

# **AVALIAÇÃO DO EFEITO DO PH E DA DOSAGEM DE COLETOR NA CONCENTRAÇÃO DE LAMA DE MINÉRIO DE FERRO**

## **EVALUATION OF THE EFFECT OF PH AND COLLECTOR DOSAGE ON THE CONCENTRATION OF IRON ORE SLURRY**

**Lorena Tomaz de Aquino Pereira**

Aluno de Graduação da Química com Atribuições Tecnológicas  
3º período, Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Período PIBITI/CETEM: fevereiro de 2024 a agosto de 2024  
lorenatomazda@gmail.com

**Elves Matiolo**

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

**Thalia Lopes de Sousa**

Coorientador, Engenheira de Minas, B.Sc.  
thsouza@cetem.gov.br

### **RESUMO**

A flotação é uma tecnologia amplamente utilizada no processamento de minério de ferro, as partículas finas ( $< 10 \mu\text{m}$ ) removidas durante a deslamagem geralmente são dispostas em barragens de rejeitos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a concentração de Fe a partir de uma amostra de lama de minério de ferro do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, utilizando flotação reversa com um coletor do tipo amida-amina em substituição as aminas usualmente empregadas. Foram avaliados a dosagem de coletor e o pH, visando obter um concentrado com teor de Fe acima de 62% e recuperação metalúrgica próxima de 66%. O melhor desempenho foi obtido com uma dosagem de coletor de 456 g/t em pH 10,5, resultando em um concentrado teor de Fe de 56,2%, com 55,3% de recuperação metalúrgica de Fe.

**Palavras-chave:** lamas de ferro, flotação, ultrafinos.

### **ABSTRACT**

Flotation is a widely used technology in iron ore processing, where fine particles ( $< 10 \mu\text{m}$ ) removed during desliming are generally disposed of in tailings dams. This work aimed to evaluate the Fe concentration from a sample of iron ore sludge from the Quadrilátero Ferrífero in Minas Gerais, using reverse flotation with an amide-amine type collector as a substitute for the usually employed amines. The collector dosage and pH were evaluated to obtain a concentrate with an Fe content above 62% and a metallurgical recovery of around 66%. The best performance was achieved with a collector dosage of 456 g/t at pH 10.5, resulting in a concentrate with an Fe content of 56.2% and an Fe metallurgical recovery of 55.3%.

**Keywords:** iron sludge, flotation, ultrafines.

## 1. INTRODUÇÃO

A flotação é uma tecnologia de concentração amplamente utilizada no processamento de minério de ferro, especialmente quando os minerais de ferro estão finamente disseminados na matriz de ganga (ROCHA & PERES, 2009). Nas plantas de beneficiamento de minério de ferro a deslamagem em hidrociclones é realizada antes do processo de flotação de minério de ferro com o objetivo de remover partículas finas, melhorando a qualidade do concentrado, aumentando a eficiência de separação e reduzindo o consumo de reagentes, devido à maior área superficial específica, a presença de partículas finas resulta em menor cobertura hidrofóbica nas partículas maiores (OLIVEIRA, 2006). Durante a deslamagem, geralmente entre 10% a 25% do total alimentado às plantas pode ser perdido como rejeito, dependendo da natureza do minério e da eficiência do processo (THELLA et al., 2012; FILIPPOV et al., 2014).

As partículas finas removidas durante a deslamagem geralmente são dispostas em barragens de rejeitos. No entanto, essas partículas finas ainda possuem valor econômico, pois contêm teores significativos de ferro (LIMA & LIMA, 2019; SANTOS & VIEIRA, 2022). A flotação de partículas ultrafinas, ou lamas, apresenta desafios significativos. Estudos recentes têm investigado a utilização de reagentes alternativos e técnicas inovadoras para melhorar a eficiência da flotação de lamas. Reagentes como coletores catiônicos e anfotéricos, bem como modificadores de superfície, têm mostrado potencial para aumentar a recuperação de partículas ultrafinas (MOREIRA & SOUZA, 2023; PEREIRA & MOURA, 2024).

## 2. OBJETIVO

Esse projeto teve o intuito de avaliar a possibilidade do reaproveitamento de uma amostra de lama de ferro oriunda de uma mina localizada no quadrilátero ferrífero em Minas Gerais, com teor de Fe de 45%, por meio de flotação catiônica reversa com uso de um coletor alternativo. Foram avaliados o efeito da dosagem de coletor e variação do pH sobre o teor e a recuperação metalúrgica de Fe.

## 3. METODOLOGIA

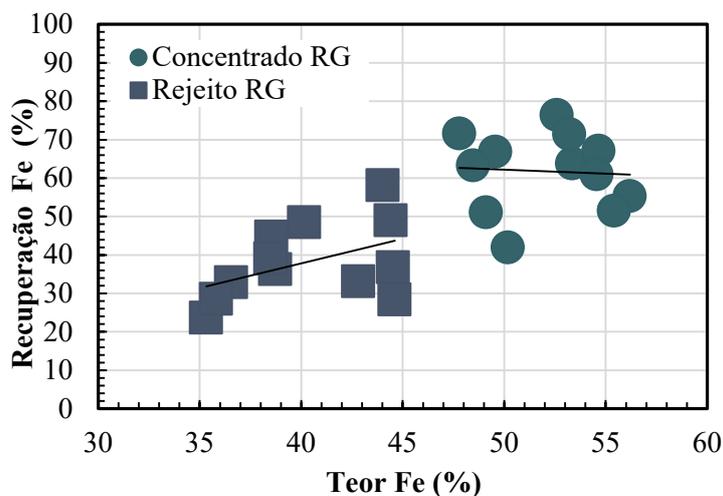
A amostra foi recebida em forma de polpa com a porcentagem de sólidos de 28%. Essa amostra foi disposta em um tanque com agitação mecânica com o intuito de homogeneizar a polpa e retirar amostras para caracterização e flotação. A medição da densidade foi realizada através da picnometria à gás hélio. As análises químicas das amostras foram feitas utilizando a técnica de Fluorescência de Raios-X, e a análise granulométrica foi realizada utilizando o equipamento Malvern. Os estudos de flotação foram realizados em escala de bancada usando uma célula mecânica DENVER, modelo D12, equipada com um inversor de frequência. Foram realizados 12 ensaios de flotação com etapa rougher com o coletor Flotiner 16939 com dosagens de 150, 200, 300 e 450 g/t. Os valores de pH testados foram de 9, 10 e 10,5.

Anteriormente a etapa de condicionamento a polpa foi diluída para a porcentagem de sólidos de 10%. Após isso, o pH foi regulado para um dos valores especificados com uso de NaOH. Logo em seguida foi adicionado o coletor, e condicionado por 1 minuto. O ar foi aplicado de maneira auto aspirada, ou seja, o valor correspondente de vazão de ar depende de fatores como a rotação e o tamanho do rotor, tamanho da cuba e tamanho do estator. Durante a flotação foi aplicada a rotação de 1500 RPM, que correspondeu a vazão de ar de 10,4 L/min. O tempo de flotação se deu até a exaustão da espuma (em torno de 5 minutos). O afundado (concentrado) e o rejeito (flotado) foram filtrados, secos, pesados e enviados para análise química.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

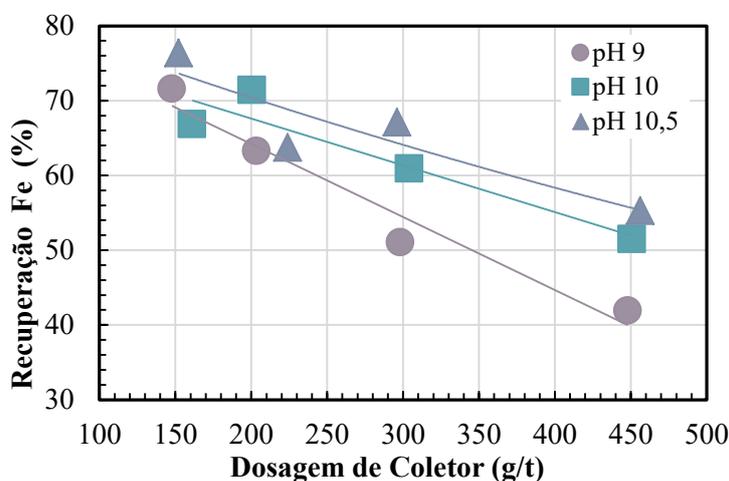
A amostra de lama de minério de ferro apresentou P80 de 32,8  $\mu\text{m}$  e 20% passante em 4,7  $\mu\text{m}$ . A densidade da amostra determinada por picnometria a gás hélio foi de 3,7 g/cm<sup>3</sup>. A amostra analisou os seguintes teores: 46,4% de Fe e 17,7% de SiO<sub>2</sub>. A figura 1 apresenta as curvas de teor versus recuperação de Fe no concentrado e rejeito final de todos os 12 testes realizados.

O teor de Fe no concentrado variou entre 47,8 e 56,2% para recuperações entre 41,9% a 76,4%. No rejeito, o teor de Fe variou entre 23,6 e 58,1%, com recuperações metalúrgicas entre 23,6 e 58,1%.



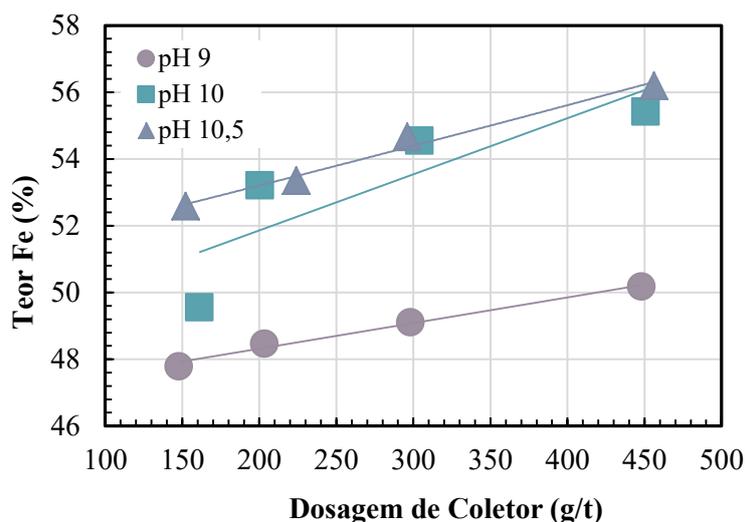
**Figura 1:** Curva de teor versus recuperação de Fe na flotação de lamas.

A Figura 2 apresenta o comportamento da recuperação metalúrgica do Fe mediante a dosagem do coletor Flotador 16939 e a variação do pH. A maior recuperação metalúrgica atingida foi de 76,4%, com a dosagem de 150 g/t no pH de 10,5. Para a dosagem de 200 g/t, a maior recuperação, de 71,4%, foi alcançada com um pH de 10. Em relação às demais dosagens, o pH 10,5 demonstrou superioridade, resultando em de recuperação de 67,1% e 55,3% para as dosagens de 300 g/t e 450 g/t, respectivamente. Os ensaios com pH 10 também apresentaram uma tendência semelhante àqueles realizados com pH 10,5 em termos de recuperação metalúrgica.



**Figura 2:** Efeito do pH sobre a recuperação de Fe nos ensaios e flotação com o coletor Flotador 16939.

Analisando o comportamento do teor de Fe do concentrado rougher (Figura 3) observa-se que para todas as dosagens de coletor testadas os testes com o pH 9 obtiveram resultados entre 47,8% e 50,2% (resultados inferiores comparados aos com as demais faixas de pH). O teor máximo de 56,2% foi alcançado com o pH 10,5 para uma dosagem de 456 g/t. Já os ensaios feitos com pH 10 nas dosagens 200 g/t até 456 g/t apresentaram valores próximos aos alcançados com pH 10,5.



**Figura 3:** Efeito do pH e dosagem de coletor Flotador 16939 sobre o teor de Fe nos ensaios de flotação

O teor de  $\text{SiO}_2$  variou entre 5,1 e 17,1%, sendo os menores valores atingidos nas faixas mais altas de pH. Para o maior teor de Fe o teor de  $\text{SiO}_2$  analisado foi o menor entre os demais (5,1%).

## 5. CONCLUSÕES

A partir deste estudo, constatou-se que, para esta amostra de lama de ferro, o pH 9 apresentou resultados inferiores tanto em teor quanto em recuperação de Fe, comparado aos pH's 10 e 10,5, independentemente da dosagem de coletor. Além disso, observou-se que uma maior dosagem de coletor resultou em teores mais altos de Fe, mas com menor recuperação metalúrgica.

Os resultados indicaram que melhor resultado foi obtido com uma dosagem de coletor de 456 g/t, em pH 10,5. O concentrado *rougher* deste ensaio específico alcançou um teor de Fe de 56,2%, recuperação metalúrgica de Fe de 55,3%, e teor de  $\text{SiO}_2$  de 5,1%. Os baixos teores de Fe no concentrado final podem ser explicados pela grande presença de goethita como o principal portador de Fe ao invés da hematita, principal mineral encontrado nos depósitos brasileiros.

## 6. AGRADECIMENTOS

A autora agradece ao orientador e coorientadora, pela oportunidade e conhecimentos repassados, à equipe envolvida na realização deste projeto, ao CETEM/MCTI pelo suporte para execução deste estudo, e ao CNPq pela bolsa de iniciação científica concedida.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FILIPPOV, L.O.; SEVEROV, V.V.; FILIPPOVA, I.V. An overview of beneficiation of iron ores via reverse cationic flotation. *International Journal of Mineral Processing*. 127. pp 62-69. 2014.

LIMA, N.P.; LIMA, R.M.F. (2019). Influência do tamanho das partículas na flotação de minério de ferro. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(3), 2944-2953.

ROCHA, L.; PERES, A.E.C. Aproveitamento econômico das lamas de ferro. *Rem: Revista Escola de Minas*, [s. l.], vol. 62, n. 3, p. 291-295, 2009.

SANTOS, G.H.; VIEIRA, L.C. (2022). Recovery of ultrafine iron ore particles using flotation. *Minerals*, 12(8), 999.

OLIVEIRA, J.F. Flotação. Setor Mineral: Tendências Tecnológicas. Texto elaborado para o projeto Setor Mineral – Tendências Tecnológicas do Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, 2006.

THELLA, J.S.; MUKHERJEE, A.K.; SRIKAKULAPU, N.G. Processing of high alumina iron ore slimes using classification and flotation. Powder Technology. 217. pp 418-426. 2012

MOREIRA, L.M.; SOUZA, A.V. (2023). Utilization of biosurfactants in the flotation of iron ore fines. Chemical Engineering Journal, 450, 138313.

PEREIRA, J.M.; MOURA, L.R. (2024). Application of polymeric reagents in iron ore flotation. Mineral Processing and Extractive Metallurgy, 130(1), 23-34.