

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – UFG
REGIONAL CATALÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM TRATAMENTO DE MINÉRIOS**

JAIR MELO DE SOUSA

**DESAGUAMENTO DO *OVERFLOW* DA TERCEIRA
DESLAMAGEM DA VALE FERTILIZANTES CMC**

**CATALÃO
2016**

JAIR MELO DE SOUSA

**DESAGUAMENTO DO *OVERFLOW* DA TERCEIRA
DESLAMAGEM DA VALE FERTILIZANTES CMC**

Monografia apresentada ao curso de pós-graduação em Tratamento de Minérios da Universidade Federal de Goiás – UFG, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Tratamento de Minérios.

Orientador (a): Prof. Dr. André Carlos Silva
Co-orientador: Frederic Yann Braga

**CATALÃO
2016**

*À minha família e amigos, por
todo apoio, carinho e
companheirismo.*

A PEDRA

O distraído nela tropeçou...

O bruto a usou como projétil.

O empreendedor, usando-a, construiu.

O camponês, cansado da vida, dela fez assento.

Para meninos, foi brinquedo.

Drummond a poetizou.

Já, Davi, matou Golias, e Michelangelo extraiu-lhe a mais bela escultura...

E em todos esses casos, a diferença não esteve na pedra, mas no homem!

Antônio Pereira Dias Neto

Resumo

O aumento do consumo de bens minerais, aliado ao esgotamento das jazidas com altos teores, está fazendo com que as indústrias minerais busquem cada vez mais processos que viabilizem o desenvolvimento sustentável. No Complexo Mineroquímico de Catalão, o aproveitamento das partículas ultrafinas (5 micras) oriundas dos estágios de deslamagem do processamento do concentrado convencional é uma alternativa para o aumento das recuperações do processo na indústria de fosfato. Atualmente, essa produção de concentrado ultrafino corresponde a 15% da produção global de fosfato da Vale Fertilizantes - Catalão/GO e vem cada vez mais consumido pelas indústrias de fertilizantes de baixa concentração. Devido a isso, observa-se a necessidade do incremento dessa produção através do aproveitamento do *overflow* descartado pelo circuito convencional. Neste trabalho foi avaliado a implementação desse circuito como forma de se obter um acréscimo na produção do concentrado ultrafino. Os parâmetros avaliados foram análises químicas, granulométricas e avaliação de circuito. Portanto, foram necessárias adaptações no processo e circuito de deslamagem para atingir em torno de 35 t/h de lamas que gerará um produção de concentrado de 3 t/h.

Palavras chaves: Concentrado ultrafino. Concentrado convencional. Deslamagem.

Abstract

The increased consumption of mineral assets, coupled with the depletion of coal fields with high levels, is causing mineral industries seek increasingly processes that enable sustainable development. In the complex Catalan Mineroquímico, the use of ultrafine particles (5 microns) coming from the stages of desliming conventional concentrate processing is an alternative to increasing the recovery process in the phosphate industry. Currently, this production of ultrafine concentrate corresponds to 15% of global production of phosphate fertilizers Valley - Catalan / GO and is increasingly consumed by industries of low concentration fertilizer. Because of this, there is the need of increasing such production by use of the overflow discarded by the conventional circuit. This study evaluated the implementation of this circuit in order to obtain an increase in the production of ultrafine concentrate. The parameters evaluated were chemical analysis, grain size and circuit evaluation. So were necessary adaptations in the process and desliming circuit to reach around 35 t/h of sludge that will generate a concentrate of production of 3 t/h.

Keywords: Concentrate ultrathin. Conventional concentrated. Desliming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Operações unitárias da planta de beneficiamento de Catalão.	16
Figura 2. Circuito atual do <i>overflow</i> da 3ª deslamagem.	23
Figura 3. Fluxograma proposto para adensamento do <i>overflow</i> da 3ª Deslamagem do CMC.	25
Figura 4. Curva de distribuição granulométrica do <i>overflow</i> da 2ª e 3ª Deslamagem (CicloSizer).....	26
Figura 5. Curva de distribuição granulométrica do <i>overflow</i> da 2ª e 3ª Deslamagem (Pilha 1694).....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química do <i>overflow</i> da 2ª e 3ªdeslamagem da pilha 1654.	28
Tabela 2. Porcentagem de sólidos do <i>overflow</i> da 2ª e 3ªdeslamagem da pilha 1654.	28
Tabela 3. Dados coletados durante os ensaios de flotação.	29
Tabela 4. Comparativo entre as médias obtidas durante o processo de adensamento.....	29
Tabela 5. Comparativo de produtividade antes e após o adensamento.....	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo geral	11
2.2 Objetivos específicos	11
3. JUSTIFICATIVA	12
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
4.1 Processamento mineral	13
4.2 Hidrociclonagem	14
4.2.1 Deslamagem.....	15
4.3 A Empresa	15
4.4 Descrição do Processo	16
5. METODOLOGIA.....	21
5.1 Coleta e preparo de amostras.....	21
5.2 Análise química.....	21
5.3 Implantação do desaguamento do <i>overflow</i> da terceira deslamagem do CMC.....	22
5.3.1 Descrição do Fluxograma Atual da 3ª Deslamagem.....	22
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
6.1 Descrição do Fluxograma Proposto	24
6.2 Comparação entre <i>overflow</i> das 2ª e 3ª deslamagens.....	26
6.3 Ensaios de Flotação.....	28
6.4 Resultados Industriais	30
7. CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

A busca incessante pelo desenvolvimento sustentável é um conceito cada dia mais aplicado na indústria mineral devido principalmente ao esgotamento das reservas com teores elevados, como pelas dificuldades relacionadas à qualidade química do minério.

O gradual aumento do consumo de bens minerais faz com que as empresas busquem novas tecnologias de beneficiamento mineral para atender essa demanda. Dentre as alternativas de aumento de produção, pode ser citado o beneficiamento dos rejeitos das barragens e do material ultrafino oriundos dos processos de cominuição.

Para atender esse conceito, a empresa Vale Fertilizantes S/A implementou no Complexo Minerquímico de Catalão/GO, no ano de 1995, o projeto de recuperação de ultrafinos para o aproveitamento comercial dessas partículas. Inicialmente, o circuito composto por três deslamagens, é alimentado por partículas ultrafinas oriundas do circuito convencional de deslamagem com P_{80} de 37 μm , no qual, através de hidrociclones com diâmetro de 40mm, efetua-se corte em 5 μm , adequando, assim, a granulometria e a porcentagem de sólidos da polpa em 45% para o estágio de flotação.

Devido a crescente procura no mercado de fertilizantes por esse produto, torna-se primordial a busca de incremento da produção através de alternativas de processo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Propor um novo circuito para promover a recuperação da rocha fosfática ultrafina.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar uma revisão bibliográfica referente aos processos de classificação mineral e flotação;
- Descrever o fluxograma atual do processo de deslamagem;
- Expor os fluxogramas atual e proposto, comparando-os;
- Comparar o *overflow* gerado nos processos de deslamagem secundária e terciária através de análise granulométrica;
- Apresentar um orçamento que comprove a viabilidade econômica para a implementação do projeto.

3. JUSTIFICATIVA

No Complexo Minerquímico de Catalão - Vale Fertilizantes, uma atenção especial deve ser despendida ao overflow da terceira deslamagem, pois atualmente parte desse fluxo é enviada para a barragem, isso ocorre devido sua baixa porcentagem de sólidos (entre 3,0 e 5,0%) que inviabiliza seu aproveitamento total no circuito de microdeslamagem (acarreta constantes transbordamentos nas caixas do circuito). Entretanto, ao analisar-se o balanço de massas verifica-se que o overflow da 3ª deslamagem pode atingir uma alimentação de 30 a 40 t/h de concentrado ultrafino. Esse acréscimo gera um aumento de produção em torno de 3,0 t/h.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Processamento mineral

O Tratamento de minérios (Beneficiamento ou Processamento Mineral) consiste de um conjunto de operações unitárias aplicadas a uma matéria prima mineral, visando modificar a granulometria, a concentração relativa das espécies minerais presentes ou a forma, sem, contudo modificar a identidade química ou física dos minerais, objetivando obter produtos comercializáveis.

Para um minério ser concentrado, é necessário que os minerais estejam fisicamente liberados. Isto implica que uma partícula deve apresentar, idealmente, uma única espécie mineralógica. Para se obter a liberação do mineral, o minério é submetido a uma operação de redução de tamanho denominada cominuição (britagem e/ou moagem), que pode variar de centímetros até micrometros. Como as operações de redução de tamanho são caras (consumo de energia, meio moedor, revestimento, entre outros), deve-se fragmentar só o estritamente necessário para a operação seguinte. Para evitar uma cominuição excessiva, faz-se uso de operações de separação por tamanho ou classificação (peneiramento, ciclonação, entre outras), nos circuitos de cominuição. Uma vez que o minério foi submetido à redução de tamanho, promovendo a liberação adequada dos seus minerais, estes podem ser submetidos à operação de separação das espécies minerais, obtendo-se, nos procedimentos mais simples, um concentrado e um rejeito (LUZ *et al.*, 2010).

Ainda segundo os mesmos autores, as inovações mais significativas na área de tratamento de minérios ocorreram com a invenção da máquina a vapor. Já os grandes desenvolvimentos ocorreram no final do século XIX e início do século XX, sendo a utilização industrial da flotação, na Austrália, em 1950, a inovação mais impactante. Os avanços que se seguiram se orientaram, mais ao desenvolvimento de design de equipamentos maiores e mais produtivos ou eficientes, à otimização de processos por meio de automação e computação. Recentemente, tem-se verificado mais uma evolução incremental no desempenho dos processos.

4.2 Hidrociclonagem

Em termos conceituais os hidrociclones são equipamentos de classificação utilizados em diversas áreas do ramo do empreendimento mineiro, o mesmo surgiu em 1890, onde as tecnologias empregadas nesses equipamentos eram precárias, porém somente a partir do meio do século XX, onde foram utilizadas tecnologias mais avançadas em sua fabricação, necessitando de uma produção de larga escala para atender principalmente as empresas de processamento mineral. Esse equipamento de fácil manuseio possui partes moveis que conseqüentemente facilita seu acoplamento e remoção e possui vasta aplicação em tal ramo, seu principal uso pode ser descrito por Sampaio *et al* (2007):

- I. nos circuitos fechados de moagem;
- II. na deslamagem de minérios para a flotação;
- III. na remoção de partículas menores que 10 μm , operação de desaguamento.

Os hidrociclones são classificadores mecânicos, a utilização deles nesse meio se caracteriza pela a forma de separação que se faz, separando assim o material por densidade. Segundo Chaves (2006), as partículas com maior densidade são encaminhadas para uma saída cujo nome é *underflow*, já as partículas menos densas são direcionadas para uma outra saída, sendo ela chamada de *overflow*.

A instalação deste equipamento na indústria se dá por meio de uma bomba de polpa que alimenta os ciclones de tal forma que ele fica na parte mais elevada na usina para assim permitir uma alimentação dos demais equipamentos com o auxílio da gravidade (CHAVES, 2006).

No mesmo dispositivo de distribuição, denominado "*manifold*", a alimentação é feita por tubulações que se dirigem aos ciclones. Segundo Chaves (2006), os fluxos de *overflow* e de *underflow* são recolhidos em duas calhas independentes que se dirigem a um local específico para cada um, por meio da ação gravitacional. No *manifold* podem existir vários equipamentos acoplados, o que permite vários hidrociclones funcionarem em paralelo. Caso necessitem

de reparos, há reserva na estrutura, permitindo que seja feita a manutenção sem interromper o processo dentro da usina.

4.2.1 Deslamagem

No beneficiamento mineral, a classificação/desaguamento é o processo de separação de partículas por densidade que geralmente opera junto com as etapas de fragmentação, controlando os tamanhos das partículas gerados pelas mesmas. De maneira geral, essa etapa é executada com os seguintes objetivos: selecionar partículas suficientemente finas (logo, com elevado grau de liberação) para alimentar o processo de concentração (especialmente a flotação) e aqueles que devem retornar ao moinho; eliminar partículas muito finas, nocivas às etapas subsequentes, operação conhecida como Deslamagem.

Uma das etapas de classificação é a deslamagem, importante ao processamento mineral, que tem como finalidade a adequação da granulometria e a eliminação de partículas ultrafinas, nocivas ao processo de flotação.

4.3 A Empresa

O Complexo de Mineração da Vale Fertilizantes em Catalão-GO está dividido em CMC1 - local da mina, usina de processamento mineral e unidade de bombeamento de polpa localizado na região do Chapadão, distante cerca de 15km da cidade de Catalão, e em CMC2 - local da planta da fabricação de fertilizantes e do terminal rododiferroviário localizado próximo às adjacências da área urbana de Catalão.

Toda a produção do CMC1 é escoada através de um mineroduto com km de extensão até CMC2, onde o concentrado é empregado na produção de fertilizantes - solubilizado e transformado nos produtos finais (fertilizantes) SSP (superfosfato simples) ou escoado na forma de “rocha seca” ou “rocha úmida” para outras unidades de fabricação de fertilizantes.

O processamento da rocha fosfática é realizado através dos processos de cominuição, separação magnética, classificação, flotação convencional em

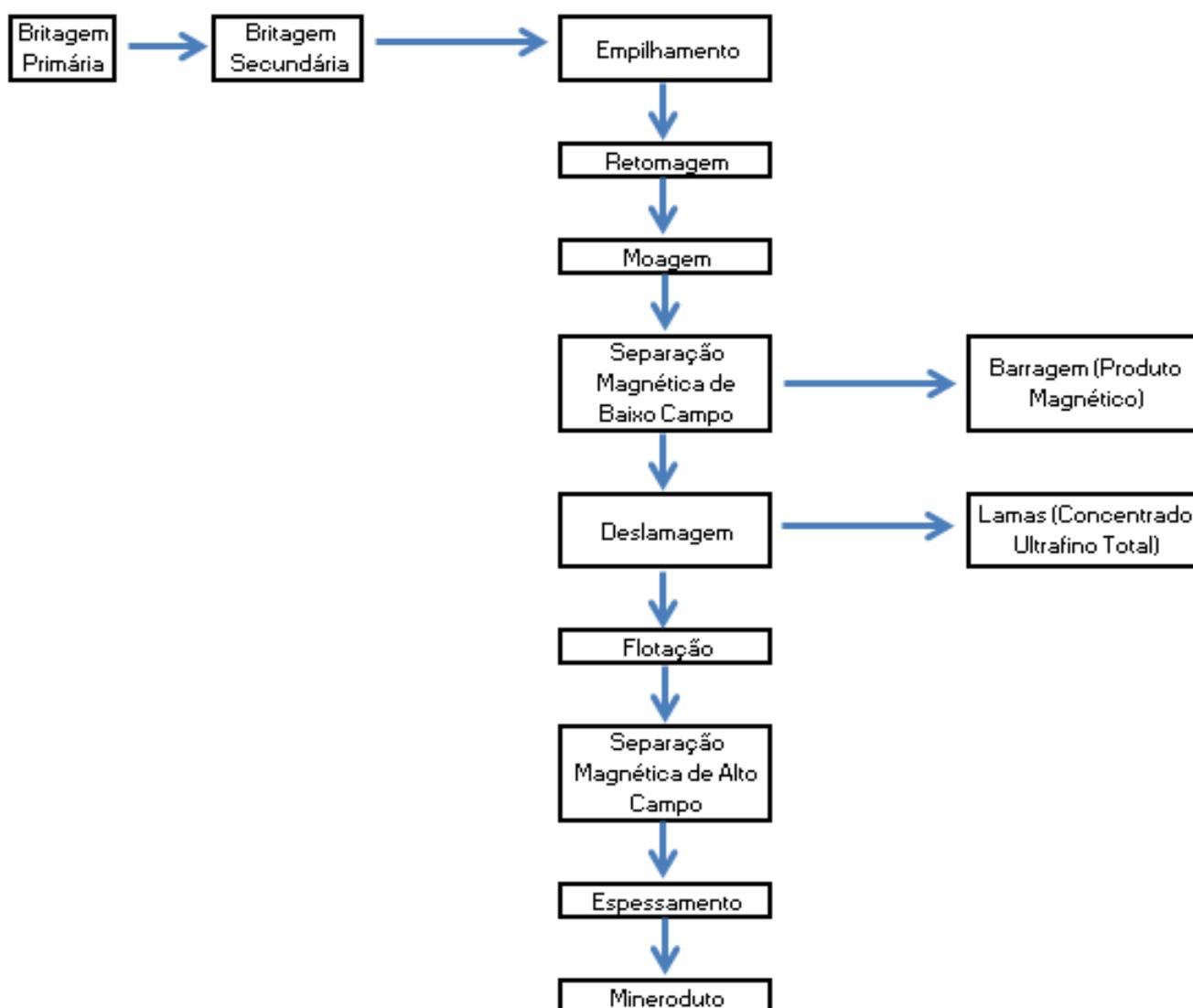
células mecânicas, flotação em colunas e separação magnética de alta intensidade.

A seguir serão descritos os materiais e a metodologia empregados para a elaboração deste trabalho.

4.4 Descrição do processo

As principais operações unitárias da planta de beneficiamento de Catalão estão descritas no diagrama de blocos apresentado na Figura 1.

Figura 1. Operações unitárias da planta de beneficiamento de Catalão.



Fonte: autoria própria.

O minério é britado em duas etapas, sendo que o material retido na peneira com malha de 1 e 3/8" alimenta o britador secundário (britador de rolos) em circuito aberto. Após britado, o minério é estocado em duas pilhas longitudinais com capacidade de 110 e 120 mil toneladas de material britado. Enquanto uma pilha é retomada, a outra é formada, mantendo-se um intervalo entre o tempo de retomagem e formação das pilhas.

A moagem primária é feita em um moinho de barras de 12,5"x18". As dimensões das barras (corpos moedores) são de 3 1/2" de diâmetro e comprimento de 5.400 mm. O material passante cai em uma caixa de polpa e é bombeado por uma bomba de polpa 14"x12" para a separação magnética de baixa intensidade.

A etapa de separação magnética de baixa intensidade (SMBI) do CMC é composta por seis conjuntos de separadores magnéticos de baixa intensidade do tipo tambor com ímãs permanentes em etapa *Rougher - Scavenger*. Os tambores possuem 36" de diâmetro e 120" de comprimento e o campo magnético é de 900 Gauss na etapa *Rougher* e 1200 Gauss na etapa *Scavenger*. Operacionalmente são utilizados de quatro a cinco conjuntos de acordo com a taxa de alimentação da usina.

O produto magnético é bombeamento para um depósito de magnética por um sistema com três bombas, sendo que duas bombas operam simultaneamente e uma terceira fica de *stand by*.

A moagem secundária é realizada por um moinho de bolas e possui descarga por diafragma. As dimensões das bolas (corpos moedores) são de 50 mm de diâmetro. A alimentação desse moinho consiste do *underflow* de sua própria classificação (classificação A). O produto dessa moagem segue por gravidade para a caixa de polpa, que também recebe o produto não magnético da separação magnética de baixa intensidade. Essa polpa é recalçada por uma bomba de polpa e alimenta a classificação da moagem secundária.

A classificação A é composta por oito hidrociclones de 26" . O *underflow* da classificação alimenta o moinho de bolas e o *overflow* segue para caixa de polpa para posterior etapa de 1ª deslamagem.

Após as operações de moagem secundária e classificação, o material é submetido a uma etapa de deslamagem efetuada em quatro estágios. A deslamagem classifica a polpa em três frações: produto classificado grosso, produto classificado fino e produto classificado ultrafino.

O *overflow* da classificação da moagem secundária segue para a caixa de polpa; a bomba de polpa recalca o produto dessa caixa para a 1ª deslamagem. Essa etapa de deslamagem é feita em 6 hidrociclones (D26B) de 26" de diâmetro , apex de 4" e vortex de 10". O *underflow* da primeira deslamagem segue para a moagem terciária, realizada pelo segundo moinho de bolas. Já o *overflow* da 1ª deslamagem segue para a caixa de polpa e é bombeado para a segunda deslamagem. A 2ª deslamagem é alimentada pelo *overflow* da 1ª deslamagem e é composta por uma bateria de 80 hidrociclones de 6" de diâmetro. O *overflow* dessa etapa constitui o produto classificado como ultrafino e posteriormente alimenta a deslamagem de ultrafinos. O *underflow* da 2ª deslamagem vai para mais uma etapa de deslamagem juntamente com o *overflow* da 4ª deslamagem e alimenta a 3ª deslamagem.

A 3ª deslamagem é composta por 60 hidrociclones de 6" de diâmetro. A alimentação é constituída pela incorporação do *underflow* da 2ª deslamagem e o *overflow* da 4ª deslamagem. O *overflow* dessa etapa se junta ao *overflow* da 2ª deslamagem e segue para o circuito de ultrafinos. O *underflow* da 3ª deslamagem – classificado como produto fino – junta-se ao *underflow* da 4ª deslamagem e alimenta o circuito de flotação convencional.

O *underflow* da 1ª deslamagem segue para uma etapa de classificação (classificação B) composta por uma bateria de 6 hidrociclones de 20" de diâmetro, apex de 4" e vortex de 7 1/2". O *underflow* dessa classificação segue para a moagem terciária, realizada num moinho de bolas de dimensão de 12,5' x 19'. As dimensões das bolas (corpos moedores) são de 40mm de diâmetro. O produto da descarga vai para a caixa que alimenta sua própria classificação

(classificação B), pois trata-se de um circuito fechado de moagem. O *overflow* da classificação B cai na caixa de polpa e é bombeado para a 4ª deslamagem.

A 4ª deslamagem é constituída por 4 hidrociclones de 26". O *underflow* dessa etapa - produto classificado grosso - é encaminhado a dois condicionadores e, posteriormente, juntamente com o *underflow* da 3ª deslamagem, alimenta a flotação convencional em células mecânicas. O *overflow* dessa etapa se une com o *underflow* da 2ª deslamagem e alimenta a 3ª deslamagem. O produto classificado denominado como ultrafino é composto pelo *overflow* da 2ª deslamagem e também pelo *overflow* da 3ª deslamagem.

São realizados três estágios de classificação (hidrociclones) em série para adequação da granulometria para a flotação de ultrafinos – primeira, segunda e terceira microdeslamagem realizadas em hidrociclones de 40mm de diâmetro. O *overflow* da 1ª e 2ª etapas são descartados como lamas e o *overflow* da 3ª etapa retorna à 2ª etapa. O *underflow* da 3ª etapa é o produto da microdeslamagem (alimentação da flotação de ultrafinos).

O condicionamento é realizado separado para cada circuito de flotação, sendo nos três casos um condicionador para a adição de depressor e outro para a adição de coletor vegetal e/ou sintético. A flotação de ultrafinos é composta por duas colunas de flotação (*Rougher* e *Cleaner*) e uma máquina *Scavenger*. Atualmente, em função da pouca massa que alimenta o circuito, está em operação apenas a coluna referente à etapa *Rougher*. A produção média de *underflow* é de 430 t/dia. A flotação convencional, que recebe o *underflow* da 3ª e 4ª deslamagem, é composta pelas etapas *Rougher* (2 máquinas), *Scavenger* (2 máquinas), *Cleaner* (1 máquina) e uma etapa *Recleaner* (1 máquina).

O concentrado *Rougher* alimenta a etapa *Cleaner*, enquanto o rejeito é direcionado para a etapa *Scavenger*. O concentrado *Scavenger* retorna à alimentação da etapa *Rougher* enquanto seu rejeito é o rejeito final da flotação. O concentrado *Cleaner* alimenta a etapa *Recleaner* enquanto o rejeito alimenta a caixa de alimentação da etapa *Rougher*.

O concentrado *Recleaner* alimenta a Separação Magnética de Alta Intensidade (também chamada de SMAI), enquanto o seu rejeito retorna à etapa *Cleaner*. O produto não magnético do SMAI é enviado ao espessador de concentrado convencional, sendo bombeado para uma etapa de adensamento de polpa localizada acima dos tanques do mineroduto. O *underflow* desta etapa (porcentagem de sólidos superior a 60%) alimenta os tanques e o *overflow* alimenta novamente o espessador de concentrado convencional.

5. METODOLOGIA

5.1 Coleta e preparo de amostras

Para se obter amostras que representem de maneira confiável a realidade de um circuito e/ou equipamentos, é necessário uma série de providências, tanto no que se refere a coleta propriamente dita de amostras, como a sua preparação. Desta forma, para a obtenção de amostras representativas, as coletas seguiram critérios desenvolvidos ao longo dos quase 35 anos de operação da unidade da Vale Fertilizantes – Catalão/GO, bem como as orientações do método de Pierre Gy.

Todas as amostras foram coletadas manualmente, sendo utilizados canecos amostradores, com capacidades de 1000 mL. O tempo de amostragem na maioria dos testes foi de aproximadamente 3 horas, com incrementos a cada 20 minutos, totalizando, no mínimo, 10 incrementos por teste.

Todos os pontos de coletas são dotados de válvulas manuais para o desvio do fluxo de polpa, uma vez que esses dispositivos facilitam a coleta de amostras. Em cada ponto é feito a amostragem com dois baldes: um para a determinação dos teores e outro, para granulometria. Durante a amostragem, a usina de beneficiamento é monitorada para evitar variações de processo que possam mascarar a representatividade da amostragem, principalmente no que diz respeito à alimentação da usina.

5.2 Análise química

As amostras foram encaminhadas ao laboratório, onde são colocadas para secar. Posteriormente, são homogeneizadas em pilhas cônicas ou alongadas e quarteadas. É retirada uma alíquota para análise química de 30 a 40 gramas, que é pulverizada e enviada para fluorescência de raio-X. Outra amostra de, no mínimo, 200 gramas (esta massa é definida conforme o fluxo) é coletada para análise granulométrica, realizada em um peneirador suspenso e por via úmida.

5.3 Implantação do desaguamento do *overflow* da terceira deslamagem do CMC

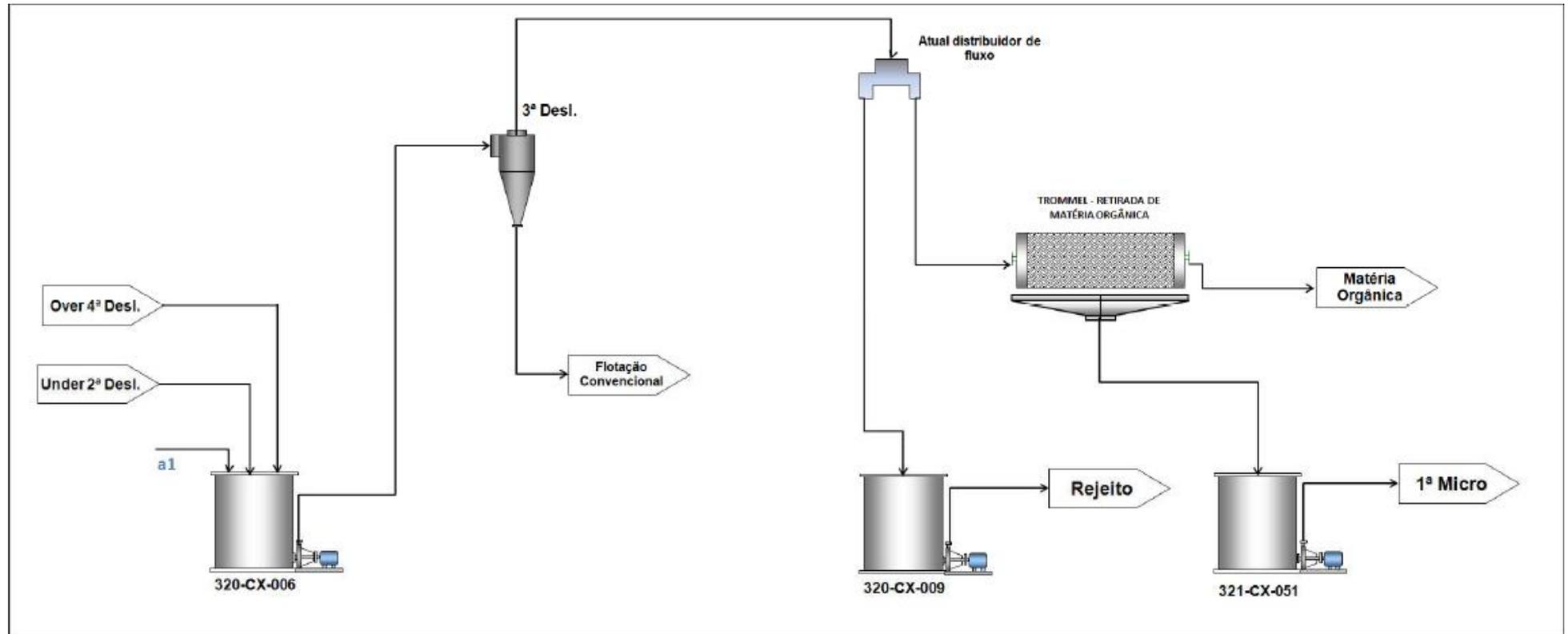
Uma atenção especial deve ser despendida ao *overflow* da terceira deslamagem, pois atualmente parte desse fluxo é perdida. Isso ocorre devido sua baixa porcentagem de sólidos (entre 3% e 5%) que inviabiliza seu aproveitamento total no circuito de microdeslamagem (acarreta constantes transbordamentos nas caixas do circuito). No entanto, ao analisar-se o balanço de massas, verifica-se que o *overflow* da 3ª deslamagem é uma fração importante, podendo atingir de 30 a 40 t/h b.s.

Visando evitar e reduzir as perdas do processo, deverá ser implementada uma etapa de adensamento do *overflow* da 3ª deslamagem, que será realizada numa bateria de hidrociclones.

5.3.1 Descrição do Fluxograma Atual da 3ª Deslamagem

O *overflow* da 3ª deslamagem tem um caudal de 580 a 1300 m³/h e atualmente é direcionado para uma caixa de distribuição com duas saídas. A primeira saída direciona parte dessa polpa para a caixa de bomba, que é a caixa do produto magnético onde é bombeado para a barragem de magnetita. A segunda saída direciona esse fluxo para um filtro trommel; o passante deste filtro segue para a caixa que alimenta a 1ª microdeslamagem. Devido ao grande volume desse fluxo constantemente, aquela transborda; como medida de contorno parte do *overflow* da 3ª deslamagem é direcionada para outra caixa de bomba e se perde. A Figura 2 apresenta o circuito atual da 3ª deslamagem.

Figura 2. Circuito atual do overflow da 3ª deslamagem.



Fonte:

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Descrição do Fluxograma Proposto

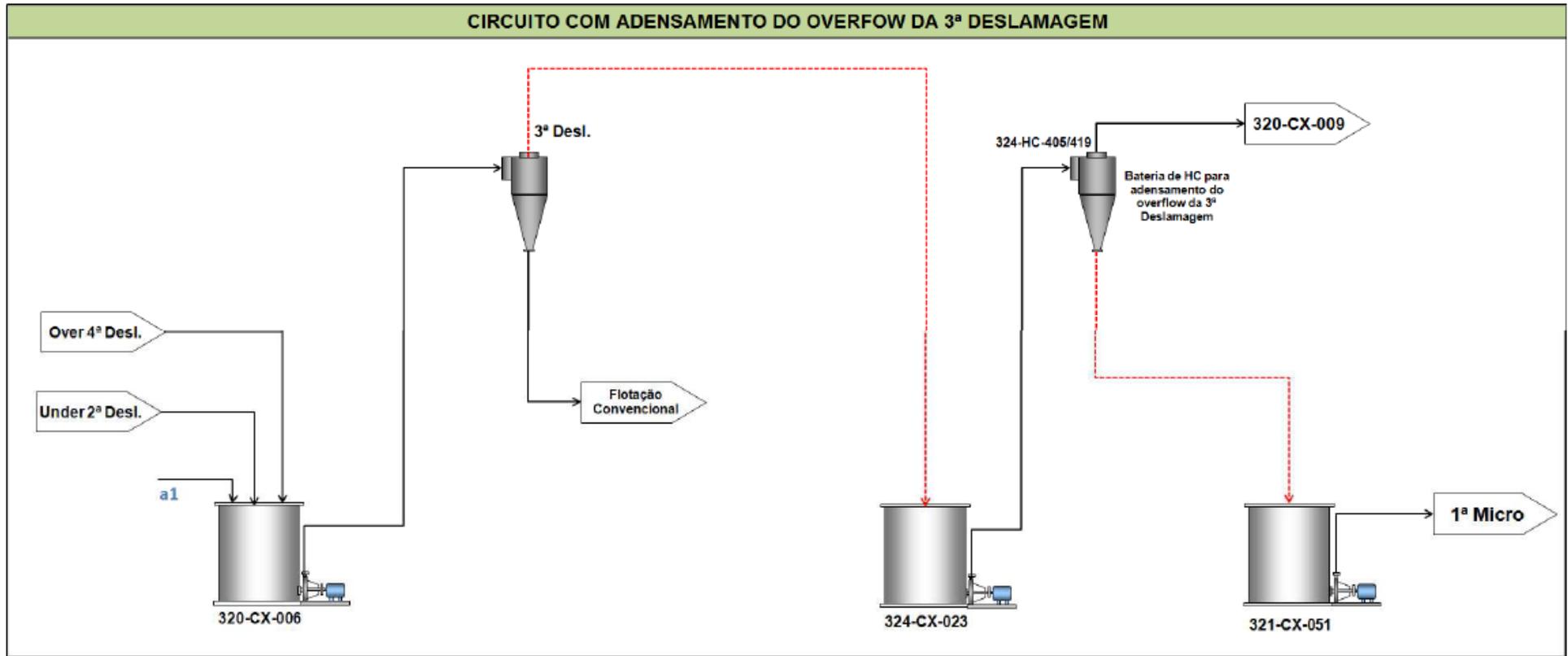
Existe um conjunto caixa-bomba fora de operação no CMC que se trata da 324-CX-023 e 324-BP-023 (que faz parte do circuito de barita fina). Para implementação do trabalho proposto será necessário criar uma interligação entre a caixa de distribuição do overflow da 3ª deslamagem e a 324-CX-023. Por se tratar de uma vazão que pode variar de 580 a 1300 m³/h, o diâmetro da tubulação necessário para atender essa vazão deverá ficar em torno de 16". O *lay out* sugerido será com saída pela lateral da caixa, com válvula guilhotina, ressaltando que essa válvula pode ser retirada do circuito implementado no teste industrial do minério Sílico Carbonatado. A distância até a caixa é de aproximadamente 40 metros.

A operação de adensamento do *overflow* da 3ª deslamagem será realizada numa bateria de hidrociclones que não está em operação - hidrociclones de 10" de diâmetro (atualmente existem 12 hidrociclones instalados). A tubulação do recalque da 324-BP-023 até a bateria dos 324-HC-405/419 já esta implementada.

Todos os hidrociclones e seus respectivos acessórios estão em plenas condições operacionais. A tubulação do *overflow* está completa, indo da calha do *overflow* para a 320-CX-009 (caixa de rejeito da flotação).

O *underflow* da bateria de hidrociclones alimentará o condicionador (alimentação da flotação de partículas ultrafinas). No circuito atual, esse fluxo alimenta a caixa de alimentação da 1ª microdeslamagem.

Figura 3. Fluxograma proposto para adensamento do overflow da 3ª Deslamagem do CMC.

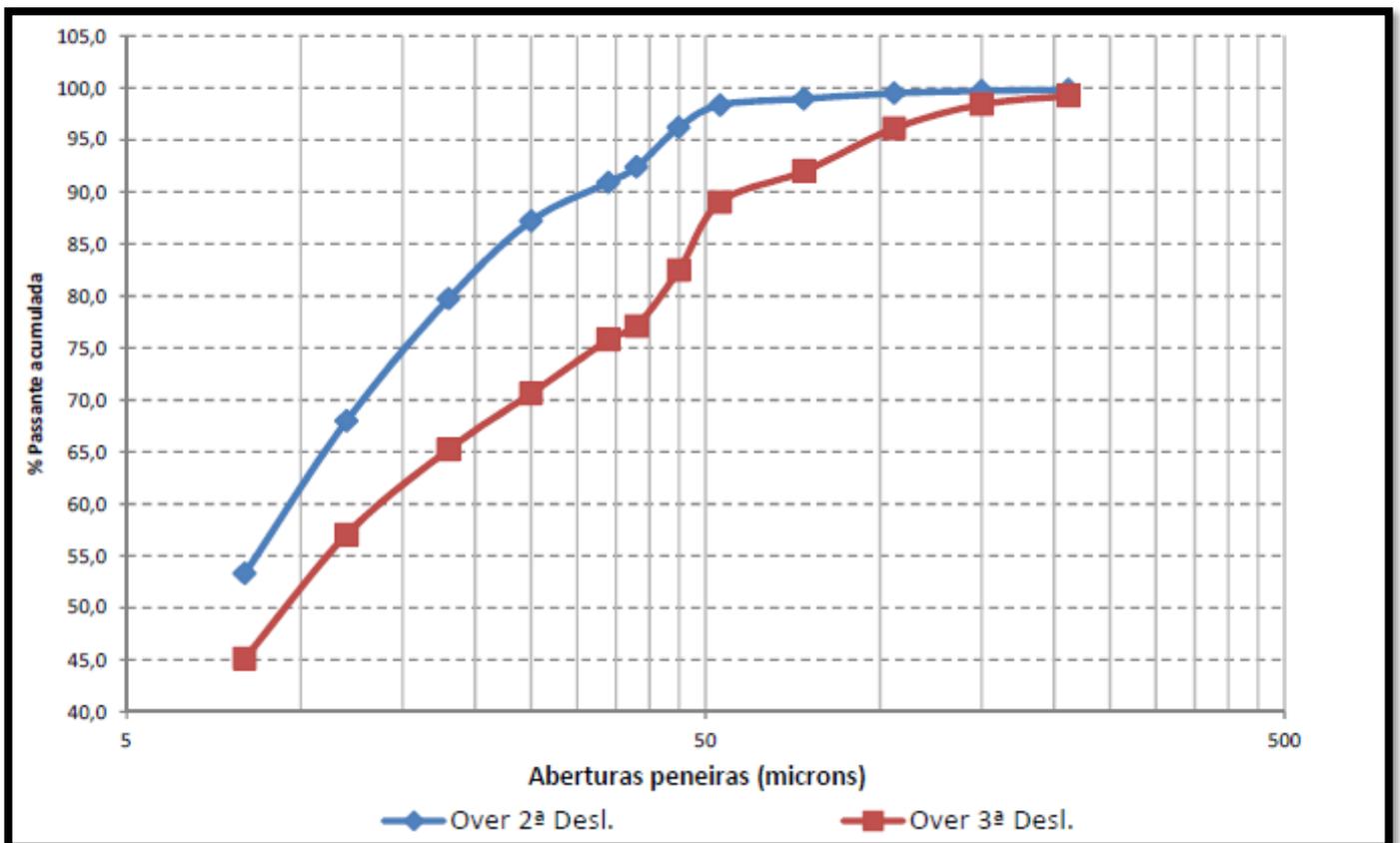


Fonte:

6.2 Comparação entre *overflow* das 2ª e 3ª deslamagens

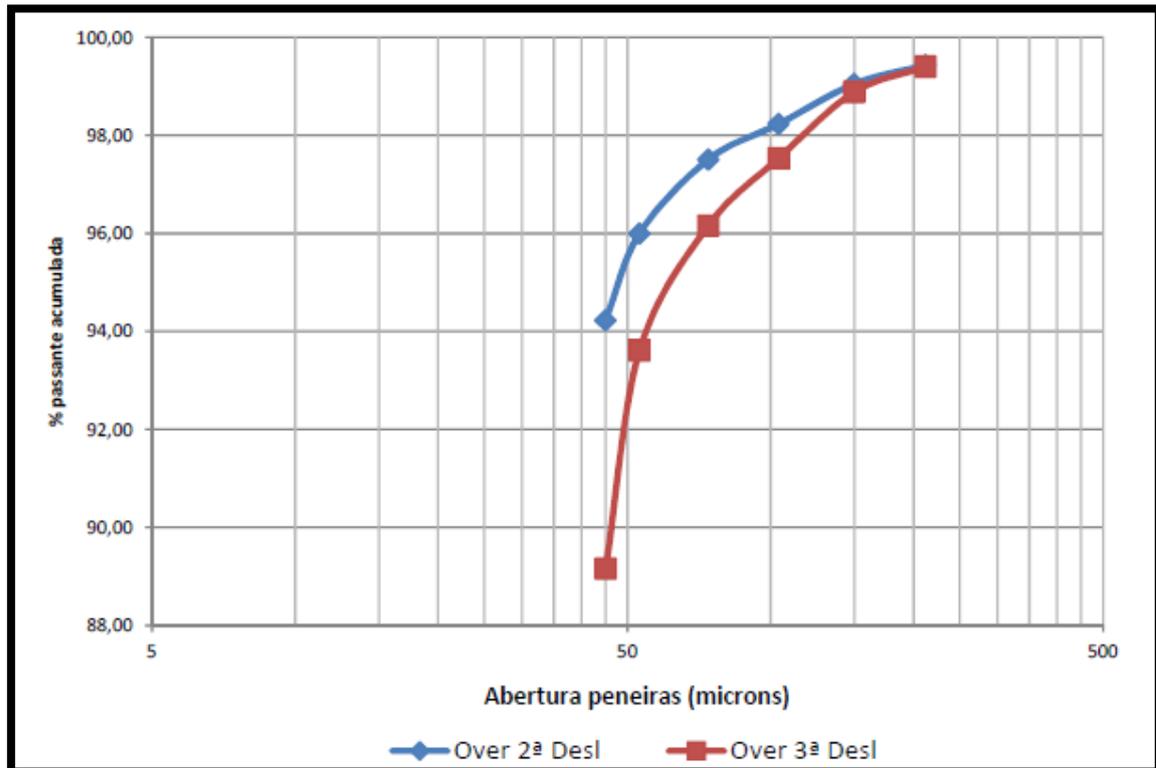
As Figuras 4 e 5 apresentam os resultados objetivos perante a distribuição granulométrica dos fluxos do *overflow* da 2ª e 3ª deslamagem do CMC, a título de comparação.

Figura 4. Curva de distribuição granulométrica do *overflow* da 2ª e 3ª Deslamagem (CicloSizer).



Fonte: Laboratório Metais de Goiás SA (...)

Figura 5. Curva de distribuição granulométrica do overflow da 2ª e 3ª Deslamagem (Pilha 1694).



Fonte:

Verifica-se que tanto na amostragem da PILHA 1654 quanto na PILHA 1694 que o overflow da 3ª Deslamagem possui granulometria mais grossa do que o overflow da 2ª Deslamagem (Figura 5).

Conforme as Tabelas 1 e 2, fica evidente na análise química que o *overflow* da 3ª Deslamagem possui características superiores quando comparado ao overflow da 2ª Deslamagem, pois possui teor de P_2O_5 e RCP superiores.

Tabela 1. Análise química do *overflow* da 2ª e 3ª deslamagem da pilha 1654.

Ponto Amostrado		P205	Fe2O3	SiO2	CaO	Al2O3	MgO	BaO	RCP
2ª Deslamagem	<i>Overflow</i>	12,47	29,48	20,42	13,52	4,46	0,34	0,72	1,08
3ª Deslamagem	<i>Overflow</i>	14,60	20,19	27,73	17,74	1,96	0,29	0,50	1,22

Fonte: autoria própria.

Tabela 2. Porcentagem de sólidos do *overflow* da 2ª e 3ª deslamagem da pilha 1654.

Ponto Amostrado		Umidade/% sólidos (%)
2ª Deslamagem	<i>Alimentação</i>	16,13
	<i>Overflow</i>	10,50
	<i>Underflow</i>	65,00
3ª Deslamagem	<i>Alimentação</i>	14,00
	<i>Overflow</i>	5,70
	<i>Underflow</i>	68,00

Fonte: autoria própria.

6.3 Ensaio de Flotação

Os ensaios de flotação comparativos foram executados em 5 pilhas para comprovar a manobra de direcionar o fluxo do adensamento do *overflow* da terceira deslamagem para o condicionamento de reagentes. Os resultados se encontram na Tabela 3.

Tabela 3. Dados coletados durante os ensaios de flotação.

Material	Resultados %P₂O₅	Recuperação Metalúrgica (P₂O₅)	Consumo de Coletor (g/t)	Rendimento Mássico
Desaguamento	33,50	87,82	306,53	41,98
UD 3 Micro	33,50	63,64	93,31	31,34
Desaguamento	33,50	89,54	498,85	48,00
UD 3 Micro	33,50	69,43	121,82	37,19
Desaguamento	33,50	87,70	397,78	44,28
UD 3 Micro	33,50	61,39	104,57	30,34
Desaguamento	33,50	80,50	295,93	41,17
UD 3 Micro	33,50	72,43	169,86	35,92
Desaguamento	33,50	75,59	231,99	37,49
UD 3 Micro	33,50	71,67	162,70	35,76

Fonte: autoria própria.

A partir dos resultados obtidos nos ensaios de flotação, pode-se notar que o material proveniente do adensamento do *overflow* da terceira deslamagem possui um melhor desempenho na flotação quando comparado com a alimentação nova da flotação de ultrafinos (*underflow* da terceira microdeslamagem).

A Tabela 4 mostra o comparativo entre as médias obtidas:

Tabela 4. Comparativo entre as médias obtidas durante o processo de adensamento.

Material	Recuperação Média de P₂O₅	Consumo de Coletor Médio (g/ton)	Rendimento Mássico Médio
Desaguamento	84,23 ± 5,95	346,22	42,58 ± 3,89
UD 3 Micro	67,71 ± 4,94	130,45	34,11 ± 3,06

Fonte: autoria própria.

Sendo assim, de acordo com os controles de processo executados durante a operação do adensamento do *overflow* da terceira deslamagem, pode-se afirmar que a manobra de direcionar o fluxo diretamente para o condicionador foi assertiva, do ponto de vista operacional.

6.4 Resultados Industriais

Realizou-se um acompanhamento de produção visando mostrar o ganho obtido com a execução do projeto. Esse comparativo foi realizado para os períodos em que a usina operou por 24 horas ao longo do ano de 2014, antes da operacionalização do desaguamento do *overflow* da terceira deslamagem e após a operacionalização. Os resultados estão expostos na Tabela 5.

Tabela 5. Comparativo de produtividade antes e após o adensamento.

	Produtividade Média (t/dia)	Desvio padrão da produção
Antes do adensamento	460,44	109,54
Após o adensamento	556,02	82,93

Fonte: autoria própria.

Conforme os dados apresentados na Tabela 5, nota-se que o projeto gerou um ganho de produção. Além do mais, o desvio padrão da produtividade após o adensamento reduziu em aproximadamente 25%, o que mostra uma maior estabilidade de produção do circuito.

7. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos através da implementação do novo circuito de desaguamento do *overflow* da terceira deslamagem, no circuito da produção do concentrado convencional, proporcionou ganhos econômicos e ambientais que permitem estabelecer às seguintes conclusões:

- I. Acréscimo na produção de concentrado ultrafino na ordem de 2,5 toneladas por hora, podendo em algumas pilhas alcançar 3,5 toneladas por hora;
- II. O custo de implementação do novo circuito foi praticamente nulo, em função dos equipamentos nele utilizados estarem inativos e disponíveis;
- III. O custo de produção do concentrado ultrafino obtido através do desaguamento do *overflow* da 3ª deslamagem é, aproximadamente, 20% menor que o concentrado ultrafino produzido pelo circuito anteriormente instalado, uma vez que o produto do desaguamento não precisar passar pelos três estágios de microdeslamagens;
- IV. Aumento de vida útil da barragem de lamas, já que se deixa de enviar, no mínimo, 24.000 toneladas/ano desse produto, o qual foi transformado em produto final.

REFERÊNCIAS

CHAVES, A. P. **FLOTAÇÃO: Estado da Arte no Brasil**. 1º Edição. São Paulo: Signus, 2006. 16 p.

LUZ, A. B; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Tratamento de minérios**. 5ª edição. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 2010. 932 p.

SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A.; BRAGA, P. F. A.; **Tratamentos de Minérios: Práticas Laboratoriais**. Rio de Janeiro: CETEM, 2007. 570p.