



APLICAÇÃO DE NOVO COLETOR SINTÉTICO PARA O PROCESSO DE FLOTAÇÃO DOS MINÉRIOS FOSFATADOS DE CATALÃO E TAPIRA

SILVEIRA JUNIOR, A.¹, COUTO, D.Q.M.², TEIXEIRA, H.G.³,
BORGES, J.P.⁴, RODRIGUES, J.S.M.⁵, COSTA, L.L.A.C.⁶

^{1,2,3,4,5,6} Mosaic Fertilizantes P&K, Gerência Processo Mineral. e-mail: adalto.silveira @mosaicco.com

RESUMO

O processo de concentração mineral por flotação do minério apatítico das formações ígneas de Tapira e Catalão utiliza-se tradicionalmente de reagentes coletores denominados ácidos graxos saponificados. O presente trabalho apresenta os resultados obtidos com a aplicação de um novo coletor sintético (Sulfosuccinato) para a unidade de Tapira e da implantação desta nova tecnologia na flotação da unidade de Catalão. Em Tapira, já existia a aplicação combinada entre ácido graxo e coletor sintético, porém a substituição deste último por um novo reagente trouxe elevação de 16,8% da recuperação em massa na flotação do circuito avaliado, tendo atuação seletiva principalmente para minérios com elevada presença de minerais carbonatados. Em Catalão, a aplicação adicional de um coletor sintético no processo foi uma inovação que visou a seletividade para operação com minérios micáceos alterados e elevou a recuperação em massa da flotação em 4,9% para alcance do teor de 35,0% de P₂O₅ no concentrado.

PALAVRAS-CHAVE: Flotação, Coletor Sintético, Fosfato.

ABSTRACT

The mineral process concentration by flotation for apatite ore from the igneous formations of Tapira and Catalão have traditionally used collectors reagents called saponified fatty acids. The present work presents the results obtained with the application of a new synthetic collector (Sulfosuccinate) to the Tapira unit and the implementation of this new technology in the Catalão unit flotation. In Tapira, there was already a combined application between fatty acid and synthetic collector, but the replacement of the latter by a new reagent brought an increase of 16.8% of mass recovery in the flotation for circuit evaluated, having selective action mainly for ores with high presence of carbonated minerals. In Catalão, the additional application of a synthetic collector in the process was an innovation aimed selectivity for operation with altered micaceous ores and increased flotation mass recovery by 4.9% to reach the P₂O₅ grade in concentrate of 35.0%.

KEYWORDS: Flotation, Synthetic Collector, Phosphate.

1. INTRODUÇÃO

O beneficiamento dos principais minérios fosfatados provenientes de rochas ígneas do Brasil requer um tratamento complexo. Para ser possível a separação das apatitas dos minerais de ganga, faz-se necessário alterar o caráter de superfície, o que habitualmente para o fosfato se faz no processo de concentração via flotação.

No caso da flotação de apatita desenvolvida nos complexos de mineração de Tapira e Catalão, a combinação padrão de reagentes e condições de flotação utilizadas tem embasamento no desenvolvimento realizado na década de 60 pelo professor Paulo Abib Andercy que propôs a combinação de um ácido graxo saponificado como coletor (aniônico) e do amido de milho como depressor de ganga da flotação (Chaves, 2006). Entretanto, a simples utilização desta tecnologia para determinados minérios destas minas apresenta problemas devido à grande diversificação das espécies minerais destes depósitos e principalmente devido à grande similaridade, em termos de características superficiais, que alguns minerais de ganga apresentam com a apatita. Esses minerais possuem substituições e modificações químicas e cristalográficas que alteram suas características físicas e químicas, respondendo diferente às variáveis de processo e às características dos ácidos graxos utilizados (Chaves, 2006).

Para o minério de Tapira, as dificuldades na separação das apatitas dos minerais carbonatados culminaram, no passado, no desenvolvimento da aplicação de um coletor sintético – Sulfosuccinato, para um dos circuitos de flotação (grossos). Através de testes de flotação realizados para o circuito de granulometria grossa, que apresenta uma maior presença de minerais de cálcio e por consequência uma maior relação $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ na alimentação das flotações, a utilização em proporção média de 30% de coletor sintético com relação ao total dosado se mostrou superior à utilização apenas do ácido graxo tradicional após reação de saponificação. Este fato está associado à maior seletividade deste coletor sintético para minérios que geram a presença elevada de íons de cálcio e magnésio na polpa mineral que causam grande impacto na atuação do coletor vegetal (ácido graxo) sobre a apatita (Barros, 1997). Neste estudo, serão apresentados os resultados para aplicação de um novo produto sintético, comparando o desempenho deste com o produto padrão até então utilizado para Tapira e o desenvolvimento de uma nova aplicação deste tipo de coletor para minérios micáceos na concentração do minério apatítico da mina de Catalão.

No caso do minério de Catalão, com o avanço da lavra da mina para novas áreas nos últimos anos e a alimentação de minérios micáceos alterados houve a consequente necessidade de obtenção de maiores recuperações mássicas e metalúrgicas nas etapas de flotação. Campanhas de testes de bancadas realizadas indicaram incremento de recuperações ao realizar aplicação para flotação de minérios micáceos as condições similares ao que já era feito em Tapira para carbonatos com a utilização de coletor sintético (sulfosuccinato) juntamente ao coletor vegetal padrão (ácido graxo). As micas alteradas possuem capacidade de troca de íons bem superior à das micas menos alteradas (Barros, 1997). Assim, a atuação do coletor sintético neste caso tem conceito similar ao de Tapira, porém com íons de cálcio, magnésio, dentre outros, sendo fornecidos à polpa por micas e não minerais carbonatados. Este ponto explica também o fato de a aplicação deste produto ter apresentado benefícios para Catalão, tanto em partículas grossas, como finas, uma vez que as micas tendem a ser direcionadas para este último. Em Tapira não há ganhos comprovados com aplicação de coletor sintético para os circuitos de granulometrias de alimentações finas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de minérios, provenientes de Catalão e Tapira, foram coletadas nas usinas de beneficiamento na alimentação da flotação (após as etapas de moagem, separação magnética de baixa intensidade e deslamagem) para diferentes dias de operações. As amostras coletadas (~30 Kg base seca) nas plantas passaram por etapas de secagem, homogeneização e quarteamento para obtenção de amostras reduzidas representativas de 1 Kg para alimentação dos testes nas cubas de flotações. Os teores de alimentação e concentrado dos testes das amostras foram obtidos via análises de fluorescência de raio-x. A partir das análises dos teores de P_2O_5 e do peso seco dos concentrados e das alimentações foi possível fechamento dos balanços metalúrgicos e mássicos dos testes. A granulometria de referência de alimentação dos testes de flotação apresentou um P80 de 220 μm e percentual de sólidos de 33%.

Para realização da flotação, foram utilizados como reagentes o ácido graxo saponificado (coletor vegetal), amido de milho (depressor) e hidróxido de sódio (modulador de pH). O depressor foi gelatinizado com hidróxido de sódio a 10% de concentração p/p e dosado em 750 g/t para Catalão e 500 g/t para Tapira. O pH dos testes de flotação foi ajustado em 9,0 com adição de hidróxido de sódio 10% p/p. Todos os testes foram realizados em etapas *rougher* e *cleaner*, tendo 5 minutos de condicionamento dos depressores, 1 minutos de condicionamento de coletores em célula de flotação do fabricante CDC de modelo CEB 1000 EE. O volume das cubas utilizadas para etapa *rougher* era de 3L e para etapa *Cleaner* de 2L.

Como coletores sintéticos (sulfosuccinato), foram utilizados o coletor padrão da unidade de Tapira e o novo coletor que foi testado em concentração de 100% p/p. Os testes foram conduzidos utilizando-se a proporção de coletor sintético de 30% com relação ao total de coletores e dosagem efetuada de forma simultânea no condicionamento.

Foram realizados 3 testes de flotação por amostra testada, variando-se as dosagens totais de coletores e mantendo-se os demais parâmetros. De posse dos resultados, foram realizadas regressões logarítmicas objetivando-se a determinação das recuperações metalúrgicas e mássicas de cada teste para alcance do teor de concentrado de 35% de P_2O_5 que é a referência de especificação industrial. Do mesmo modo foram calculados os teores de contaminantes de interesse nas análises: CaO e MgO. Os testes aprovados foram os que apresentavam R^2 das regressões superiores a 90%. Do contrário, os testes eram repetidos para confiabilidade das análises.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resultados dos Testes com Minério do Complexo Mineração de Tapira

A Tabela 1 e a Figura 1 apresentam os resultados obtidos nos testes para o minério proveniente da unidade de Tapira. Os testes para esta unidade realizaram a comparação para 8 amostras de minérios de características diferentes alimentadas e amostradas na planta de beneficiamento no circuito de grossos. Seguindo planejamento fatorial de testes, a comparação realizada visou avaliar o desempenho da flotação frente à substituição da aplicação do novo coletor sintético com relação ao coletor sintético padrão.

- Teste A (Tapira): teste com dosagem do coletor sintético padrão;
- Teste B (Tapira): teste com dosagem do novo coletor sintético.

Tabela 1. Resultado dos testes de flotação para 35% de P₂O₅ no concentrado com dosagem de 30% do coletor sintético padrão e 70% de coletor vegetal (Teste A) e de 30% do novo coletor sintético e 70% de coletor vegetal (Teste B) para o minério da unidade de Tapira.

Qualidade do Minério	Teste											
	A		B		A		B		A		B	
Amostra	Teor P ₂ O ₅ ROM (%)	CaO/P ₂ O ₅ ROM	Rec. Massa (%)	Rec. Massa (%)	Rec. P ₂ O ₅ (%)	Rec. P ₂ O ₅ (%)	Teor CaO Conc. (%)	Teor CaO Conc. (%)	Consumo Coletor (g/t)	Consumo Coletor (g/t)	Consumo Coletor (g/t)	Consumo Coletor (g/t)
A1	7,89	1,99	10,83	16,36	38,69	58,41	50,98	51,24	128	157	128	157
A2	7,74	1,87	12,85	14,08	49,64	54,39	51,01	50,89	107	114	107	114
A3	8,84	1,71	15,06	17,66	44,26	51,90	51,08	51,54	155	172	155	172
A4	8,97	1,55	22,83	28,38	57,85	71,93	49,63	49,85	202	186	202	186
A5	8,72	1,51	12,15	13,67	44,09	49,61	51,72	50,38	134	134	134	134
A6	8,57	1,62	17,30	19,24	47,60	52,92	51,91	51,25	125	131	125	131
A7	8,24	1,48	14,50	17,85	55,00	67,70	51,77	51,56	132	133	132	133
A8	8,21	1,50	27,78	28,43	61,96	63,42	51,11	50,71	142	139	142	139
Média	8,40	1,65	16,66	19,46	49,89	58,79	51,15	50,93	141	146	141	146

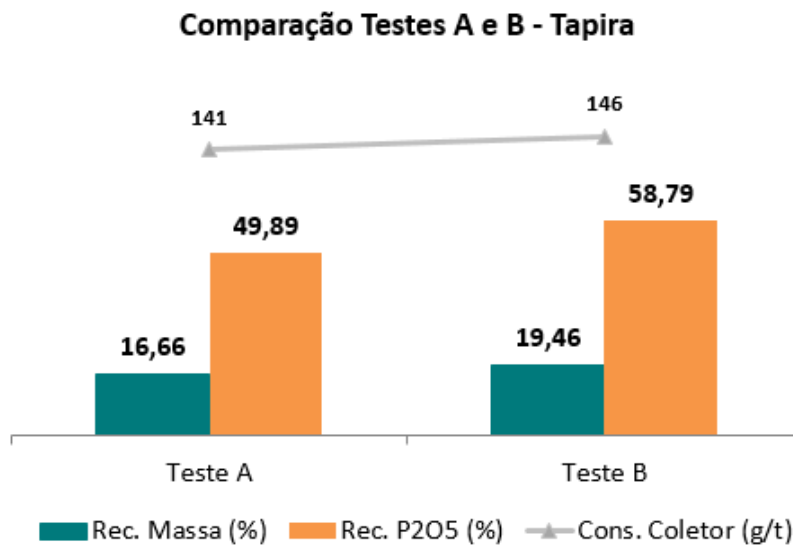


Figura 1. Resumo dos resultados geo-metalúrgicos dos 8 testes realizados para Tapira.

A partir da análise da média dos resultados dos testes, é possível observar tendência de elevação considerável das recuperações metalúrgica e mássica para todos os minérios testados com a substituição do coletor sintético padrão pelo novo produto. Conforme esperado, o desempenho metalúrgico com a aplicação do novo produto foi mais expressivo para os minérios cujo RCP (Relação CaO/P₂O₅) do ROM foi mais elevado e, conseqüentemente, havia maior presença de minerais carbonatados, por exemplo para amostra A1. Os teores do contaminante CaO alcançados nos concentrados dos testes

apresentaram valores muito similares, apesar das maiores recuperações obtidas. Este fato reforça o caráter seletivo do novo produto aplicado.

3.2. Resultados Testes com Minério do Complexo Mineração de Catalão

Como pode ser observada na Tabela 2 e na Figura 2 a seguir, a aplicação do coletor sintético na flotação elevou as recuperações mássica e metalúrgica para os minérios da unidade de Catalão. No caso desta unidade, a comparação foi realizada entre a utilização ou não de coletor sintético, já que na operação padrão apenas existia a dosagem de ácido graxo como coletor. Trata-se de uma inovação e mudança no modo de operação desta unidade e que possibilitou a elevação da recuperação mássica da mesma em 4,9% para a flotação de grossos se comparado ao cenário de não utilização do coletor sintético.

- Teste A (Catalão): teste com dosagem somente do coletor vegetal (Padrão);
- Teste B (Catalão): teste com dosagem do novo coletor sintético;

Tabela 2. Resultado dos testes de flotação para 35% de P2O5 no concentrado com dosagem somente de coletor vegetal (Teste A) e de 70% de coletor vegetal e 30% de coletor sintético (Teste B) para o minério da unidade de Catalão.

Qualidade do Minério	Teste											
	A		B		A		B		A		B	
Amostra	Teor P2O5 ROM (%)	Teor MgO ROM (%)	Rec. Massa (%)	Rec. Massa (%)	Rec. P2O5 (%)	Rec. P2O5 (%)	Teor MgO Conc. (%)	Teor MgO Conc. (%)	Consumo Coletor (g/t)	Consumo Coletor (g/t)	Consumo Coletor (g/t)	Consumo Coletor (g/t)
A9	13,30	1,69	26,18	27,15	69,87	72,48	0,17	0,13	366	530		
A10	13,39	1,57	30,33	31,52	80,41	83,57	0,13	0,10	400	619		
A11	13,75	1,92	22,46	23,21	57,99	59,91	0,31	0,19	327	419		
A12	12,67	1,25	21,08	22,29	59,07	62,45	0,10	0,10	289	372		
A13	12,31	1,35	26,89	27,48	76,47	78,14	0,10	0,10	385	546		
A14	14,74	1,75	23,13	23,99	56,48	58,59	0,38	0,30	271	300		
A15	12,97	2,84	30,29	33,30	75,31	82,78	0,33	0,26	360	349		
A16	17,74	1,39	33,63	36,90	66,36	72,80	0,15	0,23	589	665		
A17	20,94	0,77	54,73	56,00	91,48	93,61	0,10	0,10	589	755		
Média	14,65	1,61	29,86	31,32	70,38	73,81	0,20	0,17	397	506		

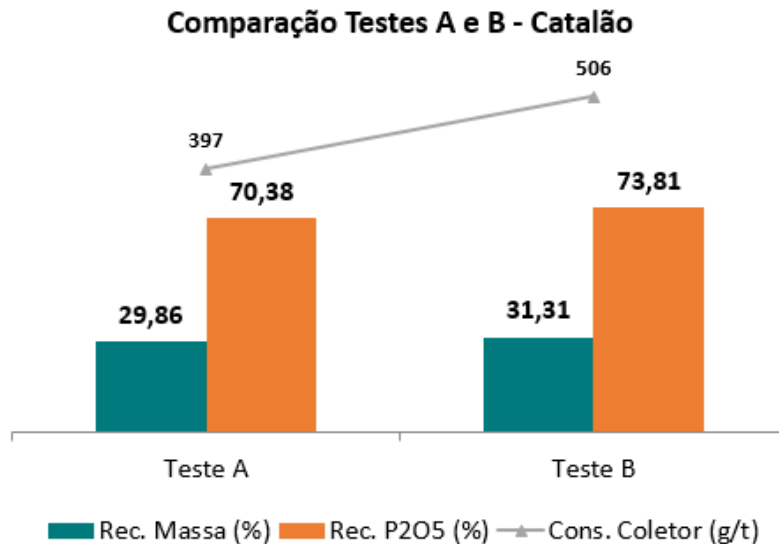


Figura 2. Resumo dos resultados geometalúrgicos dos 9 testes realizados para Catalão.

Além da elevação nas recuperações, notou-se uma redução no teor do contaminante MgO do concentrado da flotação de Catalão. Este contaminante tornou-se problema recorrente quando são alimentados na planta de beneficiamento minérios de regiões de característica micácea devido a maior capacidade de troca de íons das micas alteradas, o que dificulta a seletividade do coletor ácido graxo na superfície das apatitas. A aplicação do coletor sintético minimizou esta perda de seletividade do processo de flotação, permitindo alcance de melhores níveis de recuperações.

Foram realizados testes em diferentes condições e características de minérios provenientes da mina para garantir a eficiência do coletor em diferentes condições de operação. Isso pode ser observado pelas colunas P₂O₅ ROM e MgO ROM da Tabela 2. Há uma variação de 0,77% de MgO a 2,84% MgO, indicando minérios com menor presença de minérios micáceos (menor teor de MgO) e maior presença (maior teor de MgO). Para todas as condições testadas, houve melhor desempenho com a utilização do coletor sintético. No entanto, esse ganho foi mais acentuado em amostras com maior teor de MgO (exemplo da amostra A15).

Os resultados também indicaram elevação no consumo total de coletores necessários para o processo de flotação na nova condição de operação, uma vez que, de maneira geral, foram mantidos os níveis de dosagens de coletor vegetal (ácido graxo) e incrementada a dosagem do coletor sintético.

4. CONCLUSÕES

Os testes de aplicação do novo coletor sintético conduzidos para o minério de Tapira apresentaram ganhos médios 16,8% de recuperação mássica da flotação do circuito de granulometria grossa quando se avalia a utilização do novo coletor sintético se comparado ao coletor padrão anteriormente dosado. Notou-se um impacto maior de ganho de desempenho em minérios quando ocorria maior presença de minérios carbonatados.

No caso dos testes realizados para o minério de Catalão, houve ganho de 4,9% de recuperação mássica da flotação convencional dosando-se o novo coletor sintético na proporção de 30% do total de coletores se comparado à dosagem somente do coletor vegetal. Além disso, pode ser percebida também uma redução no teor de MgO (proveniente das micas) no concentrado, quando é realizada a dosagem do coletor sintético.

Desse modo, o novo coletor aplicado trouxe ganhos nas duas unidades estudadas. Minérios carbonatados em Tapira e micáceos em Catalão, que antes, muitas vezes, eram restringidos durante a elaboração do Plano de Lavra, passaram a ser alternativas, em proporções maiores, de alimentação na usina de beneficiamento devido à nova aplicação do coletor sintético.

5. REFERÊNCIAS

Barros, L. A. Flotação de apatita da jazida de Tapira-MG. [Dissertação de Mestrado]. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo; 1997.

Chaves, A. P. Teoria e Prática do Tratamento de Minérios - A Flotação no Brasil. 3a. ed. São Paulo: Signus; 2006.