra

A Tabela 1 representa a composição química da amostra feita pelo método FRX. Os resultados indicam os teores das principais substâncias contidas na amostra, com destaque ao teor de Ferro (46,2%), considerável teor de Sílica (28,5%) e baixo teor de Óxido de Alumínio (0,8%).

Tabela 1: Composição química da amostra alimentação da flotação.

Amostra	Teores (%)		
	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃
Alimentação da Flotação	46,2	28,5	0,8

A Figura 1 a seguir representa a distribuição granulométrica da amostra cabeça da alimentação da flotação. O P₉₀ da amostra é de 127 µm e 35% da amostra é passante em 38µm.

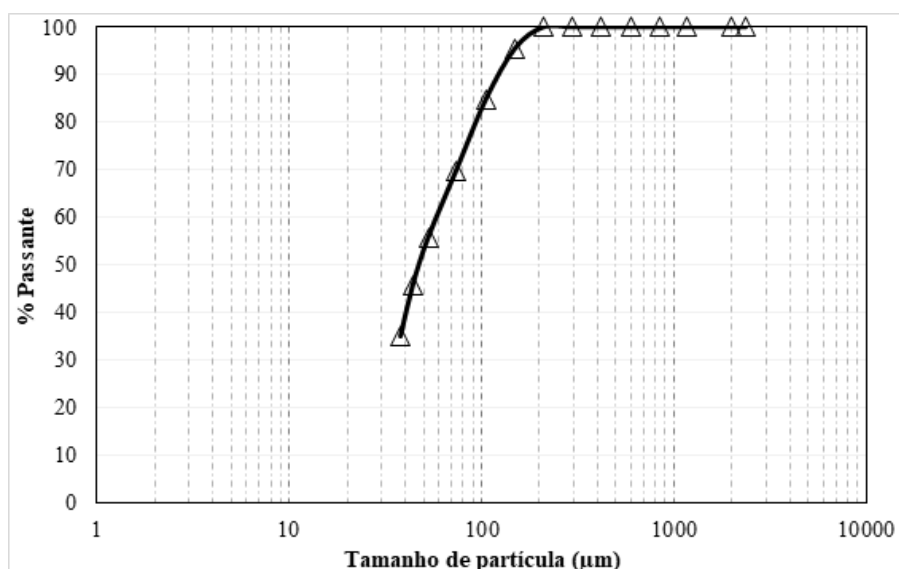


Figura 1: Distribuição granulométrica da amostra alimentação da flotação.

4.2. Ensaio de Flotação

A Figura 2 apresenta o efeito da dosagem de coletor sobre o teor de recuperação metalúrgica de Fe no concentrado final, considerando todos os testes de flotação em escala de bancada: oito testes com o circuito *Rougher/Cleaner* e dezoito testes com o circuito *Rougher/Cleaner/Recleaner*. Nos oito primeiros ensaios realizados sob a configuração *Rougher/Cleaner*, a recuperação metalúrgica variou de 19,4% a 62,9%, enquanto o teor varia entre 61,6% a 67,1% no concentrado *cleaner* com a dosagem de coletor na faixa de 242 g/t a 408 g/t.

Na configuração *Rougher/Cleaner/Recleaner*, os resultados apresentaram recuperação metalúrgica de Fe entre 33,7% e 79,4% e teor de Fe de 54,8% a 63,5% no concentrado *recleaner* com a dosagem de coletor variando entre 404 g/t a 635 g/t.

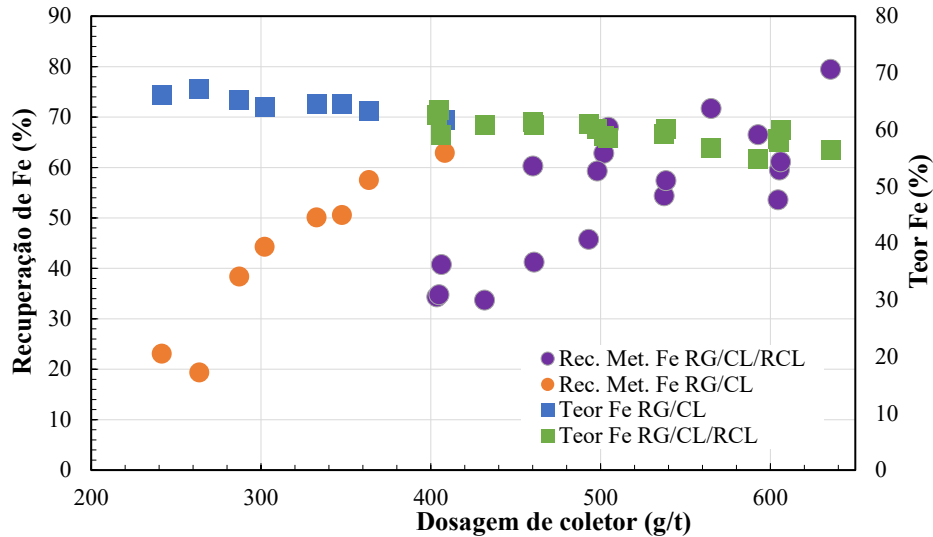


Figura 2: Curva de teor e recuperação metalúrgica de Ferro por dosagem de coletor.

Na configuração RG/CL, o ensaio com dosagem de coletor de 264g/t apresentou o teor mais alto de ferro dentre os testes realizados, 67,1%, embora a recuperação metalúrgica tenha sido a mais baixa, 19,4%. Os resultados mais expressivos correspondem a dosagens de coletor de 242 g/t e 264 g/t, respectivamente. O primeiro teste apresentou teor de 66,1% e recuperação metalúrgica de 23,1%, já o segundo obteve 67,1% de teor e 19,4% de recuperação metalúrgica.

Já na configuração RG/CL/RCL, os melhores resultados obtidos foram com as dosagens de coletor de 404 g/t e 405g/t. O primeiro ensaio apresentou teor de ferro igual a 62,6% e recuperação de 34,3%, enquanto a segunda dosagem resultou em 63,5% de teor de ferro e recuperação metalúrgica de 34,8%.

5. CONCLUSÃO

Mediante os resultados obtidos ao longo dos testes realizados sob as condições mencionadas anteriormente, foi verificado que os testes que apresentaram teores mais elevados de ferro, considerando os dois tipos de circuitos de flotação RG/CL e RG/CL/RCL, empregaram as menores dosagens de coletor. Levando em consideração o objetivo geral do trabalho, que era alcançar o teor de ferro acima de 67%, o único ensaio que atendeu as especificações requeridas foi o terceiro teste, que foi realizado sob o circuito *Rougher/Cleaner* com dosagem de 264 g/t de coletor, obtendo 67,1% de teor de ferro e 19,4% de recuperação metalúrgica. Como os resultados apresentados apresentaram baixa recuperação metalúrgica em comparação com os resultados obtidos utilizando o processo convencional (flotação catiônica reversa), torna-se necessário novos estudos sobre alternativas que possam ser aplicadas no processo de flotação aniônica direta envolvendo uso de diferentes coletores e otimização do circuito de flotação.

6. AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha gratidão aos orientadores Elvies Matiolo e Thais Siqueira, pela valiosa assistência e suporte que me forneceram durante esta jornada. Também gostaria de agradecer ao CETEM e seus funcionários pela excelente estrutura e apoio ao longo desta caminhada. Além disso, sou grato ao CNPq por me conceder a bolsa de iniciação tecnológica, que foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, V.V. Mercado Internacional De Minério De Ferro. (Graduação em Engenharia de Minas) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, p. 1

CHAVES, A.P.; LEAL FILHO, L.S.; BRAGA, P.F.A. Flotação. In: Tratamento de minérios. 6.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2018. Cap.10, p.407

MAEDA, J.M. M. Estudos de caracterização mineral e de reagentes na flotação de minério de ferro. (Graduação em Engenharia Química) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 11

AGUIAR, M.A.M. Seletividade na Flotação Catiônica de Minério de Ferro. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA, 2017, Belém, PA. p.1-8

FERREIRA, C.R.N. Métodos de Flotação de Minérios de Ferro. Monografia (Especialização em Engenharia de Recursos Minerais) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, p. 9

MOREIRA, D.S.; FIGUEIREDO, T.D.; DE SÃO JOSÉ, F. O impacto da morfologia de hematitas na eficiência da flotação. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA, 2019, Belo Horizonte, MG. p.1