



AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA ÁGUA DO REJEITO DA PLANTA TAILINGS NAS FLOTAÇÕES BARITA E APATITA

GUERINO, N.S.¹, TUNUSSI, C.², NEVES, A.H.N.³, SOUZA, L.A.³

¹Universidade Federal de Goiás (UFG), Departamento de Engenharia de Minas, CMOG International Brasil. E-mail: nathanyguerino@hotmail.com

²Universidade Federal de Goiás (UFG), Departamento de Engenharia de Minas.

³CMOG International Brasil, Departamento de Projetos Especiais.

³CMOG International Brasil, Departamento de Projetos Especiais.

RESUMO

É de suma importância que antes da aplicação industrial da flotação sejam feitos testes em laboratório que consigam determinar a influência das variáveis no processo. Para determinar os impactos da utilização de água oriunda dos rejeitos da Planta Tailings (planta de concentração de nióbio a partir do rejeito da flotação de apatita) nas flotações de barita e apatita foram realizados testes de flotação em bancada utilizando essa água. Foram realizados testes com 100% de água de rejeito, 50% de água de rejeito e 50% de água de processo, 30% de água de rejeito e 70% de água de processo, além de um teste chamado de padrão, utilizando apenas água de processo, para avaliar os impactos causados nas flotações de barita e apatita e na qualidade do concentrado de apatita. O melhor resultado obtido com os testes foi na proporção de 30% de água do rejeito. Isso indica que existe a possibilidade de implantar uma nova rota de processo, objetivando o reaproveitamento de maior quantidade de água nas usinas, já que, de acordo com balanço de água levantado pela equipe de processos, ao aplicar a nova rota, a proporção de água do rejeito da Planta Tailings será menor do que 30%.

PALAVRAS-CHAVE: Flotação em bancada, água recirculada, rejeito.

ABSTRACT

It's very important to run laboratory tests before the flotation industrial application, in order to get the variables influence on the process determined. To establish the impact of the utilization of the waste water from the Tailing Plant (niobium concentration plant from the apatite flotation waste) on barite and apatite flotations, flotation tests were made using that water. Tests were performed in the proportion of 100% process water; 50% waste water and 50% process water; and 30% waste water and 70% process water, besides a standard test with only process water, to evaluate the impacts caused on barite and apatite flotations and on the quality of the apatite concentrate. The best result obtained came from the test in the proportion of 30% waste water. This result indicates the possibility to deploy a new process route with the goal of increasing the water reuse in the plants, once the proportion of waste water from the Tailing Plant will be less than 30%, according to the water balance made by the process staff, when applying the new route.

KEYWORDS: Bench flotation, recirculated water, tailings.

1. INTRODUÇÃO

Poucas espécies de interesse econômico são encontradas puras na natureza, em sua grande maioria as espécies precisam passar por tratamentos, alguns mais complexos que outros, por estarem misturadas com outras espécies minerais. Para que se possa aproveitar alguma delas é necessário separá-las das outras. É nisso que consiste o processo de concentração da espécie de interesse (CHAVES, 2002).

Um dos principais processos de concentração utilizados na mineração é a flotação, que consiste na separação aplica a partículas sólidas, explorando as diferenças nas características de superfície entre as várias espécies presentes. O método trata misturas heterogêneas de partículas suspensas em fase aquosa (ARAUJO e PERES, 1995).

Ao considerarmos que cada minério possui suas peculiaridades, é essencial que antes da aplicação industrial dos processos, sejam realizados estudos em laboratórios, com o intuito de definir a influência das diversas variáveis em cada etapa (SAMPAIO e BALTAR, 2007 p. 237). O mesmo deve ser feito para a flotação. Sendo assim, são realizados testes de flotação em bancada simulando as etapas que ocorrem na indústria.

A simulação da flotação em bancada, realizada em laboratório, tem o objetivo de obter resultados confiáveis a respeito de diferentes parâmetros que possam influenciar no desempenho dos equipamentos e minimizar os erros experimentais.

A CMOC atua nos ramos de nióbio e fosfato no Brasil, nas cidades de Catalão, Ovidor e Cubatão desde 2016, quando adquiriu os negócios da empresa Anglo American. O minério de fosfato, retirado da Mina Chapadão, é encaminhado para as Usinas de Tratamento de minério localizadas na Copebrás – Ovidor, onde se obtém o concentrado de rocha fosfática. A Planta Tailings, localizada no site da Copebrás, iniciou suas operações em 2008, com o intuito de recuperar nióbio dos finos gerados nas plantas de concentração de fosfato da Copebrás, mais especificamente do rejeito da etapa scavenger de flotação de apatita.

Na rota de processo atual das plantas da Copebrás, o rejeito da Planta Tailings (rejeito da flotação de sílica, magnético e rejeito do peneiramento em 150# (0,112 mm)) é bombeado diretamente para a barragem de rejeito para formação de praia. Para que se possa obter maior recuperação de água, que é recirculada no sistema, e um material constituinte da praia com porcentagem de sólidos adequada percebeu-se a oportunidade de adensar através de ciclonagem parte do rejeito proveniente da planta de beneficiamento de nióbio, chamada de Tailings, antes de bombeá-lo para a barragem.

Com essa oportunidade, optou-se por desenvolver uma nova rota (figura 1), onde os rejeitos do separador magnético, do peneiramento em 150# e da flotação de sílica da Planta Tailings são bombeados até um ciclone de adensamento. O underflow do ciclone será bombeado para a barragem de rejeitos, constituindo a praia, enquanto o overflow para os espessadores das plantas da Copebrás, proporcionando maior recuperação de água que retorna para as usinas.

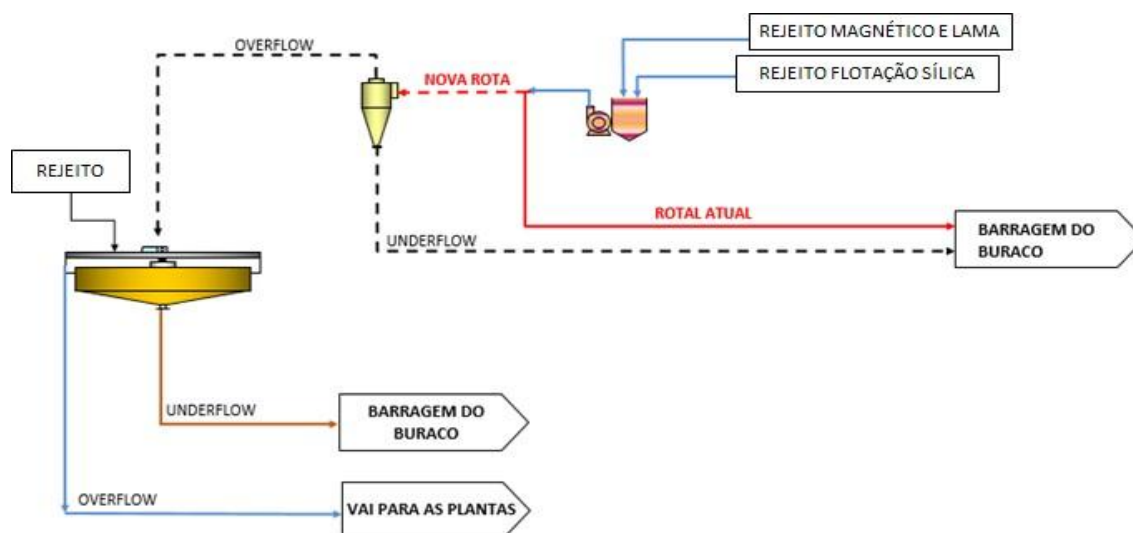


Figura 1. Nova rota de processo para os rejeitos provenientes da Planta Tailings.

A composição química da água utilizada pode ter um efeito significativo nos resultados da flotação, já que a água recuperada pelos espessadores é recirculada nas flotações de barita e apatita nas Plantas da Copebrás. As diferentes espécies iônicas de suspensão aquosa podem interferir na ação dos reagentes, de modo a dificultar o controle do processo. Considerando-se os diversos reagentes presentes no rejeito da flotação de sílica e do material proveniente do rejeito magnético e do peneiramento é essencial que antes da aplicação industrial da flotação um estudo em laboratório seja feito.

Com o intuito de estudar os possíveis impactos que a água proveniente do rejeito da Planta Tailings pode causar nas flotações de barita e apatita, foram realizados testes de flotação em bancada com diferentes variações da proporção de água do rejeito e água de processo. Os resultados dos testes foram utilizados para dar embasamento à possível continuidade do projeto e analisar a qualidade do concentrado final de apatita.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram feitos testes de flotação em bancada variando a proporção de água do rejeito da Planta Tailings e água de processo. Todos os testes seguiram o procedimento padrão do laboratório, tanto no passo a passo realizado (figura 2), quanto nas dosagens de reagentes. Inicialmente foi feito um teste utilizando apenas água de processo, chamado de teste padrão. Para esses testes não foi utilizado o método de triplicata, já que a equipe de laboratório não julgou necessário.

O resultado obtido com esse teste foi comparado aos resultados obtidos com testes realizados no dia a dia da equipe. Em seguida foram realizados testes utilizando apenas a água do rejeito da Planta Tailings, proporção de 100%. Também em triplicata, foram realizados testes na proporção de 50% de água de processo e 50% de água do rejeito, 70% de água de processo e 30% de água do rejeito.

A flotação foi realizada utilizando-se material do underflow da deslamagem (Alimentação do Rougher de Barita) e água do rejeito da Planta Tailings. As amostras foram coletadas por incremento, em dois dias seguidos. Os pontos de coleta do material foram o

underflow da deslamagem e a saída da caixa do Rejeito da Planta Tailings contendo produto magnético, rejeito da flotação de sílica e lama. As amostras foram armazenadas em provetas com demarcação de 2000 ml. O tempo de decantação do material foi de 1 hora e 30 minutos.

Para dar início aos testes o excesso de água das provetas contendo o material do underflow da Bateria C1 foi retirado, de forma manual. Em seguida, pesou-se a proveta com material, onde obteve-se volume, porcentagem de sólidos e massa seca do mesmo. O material foi então adicionado a cuba para dar início a flotação. As amostras coletadas do underflow da deslamagem foram identificadas pelos números de 1 a 10, sendo que o teste 1 é chamado de teste branco, em que se realiza a flotação “convencional”, utilizando apenas água do processo.

Os testes 2, 3 e 4 foram feitos com 100% da água do rejeito da Planta Tailings. Para os testes 5, 6 e 7 utilizou-se a proporção de 50/50, sendo 50% de água proveniente do Rejeito Tailings e 50% de água do processo. Por fim, os testes 8, 9 e 10 foram realizados utilizando-se 30% de água do Rejeito da Planta Tailings e 70% de água do processo.

Para a flotação de barita adicionou-se o material a cuba de flotação com capacidade 2,0 L e acrescentou-se parte da água para completar o volume da cuba o suficiente para a formação da polpa. Ligou-se o rotor para iniciar a agitação da polpa e permitir sua homogeneização. Adicionou-se então o coletor Lupromin 30 (80 g/ton) e mediu-se o pH da polpa, para então, ajustá-lo utilizando soda. O pH ideal é de 9,5. Cronometrou-se quatro minutos após a adição do coletor para o condicionamento do material. Em seguida, adicionou-se o espumante Flotanol (20 g/ton) e o material foi condicionado por mais 1 minuto, totalizando os 5 minutos de condicionamento.

A válvula de aeração foi então aberta e o material flotado foi coletado utilizando-se uma espátula feita de PVC. O tempo de duração da flotação foi de 2 minutos. O material flotado é recolhido e separado para análise química. O material afundado foi retirado da cuba e preparado para a flotação de apatita, seguindo as etapas realizadas na Usina.

O material afundado da flotação de barita foi deslamado e colocado em provetas para a etapa rougher de flotação de apatita. Em seguida retirou-se o excesso de água desse material, que foi pesado e calculou-se a massa seca do mesmo. O material foi então adicionado em uma cuba de flotação com capacidade de 2,0 litros. A cuba foi completada com água e o rotor ligado para agitação inicial.

Adicionou-se o depressor amido (500 g/ton), e regulou-se o pH do material utilizando soda, para atingir o valor de 9,5. O material foi condicionado por 5 minutos. Em seguida foi adicionado Flotador (30 g/ton) e o material foi condicionado por mais 2 minutos e meio. Por fim, 50% da quantidade de coletor de P_2O_5 , Lioflot (320 g/ton), foi acrescentado a cuba, em que teve tempo de condicionamento de 30 segundos.

Após adição de todos os reagentes necessários, a aeração foi aberta e se deu início a flotação de apatita, durante 2 minutos. O material coletado como flotado foi reservado para a etapa cleaner enquanto aquele que permaneceu na cuba, afundado, seguiu para a etapa scavenger. Para essa etapa, adicionou-se os outros 50% do coletor de P_2O_5 que havia sido calculado e deu início a flotação da etapa scavenger. O material flotado foi separado como concentrado scavenger e o afundado como rejeito scavenger. O material que foi retirado como flotado da etapa rougher, seguiu para a etapa cleaner. Nessa etapa não foi

acrescentado nenhum tipo de reagente. O flotado da etapa cleaner é o concentrado final, enquanto o afundado é o rejeito cleaner.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para esse estudo considerou-se o método triplicata, ou seja, 3 testes para cada alternativa que é considerada uma quantidade mínima de testes para análise dos resultados e conclusão, sendo que se espera que ao menos 2 dos 3 testes tenham resultados que sustentem uma conclusão realista sobre o teste.

Foram obtidos dez resultados de testes de flotação que foram analisados nos aspectos de recuperação metalúrgica, teor de P_2O_5 e de alguns contaminantes no concentrado final. Com esses resultados obtidos (Tabela 1) comparou-se os testes realizados com água do rejeito da planta Tailings ao teste piloto (teste padrão feito no laboratório).

Tabela 1: Resultados obtidos com os dez testes de flotação em bancada.

Proporção de água	Amostra	Recuperação Global (%)	Teor no Concentrado Final (%)					Relação CaO/P_2O_5
			P_2O_5	CaO	Fe_2O_3	SiO_2	MgO	
100% água de processo	1	64,64	34,95	45,92	5,29	3,22	0,33	1,31
	2	68,52	30,76	40,68	11,84	5,66	0,52	1,32
100% água de rejeito	3	59,50	32,19	41,01	10,51	4,57	0,46	1,27
	4	63,20	31,54	40,53	11,76	4,78	0,50	1,29
50% de água de rejeito	5	67,83	34,09	45,04	7,23	3,98	0,39	1,32
	6	72,19	34,13	44,93	7,34	4,03	0,40	1,32
50% de água de rejeito	7	69,60	33,49	44,02	7,84	4,23	0,40	1,31
	8	64,07	35,23	46,50	5,52	3,48	0,33	1,32
30% de água de rejeito	9	64,68	34,75	45,87	6,88	3,26	0,36	1,32
	10	73,37	34,31	45,29	6,36	4,05	0,37	1,32

A Figura 2 mostra o comportamento da recuperação metalúrgica na flotação para cada teste. Ressalta-se que em determinados pontos obteve-se recuperação metalúrgica alta, no entanto teor de P_2O_5 não satisfatório, sendo assim, não foram considerados bons testes. A figura 3 mostra os teores de P_2O_5 no concentrado final de cada teste, possibilitando uma análise comparativa entre os demais testes e o teste padrão.

O teste 1, teste padrão, feito apenas com água do processo, será utilizado como premissa para análise dos resultados dos demais testes. Os testes 2, 3 e 4 foram realizados apenas com água do rejeito Tailings. O teste 5, 6 e 7 foram feitos com 50% de água do processo e 50% de água do rejeito Tailings e os testes 8, 9 e 10 foram feitos com 30% de água do rejeito Tailings e 70% de água do processo. O teste 2 obteve como resultado uma alta recuperação metalúrgica (68,52%), superior à do teste padrão, com um teor de P_2O_5 baixo (30,76%). Sendo assim, considerou-se um teste ruim.

O teste 3 obteve uma recuperação metalúrgica de 59,50% com um teor de P_2O_5 de 32,19. Assim como teste 3, o teste 4 teve como resultado uma recuperação metalúrgica de 63,20% com um teor de P_2O_5 de 31,54%. Com esses resultados, comparando-os ao teste

padrão, consideramos que os testes 2, 3 e 4 ficaram abaixo da expectativa, provável efeito deletério dos reagentes da flotação de sílica.

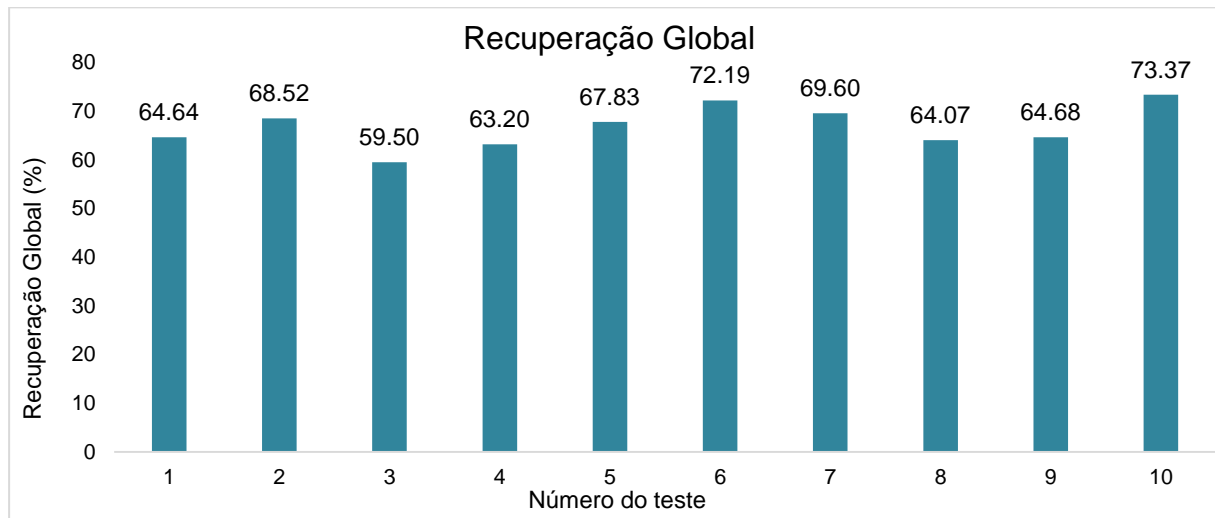


Figura 2: Gráfico de recuperação global para os dez testes.

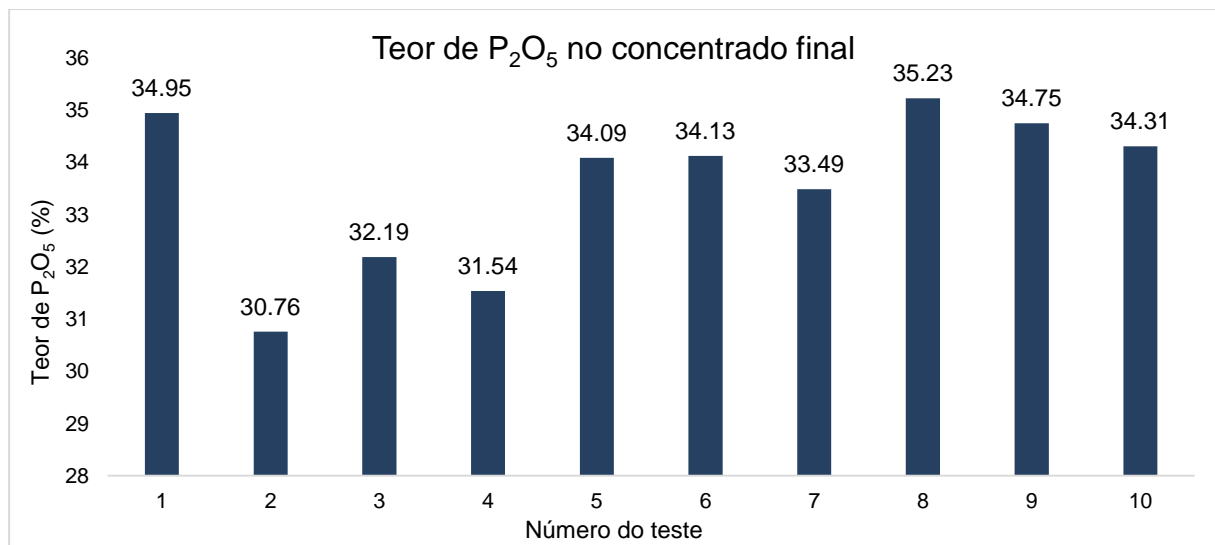


Figura 3: Gráfico que apresenta os teores de P2O5 no concentrado final.

O teste 5 obteve uma recuperação metalúrgica maior que a do teste padrão com um teor de P₂O₅ de 34,09%, mais baixo que o teor do teste padrão, no entanto acima do limite aceitável. O teste 6 atingiu altas recuperações metalúrgicas (72,19%) com um teor de P₂O₅ de 34,13%, próximo ao do teste 5. O teste 7 também atingiu uma recuperação metalúrgica alta (69,60%), no entanto um teor de P₂O₅ de 33,49%. Ao analisarmos apenas esses dois parâmetros, recuperação metalúrgica e teor de P₂O₅, os testes 5 e 6 foram satisfatórios com teores acima do limite, mesmo estando abaixo do teste padrão.

Ao analisarmos os testes 8 e 9 percebemos que ambos tiveram uma recuperação metalúrgica bem próxima a do teste padrão. Com relação ao teor de P₂O₅, o teste 8 obteve um valor maior do que o teste padrão (34,75%), enquanto o teste 9 um valor bem próximo,

de 34,75%, acima do esperado. O teste 10 obteve o maior resultado de recuperação metalúrgica (73,37%), enquanto o teor de P_2O_5 foi 34,31% (abaixo do teste padrão).

Além de recuperação metalúrgica e teor de P_2O_5 , também foram analisados teores de alguns contaminantes no concentrado final. São eles: CaO , Fe_2O_3 , SiO_2 e MgO . O gráfico abaixo (figura 4) relaciona os teores desses contaminantes do concentrado final com cada teste feito.

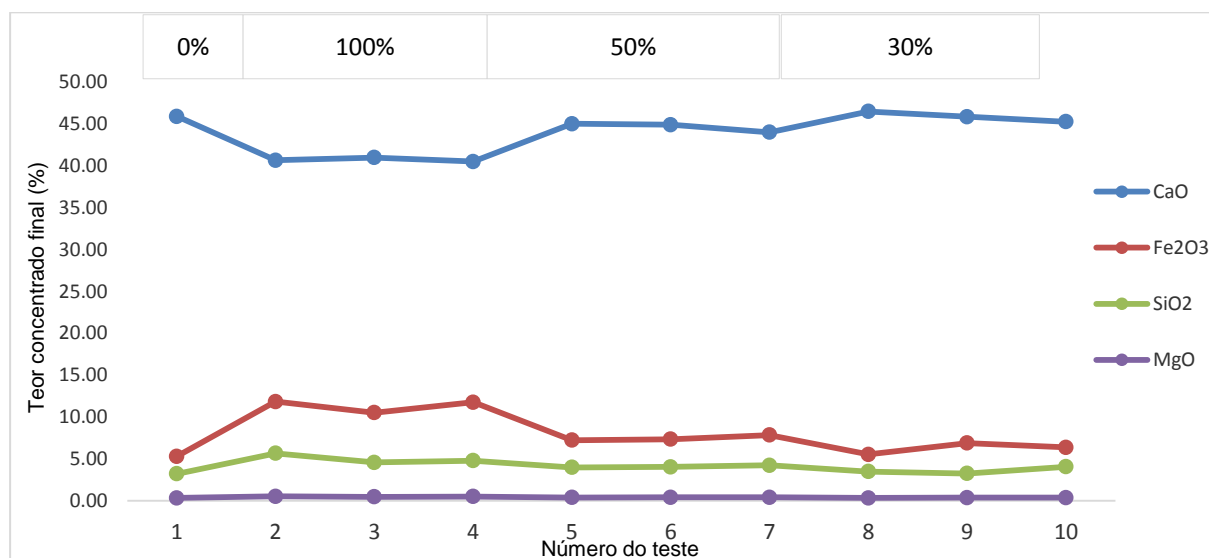


Figura 4: Gráfico de teor de contaminantes na flotação de apatita.

Ao analisar o contaminante MgO em todos os testes percebe-se que a variação entre eles é bem pequena, não havendo mudança significativa de um teste para outro. O teor de SiO_2 apresentou um leve aumento nos testes 2, 3 e 4 se comparado ao teste padrão, sendo que, nos outros testes o mesmo apresentou um decréscimo atingindo até valores bem semelhantes ao do teste padrão como testes 8, 9 e 10.

Esse leve aumento de teor de SiO_2 nos testes com maior proporção de água do rejeito Tailings pode ser explicado pela presença de coletor de sílica, amina, oriundo da flotação de sílica da Planta Tailings. Ressalta-se que os testes com 100% de água do Rejeito Tailings foram feitos como exploratórios, considerando que em uma condição de implantação do projeto esse cenário não se aplica.

O teor de Fe_2O_3 foi um dos contaminantes que apresentou maior variação de um teste para outro. Percebe-se que o teor de Fe_2O_3 aumenta significativamente do teste 1, teste padrão, para o teste 2 e se mantendo alto nos testes 3 e 4, em que se utilizou 100% de água do rejeito Tailings, com valores de aproximadamente o dobro do obtido no teste padrão. Para os testes 5, 6 e 7 tem-se uma redução de teor de Fe_2O_3 , no entanto ainda apresenta valores altos em torno de 7%. Os testes 8, 9 e 10, com apenas 30% de água do rejeito da planta Tailings, apresenta os menores teores de Fe_2O_3 , na faixa de 6%, ainda assim, são valores altos. Não se sabe ao certo o motivo desse aumento de teor de Fe_2O_3 no concentrado final, no entanto, pode-se concluir que quanto maior a proporção de água do rejeito da planta Tailings maior é o teor desse contaminante no concentrado. É indicado que

sejam feitas análises químicas da água a ser utilizadas nas flotações para entender a origem desse contaminante.

A alteração de CaO nos testes 2, 3 e 4 não se torna preocupante ao analisarmos em conjunto a alteração do teor de P_2O_5 . Nos testes em que se tem um menor teor de CaO, tem-se também um menor teor de P_2O_5 . Percebe-se que apesar da mudança entre um teste e outro a relação CaO/ P_2O_5 se manteve constante para todos os 10 testes.

Analisando esses aspectos percebe-se que os melhores resultados obtidos foram os realizados na proporção de 30% de água do rejeito da Planta Tailings, com recuperação e teor de P_2O_5 dentro do padrão obtido no dia a dia do laboratório. O teor de Fe_2O_3 em todos os testes apresentou um acréscimo. É importante ressaltar que o concentrado final não foi submetido à separação magnética de alto campo, o que ocorre no processo de beneficiamento de apatita. Isso significa que, após a etapa de separação magnética, esse teor pode cair para valores dentro do padrão de concentrado de rocha fosfática.

Um balanço de água feito pela equipe de processo indica que, quando aplicado na usina, a proporção de água do rejeito da Planta Tailings que irá recircular na usina será de 20,6%, menor do que a proporção do teste que obteve melhores resultados.

4. CONCLUSÕES

Através do estudo foi possível perceber que o teste com a utilização total de água do Rejeito Tailings na flotação mostrou resultados não satisfatórios, com recuperações altas, mas teores de P_2O_5 baixos e teores de Fe_2O_3 muito altos. Os melhores resultados são encontrados com a proporção de 30% de água do rejeito Tailings e 70% de água do processo. A princípio os ensaios não identificam impossibilidade de seguir com este circuito de adensamento do rejeito da Planta Tailings antes de ser bombeado para a barragem, já que, o cenário mais próximo da realidade a ser aplicada é de proporção de 30%.

Percebe-se pelos resultados dos testes que quanto menor a porcentagem de água do Rejeito Tailings utilizada nas flotações, mais satisfatórios foram os resultados, sendo que, os testes com 30% de água do Rejeito Tailings foram os que obtiveram melhores resultados.

Conclui-se que, nessa proporção de 20,6%, a água recirculada do Rejeito Tailings não apresenta alterações significativas nos resultados dos testes de flotação em relação à recuperação, teor de P_2O_5 no concentrado final e teores de alguns contaminantes como, por exemplo, o ferro. É indicado que sejam feitos mais testes na proporção de 30% além de uma nova proporção de 20%, mais próxima da realidade do projeto.

6. REFERÊNCIAS

- Araujo AC, Peres AEC. Flotation Systems. 1ª. ed. Rio de Janeiro: CETEM; 1995. Chapter 1, Flotation Systems, p. 6-8.
- Chaves, AP. Teoria e Prática do Tratamento de Minérios. 2a. ed. São Paulo: Signus; 2002.
- CMOC B. CMOC International Brasil. [Internet] 2018; [citado 2019 May8]. Disponível em: <http://cmocbrasil.com/br>
- Sampaio JA, Baltar CAM. Tratamento de Minérios: Práticas Laboratoriais. 1a. ed. Rio de Janeiro: CETEM; 2007. Chapter 13, Ensaio de Flotação, p. 237-251.