

Análise de fornecedores de amina e amido na flotação catiônica reversa de itabirito compacto

Analysis of amine and starch suppliers in the cationic reverse flotation of compact itabirite

Marina de Menezes Lopes ¹, Thiago Duarte de Figueiredo ¹, Francielle Câmara Nogueira ¹,
Stephânia Consolação Silva Noqueira ¹, Carlos Alberto Pereira ^{1*}

RESUMO

A flotação catiônica reversa é o método mais amplamente utilizado para a concentração de minério de ferro itabirítico de baixo teor. As eteraminas são utilizados como coletores de quartzo nesse processo e amido como depressor da hematita. Por isso, a escolha dos reagentes a serem dosados na planta é importante não apenas para determinar aquele que garante melhor eficiência na concentração, mas determinar um fornecedor que gere menos custos. Este estudo teve como objetivo estudar fornecedores de reagentes amido e amina e determinar quais desses reagentes teve melhor desempenho na flotação de minério itabirítico compacto. A metodologia consiste em utilizar amostras de minério de ferro com teor de 32% Fe, deslamadas e moídas. Cada teste foi realizado com um tipo de amido e um tipo de amina e os resultados foram avaliados através do índice de seletividade (IS) e recuperação metalúrgica. Os resultados indicaram que o amido convencional já utilizado no plano foi melhor e a mistura de mono e diamina e etermonoamina são melhores que as aminas eterdiamina. No caso de diferentes amidos (milho e mandioca), o amido de milho era melhor que o de mandioca. Também foi possível identificar em que dosagens alguns reagentes obtiveram melhores resultados.

Palavras-chave: Flotação; Itabirito; Reagentes.

ABSTRACT

Reverse cationic flotation is the most widely used method for the concentration of low-content itabirite iron ore. Etheramines are used as quartz collectors in this process and starch as a hematite depressor. Therefore, the choice of reagents to be dosed in the plant is important not only to determine the one that ensures better efficiency in concentration, but to determine a supplier that generates less costs. This study aimed to study suppliers of starch and amine reagents and to determine which of these reagents performed best in the flotation of compact itabirite ore. The methodology consists of using iron ore samples with a content of 32% Fe, deslamming and ground. Each test was performed with a starch type and an amine type and the results were evaluated using the selectivity index (S) and metallurgical recovery. The results indicated that the conventional starch already used in the plan was better and the mixture of mono and diamine and ethermonoamine are better than the amines etherdiamine. In the case of different starches (corn and cassava), corn starch was better than cassava. It was also possible to identify at which dosages some reagents obtained better results.

Keywords: Flotation; Itabirite; Reagents.

¹Universidade Federal de Ouro Preto

*E-mail: carlos.ii@ufop.edu.br

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por minério de ferro, impulsionada principalmente por países produtores de aço como a China, leva empresas de todo o mundo a investir em seus projetos e buscar rotas alternativas de beneficiamento e exploração de minérios (SANTANA, 2012). Grande parte das mineradoras de ferro tem investido na recuperação de barragens de rejeitos que muitas vezes têm maior teor de ferro do que seus próprios depósitos minerais. Outros têm investido em pesquisas especialmente no tratamento de minérios no que diz respeito a melhorias nas rotas de processo, novos equipamentos, reagentes e utilização de outras técnicas que proporcionam bom relacionamento CAPEX e OPEX e facilitadores.

Observa-se também que mais minerais têm se concentrado para métodos mais complexos com teores mais baixos. Essa necessidade é explicada pela inovação tecnológica que permite atualmente extrair minérios de baixos teores ou recuperar o rejeito com alto teor de ferro onde em um cenário anterior, não era possível. Além disso, buscamos conciliar preocupações ambientais e sustentabilidade com alta produtividade (PEARSE, 2005).

Dada a extensa revisão bibliográfica da literatura feita e por meio do conhecimento prático em plantas próprias e outras plantas de outras empresas de mineração de ferro, sabe-se que os reagentes amido e amina são aqueles que garantem melhor desempenho no processo de flotação de ferro, independentemente da qualidade do minério, com pequenas exceções (ARAUJO, 2004). A determinação desses reagentes garante uma recuperação metalúrgica e conteúdo de ferro no concentrado esperado.

Este trabalho tem como objetivo estudar os fornecedores de amidos e aminas. A partir disso, saber qual amido e qual amina é ideal nas condições de teste, buscando uma dosagem adequada para permitir, dentro das condições econômicas, gerar um concentrado de qualidade e atender o mercado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Preparação de amostras

As amostras foram inicialmente cominuídas abaixo de 3,35 mm e depois para 0,15mm. Para evitar arraste de finos na flotação foi realizada uma etapa de deslamagem

na qual o underflow prosseguiu para remoagem, até obter um produto com o P80 de 0,044 mm alimentando assim a flotação.

Procedimento Experimental

As principais condições experimentais estão descritas abaixo:

- a) Célula de flotação CDC, rotação de 1300 rpm e Cuba 0,0025 m³;
- b) amostra de minério de 1400 g/teste;
- c) pH de flotação 10,5;
- d) concentração de sólidos em 45%.

Reagentes:

- a) amido gelatinizado na proporção 5:1 (amido/soda) e solução 1% p/v;
- b) aminas na solução de 1% p/v.
- c) modificadores de pH - Soluções NaOH e HCl 5% p/v.
- d) condicionamento: depressor = 5 min, coletor = 1 min.

Tipos de reagentes

Foram testados 9 tipos de amido de milho (4 amidos convencionais e 5 em “grãos”). Além de 8 tipos de amido de mandioca e 5 tipos de aminas (2 etermonoamina, 1 eterdiamina e 2 misturas de mono e diamina).

A escolha dos reagentes listou os fornecedores mais proeminentes do mercado e também, os reagentes que são amplamente utilizados por outras grandes mineradoras de minério de ferro em seus processos de flotação.

Após determinar quais reagentes seriam analisados, foi desenvolvido o próximo passo do teste a ser seguido. Este sistema foi projetado com base no padrão utilizado pela empresa, como descrito aqui através de teste de flotação em bancada que padroniza as etapas rougher, cleaner e scavenger, etapas de adição de reagentes, dosagem de reagente, rotação, porcentagem de sólidos e pH. O objetivo é trazer os resultados das recuperações metalúrgicas e do conteúdo Fe no concentrado para as especificações de recuperação e o conteúdo da rota em escala piloto. Qualquer teste de flotação a ser desenvolvido para a verificação de algum parâmetro deve ser testado mais adiante através do teste de padrão, pois indicará os resultados esperados na planta piloto e posteriormente em escala industrial. Embora o padrão a ser obtido por etapas rougher, cleaner e scavenger, os

testes para avaliação de reagentes foram realizados apenas por um simples estágio mais áspero, considerando-o suficiente para a análise de parâmetros de recuperação de ferro, teor de ferro e Índice de Seletividade (IS).

Amostras estudadas

Foram analisadas amostras de diferentes áreas da mina, obtidas através de furos de broca de diamante. São amostras representativas, o que reduz as incertezas sobre o comportamento dos minerais compactos presentes na mina quando submetidos a processos de cominuição e concentração. Além disso, são amostras que representam as litologias que efetivamente compõem o ROM.

Esse estudo foi voltado para amostras de teor de itabirito compacto de 32% de Fe.

Testes com amidos

Os primeiros testes foram para avaliar os amidos. Uma primeira análise foi realizada variando a dosagem do amido Flotamil, considerado convencional, juntamente com a amina EDA na dosagem de 100g/t. Escolheu-se essa dosagem de amina pois em testes anteriores obteve melhores resultados.

Em uma segunda análise, diferentes amidos foram testados na melhor dosagem encontrada na análise anterior. Os melhores resultados indicaram 500 g/t de amido e 100g/t de amina EDA convencional.

Amido Flotamil em diferentes dosagens + Amina EDA a 100 g/t

Para os testes de flotação com o minério em questão, utiliza-se os reagentes amido e amina nas dosagens de 500g/t e 100 g/t, respectivamente. Assim, variou-se tais dosagens em uma faixa que compreende tais valores. A princípio fixou-se a dosagem de 100g/t de amina, e variou-se o amido em 300, 400, 500, 600 e 700 g/t para determinar a melhor dosagem do amido convencional, e posteriormente adotá-lo como dosagem padrão para avaliar o desempenho de vários tipos de amido de diferentes fornecedores.

Testes com aminas

Testes com aminas seguiram o mesmo raciocínio de amidos. Foi realizada uma primeira análise variando a dosagem da amina EDA convencional e fixando a dosagem

do amido Flotamil em 500 g/t, com o objetivo de determinar uma melhor dosagem da amina para testes futuros realizados com aminas de diferentes fornecedores.

Diferentes aminas fixadas em 100 g/t + Amido Flotamil fixada a 500 g/to

De acordo com os testes acima, verificou-se que a melhor dosagem para aminas é de 100 g/tonelada. Assim, justifica-se novamente as quantidades de amina e amido em 100 g/ton e 500 g/tonelada, respectivamente. Assim, varia-se apenas fornecedores de amina diferentes, a fim de verificar seu desempenho com o amido convencional Flotamil.

Amidos diferentes com Aminas diferentes

Utilizando como referência o índice de seletividade (IS) e a recuperação de ferro (Rec. Fe), os resultados das análises com diferentes amidos permitiram separá-los em dois grupos para o desempenho:

Grupo 1 - amidos que tiveram desempenho (IS, Rec. Fe) igual ou melhor que amido convencional.

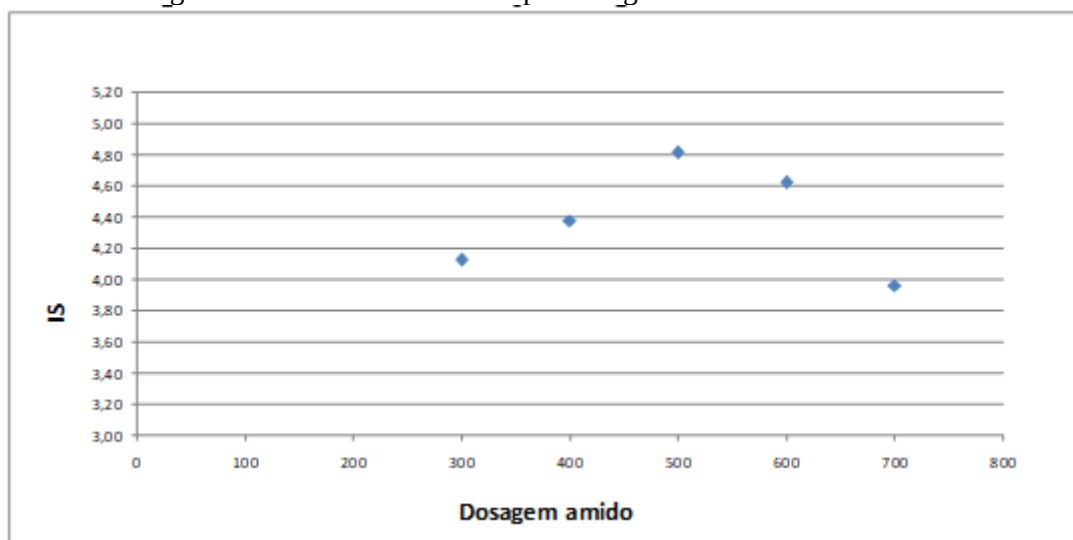
Grupo 2 - amidos que tiveram desempenho próximo do amido convencional.

Logo, outros testes realizados foram iniciados pela interação entre esses grupos com as aminas de diferentes fornecedores. A dosagem adotada foi de 500 g/t e 100 g/t para amidos e aminas, respectivamente, uma vez que os outros testes comprovaram tais dosagens como as melhores.

RESULTADOS

O gráfico da Figura 1 mostra que na dosagem de 100 g/t de amina, obtém maior índice de seletividade com amido na dosagem de 500 g/t. As doses acima ou abaixo não atendem tão bem a este parâmetro.

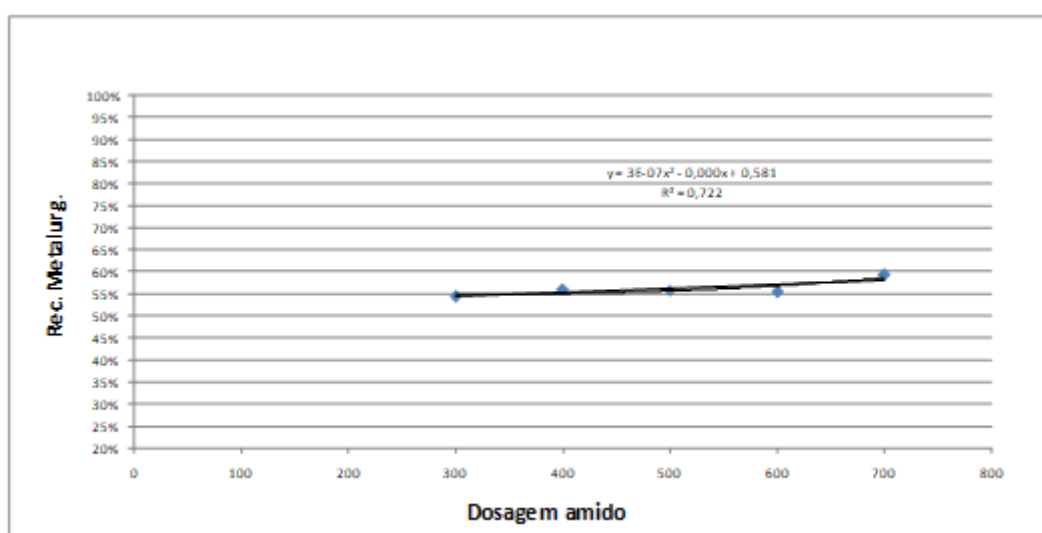
Figura 1: Índice de seletividade por dosagem de amido convencional



Fonte: Os autores

Observa-se na Figura 2 que a recuperação metalúrgica do ferro não varia significativamente para dosagem variando de 300 e 400 g/t. Portanto, com uma dosagem de 500 g/t de amido, é possível obter um IS e recuperação metalúrgica considerável sem um gasto excessivo de reagente. Assim, foi adotada como uma dose fixa de amido a 500 g/t para a implementação dos testes.

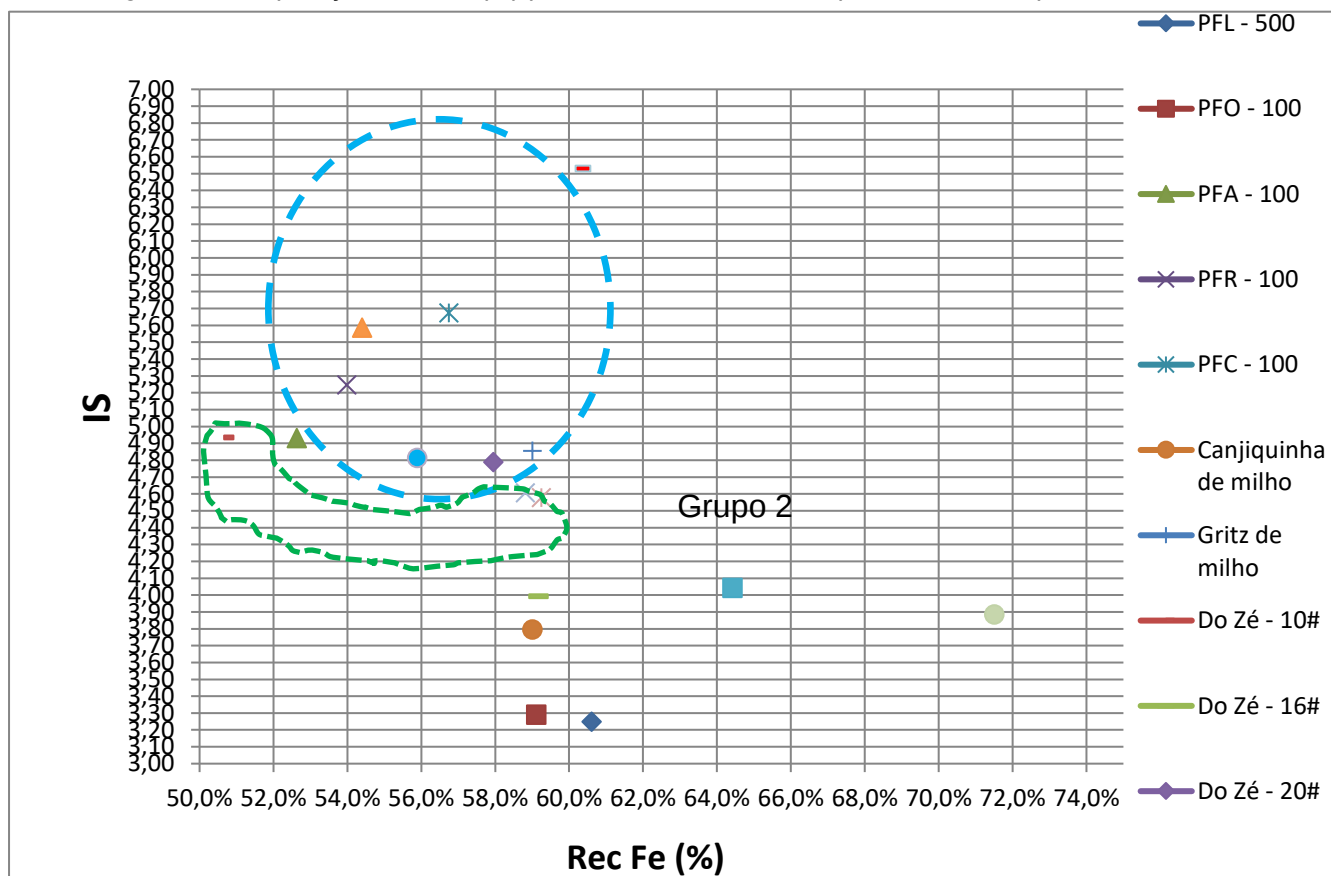
Figura 2: % Recuperação metálica do ferro por dosagem de amido



Fonte: Os autores

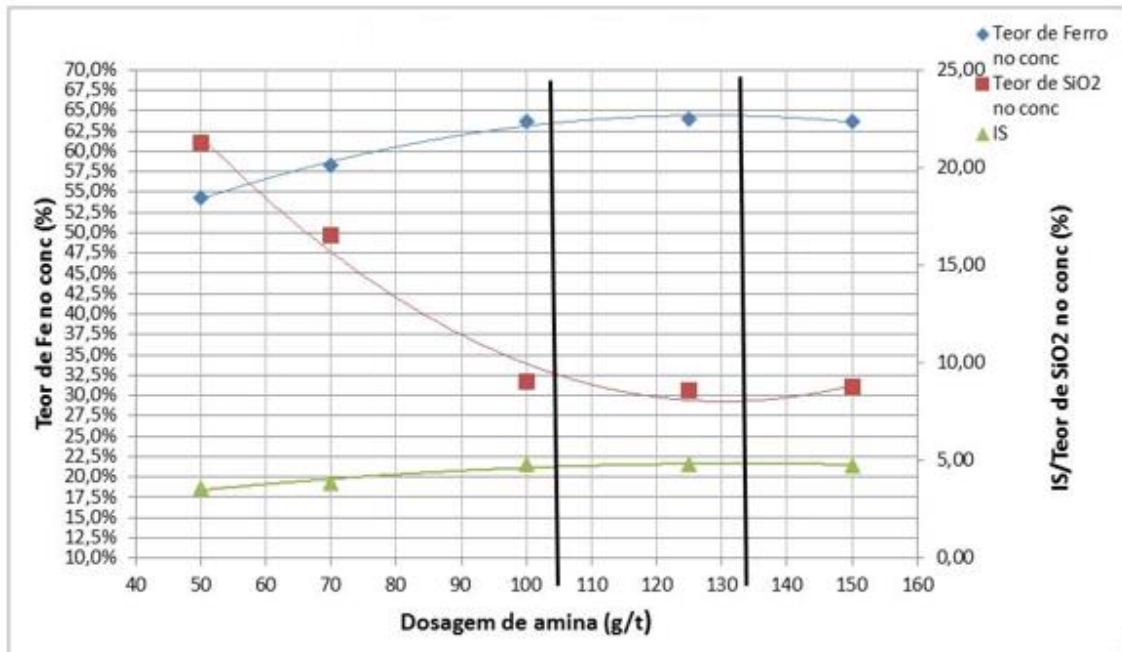
A Figura 3 mostra a interação de diferentes amidos com amina convencional mostrando dois grupos diferentes, nos quais o grupo 1 foi considerado o melhor desempenho.

Figura 3: Recuperação de ferro (%) por índice de seletividade para diferentes tipos de amido.



No caso de testes que variam a dosagem da amina convencional, não houve ganhos significativos no teor de ferro no concentrado para doses acima de 100 g/t. Por isso foi adotado essa dosagem para as aminas, como mostrado na Figura 4.

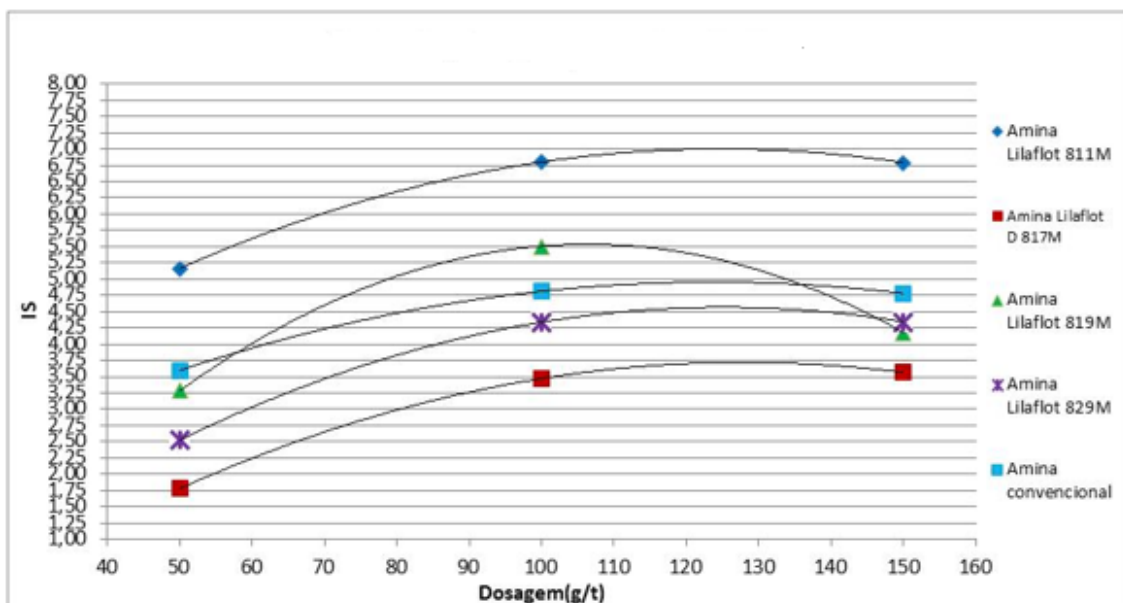
Figura 4: Dosagem de amina convencional por % Fe no concentrado



Fonte: Os autores

No caso de diferentes aminas os melhores foram Lilaflot 819 M (mix de mono e diamina) e 811M, que é etermonoamina, como mostrado na Figura 5. Para que outras aminas alcancem resultados semelhantes, é preciso aumentar a dosagem delas, o que não se justifica.

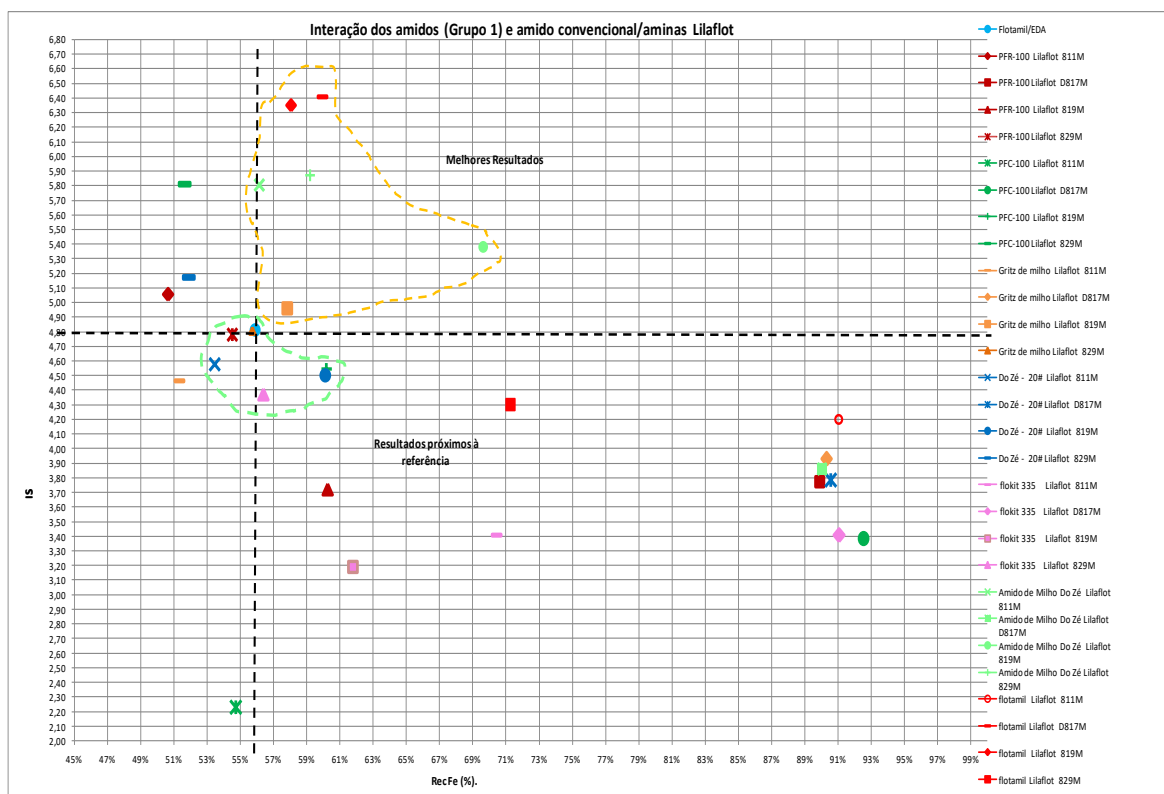
Figura 5: Variação da dosage das aminas



Fonte: Os autores

A Figura 6 mostra graficamente os melhores resultados do grupo de interação 1 de amidos com diferentes aminas e o par de amina convencional e amido tomado como referência.

Figura 6: Recuperação metálica de ferro pelo índice se seletividade



Fonte: Os autores

CONCLUSÃO

Testes com aminas na dosagem de 100 g/t (Lilafлот 819m, 811M e 829M, e D817) e amido convencional indicaram que as misturas de mono e diamina (819m) e etermonoamina (811M) tiveram melhores resultados.

Com o aumento da dosagem da amina Lilafлот D817 de 100 g/t para 150 g/t tem sido uma pequena melhoria no desempenho do reagente, mas não atinge os parâmetros esperados para amina convencional. Quanto à amina 829M em uma dosagem de 130 g/t é possível alcançar os parâmetros. No entanto, é desinteressante gastar mais reagente para obter performances idênticas do que outras aminas alcançadas em uma dosagem menor.

Foi possível identificar através de testes de bancada outras possibilidades de combinações de reagentes que substituem o considerado amido convencional (Flotamil 75 e amina EDA), sem perda de qualidade e desempenho metalúrgico.

Em relação ao tipo de amido, os melhores resultados foram obtidos por amidos de milho, em comparação com o amido de mandioca.

AGRADECIMENTOS

Fundação Gorceix, Novelis, FAPEMIG, Universidade Federal de Ouro Preto, CAPES e CNPq.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. C.; VIANA, P. R. M.; PERES, A. E. C.; Reagents in iron ores flotation. In: Minerals Engineering, v. 8, p. 219-224, 2004.

PEARSE, M. J.; An overview of the use of chemical reagents in mineral processing. Minerals Engineering, vol.18, p.139-149, 2005.

SANTANA, P. P.; Flotação direta de minério de ferro itabirítico. [Dissertação de mestrado], Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2012.

Recebido em: 30/04/2022

Aprovado em: 25/05/2022

Publicado em: 01/06/2022