

Testes industriais com o uso de uma fécula de mandioca de baixo custo na flotação reversa de minério de ferro

Gustavo Henrique Silva Barbosa ¹ Daniel Henrique Sales ² Karina Gabriele Freitas e Costa ² André Carlos Silva ^{3*} Elenice Maria Schons Silva ³ 

Resumo

A flotação é um processo amplamente utilizado na concentração do minério de ferro e os trabalhos para busca de redução dos custos e aumento da produtividade vêm se tornando requisitos mínimos no mercado, onde também são observadas alternativas mais eficientes e sustentáveis para o processo de concentração mineral. O uso de depressores baseados em amido na flotação de minério de ferro proporciona ganhos significativos na seletividade e recuperação do mesmo. A fécula de mandioca tem como principal vantagem o seu baixo custo quando comparada a outros depressores. Este estudo analisou os ganhos da substituição da fécula de mandioca adotada industrial por uma mineradora localizada no Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais por outra de menor custo. Foram realizados testes de flotação com amostras de minério de ferro em escala de bancada (etapas *rougher*, *cleaner* e *re-cleaner*) e industrial. A dosagem de depressor empregada nos testes foi de 750 g/t e pH 9,8. Como coletor foi utilizada uma amina graxa (Flotigam 7100, fornecida pela Clariant). Os teores médios no concentrado nos testes em escala de bancada foram de $91,94 \pm 0,29\%$ e $2,78 \pm 0,34\%$ para Fe_2O_3 e SiO_2 , respectivamente. A substituição da fécula em escala industrial permitiu uma redução na dosagem do depressor de 695,5 g/t para 596 g/t, gerando uma redução de 14,31% no consumo de fécula de mandioca e uma redução de 26,47% no custo com este insumo.

Palavras-chave: Minério de Ferro; Flotação; Depressor; Fécula de Mandioca.

Industrial tests using a low-cost cassava starch in the reverse flotation of iron ore

Abstract

Flotation is a widely used process for concentrating iron ore and works to reduce costs and increase productivity have become minimum requirements in the market, where more efficient and sustainable alternatives for the mineral concentration process are also observed. The use of starch-based depressants in iron ore flotation provides significant gains in selectivity and recovery. Cassava starch has the main advantage of being low cost when compared to other depressants. This study analyzed the gains from replacing the cassava starch used industrially by a mining company located in the Iron Quadrangle in Minas Gerais with a cheaper one. Flotation tests were performed with iron ore samples on bench (rougher, cleaner and re-cleaner stages) and industrial scale. The depressant dosage used in the tests was 750 g/t and pH 9.8. A fatty amine (Flotigam 7100, supplied by Clariant) was used as collector. The average concentrate contents in bench-scale tests were $91.94 \pm 0.29\%$ and $2.78 \pm 0.34\%$ for Fe_2O_3 and SiO_2 , respectively. The replacement of starch on an industrial scale allowed a reduction in the depressant dosage from 695.5 g/t to 596 g/t, generating a 14.31% reduction in cassava starch consumption and a 26.47% reduction in the cost of this input.

Keywords: Iron Ore; Flotation; Depressant; Cassava Starch.

¹Curso de Especialização em Tratamento de Minérios, Universidade Federal de Catalão, UFCAT, Catalão, GO, Brasil.

²Mineração Usiminas, Musa, Itatiaiuçu, MG, Brasil.

³Curso de Especialização em Tratamento de Minérios, Laboratório de Modelamento e Pesquisa em Processamento Mineral, LaMPPMin, Universidade Federal de Catalão, UFCAT, Catalão, GO, Brasil.

* Autor correspondente: ancarsil@ufcat.edu.br

E-mails: gustavo.b@usiminas.com; daniel.sales@usiminas.com; karine.andrade@usiminas.com; eschons@ufcat.edu.br



1 Introdução

O minério de ferro é uma *commodity* de extrema importância para a economia global, servindo como a principal matéria-prima na produção de aço, essencial para diversas indústrias, como construção civil, automobilística e infraestrutura. Sua extração e exportação movimentam economias de países ricos em recursos naturais, contribuindo para o desenvolvimento econômico e a geração de empregos. Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração [1] as exportações minerais totalizaram cerca de 400 Mt em 2024, o que representa aumento de 2,6% em relação a 2023, com receita de US\$ 43,4 bilhões (quase 1% a mais do que em 2023). O minério de ferro foi responsável por 68,7% das exportações em 2024. Além disso, o minério de ferro desempenha um papel crucial para a manutenção da vida moderna, uma vez que este é matéria prima para a fabricação do aço, um material reciclável e durável, fundamental para a construção de estruturas que suportam tecnologias de energias renováveis. Assim, a demanda contínua e crescente por minério de ferro reflete não apenas sua relevância econômica, mas também seu impacto na sustentabilidade e na inovação industrial [2].

O processamento do minério de ferro é uma etapa fundamental na sua transformação em um produto comercializável e um dos métodos mais eficientes utilizados é a flotação. Segundo Viana [3], este método vem ampliando aceleradamente sua participação como o método de concentração mais usado para minério de ferro de baixo teor, devido principalmente à sua comprovada seletividade e à ampla faixa de granulometrias e teores de que este se aplica. Esse processo envolve a separação dos óxidos de ferro das impurezas através da adição de um reagente químico responsável por tornar a superfície das partículas minerais hidrofóbicas (denominado coletor), as quais se ligam às bolhas de ar. No caso do minério de ferro, realiza-se a chamada flotação reversa, em que os minerais de ganga aderem às bolhas e flutam, enquanto o mineral de interesse (tipicamente a hematita) é afundado.

Segundo Houot [4], este sistema de flotação começou a ser utilizada nos anos 60 e usa amina como coletor da ganga silicatada, sendo hoje uma técnica mundialmente consolidada para partículas minerais na faixa de 10 a 250 μm . De acordo com Santana [5], no passado a flotação direta de minérios de ferro era realizada usando sulfonato de petróleo em conjunto com óleo combustível, ácidos graxos e hidroxamatos como coletores. A flotação permite uma maior recuperação do minério, aumentando o teor de ferro no concentrado, sendo este processo especialmente útil para minérios de ferro que contêm uma alta proporção de minerais não ferrosos.

Dentre os reagentes empregados na flotação, os coletores têm a função de tornar as partículas hidrofóbicas, enquanto os depressores são adicionados aos processos visando manter os minerais que não se deseja flotar hidrofílicos. A escolha cuidadosa do tipo e da dosagem adequada desses reagentes é crucial, pois impactam diretamente na eficiência

do processo, na recuperação do minério e na sustentabilidade ambiental da operação. No Brasil, utiliza-se amplamente amido de milho como depressor dos óxidos de ferro. Porém, outras fontes de amido podem ser empregadas, tais como o amido de mandioca, de sorgo e de milho, sendo estes mais seletivos que o amido de milho em alguns casos [6].

O objetivo desse trabalho foi analisar a eficiência de uma fécula de mandioca de um novo fornecedor em relação à atualmente empregada na flotação de minério de ferro de uma empresa localizada na Serra Azul (chamada de Serra das Farofas ou Serra do Itatiaiuçu), Quadrilátero Ferrífero, com foco no aumento do teor de Fe no concentrado e na redução de custos operacionais. A empresa está situada na porção oeste do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais.

2 Materiais e métodos

2.1 Testes de flotação em escala de bancada

Testes de flotação em escala de bancada e industrial foram realizados empregando-se amostras de minério de ferro de uma mineradora da região do Quadrilátero Ferrífero, MG. Para os testes laboratoriais foram coletados 60 kg de minério de ferro na forma de polpa, após a etapa da moagem e antes da etapa do condicionamento para a flotação. As amostras foram secas em estufa (100 °C por 24 h), homogeneizadas e quarteadas utilizando-se quarteador do tipo Jones, gerando alíquotas com massa de aproximadamente 880 g. Os testes de flotação foram realizados em uma célula mecânica de bancada, modelo D12 da Darma-Denver, em três etapas (*rougher*, *cleaner* e *re-cleaner*). Como coletor foi utilizada uma amina graxa (Flotigam 7100, fornecida pela Clariant) e o controle do pH foi realizado com o uso NaOH. Como depressor empregou-se a nova fécula de mandioca, denominada fécula 2. A Tabela 1 apresenta as condições operacionais empregadas nos testes realizados em escala de laboratório. Desta forma, o teste em escala de bancada foi feito em quintuplicata. Destaca-se que os valores adotados foram escolhidos de modo a replicar as condições adotadas na empresa. Alíquotas da alimentação e dos produtos da flotação foram analisados quimicamente usando um espectrômetro de fluorescência de raios X (FRX) modelo

Tabela 1. Condições operacionais empregadas nos testes laboratoriais

Variável	Valor
Concentração da solução coletora (%)	2
Dosagem do coletor (g/t)	45
Tempo de condicionamento do coletor (min)	1
Concentração da solução depressora (%)	4
Dosagem do depressor (g/t)	750
Tempo de condicionamento do depressor (min)	5
pH da flotação	9,8
Velocidade de rotação do impelidor (rpm)	948
Tempo de flotação	5'20"
Volume da cuba (L)	1,5

AXIOS SAST/MINERALES operando com pastilha fundida. A fim de que o concentrado final de minério de ferro atenda às especificações desejadas de venda é necessário que o mesmo possua teor de Fe_2O_3 maior ou igual a 91,17% (equivalente a um teor de Fe de 63,77%), com recuperação metalúrgica de Fe_2O_3 superior a 78,20%, sendo estes resultados possíveis de obtenção com a fécula 1. O índice de seletividade de Gaudin, ou IS, foi usado para avaliar a seletividade da flotação, sendo que este índice usualmente varia entre 4 e 40 [7]. O IS, apresentado na Equação 1, é dado por:

$$IS = \sqrt{\frac{R_{Fe_2O_3} * J_{SiO_2}}{R_{SiO_2} * J_{Fe_2O_3}}} = \sqrt{\frac{c_{Fe_2O_3} * r_{SiO_2}}{r_{Fe_2O_3} * c_{SiO_2}}} \quad (1)$$

Onde $R_{Fe_2O_3}$, R_{SiO_2} são as recuperações metalúrgicas de Fe_2O_3 e SiO_2 ; J_{SiO_2} e $J_{Fe_2O_3}$ são as rejeições metalúrgicas de Fe_2O_3 e SiO_2 ; c e r são os teores no concentrado e no rejeito.

2.1 Testes de flotação em escala de industrial

A fécula de mandioca foi fornecida em *bags* de 1,2 t, totalizando 230 t, para realização dos testes industriais. Durante o período da realização dos testes adotou-se a concentração da solução de depressor de 4% v/v.

A fécula foi gelatinizada em um silo metálico dotado de um alimentador de correia com dosador de rosca, sendo então direcionada para um tanque, onde ocorreu a sua hidratação. Em seguida, adicionou-se NaOH a uma concentração de 10% v/v, ocorrendo a gelatinização da fécula. O coletor empregado, bem como a sua dosagem, foram os mesmos dos testes laboratoriais. O circuito industrial compreendeu apenas a etapa *rougher*. A dosagem empregada do depressor foi de 750 g/t e o pH de 9,8. As coletas das amostras para análise química por FRX) foram realizadas através de amostradores automáticos. Os testes foram realizados no período de 01/01/2023 a 31/07/2023 para a fécula 1 e de 01/08/2023 a 30/12/2024 para a fécula 2.

3 Resultados

A Figura 1 apresenta as análises químicas da alimentação e dos produtos dos testes de flotação em escala de bancada, sendo que os teores médios de Fe_2O_3 e de SiO_2 na alimentação eram de $55,56 \pm 1,02\%$ e $40,52 \pm 1,06\%$, respectivamente. Nota-se que as amostras possuíam teores de Fe_2O_3 baixo quando comparadas a outros depósitos de minério de ferro do Quadrilátero Ferrífero. Fortes [8] trabalhou com amostras da Mina de Vargem Grande, da Vale S.A., com teor de Fe_2O_3 de 88,41% e SiO_2 de 9,20%. Maeda [9] reportou teores de Fe_2O_3 de 93,07% e de SiO_2 de 65,10% para amostras da mesma mina. Lima et al. [10] caracterizaram amostras de quatro depósitos de minério de ferro da Vale S.A., todos localizados no Quadrilátero Ferrífero. Os resultados obtidos pelos autores foram semelhantes às amostras testadas, sendo que o depósito Jangada apresentou teores de 57,30% de Fe_2O_3 e 42,18% de SiO_2 , João Pereira 48,52% de Fe_2O_3 e

50,65% de SiO_2 , Fábrica Nova 44,96% de Fe_2O_3 e 52,35% de SiO_2 , e Serra Serpentina 49,55% de Fe_2O_3 e 49,04% de SiO_2 . Santana [5], por outro lado, realizou testes de flotação com amostras de itabirito pobre do quadrilátero ferrífero com teor de Fe_2O_3 de 36,86% e de SiO_2 de 60,33%.

É possível notar que em todos os cinco testes produziram concentrados com teor de Fe_2O_3 acima da meta preestabelecida de 91,17% (média de $91,94 \pm 0,29\%$), com teor médio de SiO_2 de $2,78 \pm 0,34\%$. Lima et al. [10] obtiveram resultados ligeiramente superiores para os minérios de Jangada (93,04% de Fe_2O_3 e 6,54% de SiO_2), João Pereira (94,05% e 4,66%), Fábrica Nova (91,06% e 3,93%) e Serra Serpentina (94,95% e 3,88%). Rocha et al. [11] avaliaram a ação depressora de fubás de milho (Flotamil75 e Flokit415) e farinhas de mandioca (FF01 e FF73). Segundo os autores a farinha de mandioca FF73 apresentou o melhor desempenho na flotação de minério de ferro, com recuperação metalúrgica de 75,88% e teor de SiO_2 de 2,24% no concentrado, resultado similar ao encontrado no presente trabalho.

No tocante à recuperação metalúrgica apenas o teste 1 ficou abaixo da meta de recuperação metalúrgica mínima de 78,20% (média de $79,49 \pm 2,40\%$), como pode ser visto na Figura 2. Lima et al. [10] obtiveram recuperações

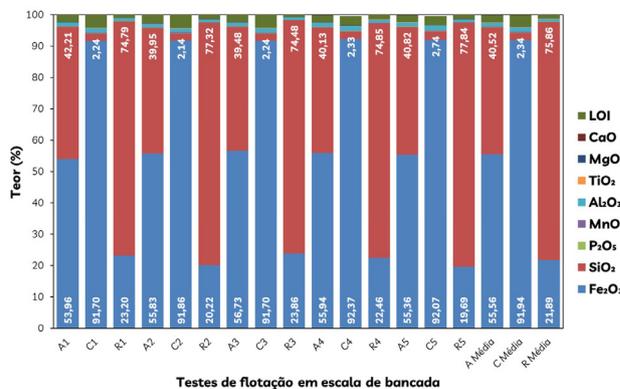


Figura 1. Análises químicas dos óxidos majoritários presentes na alimentação dos testes de flotação em escala de bancada (onde A = alimentação, C = concentrado e R = rejeito).

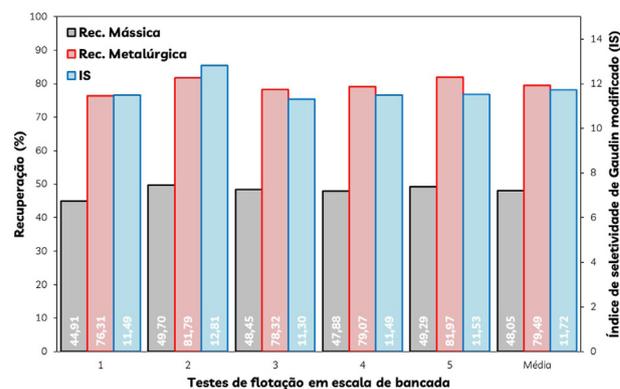


Figura 2. Recuperações mássica e metalúrgica de Fe_2O_3 e Índice de Seletividade de Gaudin para os testes de flotação em escala de bancada.

metalúrgicas menores para os maiores teores de Fe_2O_3 no concentrado (61,865% para o minério de Jangada, 77,150% para João Pereira, 56,795% para Fábrica Nova e 78,595% para Serra Serpentina). Maeda [9], por outro lado, obteve recuperações metalúrgicas para Fe_2O_3 acima de 95% para o minério da Mina de Vargem Grande. Contudo, a autora obteve baixos Índices de seletividade de Gaudin em seus resultados, chegando a valores próximos a 1, obtendo IS de 12,92 em apenas um teste de flotação, usando o 700 g/t de um depressor alternativo denominado NDP (94,95% de Fe_2O_3 e 5,79% de SiO_2). O Índice de seletividade de Gaudin médio obtidos nos testes com a fécula 2 foi de $11,72 \pm 0,61$. A recuperação mássica média nos testes foi de $48,05 \pm 1,89\%$.

De posse dos resultados dos testes de flotação em escala de bancada foram realizados testes em escala industrial. As Figuras 3 e 4 apresentam histogramas de frequência dos teores de Fe_2O_3 na alimentação da flotação industrial e no concentrado, respectivamente, para as duas féculas testadas. Os gráficos referentes à fécula 1 foram plotados

com 2389 (de 01/01/2023 até 31/07/2023) observações e os gráficos da fécula 2 com 5770 observações (de 01/08/2023 a 30/12/2024).

O teor médio de Fe_2O_3 na alimentação da flotação industrial para os testes com a fécula 1 foi de $58,00 \pm 7,74\%$ e de $49,63 \pm 6,33\%$ para a fécula 2. Desta forma, os testes industriais com a fécula 2 foram realizados com teores de Fe_2O_3 menores não só que os testes com a fécula 1, mas também que os testes em escala de bancada.

Um teste ANOVA foi realizado adotando nível de significância (α) de 5% com os resultados obtidos. O valor-p obtido foi 0 ($F = 2581,04$ e $F_{\text{critico}} = 3,84$), sendo este menor que o nível de significância, deve-se rejeitar a hipótese nula e concluir que existem diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos grupos de dados das duas féculas.

Contudo, o teor médio de Fe_2O_3 no concentrado foi maior com a fécula 2 ($91,02 \pm 1,83\%$) do que com a fécula 1 ($90,17 \pm 1,35\%$). Os resultados médios obtidos com a

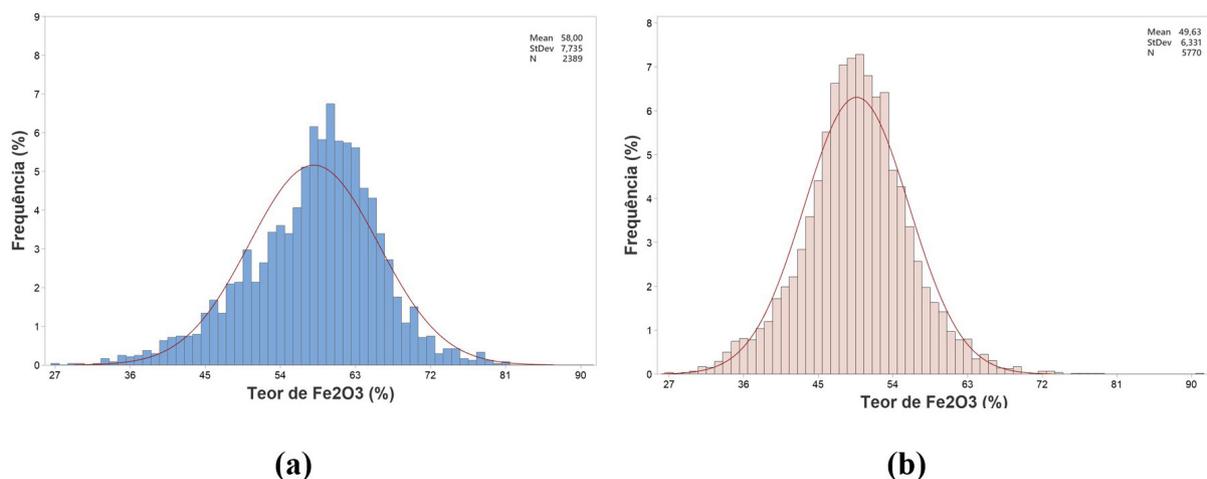


Figura 3. Teor de Fe_2O_3 na alimentação da flotação industrial para (a) fécula 1 e (b) para a fécula 2.

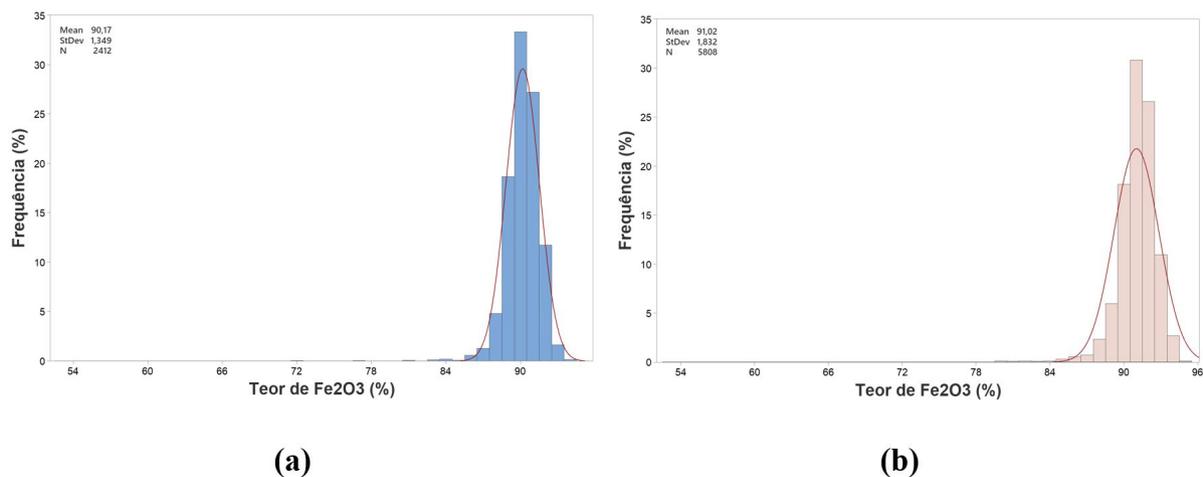


Figura 4. Teor de Fe_2O_3 no concentrado nos testes industriais para (a) fécula 1 e (b) para a fécula 2.

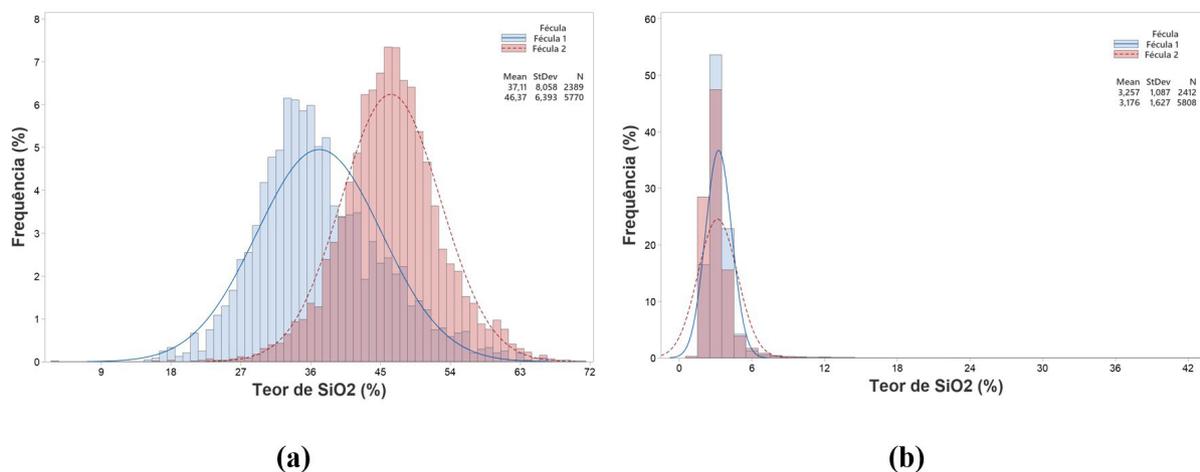


Figura 5. Teor de SiO₂ na (a) alimentação e (b) no concentrado para as féculas testadas.

fécula 2 em escala industrial foram aderentes aos resultados obtidos em escala de bancada. Um novo teste ANOVA foi realizado com os dados do concentrado e o valor-p obtido foi 4,80E-91 ($F = 419,86$ e $F_{crítico} = 3,84$), indicando novamente que existem diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos grupos de dados.

A Figura 5 apresenta os resultados obtidos para o teor de SiO₂ nos testes industriais. Nota-se que, como esperado, os teores médios de SiO₂ na alimentação da flotação foram maiores para os testes com a fécula 2 ($46,37 \pm 6,39\%$) que para a fécula 1. Já no concentrado, o uso da fécula 2 resultou em teores médios mais baixos de SiO₂ ($3,18 \pm 1,63\%$) que a fécula 1. Contudo, o teor médio de SiO₂ no concentrado foi 35,9% superior ao obtido nos testes em escala de bancada. Os resultados do teste ANOVA indicaram que existem diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos testes industriais com as féculas 1 e 2 (valor-P = 0,025).

As cartas de controle dos teores de Fe₂O₃ e SiO₂ no concentrado para as duas féculas podem ser vistas nas Figuras 6 e 7.

Observa-se uma oscilação nos teores Fe₂O₃ no concentrado.

Isto se deve ao fato de que a alimentação do circuito de flotação ser proveniente de três frentes de lavra, que compõem a alimentação da usina em proporções variáveis, resultando assim em oscilações no processo. Contudo, nenhum outlier foi removido nesta análise.

A Figura 8 apresenta uma carta controle do P, um dos principais contaminantes presentes no minério de ferro, uma vez que altos teores de P no minério de ferro tornam o aço feito com o mesmo frágil e fraturado. Desta forma, o teor deste contaminante afeta diretamente o valor de venda do minério de ferro. Os resultados obtidos com a fécula 2 foram superiores aos obtidos com a fécula 1, com teor médio de P de $0,08 \pm 0,01\%$. Contudo Pereira [12] afirma que os teores de P no pellet feed deve ser menor que 0,018%.

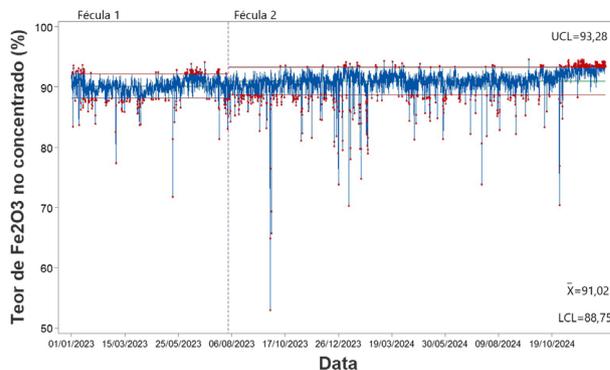


Figura 6. Carta controle do teor de Fe₂O₃ no concentrado para as duas féculas.

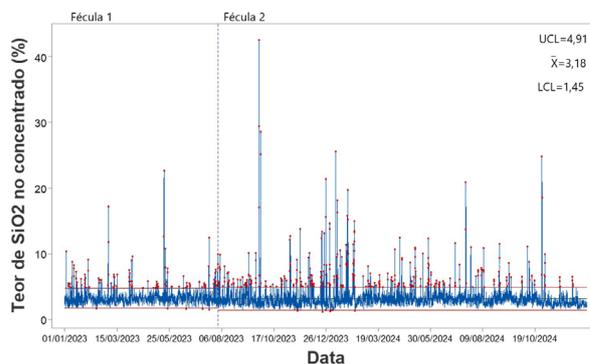


Figura 7. Carta controle do teor de SiO₂ no concentrado para as duas féculas.

A Figura 9 apresenta o consumo específico e preço de venda (R\$/kg) médio mensal das duas féculas de mandioca testadas no ano de 2023.

Nota-se que o consumo específico deste depressor foi reduzido de 695,5 g/t para a fécula 1 (01/2023) para

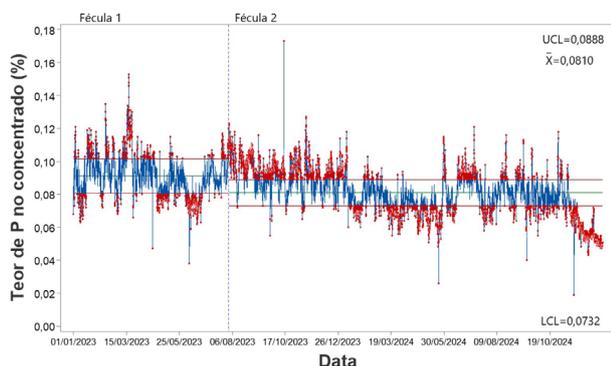


Figura 8. Carta controle do teor de P no concentrado para as duas féculas.

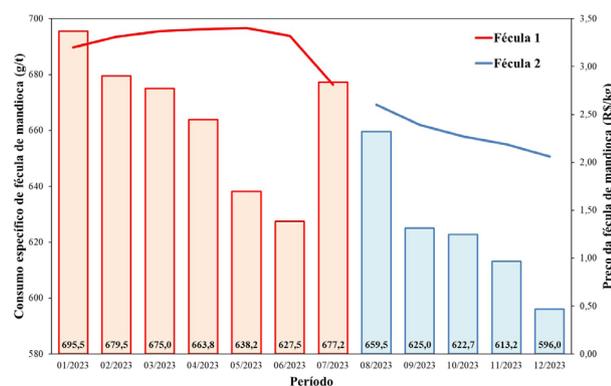


Figura 9. Consumo específico e preço de venda (R\$/kg) médio mensal das duas féculas de mandioca (Ano base 2023).

596 g/t para a fécula 2 (12/2023), gerando uma redução de 14,31% no consumo de fécula de mandioca. No que tange ao custo das féculas, no ano de 2023 a fécula 2 foi adquirida com um custo médio 26,47% menor que a fécula

1. Tais resultados demonstram que a fécula 2, além de mais barata, apresenta performance mais alta na flotação reversa de minério de ferro.

4 Conclusões

Testes de flotação com amostras de minério de ferro do quadrilátero ferrífero foram realizados em escala de bancada. Os resultados obtidos motivaram a realização de testes em escala industrial, sendo que estes foram monitorados por um período de 18 meses e comparados com os 6 meses anteriores, trabalhando com a fécula de maior custo de aquisição. A aplicação de uma fécula de mandioca de baixo custo na flotação reversa de minério de ferro revelou ganhos significativos, tanto em termos do custo de aquisição da mesma, quanto ganhos nos teores e recuperações, o que levou à redução da dosagem do depressor. A implementação das novas medidas de redução de custo, incluindo a negociação com um fornecedor mais vantajoso e a otimização da dosagem, resultou em uma economia financeira média de 26,47%. Estes resultados ressaltam a importância da fécula de mandioca como uma alternativa eficiente e sustentável para a flotação reversa de minério de ferro, contribuindo para a evolução tecnológica e econômica da indústria mineral.

Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa pela realização desta pesquisa, ao Curso de Especialização em Tratamento de Minerais da Universidade Federal de Catalão pelo conhecimento transmitido, e às agências de fomento FAPEG, CAPES e CNPq pelo apoio financeiro concedido aos pesquisadores do LaMPPMin.

Referências

- 1 Instituto Brasileiro de Mineração [Internet]. Mineração respondeu por 47% do saldo da balança comercial em 2024, mas encara novo imposto na fase final da reforma tributária. Brasília: IBRAM; 2025 [atualizada em 5 fev. 25; acesso em 23 fev. 2025]. Disponível em: https://ibram.org.br/noticia/desempenho_da_mineracao_2024
- 2 Wanderley LJ, Mansur MS, Milanez B, Pinto RG. Desastre da Samarco/Vale/BHP no Vale do Rio Doce: aspectos econômicos, políticos e socio ambientais. *Ciência e Cultura*. 2016;68(3):30-35. <http://doi.org/10.21800/2317-66602016000300011>.
- 3 Viana PRM. Prática industrial na indústria de minério de ferro. In: Viana, PRM. Apostila de tratamento de minérios. Belo Horizonte: Editora da UFMG; 2004. p. 205-225.
- 4 Houot R. Beneficiation of iron ore by flotation - Review of industrial and potential applications. *International Journal of Mineral Processing*. 1983;10(3):183-204. [http://doi.org/10.1016/0301-7516\(83\)90010-8](http://doi.org/10.1016/0301-7516(83)90010-8).
- 5 Santana PP. Flotação direta de minério de ferro itabirítico [dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2012.
- 6 Silva AC, Sousa DN, Silva EMS. Hematite and quartz microflotation using millet starch as depressant. *REM - International Engineering Journal*. 2021;74(1):107-116. <http://doi.org/10.1590/0370-44672020740090>.

- 7 Valadão GES, Araújo AC. Introdução ao tratamento de minérios. Belo Horizonte: Editora da UFMG; 2007.
- 8 Fortes FF. Aplicabilidade da atrição do minério de ferro na flotação [monografia de pós-graduação]. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto; 2010.
- 9 Maeda JMM. Estudo de caracterização mineral e de reagentes na flotação de minério de ferro [trabalho de conclusão de curso]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2014.
- 10 Lima RMF, Lopes GM, Gontijo CF. Aspectos mineralógicos, físicos e químicos na flotação catiônica inversa de minérios de ferro de baixos teores, do Quadrilátero Ferrífero-MG. *Tecnologica em Metalurgia, Materiais e Mineração*. 2011;8(2):126-131. <http://doi.org/10.4322/tmm.2011.020>.
- 11 Rocha GM, Machado NRS, Santos BT, Clerici MTPS, Pereira CA. Caracterização tecnológica e avaliação de depressores na flotação de rejeito de minério de ferro. *Tecnologica em Metalurgia, Materiais e Mineração*. 2019;16(1):68-74. <http://doi.org/10.4322/2176-1523.20191637>.
- 12 Pereira LHCS. Considerações sobre o processo de beneficiamento de minério de ferro: beneficiamento, pelotização e análise online de teores [monografia de pós-graduação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2013.

Recebido: 24 Fev. 2025

Aceito: 21 Abr. 2025

Editor responsável: André Luiz Vasconcellos da Costa e Silva 