

# **Flotação de Carbonatos como Etapa Previa de Concentração de um Minério de Pirocloro**

## **Carbonates Flotation as a Previous Stage of Pyrochlore Ore Concentration**

**Carlos Henrique B. Joaquim**  
Bolsista PCI, Técnico em Petróleo e Gás

**Hudson Jean Bianchini Couto**  
Supervisor, Eng. Químico, D. Sc.

### **Resumo**

O CETEM vem desenvolvendo estudos de pesquisa e desenvolvimento focados no aumento da recuperação metalúrgica de  $Nb_2O_5$  com amostras do circuito de flotação de uma planta de concentração de pirocloro. Antes da flotação de pirocloro o circuito possui etapas previas de flotação de carbonatos e silicatos. Foram realizados ensaios de flotação em colunas de 3" e 2" em escala Mini Planta Piloto (MPP) para a otimização dos parâmetros de flotação de carbonatos, como vazão de ar, dosagem de reagentes, assim como da avaliação da etapa de deslamagem do minério. Após análise dos resultados das Rota 1 (sem etapa de deslamagem), e Rota 2 (considerando a etapa de deslamagem) de flotação de carbonatos foi verificado a necessidade da etapa de deslamagem, visando uma maior recuperação de CaO no concentrado *cleaner* e menor de teor de CaO no afundado para posterior etapa de flotação.

### **Abstract**

CETEM has been carrying out research and development studies focused on increasing the metallurgical recovery of  $Nb_2O_5$  with samples from the flotation circuit of a pyrochlore concentration plant. Before pyrochlore flotation, the circuit has previous stages of carbonate and silicate flotation. Flotation tests were carried out in 3" and 2" columns on a Mini Pilot Plant (MPP) scale to optimize the carbonate flotation parameters, such as air flow, dosage of reagents, as well as the evaluation of the ore desliming step. After analyzing the results of Route 1 (without desliming step) and Route 2 (considering the desliming step) of carbonate flotation, the need for the desliming step was verified, aiming at a higher recovery of CaO in the cleaner concentrate and lower content of CaO in the sink for subsequent flotation step.

## 1. Introdução

O circuito de concentração de pirocloro da planta em estudo aplica operações de britagem, moagem, deslamagem, condicionamento, flotação de carbonatos, flotação de silicatos e por fim flotação de pirocloro. O P80 da moagem é em torno de 90 $\mu$ m e todo o circuito de flotação é composto por células mecânicas convencionais (Espinosa Gomez, 1987; Gibson et al., 2015). O projeto tem por objetivo geral avaliar a possibilidade de concentração de pirocloro contido nos rejeitos depositados na barragem de uma planta de pirocloro, aplicando colunas em todas as etapas de flotação. O circuito consiste nas seguintes operações unitárias: Peneiramento na malha de 106  $\mu$ m (150#); moagem; deslamagem; flotação de carbonatos; desaguamento; flotação de silicatos; flotação de pirocloro; peneiramento na malha de 178  $\mu$ m (80#) e por fim separação magnética de alta intensidade, caso necessário.

## 2. Objetivos

Este trabalho tem por objetivo geral avaliar a etapa prévia de flotação de carbonatos, visando otimizar as condições operacionais do processo.

## 3. Material e Métodos

### 3.1. Amostras

Para a execução dos ensaios deste projeto foram recebidos no CETEM amostras de minérios do rejeito de pirocloro da planta de concentração mineral da empresa contratante. Foram recebidos 8 bags com uma massa de, aproximadamente, 1,5 toneladas em cada bag. Também foram recebidas 20 bombonas de 1000 L da água de processo utilizada na planta industrial.

### 3.2. Preparação da Amostra

As amostras recebidas se encontravam em base seca, com a umidade em torno de 14%. Após o recebimento da amostra foram efetuadas as etapas de secagem, homogeneização, a pilha cônica e, por fim, a pilha alongada para a retirada de amostras representativas para a caracterização e também para a alimentação da etapa de classificação

### 3.3. Estudos de Flotação

A Tabela 1 apresenta as duas rotas utilizadas nos estudos de flotação de carbonatos realizados.

Tabela 1. Resumo dos ensaios de flotação das rotas 1 e 2 realizados.

Rota	Preparação da amostra	Equipamento	Testes
1	< 106 $\mu$ m, sem deslamagem	MPP-Colunas	14
2	< 106 $\mu$ m, deslamagem (1est.*)	MPP-Colunas	26

Foram realizados ensaios de flotação em colunas de 3" e 2" em escala Mini Planta Piloto (MPP) para a otimização dos parâmetros de flotação, como vazão de ar, dosagem de reagentes, assim como os parâmetros relacionados às colunas de flotação como, velocidades superficiais de água ( $J_w$ ), de ar ( $J_{ar}$ ), camada de espuma e sistemas de geração de bolhas (cavitação e tubo poroso).

### **3.4. Amostragem**

Para a amostragem dos testes em escala piloto, a amostragem foi feita após ajustado o nível desejado da variável de estudo, em intervalo que variou entre 60 e 90 minutos, dependendo do circuito de flotação e da variável estudada, para que fosse estabelecido o estado estacionário do processo. Após atingir esse estado, era tomada uma amostra simultânea do fluxo do concentrado e do rejeito. As amostras de polpa dos produtos de flotação foram pesadas, secadas em estufa a temperatura entre 80-100 °C e após secas foram preparadas alíquotas para análises químicas. Com os dados dessas amostragens foram calculados todos os parâmetros de processo, como balanços de massa e metalúrgico, tempos de residência, capacidade de carregamento, etc.

## **4. Resultados e Discursão**

### **4.1. Estudo das rotas 1 e 2 de Carbonatos**

O primeiro estudo da rota 1 de Carbonatos considerou a flotação em colunas, configuração *rougher/cleaner*, com o fluxo de finos, ou seja, passante na peneira 106  $\mu\text{m}$ . A Figura 1 (a) apresenta as curvas de teor versus recuperação de CaO dos 14 ensaios realizados nessa rota. O teor de CaO no rejeito variou de 15,1% a 18,6%, para recuperações de CaO variando entre 69,5% a 97,8%. No concentrado, o teor de CaO variou de 20,5% a 42,6%, com recuperações metalúrgicas 2,1% e 30,4%. Outro estudo realizado, agora com a rota 2 de Carbonatos, considerou a flotação em colunas, configuração *rougher/cleaner*, com o fluxo de finos, ou seja, passante na peneira 106  $\mu\text{m}$  com a retirada da fração lama por hidrociclonagem em estágio único. A Figura 2 (b) apresenta as curvas de teor versus recuperação de CaO de 26 ensaios realizados nessa rota. O teor de CaO no rejeito variou de 2,8% a 17,9%, para recuperações de CaO variando entre 6% a 89,3%. No concentrado, o teor de CaO variou de 23,8% a 41,2%, com recuperações metalúrgicas 1,8% e 43,2%.

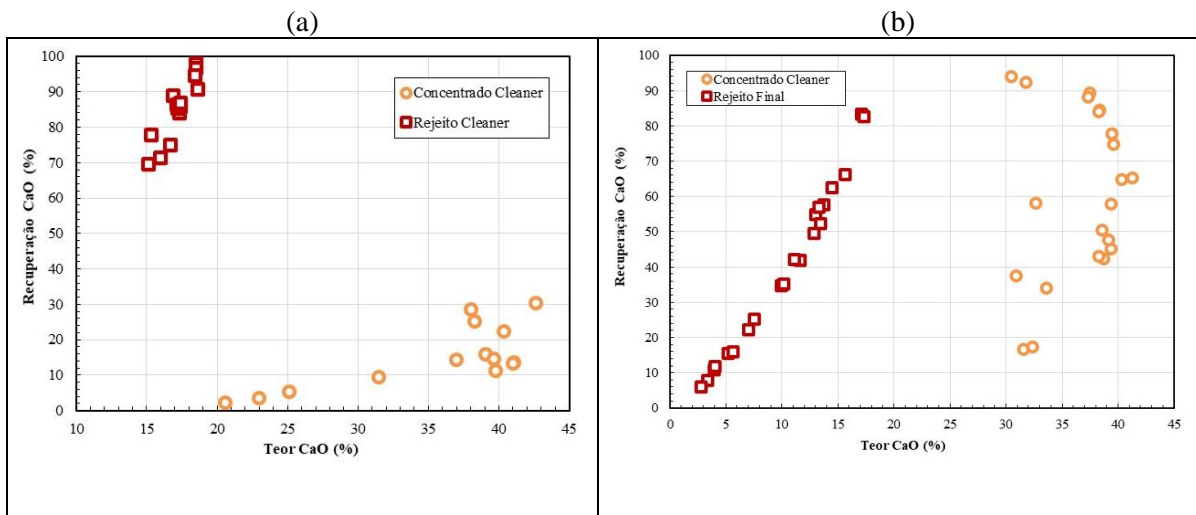


Figura 1. Curvas de recuperação versus teor de CaO - Rota 1 (a) e Rota 2 (b).

## 5. Conclusão

Após análise dos resultados de flotação de carbonatos das rotas avaliadas (Rota 1 - sem etapa de deslamagem e Rota 2 - considerando a etapa de deslamagem) foi verificada a necessidade da etapa de deslamagem, visando uma maior recuperação de CaO no concentrado *cleaner* e menor teor de CaO no afundado para posterior etapa de flotação, visando atingir as especificações da planta industrial.

## 6. Referências Bibliográficas

ESPINOSA GOMEZ, R. Recovery of Pyrochlore From Slimes Discarded at Niobec by Column Flotation (MSc Thesis). McGill University, Montreal, 1987.

GIBSON, C.E.; KELEBEK, S.; AGHAMIRIAN, M. Niobium oxide mineral flotation: A review of relevant literature and the current state of industrial operations. *International Journal of Mineral Processing* 2015; 137; 82-97.