



# Engenharia de Produção:

NOVAS PESQUISAS e TENDÊNCIAS

2

Adriano Mesquita Soares  
(Organizador)

## **Direção Editorial**

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

## **Organizador**

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

## **Capa**

AYA Editora

## **Revisão**

Os Autores

## **Executiva de Negócios**

Ana Lucia Ribeiro Soares

## **Produção Editorial**

AYA Editora

## **Imagens de Capa**

br.freepik.com

## **Área do Conhecimento**

Engenharias

# **Conselho Editorial**

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza

*Centro Universitário Santa Amélia*

Prof.ª Dr.ª Andréa Haddad Barbosa

*Universidade Estadual de Londrina*

Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos

*Instituto Federal do Amapá*

Prof.º Dr. Carlos López Noriega

*Universidade São Judas Tadeu e Lab. Biomecatrônica - Poli - USP*

Prof.ª Dr.ª Claudia Flores Rodrigues

*Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul*

Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva

*Centro Universitário FACEX*

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria De Genaro Chirolí

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota

*Universidade Federal de Sergipe*

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis

*Universidade do Estado de Minas Gerais*

Prof.ª Ma. Denise Pereira

*Faculdade Sudoeste – FASU*

Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig

*Universidade Federal do Paraná*

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos

*Universidade Federal do Amapá*

Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva

*Universidade Estadual de Londrina*

Prof.º Dr. Gilberto Zammar

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, IF Baiano - Campus Valença*

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza

*Universidade Federal de Sergipe*

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso

*Universidade de Santa Cruz do Sul*

Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.º Me. Jorge Soistak

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Ubajara*

Prof.º Me. José Henrique de Goes

*Centro Universitário Santa Amélia*

Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti

*Universidade Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim

*Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais*

Prof.ª Ma. Lucimara Glap

*Faculdade Santana*

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho

*Universidade Federal Rural de Pernambuco*



Prof.º Me. Luiz Henrique Domingues

*Universidade Norte do Paraná*

Prof.º Me. Milson dos Santos Barbosa

*Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ITP*

Prof.º Me. Myller Augusto Santos Gomes

*Universidade Estadual do Centro-Oeste*

Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Me. Pedro Fauth Manhães Miranda

*Centro Universitário Santa Amélia*

Prof.º Dr. Rafael da Silva Fernandes

*Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus  
Pauapebas*

Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira

*Instituto Federal do Acre*

Prof.ª Ma. Rosângela de França Bail

*Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais*

Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

*Universidade Federal do Piauí*

Prof.ª Ma. Silvia Aparecida Medeiros

Rodrigues

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.ª Dr.ª Silvia Gaia

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda

Santos

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Tânia do Carmo

*Universidade Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues

*Instituto Federal de Santa Catarina*

Prof.º Dr. Valdoir Pedro Wathier

*Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional,  
FNDE*

© 2021 - **AYA Editora** - O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). As ilustrações e demais informações contidas desta obra são integralmente de responsabilidade de seus autores.

E576 Engenharia da produção: novas pesquisas e tendências [recurso eletrônico]. / Adriano Mesquita Soares (organizador) -- Ponta Grossa: Aya, 2021. 258 p. – ISBN 978-65-88580-85-1

Inclui biografia

Inclui índice

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

DOI 10.47573/aya.88580.2.51

1. Engenharia de produção. 2. Logística. 3. Sustentabilidade. 4. Comportamento organizacional. I. Soares, Adriano Mesquita. II. Título

CDD: 658.5

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

International Scientific Journals Publicações de  
Periódicos e Editora EIRELI

AYA Editora©

CNPJ: 36.140.631/0001-53

Fone: +55 42 3086-3131

E-mail: contato@ayaeditora.com.br

Site: <https://ayaeditora.com.br>

Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557  
Ponta Grossa - Paraná - Brasil  
84.071-150

## **Concentração com hydrofloat** **Concentration with Hydrofloat**

---

*Robson Cardoso de Freitas*

DOI: 10.47573/aya.88580.2.51.13

# Resumo

---

Devido à recuperação da Usina 320 ser menor em frações grossas foi estudada a aplicação do equipamento Hydrofloat, desenvolvido para ter um melhor desempenho na flotação de grossos. Para o estudo foi instalada uma unidade piloto na Usina 320 com capacidade de 1-4 t/h. Após testes preliminares de operação foram realizados ensaios contínuos com polpa amostrada diretamente da usina, variando a vazão de alimentação, a dosagem de reagentes, a injeção de espumante, a vazão de água e ar do hydrofloat e o nível do leito de adensamento no hydrofloat. Os testes consistiam em classificar a polpa amostrada, onde os finos eram devolvidos para a usina e os grossos seguiam para condicionamento com reagentes e flotação no Hydrofloat. Foi avaliado o efeito da dosagem de reagentes, da vazão mássica da alimentação, vazões de água, água e altura do leito no hydrofloat. Classificando a amostra da alimentação e flotando a fração maior que 100# se obteve concentrados com teores acima de 30% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e recuperação de apatita na ordem de 90%, nos melhores resultados.

**Palavras-chave:** hydrofloat. flotação. concentração.

# Abstract

---

As the recovery of Plant 320 is smaller in coarse fractions, the application of the Hydrofloat equipment, developed to have a better performance in coarse flotation, was studied. For the study, a pilot unit was installed at Plant 320 with a capacity of 1-4 t/h. After preliminary operational tests, continuous tests were carried out with pulp sampled directly from the plant, varying the feed flow, the dosage of reagents, the injection of foam, the water and air flow of the hydrofloat and the level of the densification bed in the hydrofloat. The tests consisted of classifying the sampled pulp, where the fines were returned to the mill and the coarse ones followed for conditioning with reagents and flotation in Hydrofloat. The effect of reagent dosage, feed mass flow, water and water flow rates and bed height in the hydrofloat were evaluated. Sorting the feed sample and floating the fraction greater than 100#, concentrates with contents above 30% of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and apatite recovery in the order of 90% were obtained, in the best results.

**Keywords:** hydrofloat. flotation. concentration.

## INTRODUÇÃO

Os equipamentos utilizados para concentração de minérios via flotação apresentam uma boa eficiência em granulometrias específicas. As partículas de tamanho entre 100 e 200 micrometros normalmente são as que apresentam um melhor desempenho (CHAVES, 2002).

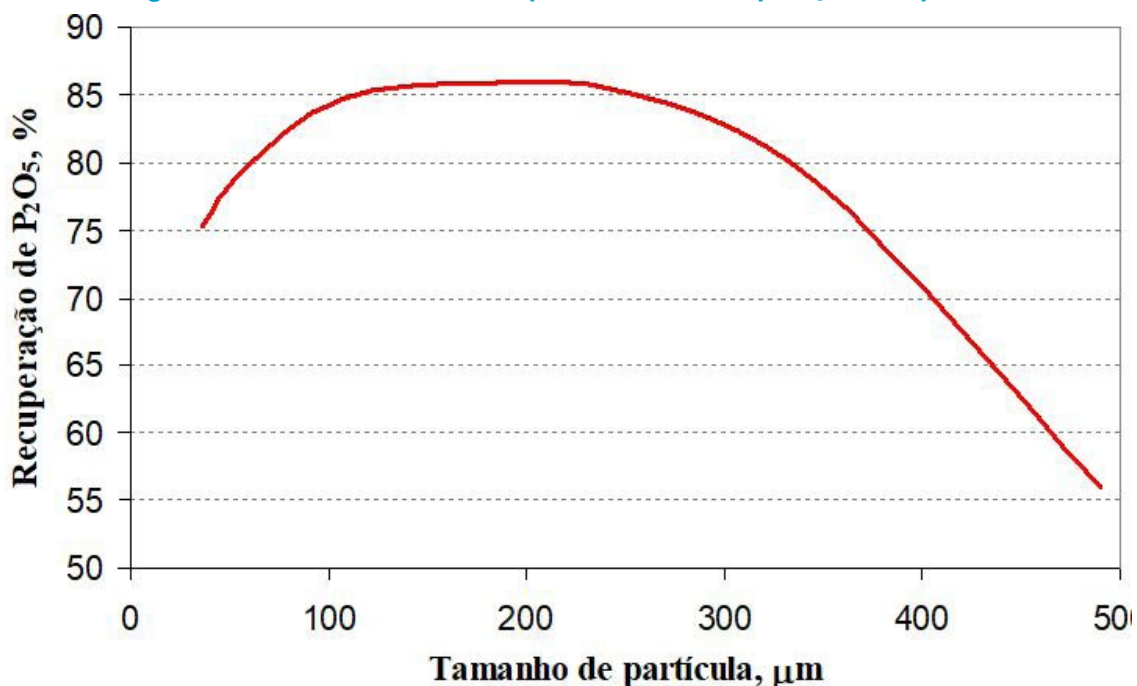
O processo de flotação é uma etapa de concentração do mineral que ocorre em três fases (líquida, sólida e gasosa). O mineral valioso é separado do material não valioso, aproveitando suas características físico-químicas por meio da adição de reagentes; Isso estimula a geração de espumas e sua posterior coleta por meio de calhas ou calhas, para as quais são utilizados equipamentos mecânicos e / ou pneumáticos, denominados células de flotação (LUZ, SAMPAIO, ALMEIDA, 2004).

O processo de flotação de uma planta concentradora é uma etapa fundamental no processo de concentração mineral, pois coleta o valioso mineral que se reflete no desempenho metalúrgico do processo; Está na recuperação do material e na qualidade do produto; todos com efeito direto no resultado da empresa (MARTINS, 2009).

Um mau processo de flotação leva ao envio de material para a próxima etapa de beneficiamento (depósito de rejeitos) que praticamente nunca mais será processado, apesar de ter incorrido em despesas financeiras significativas na extração da mineração, transporte de material e nas etapas de planta de flotação é viável observar condições de operação não padronizadas dos diferentes componentes de uma célula e que afetam seu funcionamento, a homogeneização da polpa com o ar da célula de flotação, o que leva a uma operação não padronizada, equipamento eficiente e atingir um nível de eficiência mais baixo.

Na Figura 1 é apresentado o efeito do tamanho de partícula na recuperação de apatita na flotação rougher-scavenger, os dados foram coletados em uma amostragem realizada com minério calcítico na Usina 320. Conforme mostrado na figura, a recuperação de apatita cai consideravelmente quando as partículas são maiores que 250  $\mu\text{m}$ .

Figura 1 - Efeito do tamanho de partículas na recuperação de apatita



O Hydrofloat é um equipamento de flotação desenvolvido para flotação de grossos, as partículas grossas tem um melhor desempenho nesse equipamento devido às condições hidrodinâmicas favoráveis provocadas pelo fluxo ascendente existente dentro do equipamento que auxilia no carregamento dos agregados bolhas/partículas (FUERSTENAU, 2007).

Para evitar que as linhas de fluxo carreguem material fino de ganga para o concentrado, antes de o minério ser flotado ele deve ser classificado, essa classificação é feita no equipamento Crossflow, previamente ao condicionamento e a flotação (ARAÚJO, PERES, 1995).

## METODOLOGIA

Foi montado um cronograma, apresentado na Figura 4, onde foram divididas as etapas de construção e montagem do circuito, pré operação onde foi realizados testes preliminares e testes com a presença dos engenheiros Lauro Takata (consultor Labore) e Fábio Duarte (CPT Brasil), nessa etapa foram identificado diversos pontos de melhoria e ajuste, que foram discutidos em reunião criando um plano de ação para realização dos ajustes. A ata da reunião onde estão definidos esses ajustes está no Anexo 1.

Após as modificações foram realizados testes com a presença de Fábio Duarte e Eric Yan (Eriez EUA). Ao final da visita dos consultores foi realizada uma reunião onde foram levantados os estudos já realizados e os passos seguintes, a ata da reunião está anexada em Anexo 2.

As etapas seguintes são referentes a montagem e operação com um novo ponto de amostragem que apresenta granulometria mais grossa.

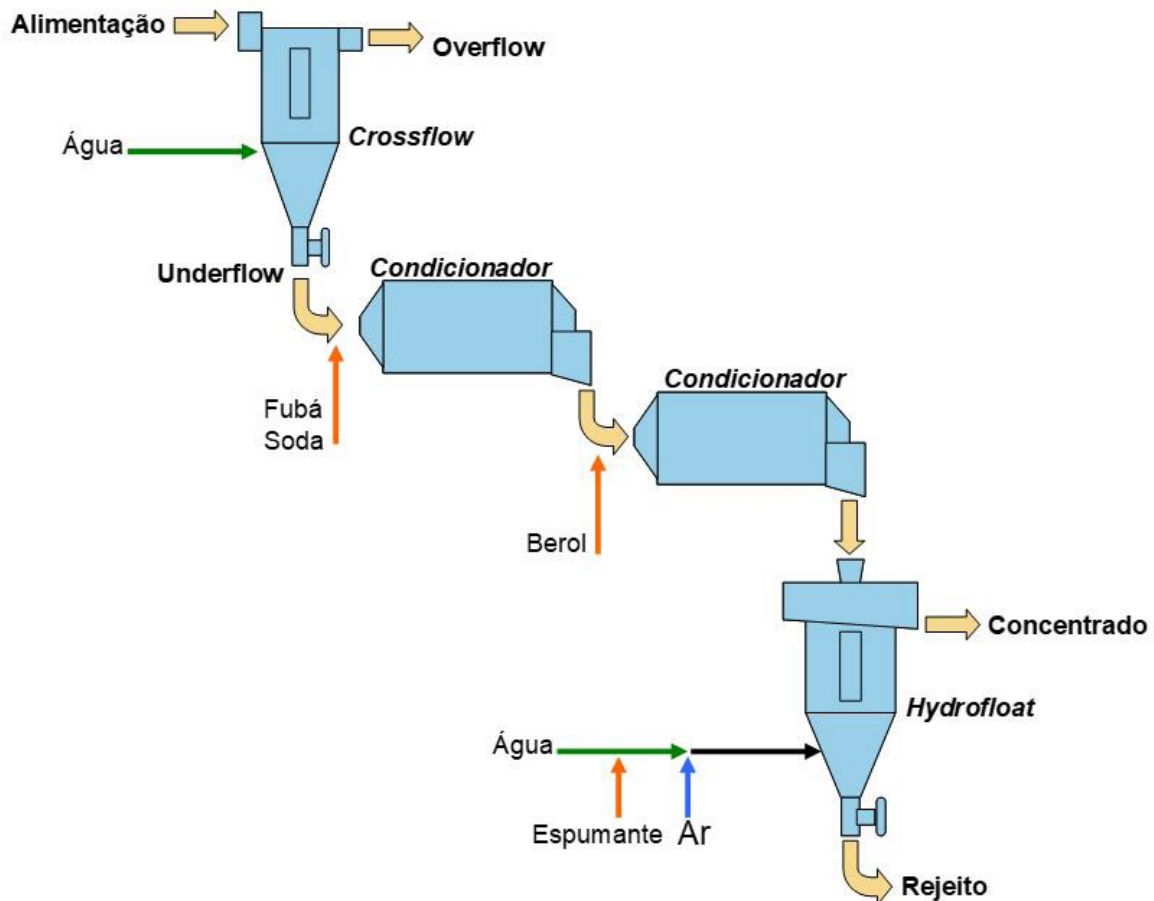
**Tabela 1 - Cronograma estabelecido para estudo de flotação de grossos com Hydrofloat**

|   | Julho | Agosto | Setembro | Outubro | Novembro | Dezembro |
|---|-------|--------|----------|---------|----------|----------|
| 1. Montagem do circuito   | █     |        |          |         |          |          |
| 2. Pré operação com Lauro Takata e Fábio Duarte e ajustes do circuito |       | █      | █        |         |          |          |
| 3. Testes com consultor Eriez e CPT com amostra do under deslamagem   |       |        | █        |         |          |          |
| 4. Testes com alimentação da flotação                                 |       |        |          | █       |          |          |
| 5. Alteração do ponto de amostragem                                   |       |        |          | █       | █        |          |
| 6. Testes com material da alimentação da classificação dos moinhos    |       |        |          |         | █        | █        |

Foi montado um circuito piloto para flotação de grossos na Usina de beneficiamento de Cajati, na Figura 2 é apresentado um fluxograma do circuito, composto de um classificador hidráulico (Crossflow), dois condicionadores tipo tambor e equipamento de flotação Hydrofloat. A polpa da alimentação do classificador foi bombeada através de uma bomba vertical e seguia para o restante do circuito por gravidade.



Figura 2 - Fluxograma do circuito piloto para flotação de grossos



Na Figura 3 é apresentada uma vista geral dos equipamentos utilizados no circuito piloto. A polpa é alimentada no Crossflow por bombeamento e transferida por gravidade para as etapas subseqüentes (condicionamento e flotação).

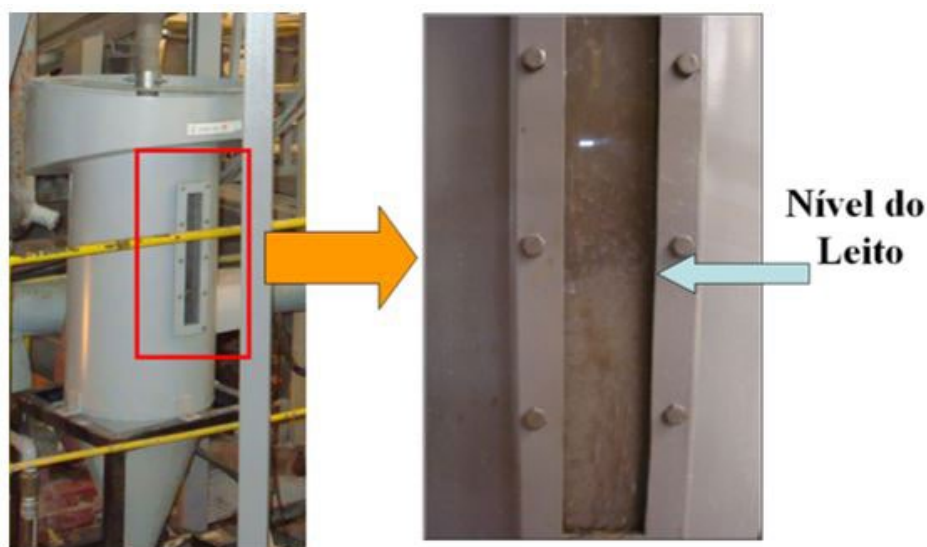
Figura 3 - Vista geral dos equipamentos crossflow, condicionadores e hydrofloat



No interior do hydrofloat existem duas seções, uma localizada mais próximo da base do equipamento com alto teor de sólidos, onde há a sedimentação das partículas e a injeção de água e ar em forma de bolhas. A entrada da água e das bolhas mantém esse leito fluidizado e possibilita o contato das bolhas com as partículas realizando a coleta (SOARES, 1999).

Na porção superior do hydrofloat possui baixo teor de sólidos e é onde as partículas coletadas pelas bolhas são carregadas até o transbordo. O nível da interface foi controlado através de um controlador que recebe o sinal de um medidor de pressão no hydrofloat e controla uma válvula localizada na descarga do rejeito do hydrofloat (underflow do hydrofloat). Na Figura 4 é apresentado detalhe da interface dentro visto pela janela de inspeção do equipamento.

**Figura 4 - Detalhe do leito dentro do hydrofloat**



**Tabela 2 - Alturas da interface do leito de partículas utilizadas nos estudo**

| Set Point no controlador de nível | Distância aproximada do transbordo, mm |
|-----------------------------------|--|
| 32                                | 600                                    |
| 34                                | 500                                    |
| 36                                | 400                                    |
| 38                                | 300                                    |

Todos os testes foram realizados com fubá de milho gelatinizado como depressor, soda como modulador de pH e Berol como coletor. No sistema de geração de bolhas foi injetado espumante ou Berol. Foi avaliado o efeito da dosagem de reagentes, a vazão de água no classificador e no hydrofloat, a vazão de ar e o nível do leito no hydrofloat.

Os parâmetros avaliados durante o estudo foram:

- Vazão mássica de alimentação;
- Dosagem de coletor;
- Dosagem de espumante e tipos de espumante.
- Nível do leito no Hydrofloat;

- Vazão de ar no Hydrofloat;
- Vazão de água no Hydrofloat (NATIVAL, NASCIMENTO, 2002).

Como dentro do hydrofloat existe um fluxo de água ascendente não há a formação de uma camada de espuma. O material coletado e flotado transborda juntamente com o fluxo de água. Na figura 5 é mostrado um detalhe do transbordo do concentrado.

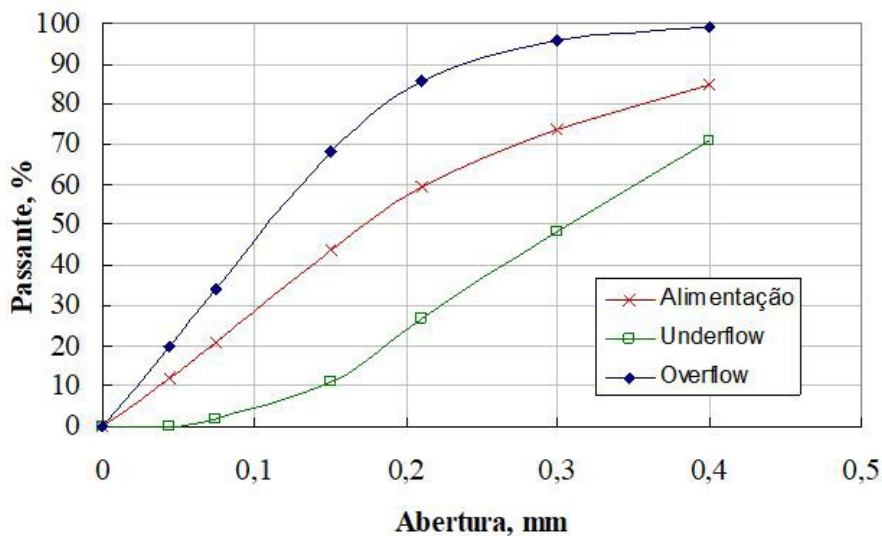
Figura 5 - Detalhe do transbordo de concentrado do Hydrofloat (overflow)



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Depois de ajustado o classificador com o corte em 100#, todos os testes foram realizados utilizando as mesmas condições no Crossflow, buscando manter uma distribuição granulométrica constante para todos os testes (LUZ, SAMPAIO, ALMEIDA, 2004). Na Figura 5 é mostrada uma distribuição granulométrica da alimentação do classificador, do overflow e do underflow, que segue para flotação, amostra referente ao teste do dia 28 de setembro às 11 horas.

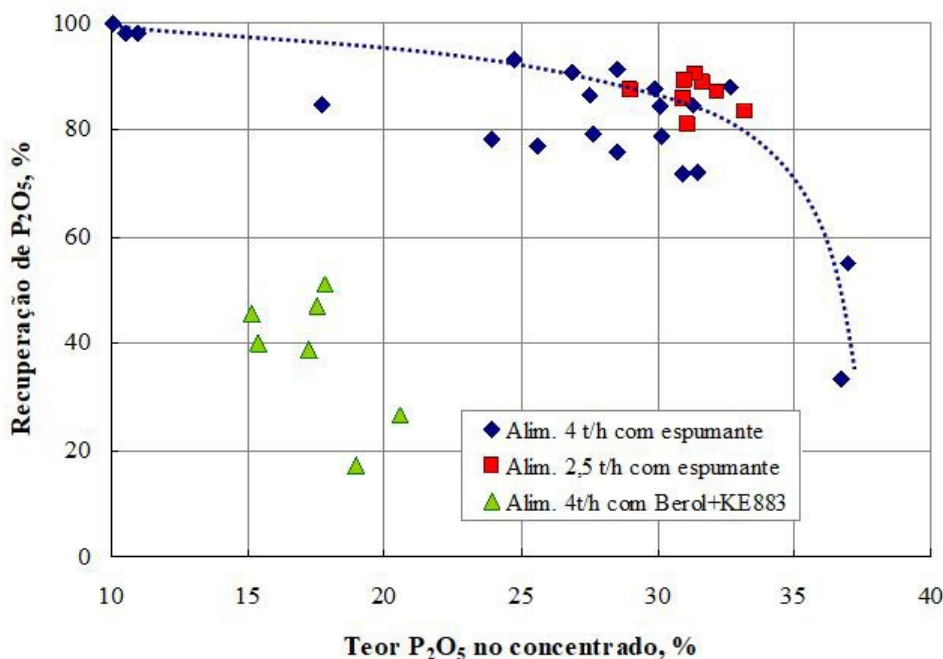
Figura 6 - Distribuição granulométrica do classificador durante um teste



Na Figura 7 são apresentados resultados de recuperação e teor para os testes com alimentação próxima de 4 e 2,5 t/h. Também é mostrada na figura a baixa eficiência da utilização de Berol na geração de bolhas em comparação com outros espumantes utilizados (nonilfenol e Flotanol). Segundo Martins (2009) a utilização de um reagente tensoativo na geração de bolhas

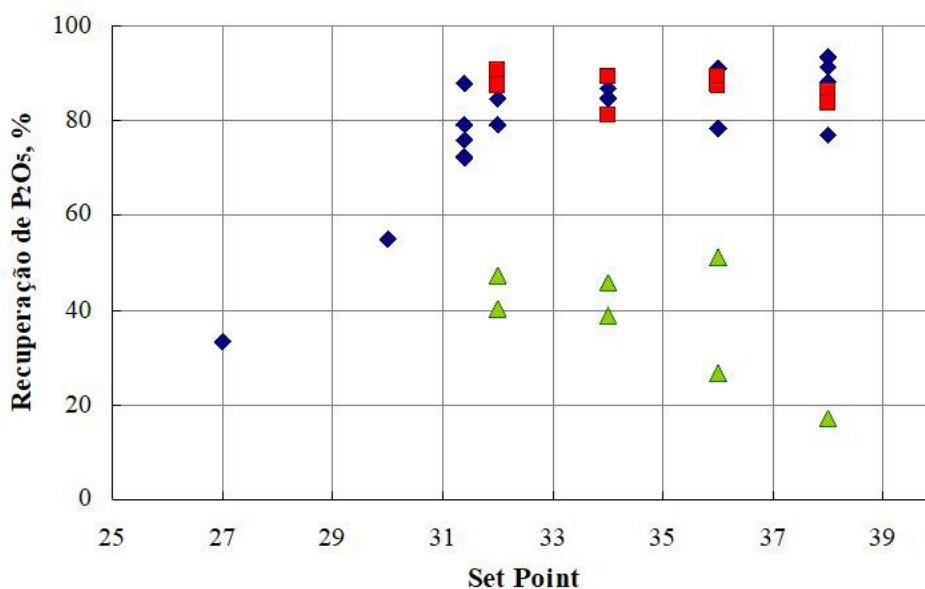
é imprescindível, testes feitos sem a adição de espumante se obteve concentrados com baixo teor e baixa recuperação.

**Figura 7 - Pontos de teor e recuperação dos ensaios com 2,5 e 4 t/h utilizando espumante e Berol na geração de bolhas**



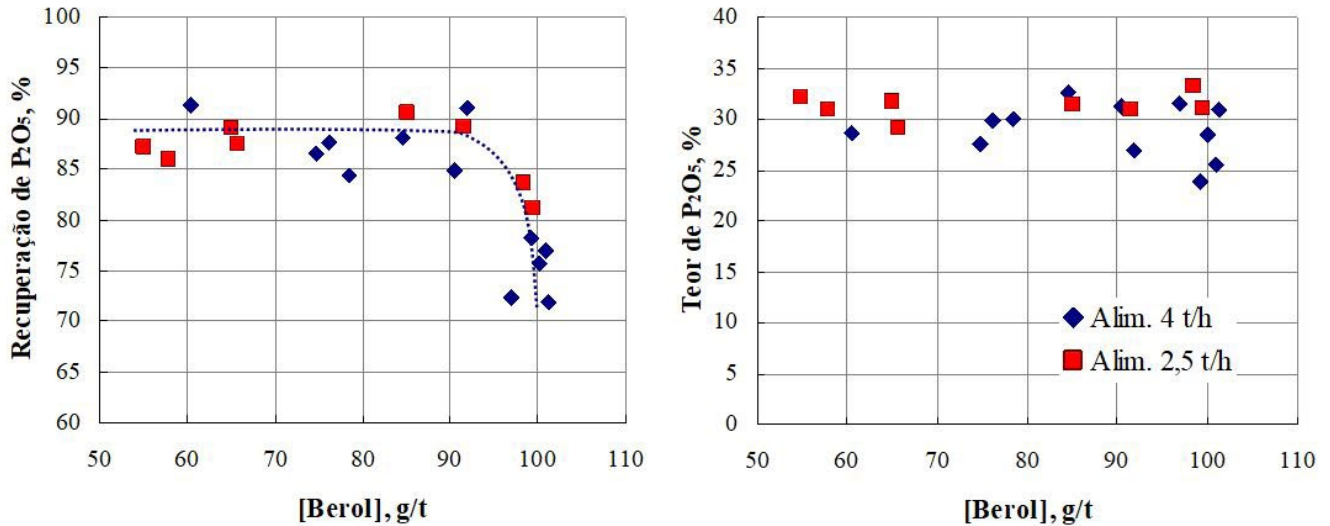
Na Figura 8 é mostrado o efeito do tamanho do leito dentro do hydrofloat, onde os melhores resultados foram obtidos utilizando o nível mais elevado, com set point acima de 31, que equivale a um leito de ao menos 20 cm.

**Figura 8 - Efeito do nível do leito na recuperação de P2O5**



A Figura 9 mostra o efeito da dosagem de coletor na recuperação de apatita e no teor do concentrado, onde com dosagens acima de 90 g/t apresenta uma queda na recuperação enquanto o teor permanece praticamente constante em todas as dosagens.

Figura 9 - Efeito da dosagem de Berol como coletor nos na recuperação e no teor de P2O5



Com a amostra de concentrado, alimentação e rejeito do Hydrofloat dos testes que tiveram os melhores resultados foi feita à medida da distribuição de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com objetivo de visualização quais as frações tem maior recuperação. As Figuras 10 e 11 apresentam as recuperações mássicas e metalúrgicas de dois testes, e a Figura 12 compara os resultados de recuperação de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> obtidos nos testes com uma amostragem feita na usina.

Figura 10 - Recuperação de P2O5 por faixa granulométrica do teste das 11 horas do dia 15 de outubro

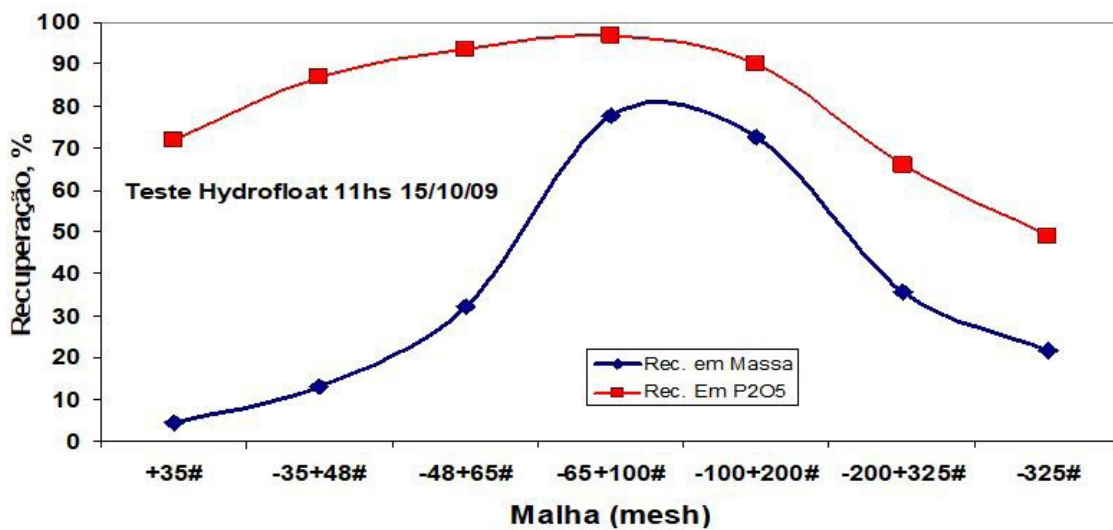




Figura 11 - Recuperação de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por faixa granulométrica do teste das 13 horas do dia 15 de outubro

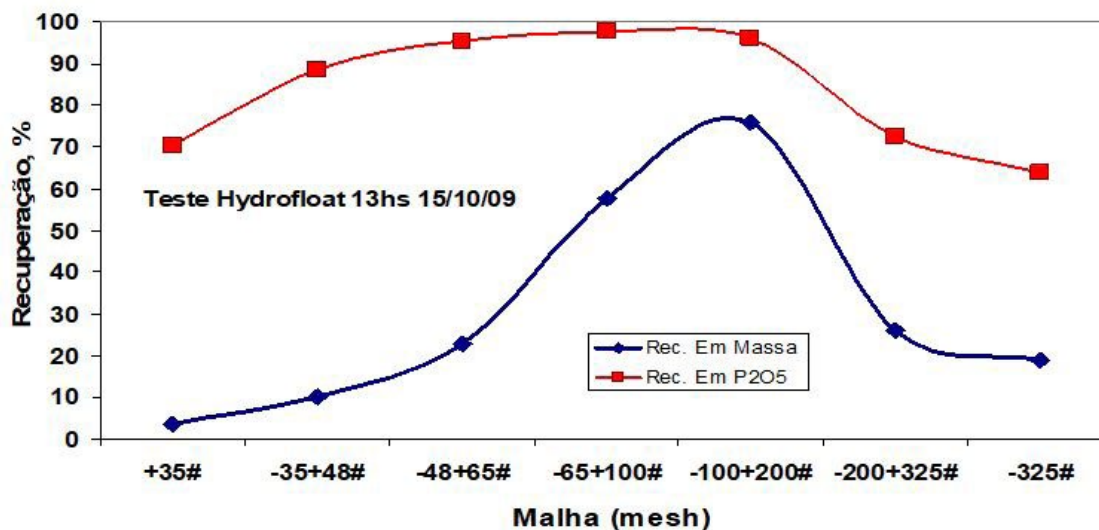
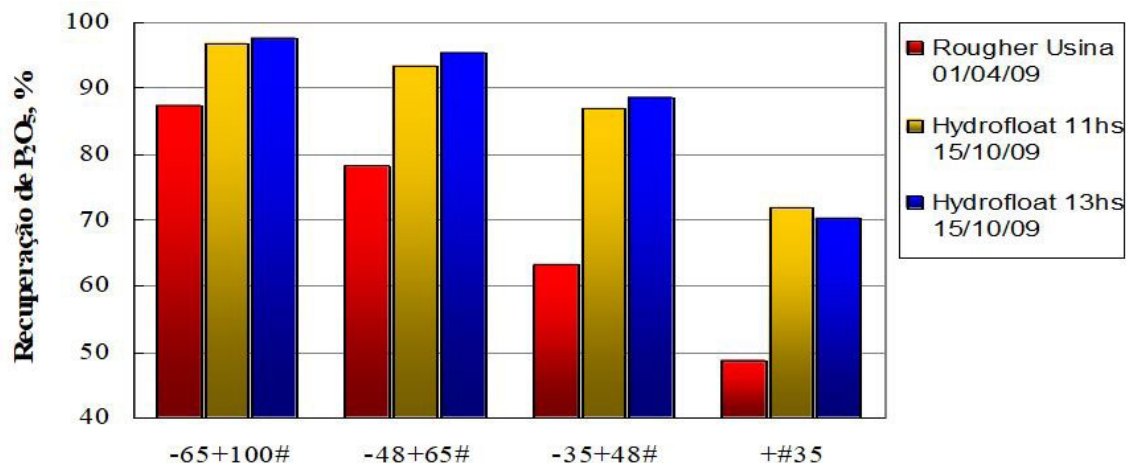


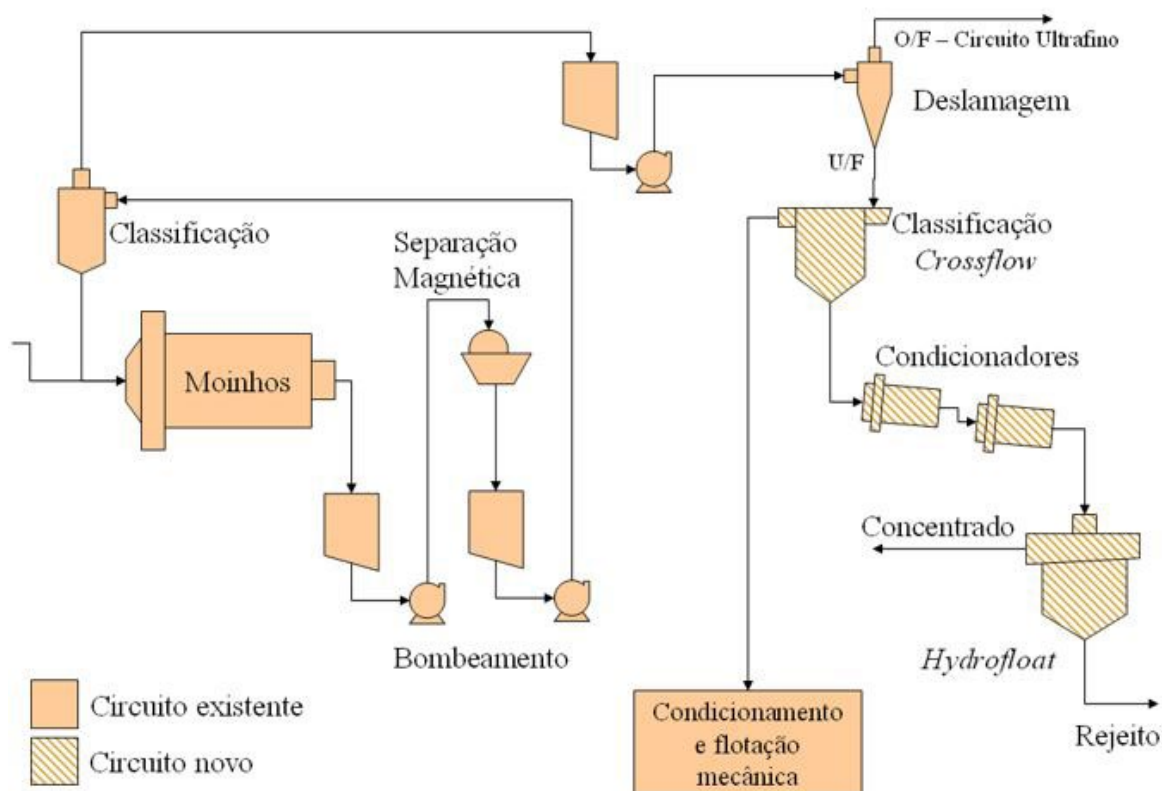
Figura 12 - Recuperação de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por faixa granulométrica do teste das 13 horas do dia 15 de outubro



## Alternativas de circuito

Os testes foram efetuados utilizando amostra da alimentação da flotação efetuando um corte granulométrico em 150 µm onde é flotado a fração grossa no hydrofloat e a fração abaixo de 150 µm retorna ao circuito. Com a instalação de um equipamento hydrofloat industrial o circuito ficaria similar ao apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Circuito de beneficiamento utilizando Hydrofloat paralelo a flotação de grossos



Extrapolando os resultados obtidos com o circuito piloto foi montado um balanço de massas com o circuito apresentado na Figura 13, com valores obtidos tipicamente na Usina 320.

Na Tabela 3 é representado um balanço de massas simulando um circuito utilizando Hydrofloat em conjunto com a flotação convencional. Nesse balanço foram utilizados os dados do teste 19 com Hydrofloat realizado às 11h e 30min do dia 15 de outubro de 2009.

Os dados de flotação convencional foram adquiridos de uma amostragem realizada na usina no dia 01/04/09, onde a recuperação de apatita da flotação obtida na usina foi de 86,5%. Separando em frações granulométricas maiores e menores que 150 $\mu$ m o desempenho da usina para a fração acima dessa granulometria apresentou uma recuperação de 79,3% (com 39,3% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) enquanto a fração menor que 150 $\mu$ m apresentou uma recuperação de apatita de 93,2% (com 33,8% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Para a simulação apresentada na Tabela 3 foi utilizada somente a fração abaixo de 150  $\mu$ m, pois é a parcela que será flotada em célula mecânica.

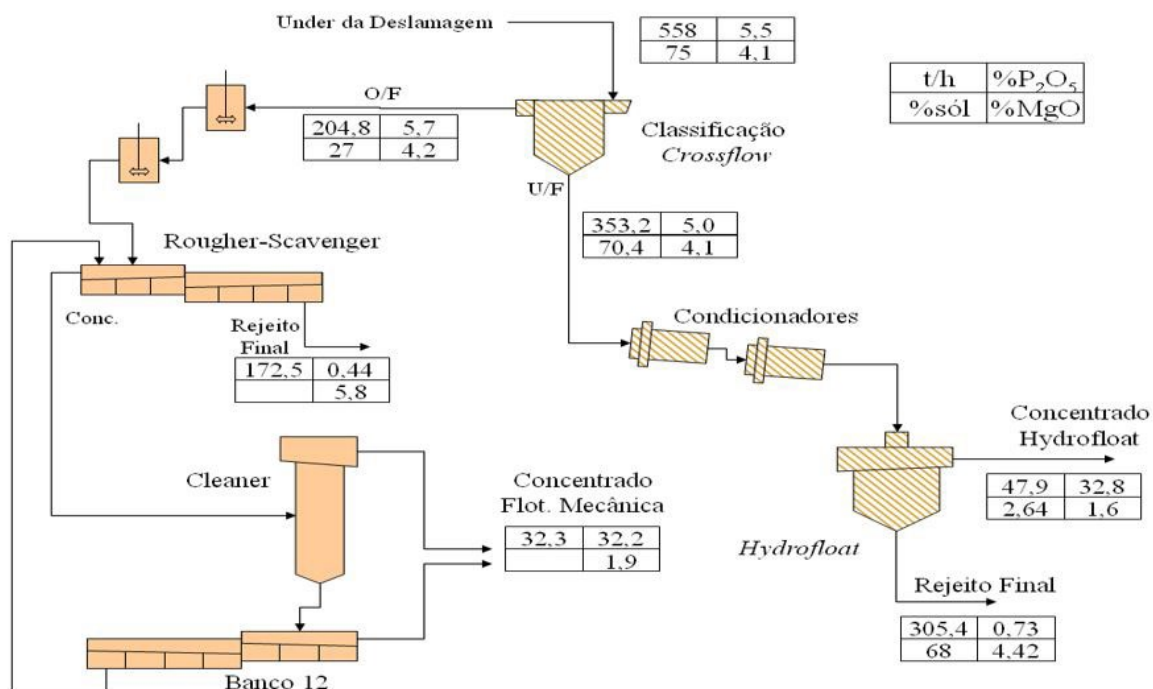
Tabela 3

| Parâmetro                             | Circuito flotação convencional atual* | Convencional <150 $\mu$ m | Hydrofloat >150 $\mu$ m | Flotação Mec.+Hydrofloat |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|
| %Rec. Massa                           | 11,2                                  | 15,8                      | 13,5                    | 15,1                     |
| %Rec. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   | 86,5                                  | 93,5                      | 87,2                    | 90,3                     |
| % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Conc. | 35,9                                  | 33,8                      | 32,2                    | 32,8                     |

\* Baseado na amostragem realizada no dia 01/04/09

Na Figura 14 é apresentado um balanço de massas do circuito

Figura 14 - Balanço de massas de uma simulação da utilização do Hydrofloat no circuito da Usina 320



Compondo o concentrado da flotação mecânica com o concentrado da flotação no hydrofloat, o produto final apresenta teor de  $P_2O_5$  abaixo do limite conforme mostrado na Tabela 4. Como alternativa será estudada a utilização de uma flotação cleaner do hydrofloat e a utilização de circuitos alternativos, conforme será descrito.

Segundo Leal, Filho (1991) outro fator que irá influenciar na inclusão desse circuito é o percentual de sólidos do overflow da classificação no Crossflow, devendo também ser estudado alternativas de adensamento em ciclones desaguadores, onde o overflow é destinado ao circuito de ultrafinos.

Tabela 4 - Simulação dos teores do concentrado final de grossos (flotação convencional + hydrofloat)

| Composição do concentrado final |           |        |        |         |      |      |       |       |      |      |       |           |
|---------------------------------|-----------|--------|--------|---------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-----------|
| CÓDIGO                          | PRODUTO   | PESO   | %PESO  | P2O5TOT | MgO  | SiO2 | Fe2O3 | CaO   | SO3  | K2O  | Al2O3 | DIST P2O5 |
|                                 | +#35      | 0,9    | 0,92   | 40,23   | 0,30 | 0,40 | 0,27  | 55,13 | 0,72 | 0,12 | 0,04  | 1,02      |
|                                 | -35+48#   | 3,9    | 3,90   | 40,25   | 0,30 | 0,39 | 0,01  | 55,29 | 0,72 | 0,18 | 0,05  | 4,36      |
|                                 | -48+65#   | 12,6   | 12,61  | 39,66   | 0,30 | 0,38 | 0,03  | 55,53 | 0,69 | 0,17 | 0,05  | 13,91     |
|                                 | -65+100#  | 22,6   | 22,56  | 38,79   | 0,40 | 0,48 | 0,04  | 55,12 | 0,71 | 0,13 | 0,08  | 24,33     |
|                                 | -100+200# | 28,6   | 28,58  | 38,53   | 0,85 | 0,92 | 0,12  | 54,00 | 0,72 | 0,11 | 0,23  | 30,61     |
|                                 | -200+325# | 11,7   | 11,70  | 35,59   | 1,91 | 1,37 | 0,21  | 51,02 | 0,69 | 0,17 | 0,31  | 11,58     |
|                                 | -325#     | 19,7   | 19,74  | 25,86   | 3,22 | 1,55 | 0,49  | 49,69 | 0,88 | 0,39 | 0,70  | 14,19     |
|                                 |           | 100,00 | 100,00 | 35,97   | 1,25 | 0,90 | 0,17  | 53,30 | 0,74 | 0,19 | 0,26  | 100,00    |

O concentrado do hydrofloat também apresenta uma grande quantidade de água, com teor de sólidos na ordem de 2%, porém como o material é grosso o desaguamento em ciclones é bastante eficiente.

Para reduzir o tamanho do hydrofloat para esse circuito seria elevar o corte do crossflow para uma granulometria mais grossa (ARAÚJO, PERES, 1995). Na Tabela 5 é apresentado um resumo dos principais resultados obtidos nos testes piloto.



Tabela 5 - Resultados dos principais testes de flotação de grossos.

| Data       | Teste      | Alimentação, t/h | [Berol], g/t | set point | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Conc | %R P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|------------|------------|------------------|--------------|-----------|------------------------------------|----------------------------------|
| 24/09/2009 | 10         | 4,91             | 163,66       | 27        | 36,74                              | 33,32                            |
|            | 13         | 4,69             | 176,91       | 30        | 36,98                              | 54,96                            |
| 25/09/2009 | 10         | 4,24             | 170,15       | 36        | 7,70                               | 97,55                            |
|            | 11         | 3,98             | 163,79       | 36        | 10,03                              | 99,98                            |
|            | 12         | 4,35             | 140,22       | 35,5      | 10,94                              | 98,15                            |
|            | 14         | 4,71             | 63,20        | 29,5      | 17,68                              | 84,69                            |
|            | 15         | 4,76             | 39,68        | 35,5      | 7,76                               | 98,50                            |
|            | 16         | 4,14             | 54,82        | 39        | 4,33                               | 99,00                            |
|            | 16,5       | 4,47             | 36,88        | 35        | 7,42                               | 98,66                            |
|            | 17         | 4,09             | 44,85        | 32,5      | 10,55                              | 98,23                            |
|            | 17,5       | 4,07             | 20,98        | 38        | 24,78                              | 93,34                            |
|            | 28/09/2009 | 11,5             | 4,72         | 76,11     | 31,4                               | 29,89                            |
| 12         |            | 4,31             | 101,21       | 31,4      | 30,89                              | 71,92                            |
| 13         |            | 4,36             | 97,00        | 31,4      | 31,47                              | 72,32                            |
| 13,5       |            | 3,66             | 100,14       | 31,4      | 28,50                              | 75,78                            |
| 14         |            | 3,86             | 144,39       | 31,4      | 30,14                              | 78,89                            |
| 13/10/2009 | 1          | 3,70             | 58,19        | 32        | 17,52                              | 47,06                            |
|            | 2          | 4,43             | 37,18        | 34        | 17,22                              | 38,78                            |
|            | 3          | 4,23             | 39,43        | 36        | 20,60                              | 26,46                            |
|            | 4          | 5,11             | 35,21        | 38        | 18,94                              | 17,20                            |
|            | 5          | 4,25             | 80,93        | 32        | 15,39                              | 40,19                            |
|            | 6          | 4,96             | 68,21        | 34        | 15,15                              | 45,67                            |
|            | 7          | 4,69             | 78,51        | 36        | 17,84                              | 50,94                            |
|            | 8          | 3,92             | 60,44        | 38        | 28,55                              | 91,41                            |
| 14/10/2009 | 9          | 3,92             | 78,46        | 32        | 30,06                              | 84,46                            |
|            | 10         | 3,92             | 90,40        | 34        | 31,30                              | 84,79                            |
|            | 11         | 4,01             | 91,89        | 36        | 26,85                              | 90,97                            |
|            | 12         | 4,72             | 84,54        | 38        | 32,64                              | 88,12                            |
|            | 13         | 3,48             | 157,72       | 32        | 27,64                              | 79,15                            |
|            | 14         | 5,49             | 74,78        | 34        | 27,49                              | 86,55                            |
|            | 15         | 5,30             | 99,20        | 36        | 23,90                              | 78,26                            |
|            | 16         | 5,19             | 100,87       | 38        | 25,59                              | 77,01                            |
|            | 17         | 2,50             | 65,72        | 32        | 29,03                              | 87,53                            |
| 15/10/2009 | 18         | 2,29             | 64,96        | 34        | 31,62                              | 89,10                            |
|            | 19         | 2,59             | 54,96        | 36        | 32,16                              | 87,24                            |
|            | 20         | 2,58             | 57,92        | 38        | 30,92                              | 85,99                            |
|            | 21         | 2,53             | 85,10        | 32        | 31,37                              | 90,56                            |
|            | 22         | 2,43             | 99,45        | 34        | 31,10                              | 81,10                            |
|            | 23         | 2,64             | 91,55        | 36        | 30,97                              | 89,24                            |
|            | 24         | 2,68             | 98,44        | 38        | 33,21                              | 83,63                            |

## Trabalhos futuros

1. Realização de testes com a alimentação do ciclone de classificação do moinho 1, verificando a granulometria limite para utilização do Hydrofloat.
2. Flotação em célula mecânica do material retirado pelo overflow do Crossflow.
3. Realizar o corte granulométrico do Crossflow em tamanhos maiores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O separador HydroFloat server para concentração de partículas minerais grosseiras, fornecendo a capacidade de um separador de densidade enquanto mantém a seletividade de um dispositivo de flotação. Usando um sistema de aeração para dispersar bolhas finas em um ambiente de leito fluidizado, o Separador HydroFloat aumenta significativamente a recuperação seletiva de partículas grossas, aplicando fundamentos de flotação para separação por gravidade. Pode ser aplicado a: carvão, minério de ferro, minerais industriais, metais básicos, sulfetos

As aplicações podem incluir a recuperação grosseira em circuitos de flotação de alimentação dividida, eliminação de Rejeitos, flotação Flash em Circuitos de Moagem.

Separadores HydroFloat melhoram a recuperação de partículas grossas por meio de: aumento das taxas de colisão de bolhas/partículas, aumento do tempo de deslizamento da bolha/partícula, aumento do tempo de residência, mistura diminuída, turbulência e desprendimento diminuídos e restrições de flutuabilidade diminuídas.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A.C.; PERES, A.E.C. Froth Flotation: relevant facts and the Brazilian case. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1995.
- CHAVES, A.P. Teoria e Prática do Tratamento de Minérios, volumes 1 a 3. São Paulo: Signus, 2002.
- FUERSTENAU, D.W. A century of developments in the chemistry of flotation processing. In: Fuerstenau, M.C.; Jameson, G and Yoon, R. (eds) Froth Flotation a century of innovation. SME, Littleton, pp. 3-64. (2007)
- LEAL FILHO, L.S. Aspectos relevantes na separação apatita/minerais de ganga via processo serrana 266p. Tese (Doutorado). São Paulo: ESCOLA POLITECNICA, Universidade de São Paulo, 1991.
- LUZ, A.B.; SAMPAIO, J.A.; ALMEIDA, S.L.M. Tratamento de Minérios 4ª edição. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2004.
- MARTINS, M. Molhabilidade de Apatita e sua Influência na Flotação – tese doutorado. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2009.
- NATIVAL, F. R.; NASCIMENTO, A. Operando Uma Usina de Concentração. São Paulo: Bunge Fertilizantes unidade de Cajati, 2002.
- SOARES, R. Manual de Operação da Coluna de Flotação. São Paulo: Bunge Fertilizantes unidade de Cajati, 1999.



