

# CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO MINÉRIO DE FERRO DA JAZIDA DE ALEGRIA 6 DA SAMARCO MINERAÇÃO S.A.<sup>(1)</sup>

Marcelo Guimarães Corrêa<sup>(2)</sup>

Vitor Feitosa<sup>(3)</sup>

## RESUMO

O presente trabalho refere-se aos estudos experimentais realizados no período de janeiro a novembro de 1995 com materiais da jazida de Alegria 06, da SAMARCO MINERAÇÃO S.A., visando a geração de dados básicos para o estabelecimento da tipologia tecnológica da mesma.

Como resultados imediatos do trabalho aponta-se a definição e caracterização detalhada dos principais tipos tecnológicos de minérios da jazida, assim como a apresentação de uma estimativa de desempenho dos mesmos frente aos processos de beneficiamento, em suas diferentes etapas, e da identificação de potenciais problemas. Por fim, os dados gerados possibilitaram uma previsão do desempenho global médio da jazida com relação aos principais parâmetros de produção e qualidade.

Deste modo, o trabalho constituiu-se em um completo banco de dados, que auxiliará significativamente as atividades de planejamento de lavra, controle de lavra e otimização do processo industrial, quando do beneficiamento dos materiais da jazida de Alegria 06.

Palavras - chave: caracterização, beneficiamento, previsibilidade.

---

<sup>1</sup> Trabalho a ser apresentado ao I Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro: Caracterização, Beneficiamento e Pelotização.

<sup>2</sup> Engenheiro de Minas da CEMI - Consultoria em Engenharia Mineral

<sup>3</sup> Geólogo da SAMARCO MINERAÇÃO S.A., Coordenador Geral de Meio Ambiente, Higiene e Segurança do Trabalho

## I - INTRODUÇÃO

Este trabalho realizado no período de janeiro a novembro de 1995 buscou, através do desenvolvimento de metodologias adequadas, conhecer as características de comportamento dos materiais da jazida de minério de ferro de Alegria 06, frente aos processos de beneficiamento da usina industrial, visando a geração de dados básicos para o estabelecimento da tipologia tecnológica desta jazida mineral.

O trabalho, de enfoque e conteúdo eminentemente multidisciplinar, foi concebido e realizado sob coordenação geral da U.G. Planejamento de Lavra - Gerência de Produção de Germano, contando com o envolvimento de diferentes equipes técnicas da Samarco Mineração S.A e colaboradores externos, em várias fases de desenvolvimento. Um programa com atividades de sondagens, geologia básica, descrição de testemunhos, interpretação, testes de bancada, análises microscópicas, químicas, físicas, análises estatísticas e outros foram realizadas anteriormente. O trabalho teve uma orientação e referência nos dados da mineralogia identificada, tanto nas fases preliminares de interpretação geológica, quanto na definição de pré-tipos, tipos e nos resultados dos ensaios tecnológicos.

Os ensaios experimentais, em escala de bancada, foram integralmente realizados nos laboratórios da Samarco nas unidades industriais de Germano e Ponta de Ubu. Estes ensaios foram desenvolvidos, junto com a equipe técnica da Samarco, fruto do estágio de conhecimento e experiências adquiridas ao longo do tempo e de estudos anteriores. Foram, também, realizados testes em escala piloto nas instalações da S.A Mineração da Trindade - Samitri, na Mina de Alegria, com o objetivo principal de gerar produtos para ensaios de pelotização e queima, além de avaliar etapas de britagem. Os testes de pelotização e queima foram realizados na instalação de "pot grate" da Samarco em Ponta de Ubu.

Os resultados dos ensaios experimentais subsidiaram a definição de uma caracterização tecnológica dos vários tipos de minérios, possibilitando estimativas de desempenho nos processos industriais de beneficiamento que irão auxiliar nas operações de planejamento, lavra, produção de concentrado e expansão da usina.

## II - OBJETIVO

O trabalho teve por objetivo principal a definição e caracterização dos diferentes tipos de minério da jazida de Alegria 06, visando dar suporte às diversas atividades de planejamento, controle de lavra e produção de concentrado.

Para alcançar este objetivo, buscou-se estimar o comportamento de diferentes materiais com relação aos parâmetros de desempenho tecnológico das diversas operações unitárias de beneficiamento mineral. Todo o trabalho experimental desenvolvido teve como base o fluxograma da usina industrial de janeiro/95 e considerações do projeto de expansão, que se desenvolvia naquela ocasião. As operações unitárias avaliadas foram a britagem, moagem primária, deslamagem, flutuação convencional, remoagem e sedimentação de lama e concentrado. As operações de pelotização avaliadas foram a sedimentação, filtragem, pelotamento e queima.

As estimativas de desempenho foram obtidas a partir de ensaios experimentais, realizados com metodologias padronizadas, de modo a expressar em seus resultados as tendências relevantes de comportamentos tecnológicos.

O trabalho experimental foi desenvolvido na seguinte seqüência:

- planejamento básico do trabalho, definição de metodologias e padronização das diversas atividades experimentais;
- definição e composição de 24 pré-tipos com base em estudos geológicos, análises mineralógicas, químicas, físicas e análise grupal anteriores;
- ensaios preliminares, em escala de bancada, para ajustes da metodologia de testes experimentais;
- amostragem industrial e realização de testes experimentais, em escala de bancada, para definição de referências de comportamento tecnológico;
- ensaios de bancada com os pré-tipos;
- avaliação e análise dos resultados dos pré-tipos, com a definição de 10 tipos principais de minérios;
- ensaios de britagem, concentração e remoagem em planta piloto com 05 amostras da jazida de Alegria 06, definidas basicamente de acordo com a mineralogia do depósito, compacidade dos minérios e disponibilidade de acesso à lavra;
- composição de 8 tipos de minérios (os dois outros tipos restantes não foram compostos por se tratarem de pré-tipos e não existir amostras suficientes);
- ensaios de bancada com os tipos;
- ensaios piloto preliminares de pelotamento e queima com os concentrados remoidos e preparados para tal fim nas etapas anteriores de planta piloto de concentração e remoagem.

Os testes em escala de bancada, para pré-tipos e tipos, foram realizados com amostras de testemunhos de sondagem, agrupadas e compostas segundo critérios definidos na fase de caracterização mineralógica.

Os ensaios em escala piloto foram realizados com materiais provenientes de frentes de lavra disponíveis, na época, da jazida de Alegria 6.

Os cinco litotipos seguintes foram utilizados como base para definição dos tipos, o itabirito martítico, itabirito magnetítico, itabirito anfíbolítico, itabirito especularítico e o itabirito goethítico.

### III - METODOLOGIAS

Todos os resultados decorrentes dos ensaios experimentais puderam ser avaliados e correlacionados ao comportamento obtido industrialmente, graças ao processamento, nos ensaios padrões, de amostras coletadas na usina industrial. Estas amostras, denominadas amostras de calibração da usina - ACU, e processadas nos ensaios de bancada, foram utilizadas como referência para todo o trabalho experimental.

Estas amostras foram, portanto, utilizadas com os seguintes objetivos:

- gerar padrões de referência para as estimativas das produtividades na moagem primária e na remoagem;
- gerar resultados em laboratório para possibilitar a correlação, para diferentes parâmetros, dos dados dos ensaios em bancada com os dados industriais.

Os resultados obtidos, em escala de bancada para as diferentes amostras de calibração, permitiram verificar os desempenhos dos diferentes materiais em escala industrial e bancada, guardadas as ressalvas devido às diferenças inerentes das condições operacionais.

## A) METODOLOGIAS DE ENSAIOS EXPERIMENTAIS DE BANCADA.

As metodologias adotadas para os ensaios padrão de cada operação unitária são apresentadas a seguir.

### 1) Britagem.

O ensaio de britagem em laboratório visou o levantamento do parâmetro porcentagem acima de 8 mm no ROM e a porcentagem acima da malha 100# no produto britado.

A britagem em laboratório foi realizada em britador de mandíbulas (20 x 14 cm), em circuito fechado com peneiramento manual em 5"/16. Na fase inicial do trabalho, para a verificação do ajuste do britador de laboratório, foi realizada uma amostragem no ROM e na correia de produto final da instalação industrial de britagem. A granulometria do produto da britagem do ROM em escala de laboratório foi comparada com a granulometria do produto de instalação industrial, apresentando valores similares para a % + 100#.

### 2) Moagem primária.

O parâmetro avaliado para a moagem primária foi a sua produtividade.

A produtividade foi estimada com base em metodologia de Wi comparativo. Como referência foram considerados os ensaios de Wi operacional da usina industrial, para os quais foram realizadas coletas específicas de dados e amostras, as ACU.

Os testes foram realizados em moinho de Bond 8"x 12", em condições similares às industriais, com grau de enchimento de 30 %, 81 % de sólidos, velocidade igual a 70% da velocidade crítica, em três tempos de moagem T1, T2, T3 (para um produto com 5 a 20 % retido em 100#) e granulometria de alimentação abaixo de 8 mm.

A calibração do processo de moagem foi realizada com base nas produtividades industriais estimadas nos ensaios de bancada. Cada amostra de calibração teve sua produtividade estimada em escala de bancada com base nos dados industriais das outras amostras de referência. A partir de estudos de significância dos desvios verificados entre os valores reais da usina e os estimados em laboratório, foram escolhidas as amostras referências para os estudos de produtividade dos materiais de Alegria 06

### 3) Deslamagem.

Para a operação de deslamagem objetivou-se levantar o parâmetro porcentagem de lama existente nas várias tipologias minerais.

A operação de deslamagem, em escala de bancada, foi realizada pelo processo de sedimentação em proveta ou cuba. Buscou-se uma retirada de lama a mais eficiente possível, independentemente da quantidade e características da mesma no produto da moagem. Deste modo, a deslamagem em laboratório mostrou-se mais eficiente que a industrial, considerando-se o circuito atual. O corte médio experimental estimado situou-se entre 10 a 20 micrômetros.

Os resultados experimentais de laboratório com as amostras de calibração indicaram a adequação da metodologia utilizada para a estimativa da % de lama e recuperação de componentes no processo, já que as tendências observadas na usina industrial foram reproduzidas.

#### 4) Flotação.

Os ensaios padrão de flotação foram realizados utilizando-se a metodologia de *locked cycle test*, pelas possibilidades de simulação do circuito convencional industrial, recirculação tanto da água quanto dos produtos intermediários e necessidade de geração de quantidade suficiente de concentrado para o estudo de processos subsequentes.

No *locked cycle test* foram reproduzidas as mesmas condições operacionais da flotação convencional industrial, pH de operação, dosagem, tipos de reagentes e porcentagem de sólidos.

Devido às condições mais favoráveis da flotação em bancada, em função de deslamagem mais eficiente, granulometria mais fina, tempo de residência maior, e à grande influência do aspecto operacional na flotação industrial visando o atendimento de especificações, os resultados dos testes de bancada e resultados industriais se mostraram significativamente diferentes. Os testes de bancada apresentaram teores de sílica no concentrado mais altos e teores de rejeito mais baixos.

As condições da flotação em bancada não foram otimizadas para cada material específico na fase de pré-tipo. Por outro lado, não se buscou, a priori, o enquadramento dos concentrados dentro de especificações preestabelecidas.

Contudo, a flotação em bancada conseguiu reproduzir as tendências de variações dos principais parâmetros de relevância no processo (recuperações e qualidade). Elevados coeficientes de correlação com a usina industrial foram obtidos a partir dos resultados apresentados pelas amostras de calibração.

Deste modo, a metodologia adotada atendeu com precisão aos requisitos de geração de dados para a definição da tipologia tecnológica.

#### 5) Remoagem

A operação de remoagem visa o enquadramento, do concentrado, nas especificações granulométricas e de superfície específica para a operação de pelotamento. O parâmetro operacional avaliado foi a produtividade da remoagem dos concentrados das várias tipologias minerais.

A produtividade na remoagem foi estimada com base no índice BSA/kWh/t (Blaine Surface Area) ou pelo índice  $\Delta \% +325\# / \text{kWh/t}$  obtidos em ensaios de

bancada em 3 diferentes tempos de moagem. A determinação da produtividade da remoagem foi estimada com base no índice menos favorável. A correlação com a produtividade industrial foi obtida através de calibração dos ensaios de bancada com concentrado remoído na usina.

Os ensaios foram realizados em moinho 8" x 8", com condições operacionais similares à industrial, ou seja grau de enchimento de 40 %, porcentagem de sólidos de 75 %, velocidade igual a 70 % da velocidade crítica e carga de bolas com mesma carga superficial específica.

#### 6) Sedimentação de lama e concentrado remoído.

Com estes ensaios buscou-se determinar as áreas unitárias de espessamento de lama e concentrado remoído. Estes ensaios foram realizados com metodologia padrão de sedimentação em proveta, simulando as condições de operação e adição de reagentes das usinas de concentração, em Germano, e pelotização, em Ponta do Ubu.

### B. METODOLOGIA DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO.

O trabalho foi realizado segundo uma seqüência determinada e com análises específicas por fase. A seqüência e as análises realizadas por fase são apresentadas a seguir.

#### 1) Amostragem industrial e processamento, nos ensaios padrão, das amostras de calibração da usina - ACU.

Foram realizadas amostragens na usina industrial, em um total de seis, que contemplaram campanhas de produção CNS (produção com teor normal de SiO<sub>2</sub>) e CLS (produção com baixo teor de SiO<sub>2</sub>). Estas amostras foram compostas em intervalos de 24 h, com retirada de incrementos de 30 em 30 minutos, em todas as linhas em operação, buscando representar a alimentação nova da usina, produtos intermediários e finais, em retrato fiel do processo.

Cada amostra foi processada, em escala de bancada, nos ensaios de moagem primária, deslamagem, flotação e remoagem.

Foram realizadas, nesta etapa, análises granulométricas com subsieve em cyclosizer ou granulômetro a laser, química geral e por faixa, mineralogia da alimentação, concentrado e rejeito da flotação, densidade de sólido, blaine de concentrado e produto remoído.

Os resultados dos ensaios permitiram verificar os desempenhos dos diferentes materiais em escala industrial e bancada, podendo desta forma estabelecer referência e base para correlação dos ensaios com demais minérios de Alegria 6.

#### 2) Ensaio com pré-tipos.

A partir da divisão da jazida em cinco grupos mineralógicos principais (martítico, goethítico, anfíbolítico, magnetítico, especularítico) e com base nos estudos de geologia básica, descrição de testemunhos, análises físicas, químicas e mineralógicas, foi realizada análise grupal que levou à definição de 24 pré-tipos. Dentro dos principais grupos mineralógicos considerados, os materiais se

diferenciaram por apresentarem variações de teores, granulometria, friabilidade etc.

Os 24 pré-tipos estudados não foram enquadrados no critério de lavra como estéril ou minério. Desta forma, de uma forma geral, buscou-se a avaliação de todos os minérios existentes na jazida.

Cada pré-tipo foi composto a partir da identificação das características mineralógicas e do agrupamento de características físicas e químicas de mesma tendência.

Os estudos desenvolvidos nesta fase abrangeram todos os ensaios padrão, com exceção dos ensaios de sedimentação de lama e concentrado remóido. Não objetivou-se a otimização de operações nem alcançar especificações industriais de produto.

As análises realizadas nesta fase foram as mesmas já mencionadas no item anterior.

### 3) Ensaio com os tipos.

Após a compilação dos resultados experimentais obtidos em escala de bancada, no estudo dos 24 pré-tipos, foi realizada avaliação estatística e análise grupal, que definiu 10 grupos de materiais denominados tipos.

Dos 10 grupos de tipos foram estudados 8 tipos, já que dois possuíam características bem conhecidas, estudadas como pré-tipo, além de que não havia amostra suficiente para realização de ensaios.

Nesta etapa procurou-se aprofundar em avaliações de características específicas. Os estudos experimentais com os tipos tiveram alguns aspectos de metodologia otimizados com relação aos pré-tipos (quarteamentos após moagem, dosagem de reagentes), além de acrescentar outros ensaios não realizados nos pré-tipos e listados a seguir:

- dispersão de lama;
- sedimentação de lama;
- cinética de flotação com o objetivo de determinar as dosagens de coletor;
- flotação com granulometria 10 % + 100 #;
- flotação com granulometria 15 % + 325 #;
- sedimentação de concentrado remóido;
- filtração de concentrado remóido.

As análises realizadas nesta fase foram as mesmas já mencionadas anteriormente, porém feitas em maior número de operações visando um maior detalhamento.

### 4) Ensaio em planta piloto.

Os ensaios em planta piloto tiveram como objetivo obter uma avaliação exploratória das operações de britagem e geração de concentrados remóidos de Alegria 06 para os ensaios de pelotamento e queima. Foram realizados ensaios com diferentes materiais, associados a tipologias definidas, para a geração de concentrados remóidos.

Devido à necessidade de quantidades significativas de amostras para a realização destes ensaios, a geração de amostras através dos materiais remanescentes dos furos de sonda não foi possível. Deste modo, optou-se pela obtenção de minérios em frentes abertas na jazida especificamente para este fim. Foram retiradas cerca de 500 t de cada material, as quais foram utilizadas nos ensaios de concentração e remoagem em planta piloto e posterior envio dos concentrados remoídos obtidos, dentro de especificações pré-determinadas, para os testes de pelotamento e queima na unidade de Ponta de Ubu.

Os ensaios realizados compreenderam as operações unitárias de britagem, moagem, deslamagem, flotação em células convencionais, flotação em colunas e remoagem de concentrado. Foram produzidos cerca de 200 kg de concentrado remoído de cada material, com as especificações exigidas para os testes subsequentes.

Os materiais estudados não representaram a totalidade da jazida de Alegria 06, por isto os resultados tiveram que ser interpretados como uma referência para o período inicial de lavra, já que são materiais da parte mais superficial do depósito.

#### 5) Ensaio de pelotamento e queima.

Esta etapa de ensaios teve como objetivo verificar o comportamento de materiais de Alegria 06 nas etapas de pelotamento e queima. Para tanto foram realizados testes experimentais, pela equipe técnica da Samarco, na unidade piloto em Ponta de Ubu.

Devido à pequena disponibilidade de amostras, os ensaios foram realizados em condições padrões preestabelecidas, não tendo sido realizados estudos de otimização das mesmas.

## IV - RESULTADOS

Os resultados gerais mostrando as tendências de comportamento tecnológico, em relação ao material lavrado na época representado pelas ACU, e a evolução dos ensaios, em função dos resultados, são apresentados de maneira sintética a seguir.

### A) PRÉ-TIPOS

Os dados da tabela 1 apresentam uma comparação entre os dados médios dos pré-tipos e dos resultados dos ensaios, em bancada, das ACU de campanha CLS.

Tabela 1 - Comparação entre resultados dos pré-tipos e os resultados das ACU

PARÂMETROS	Pré-tipos (Média)	ACU (cls)
<b>Dados de ROM</b>		
% +3/8 ( Teórica )	25,89	19,69
% Fe	48,06	46,20
% SiO <sub>2</sub>	27,81	31,67
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,68	0,56
% P	0,029	0,027
% PPC	2,73	1,77
% MnO	0,05	-
% TiO <sub>2</sub>	0,040	-
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + PPC	3,41	-
<b>Dados de Moagem</b>		
% +100# Alimentação moagem	50,84	49,56
% - 325# Alimentação moagem	19,67	21,66
% - 10 µm Alimentação moagem	5,39	-
% - 1 µm Alimentação moagem	0,69	-
D50 Fração - 400# alim. moagem	17,34	-
Produtividade t/h ( 19,15 % +100# )	435	433
% - 325# Produto moagem	41,54	-
% - 10 µm Produto moagem	11,49	-
WiO Comparativo médio ( kwh/st )	4,59	-
kWh/t - 100# produzido	10,36	-
<b>Dados de Deslamagem</b>		
% + 100# Alim. da deslamagem	9,78	7,46
% Lama	10,32	7,35
% Recuperação de Fe deslamagem	89,71	92,78
<b>Dados de Flotação</b>		
% Grau liberação alim. flotação-SiO <sub>2</sub>	99,75	
% P Alimentação flotação	0,026	0,025
% Fe Concentrado	65,58	-
% SiO <sub>2</sub> Concentrado	2,83	1,00
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Concentrado	0,32	-
% P Concentrado	0,031	0,033
% PPC Concentrado	2,96	-
% SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Concentrado	3,15	-
% + 325# Concentrado	60,76	-
Blaine Concentrado	594	643
% Fe rejeito	5,34	9,97
% Recuperação massa flotação	73,99	65,04
% Recuperação Fe flotação	97,25	92,93
Relação conc. de P flotação	1,21	1,36
<b>Índices Globais de processo</b>		
Relação de conc. de P total	1,10	1,22
% Recuperação massa total	66,38	60,26
% Recuperação Fe total	87,35	85,93
<b>Dados de remoagem</b>		
Produtividade CNS ( t/h )	233	-
Produtividade CLS ( t/h )	194	209

Dos resultados apresentados merecem destaque as seguintes tendências:

- a % + 3/8" média do ROM de Alegria 06 de 25,89%, apresentou-se mais elevada que as médias de produção dos anos de 1994 e 1995, de 21,62% e 17,78%, respectivamente. Nesta comparação direta deve-se ressaltar o cuidado devido às grandes diferenças nos processos anteriores (bancada e usina);
- a composição química média de ROM de Alegria 06 apresenta teores de P de campanha CLS;
- o concentrado médio apresentou teor médio de  $Al_2O_3$  na faixa de 0,32 %;
- a estimativa de produtividade média na moagem, para 10 % + 100# no produto, apresentou o valor de 435 t/h, no mesmo nível do minério alimentado na usina. Neste cálculo foi considerado a alimentação da moagem com top-size de 8 mm.
- durante os testes de moagem em escala de bancada verificou-se que determinados materiais de Alegria 06 não puderam ser moídos com 81 % de sólidos (condição industrial da época). Tal fato ocorreu devido à excessiva viscosidade de polpa atingida, principalmente para os materiais muito finos e com alto PPC. Nos ensaios posteriores com blendagem da jazida de Alegria, até então lavrada, e Alegria 06, tal fato não foi verificado. Contudo, este aspecto merece atenção quando da moagem industrial destes materiais;
- a média da % de lama de Alegria 06 foi de 10,32 % para os ensaios de bancada com os pré-tipos, enquanto as amostras de calibração apresentaram um valor de 7,35 %;
- os percentuais médios + 100# e -325 # na alimentação da moagem apresentaram-se bastante próximos quando comparados as amostras de calibração e Alegria 06;
- com relação ao conteúdo de P no concentrado, estimou-se a ocorrência dos seguintes valores médios para a jazida de Alegria 06:
  - √ relação de concentração de P total de 1,10, para amostras de calibração (CLS) esta relação foi de 1,22;
  - √ teor de P no concentrado de 0,031 %, para amostras de calibração (CLS) este teor foi de 0,033 %;
- o teor médio de  $SiO_2$  verificado nos concentrados de Alegria 06 de 2,84% apresentou-se significativamente mais elevado que o valor médio 1,00 % obtido para as amostras de calibração. Este fato mereceu atenção especial no estudo dos tipos, com ajustes de metodologias e detalhamento de parâmetros;
- os teores de Fe no rejeito dos pré-tipos apresentaram-se muito baixos;
- a estimativa de produtividade média da remoagem indicou os valores de 233 t/h e 194 t/h para campanhas CNS (1.500 de blaine, 85 % - 325 #) e CLS (1.700 de blaine e 86 % -325 #), respectivamente. Como parâmetros de alimentação de remoagem (blaine e % - 325 #) foram efetuados ajustes com base nos dados industriais obtidos nas condições atuais e verificados nas amostras de calibração.

## B) TIPOS

Os resultados dos ensaios com os tipos confirmaram as tendências verificadas com os pré-tipos. Em função de alguns resultados buscou-se otimizar alguns aspectos das metodologias utilizadas. Desta forma foram melhorados procedimentos de quarteamento após moagem e ampliado o estudo de dosagem de reagentes.

Outros ensaios foram também realizados e contribuíram para a compreensão dos processos e definição de parâmetros.

A tabela 2 apresenta um resumo dos dados médios dos tipos, comparados com as amostras de calibração de campanha CLS.

Os resultados dos ensaios de flotação, em condições otimizadas e nova dosagem de reagentes, apresentou teor de  $\text{SiO}_2$  no concentrado, menor que nos pré-tipos, 1,28 % contra 2,83 % respectivamente. O teor de Fe no rejeito foi de 9,4 % nos tipos, e de 5,34 nos pré-tipos.

Estes resultados diferentes de teor de concentrado, quando comparados com as amostras de referência, podem ser explicados pelos ensaios de cinética. A tabela 3 mostra os dados do teste de cinética de flotação e a figura 1 ilustra as curvas para um tipo característico de Alegria 6 em comparação com uma amostra de calibração. Percebe-se uma cinética diferente para os dois materiais.

Outro aspecto apontado pelos ensaios de dispersão de lama indicaram a existência de materiais com características significativamente distintas. Alguns materiais necessitaram da elevação de pH para a faixa de 10,0 a 10,5 para atingirem grau de dispersão acima de 70%. Outros materiais já apresentaram este grau de dispersão da lama em pH natural.

Tabela 2 - Resumo dos resultados dos tipos e das amostras de calibração

PARÂMETROS	Tipos (Média)	ACU (cls)
<b>Dados de ROM</b>		
% +3/8 ( Teórica )	25,73	19,69
% Fe	49,50	46,20
% SiO <sub>2</sub>	25,38	31,67
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,65	0,56
% P	0,027	0,027
% PPC	2,81	1,77
% MnO	0,07	-
% TiO <sub>2</sub>	0,039	-
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + PPC	3,47	-
<b>Dados de Moagem</b>		
% +100# Alimentação moagem	50,00	49,56
% - 325# Alimentação moagem	19,18	21,66
% - 10 µm Alimentação moagem	4,54	-
Produtividade t/h ( 19,15 % +100# )	466	433
% - 325# Produto moagem	40,95	-
% - 10 µm Produto moagem	10,27	-
WiO Comparativo médio ( kWh/st )	4,26	-
kWh/t - 100# produzido	9,96	-
<b>Dados de Deslamagem</b>		
% Lama	10,86	7,35
% Recuperação de Fe deslamagem	89,73	92,78
<b>Dados de Flotação</b>		
% Grau liberação alim. flotação-SiO <sub>2</sub>	99,40	
% P Alimentação flotação	0,024	0,025
% Fe Concentrado	66,72	-
% SiO <sub>2</sub> Concentrado	1,28	1,00
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Concentrado	0,32	-
% P Concentrado	0,031	0,033
% PPC Concentrado	2,47	-
% SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Concentrado	1,61	-
% + 325# Concentrado	63,44	-
Blaine Concentrado	563	643
% Fe rejeito	9,40	9,97
% Recuperação massa flotação	70,68	65,04
% Recuperação Fe flotação	94,49	92,93
Relação conc. de P flotação	1,28	1,36
<b>Índices Globais de processo</b>		
Relação de conc. de P total	1,13	1,22
% Recuperação massa total	63,29	60,26
% Recuperação Fe total	84,62	85,93
<b>Dados de remoagem</b>		
Produtividade CNS ( t/h )	211	-
Produtividade CLS ( t/h )	189	209

Teste de cinética de flotação. Condições: 10 % + 100# na alimentação da deslamagem.

ACU 06 (amostras de calibração): amina 90 g/t e amido 550 g/t

Tipo D: amina 140 g/t e amido 500 g/t

Tabela 3 - Tabela de dados do teste de cinética de flotação

Produto	Massa (g)	Tempo Flotação (min)	Teores Analisados (%)					Teores Calculados(%)					
			Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	PPC	Concentrado					Rejeito Fe
								Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	PPC	
ALIM.	1510,68	0,00	48,13	28,67	0,31	0,021	1,91	48,13	28,67	0,31	0,021	1,91	-
REJ.1	257,17	0,50	11,39	82,88	0,28	0,008	0,53	55,67	17,55	0,32	0,024	2,19	11,39
REJ.2	150,62	1,00	11,98	81,98	0,33	0,009	0,53	61,63	8,75	0,31	0,026	2,42	11,61
REJ.3	66,01	1,50	18,06	73,05	0,39	0,009	0,71	64,41	4,66	0,31	0,027	2,53	12,51
REJ.4	28,45	2,00	28,45	57,72	0,45	0,012	0,90	65,42	3,16	0,31	0,027	2,58	13,41
REJ.5	35,11	4,00	46,74	30,92	0,49	0,019	1,49	66,10	2,16	0,30	0,027	2,61	15,59
REJ.6	23,47	6,00	62,98	6,38	0,55	0,028	2,61	66,17	2,05	0,29	0,027	2,61	17,57
CONC.	949,85	-	66,17	2,06	0,29	0,027	2,61	-	-	-	-	-	-

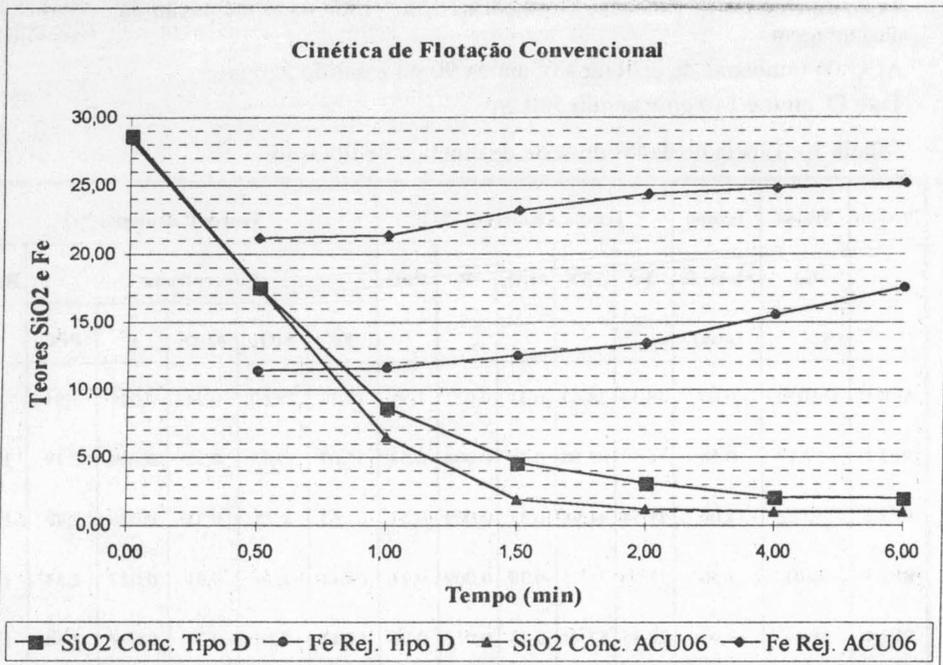


Figura 1 - Curvas da cinética de flotação para o tipo D e da amostra de calibração ACU 06.

### C) PELOTAMENTO E QUEIMA.

Os ensaios de pelotamento apresentaram, de uma maneira geral, uma boa formação de pelotas, com bom acabamento e, ainda, o aparecimento de umidade superficial elevada.

Com relação à etapa de queima, verificou-se a obtenção de pelotas com qualidade física significativamente pior relativamente aos materiais produzidos naquele instante.

## V. CONCLUSÃO

O trabalho realizado conseguiu atender plenamente aos objetivos de caracterizar tecnologicamente os minérios da jazida de Alegria 6. Foram contempladas todas as fases do processo industrial, incluindo desde a britagem até as etapas de filtragem, pelotamento e queima de concentrado remoldado.

Com o trabalho de caracterização foram alcançados os seguintes resultados:

- estimativa dos parâmetros médios globais, dos minérios, relativos ao processo de beneficiamento e preparação para a queima e enquadramento dos minérios da jazida de Alegria 6 em diferentes tipologias, as quais foram caracterizadas isoladamente em escala de bancada;

- a implantação de testes de calibração com ensaios experimentais de bancada relativos à usina industrial, permitiu uma estimativa aproximada do desempenho industrial esperado para os materiais de Alegria 06;
- obtenção de um banco de dados completo e acessível para todos os materiais estudados, com relação ao comportamento dos mesmos frente às principais operações unitárias do processo industrial. Estes dados serão de grande valia nas fases de entrada em operação e subsequente otimização do processo industrial com o minério de Alegria 06;
- alguns aspectos específicos de comportamento do minério, ou de determinado tipo, poderão ser melhor estudados e otimizados, evitando problemas operacionais futuros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Corrêa, M.G. e Leonel, C.M. *Estudo Tipológico de Alegria 6*, CEMI - Consultoria em Engenharia Mineral, Mariana, 1995.
2. Agar, G.E. & Kipkie, W.B. *Predicting Locked Cycle Flotation Test Results from Batch Data*, The Canadian Mining and metallurgical Bulletin, pp 1-7, november, 1978.
3. Agar, G.E. & Barret, J.J. *The Use of Flotation Rate Data to Evaluate Reagents*, CIM Bulletin, march 1983.
4. Araujo, A.C. e Galery R. *Técnicas Para Analisar Dispersão Agregação*
5. Beraldo, J.L. *Moagem de Minérios em Moinhos Tubulares*, 1987
6. Rowland, C.A. *Grinding Calculations Related to the Application of large Rod and Ball Mills*, Canadian Mineral Processors, 1972.
7. Bond, F.C. *Lab. equipment and testes help predict metal consumption in crushing and grinding units*, EMJ, junho de 1964.

## **Technological Characterization of The Samarco's Alegria 06 Iron Ore, Mariana, MG.**

### **ABSTRACT**

This work refers to experimental studies carried out during all year of 1995, based on ores samples from the Alegria 06 Iron Ore Deposit, which belongs to Samarco Mineração S.A. The purpose of that work was centered in generating basic data to establish ore tipology.

As a result of the proposed task it was possible to establish the ore tipology based on extensive metalurgical tests. The developed studies also made possible to forecast the mill performance in support to the long, medium and even short range mine planning.

The results achieved constitute a complete data base for the deposit that help the correct decision making and also serving as support to optimization and control of mining and mineral processing activities.

**Key words:** ore tecnological characterization, ore dresing and operation forecast.