

REJEITOS ADENSADOS PARA DISPOSIÇÃO EM SUPERFÍCIE NOVA TECNOLOGIA EM MINÉRIO DE FERRO

Cássia Cristine de Souza ⁽¹⁾

Sérgio Coutinho Amarante ⁽²⁾

Armando Correa de Araújo ⁽³⁾

Resumo

O projeto “pasting” em estudo para a instalação de tratamento de minérios da Mutuca/MBR visa a redução do impacto ambiental, o menor custo de disposição de rejeitos e o melhor balanço hídrico, através da disposição conjunta na cava exaurida da Mutuca dos rejeitos adensados e dos estéreis a serem gerados a partir dos minérios de Capão Xavier. Estudos reológicos e de pré-viabilidade mostraram resultados bastante promissores, indicando a possibilidade de se produzir rejeitos adensados, com até 75,0% de sólidos e *slump* de 225mm a 250mm, utilizando-se os espessadores de pastas.

Palavras-chave: pasta; rejeitos adensados; disposição de rejeitos; minério de ferro.

Surface Disposal for Thickened Tailings New Technology for the Iron Ore Industry

Abstract

The present case study works on a pasting project for the Mutuca/MBR's existing beneficiation plant. The main advantages for this project would be environmental friendly aspects, lower deposition costs involved and enhanced water balance for the plant, among others. The deposition method for surface disposal will fill up the exhausted Mutuca's pit with combined waste and thickened tailings from Capão Xavier mine. Rheological and pre-feasibility studies have shown encouraging results, indicating the possibility of production a thichened tailings with solids content reaching up to 75,0% (w/w) and *slump* between 225mm and 250mm with the utilisation of paste thickeners.

Key-words: paste; thickened tailings; tailings disposal; iron ore.

1. INTRODUÇÃO

Rejeitos adensados e pastas têm vantagens consideráveis sobre a disposição convencional de polpas. O método foi inicialmente aplicado na indústria do alumínio, bem como em alguns casos mais limitados para minerações de metais nobres, na maioria destes como enchimento de minas subterrâneas (*backfill*). Estas pastas são produzidas por desaguamento a partir de rejeitos finos até um limite de capacidade de bombeamento em tubulações (*pipelines*) e dispostas de modo que formem superfícies levemente inclinadas, quer seja numa mina subterrânea, quer seja em superfície.

Para projetos que utilizam disposição em superfície, condições particularmente adequadas seriam aquelas em que a evaporação fosse igual ou superior à precipitação, com rejeitos com uma proporção de finos suficientemente grande para atingir a estabilidade de pastas sem o uso excessivo de flocculantes. Técnicas de desaguamento tão abrangentes como espessadores de pastas, filtros a disco, filtros de correia e mesmo filtros prensa podem ser utilizados em função da grande variabilidade dos rejeitos e lamas a serem dispostos. A utilização de espessadores instrumentados e automatizados com capacidade comprovada de produzir um *underflow* com consistência de pasta e uma área mínima de disposição dos rejeitos são as premissas básicas de um projeto bem elaborado. Deve-se salientar que os espessadores de pastas são selecionados e dimensionados utilizando-se as metodologias e critérios não aplicáveis aos espessadores de polpas. Da mesma forma, o bombeamento requer cuidados especiais, devido,

⁽¹⁾ M. Sc Eng Química- Gerência de Qualidade de Produtos e Processos - MBR SA

⁽²⁾ M. Sc Eng de Minas – Centro de Pesquisa do Miguelão – MBR S/A

⁽³⁾ PhD Eng Minas- Professor Titular do Departamento de Engenharia de Minas UFMG

sobretudo, às altas pressões envolvidas; neste caso destacam-se as bombas de deslocamento positivo, quer sejam de diafragma ou de pistons. Quanto ao comportamento da pasta no *rejeitoduto* deve-se mencionar as características de resistência ao escoamento ou perda de carga durante o bombeamento e, ainda, a pressão mínima requerida para que ocorra o deslocamento deste fluido super viscoso. As características reológicas da pasta são ainda pouco estudadas, mas muito importantes para um bombeamento sem riscos de bloqueio ou segregações, sendo estes os critérios mais críticos para os bombeamentos cobrindo grandes distâncias.

Com o exaustão da reserva de minérios da mina da Mutuca/MBR, a instalação de tratamento de minérios passou a receber alimentação proveniente da mina de Tamanduá. A alimentação desta planta é composta por minérios da mina de Capão Xavier, a partir de 2006, através de um projeto integrado e inovador, enviará seus rejeitos juntamente com seus estéréis para disposição na cava exaurida da Mutuca. Esta disposição conjunta deve ser efetuada de forma que se possa maximizar a recuperação da água necessária ao processamento de minérios na instalação de tratamento de minérios. Métodos de disposição de rejeitos em diques impermeabilizados, dentro da cava da Mutuca e sobre a deposição de pilhas de estéril nesta mina, mostraram-se bastante complexos e onerosos, se não inviáveis. A partir de 2001, surgiram os estudos do projeto de pastas para os rejeitos da planta da Mutuca.⁽¹⁾ O fluxograma de processo da ITM da Mutuca pode ser visto na Figura 1, onde se destacam as etapas de ciclonação deslamadora e a separação magnética dos finos (abaixo de 0,15mm) de minério de ferro, gerando os fluxos que alimentam o espessamento das misturas de lamas e rejeitos, respectivamente.

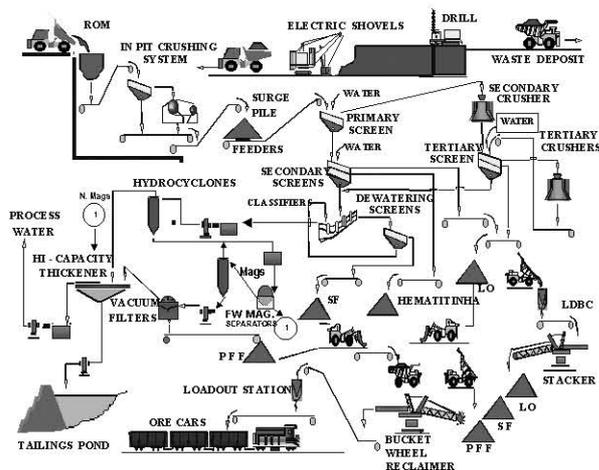


Figura 1. Fluxograma de Processo da Instalação de Tratamento de Minério Mutuca

A simulação do balanço de massas e de água da instalação de beneficiamento de minérios apresenta, para a condição atual com *underflow* do espessamento existente em 45% de sólidos, um déficit de 373m³/h de água de *make-up*. A situação prevista como a mais conservadora para o espessador de pastas (65% sólidos) mostra um déficit de apenas 163m³/h de água nova, resultando em uma recuperação adicional de 210m³/h de água de processo nesta

instalação, valor este que era suprido pelas fontes: água reprocessada vinda da barragem de rejeitos e água bombeada pelos poços de rebaixamento da mina. Deve-se destacar que a barragem de rejeitos encontra-se com a sua capacidade esgotada de disposição e os poços da cava da Mutuca não mais estão operacionais, inexistindo, portanto a possibilidade de se obter as mesmas vazões destes sistemas.

Como pastas são fluidos homogêneos, onde não ocorre a segregação granulométrica de partículas, e que, se dispostos de forma suave em superfícies estáveis, não apresentam drenagem significativa de água, a sua conformação durante a sua calma disposição é verificada através de métodos de investigação tais como: teste do cone (*slump test*) e teste da calha (*flume test*).

Estas características do comportamento das pastas são devidas exatamente ao adensamento em sólidos, fazendo com que, a partir de uma determinada percentagem de sólidos, não haja segregação das partículas componentes das misturas. Como resultado, pode-se obter ângulos de disposição mais elevados (usualmente, entre 2% e 5%), representando um ganho significativo em termos de volumes a serem dispostos, sobretudo para grandes extensões características das disposições em barragens (Figura 2).⁽²⁾

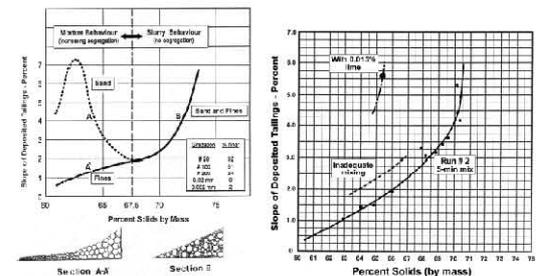


Figura 2. Segregação dos sólidos e ângulo de deposição versus adensamento da polpa⁽²⁾

2. MATERIAL E MÉTODOS

Espessadores de pastas fornecem adensamento suficiente para que as polpas não mais se comportem como fluidos de fácil escoamento. Este adensamento é conseguido através de desenhos especiais, fugindo das regras convencionais de dimensionamento de espessadores e resultando em equipamentos com alturas superiores a seus diâmetros. Tanto o elevado torque requerido para o mecanismo quanto o sistema interno das pás (*rake*) são avaliados através

de testes piloto de desagamento, que estão sendo realizados, sem os quais torna-se praticamente impossível prever o comportamento dos equipamentos industriais (Figura 3). Porém, o adensamento em sólidos das polpas resulta em uma elevada tensão necessária para o escoamento, que cresce exponencialmente a partir de uma determinada percentagem de sólidos e, usualmente, para uma tensão acima de 80Pa. Esta característica indica um ponto de equilíbrio entre a energia necessária para o bombeamento e o máximo adensamento possível no espessamento.

Na maioria das vezes, a tensão de escoamento decresce com o manuseio e/ou bombeamento da polpa ou pasta. Assim, deve-se prever este comportamento no modelo do bombeamento, sendo altamente recomendável a utilização de testes de bombeamento em circuito fechado (*loop test*), para situações mais críticas de projeto. No começo do trabalho amostras coletadas a partir do *underflow* do espessador de lamas existente na instalação de tratamento de minérios da Mutuca foram objeto de estudos de reologia e de dimensionamento de espessadores. As granulometrias bastante finas, com 71,0% a 87% passante em 0,020mm, contribuíram para o bom desempenho nos testes, chegando-se a até 74,5% de sólidos de adensamento.

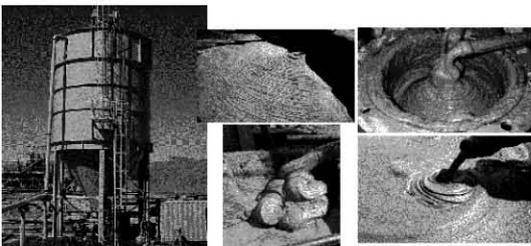


Figura 3. Espessador e pastas e rejeitos adensados (3)

Os testes de fluxo (*flux tests*) definiram a percentagem de sólidos ideal para a alimentação do espessador em torno de 12,5% para a máxima velocidade de sedimentação. A dosagem e os tipos de reagentes flocculantes foram testados em laboratório para se maximizar esta sedimentação. Reagentes aniônicos numa dosagem de 15 g/t foram selecionados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Testes de tensão de escoamento em função da percentagem de sólidos foram realizados a partir de amostras representativas

do processo, como se pode ver na Figura 4. Observe-se, ainda nesta figura, o ponto representado pela torta de filtragem (com máximo admitido como sendo o ponto de formação).

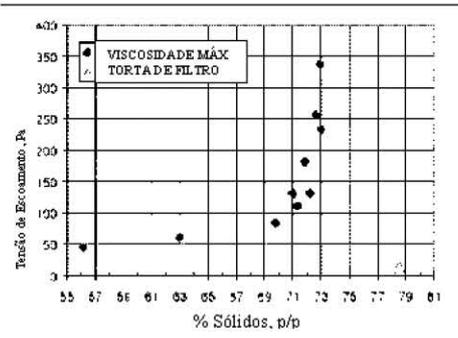


Figura 4. Tensão de escoamento em função do adensamento

Os resultados obtidos a partir das amostras da planta da Mutuca podem ser vistos na Tabela 1:

Tabela 1. Resultados das amostras da Instalação de Tratamento da Mutuca

Método	%sólidos (w/w)	Densidade (g/cm ³)	Granulometria (<0,020mm)
GL&V – amostra 01	71%	4,5	78,8
EIMCO – amostra 01	67 – 72%	4,3	71,0
EIMCO – amostra 02	66 – 68%	4,3	71,0
Golder (175mm slump)	77%	4,5	86,7
Golder (250mm slump)	74%	4,5	86,7

Os dados apresentados acima mostram que foram obtidos adensamentos superiores a 65% de sólidos, dado este simulado no processo. Embora os valores obtidos tenham apresentado uma razoável variação é possível prever que um adequado adensamento foi obtido (como mostrado na Figura 5), sobretudo após a mistura com estéreis na mina da Mutuca, quando certamente mostrarão características de pastas.

Diversos arranjos para o espessador foram estudados, destacando-se o bombeamento da polpa de alimentação do espessador atual, o posicionamento do espessador em duas regiões distintas, a utilização ou não de bombas de deslocamento positivo na primeira fase do projeto e o tipo de espessador a ser utilizado, dentre outras.

Testes piloto estão sendo realizados com amostras distintas e de forma a reproduzir a variabilidade na alimentação do futuro espessador de pastas da Mutuca, subsidiando o adequado dimensionamento deste equipamento.

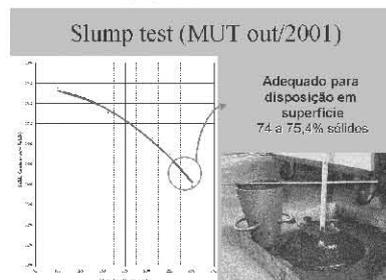


Figura 5. Slump test para a amostra MUT – outubro/2001.

4. CONCLUSÃO

O adensamento obtido a partir das amostras mostrou-se satisfatório, representando ganhos superiores a 200 m³/h de água de processo a ser recuperada. Percentagens de sólidos de 72% até 74,5% e *slump* de 175 a 250mm foram obtidas nos testes iniciais com amostras em laboratório, correspondendo a rejeitos adensados. O arranjo com o espessador de pastas próximo da cava e sendo alimentado com o *underflow* do espessador existente mostrou-se como o de menor interferência, menor variabilidade na alimentação do novo espessador e, ainda, menor investimento em equipamentos.

Testes piloto deverão ser realizados permitindo maior confiabilidade no dimensionamento do espessador e das bombas para os rejeitos adensados. O projeto de pastas na Mutuca a partir do minério de Capão Xavier faz parte de um projeto completo, ambiental e socialmente mais ajustado, incluindo desde o seu início um mínimo impacto ambiental, permitindo inclusive a reconstituição mais próximo do possível da topografia na região da cava da Mutuca, além de representar uma possibilidade de minimizar os riscos de monitoramentos de futuras barragens. Do ponto de vista destes novos projetos, o projeto de pastas da Mutuca representa uma inovação e um aprendizado para as novas operações da Minerações Brasileiras Reunidas S.A.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAUJO, A.C.; FRANCA, PR.; AMARANTE, S.C.; SOUZA, C.C. Pasta. In: SEMINÁRIO INTERNO – PASTING, GEDT/DRDE, 2002. Rio de Janeiro: Minerações Brasileiras Reunidas, 2002. (Relatório Interno)
2. ROBINSKY, E.I. **Thickened tailings disposal in the mining industry**. Toronto: E. I. Robinsky Associates, 1999. 210 p.
3. JEWELL, R.J.; FOURIE, A.B.; LORD, E.R.; **Paste and thickened tailings: a guide**. Crowley: The University of Western Australia, 2002. 158p.

BIBLIOGRAFIA

1. DUNN, F.; VIETTI, A. The thirsty business of diamond mining. In: HIGH DENSITY & PASTE 2002 SEMINAR, 2002, Santiago, Chile. **Anais...** Santiago, 2002. p.126-130.
2. HOUMAN, J.; JOHNSON, G. Commissioning and operation of the paste thickening farm at Kimberley combined treatment plant. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON PASTE AND THICKENED TAILINGS, 2003, Australia. **Proceedings...** Section 12, p. 1-10.
3. SLOTEE, J. S. Evaluating paste thickeners for surface stacking tailings. **Mining Environmental Management**, v.9, n.5, p. 16-20, Sept.2001.
4. SLOTEE, J.S. EIMCO high density and deep cone paste thickeners: a new field in mineral processing. In: SOLIDS-LIQUID SEPARATION 2002, Falmouth, UK. **Proceedings...** Falmouth, UK: Minerals Engineering International, 2002.
5. AUTORES. Tailings management. **Mining Magazine**, p. 232-238, May 2002.