

PREVISIBILIDADE DO DESEMPENHO DE MINÉRIOS DE FERRO EM PROCESSOS DE CONCENTRAÇÃO - ESTUDO DE CASO NA S.A. MINERAÇÃO DA TRINDADE - SAMITRI ⁽⁰¹⁾

KIOSHI MÁRCIO KANEKO ⁽⁰²⁾
SIRDELEY DA ANUNCIAÇÃO ALVES ⁽⁰²⁾
MARCELINO AMANDO DA SIVA GOMES ⁽⁰²⁾
DANY LUIZ VIEIRA POLICARPO ⁽⁰³⁾
LUIS DANIEL MOREIRA ⁽⁰⁴⁾
FERNANDO CESAR QUINTÃO ⁽⁰⁴⁾
CARLOS MAGNO DE LIMA LEONEL ⁽⁰⁵⁾

RESUMO

O efetivo controle das especificações de Fósforo (P) em concentrados de minério de ferro é de importância fundamental tanto pela necessidade de atendimento da qualidade requerida, quanto pelo adequado aproveitamento das jazidas minerais. A S.A. mineração da Trindade - SAMITRI, empresa do grupo Belgo Mineira fundada em 1939, tem como objetivo a extração e beneficiamento de minérios de ferro e ferromanganês, bem como a comercialização de seus concentrados obtidos. O presente trabalho apresenta os resultados de estudos em andamento visando uma melhoria no controle de qualidade dos produtos da Mina de Alegria. São apresentados resultados de análise histórica de dados industriais e de ensaios experimentais em escala de bancada objetivando a caracterização tecnológica de diferentes materiais. Enfoca-se, principalmente, a importância dos estudos realizados com relação ao aspecto Fósforo, visando o aprimoramento dos parâmetros tecnológicos de controle para o planejamento de lavra.

Palavras chave: Minério de Ferro, Caracterização tecnológica, Fósforo

(01) Trabalho a ser apresentado no I Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro: Caracterização, Beneficiamento e Pelotização, Ouro Preto, MG, 14 a 17 de outubro de 1996.

(02) Engenheiros da U. G. Planejamento de Lavra da SAMITRI, Mina de Alegria.

(03) Engenheiro da U.G. Desenvolvimento e Pesquisa Tecnológica da SAMITRI.

(04) Engenheiros do Grupo de Desenvolvimento da SAMITRI, Mina de Alegria.

(05) Consultor da CML Engenharia Consultoria Mineral e Serviços Ltda.

1. INTRODUÇÃO

A S.A. Mineração da Trindade - SAMITRI, empresa do grupo Belgo Mineira fundada em 1939, tem como objetivo a extração e beneficiamento de minérios de ferro e ferromanganês, bem como a comercialização dos produtos derivados dos mesmos.

Suas reservas de minério estão calculadas em 330 milhões de toneladas de hematita e 13 bilhões de toneladas de itabiritos. As reservas de manganês ferruginoso somam 8 milhões de toneladas.

Atualmente, a SAMITRI opera 3 unidades de produção, que são: Alegria, Morro Agudo e Córrego do Meio. A Figura 1 apresenta o mapa de localização destas unidades.

A capacidade de produção anual da SAMITRI é de 13 milhões de toneladas de minério de ferro e 300 mil toneladas de minério de manganês ferruginoso. A Tabela 1 apresenta os principais produtos comercializados pela SAMITRI.

Tradicionalmente, cerca de 70% dos produtos da SAMITRI são direcionados para o mercado internacional. Estes produtos são escoados através de transporte ferroviário pela Estrada de Ferro Vitória Minas até o Porto de Tubarão, de onde seguem de navio para países da Europa, Ásia e Américas. Os produtos destinados ao mercado nacional são escoados via transporte ferroviário ou rodoviário e no caso do concentrado pellet-feed de Alegria, através de mineroduto até a Mina do Germano pertencente à Samarco Mineração S.A.

A Unidade de Alegria, tema específico deste trabalho, é formada pelas Minas de Alegria, Morro da Mina e Fábrica Nova, que destinam-se à exploração de minério de ferro; e pelas Minas de Conta História e Miguel Congo, nas quais é explotado minério de manganês ferruginoso.

As características dos depósitos citados anteriormente, somadas às exigências dos diversos clientes, fazem com o que os produtos comercializados pela SAMITRI sejam formados pela composição de materiais oriundos de diferentes unidades. Como consequência destes fatores e da diversidade de produtos por unidade, exige-se uma estrutura complexa de produção e escoamento que devem ser suportadas por um planejamento de lavra eficiente e ágil.

Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo apresentar exemplos recentes de estudos preliminares realizados na SAMITRI, visando a melhoria da previsibilidade e controle da qualidade de seus produtos na Mina de Alegria. De modo mais específico será enfocado o aspecto Fósforo nas operações unitárias de deslamagem e flotação relacionadas com a produção de concentrado pellet-feed.

2. ASPECTOS GERAIS DE GEOLOGIA, PLANEJAMENTO DE LAVRA E BENEFICIAMENTO NA MINA DE ALEGRIA

A jazida de Alegria faz parte da estrutura tectônica conhecida como " Sinclinal de Alegria " e encontra-se inserida na porção Leste do Quadrilátero Ferrífero, a Sul da Serra do Caraça. É constituída por itabiritos e hematitas pertencentes à Formação

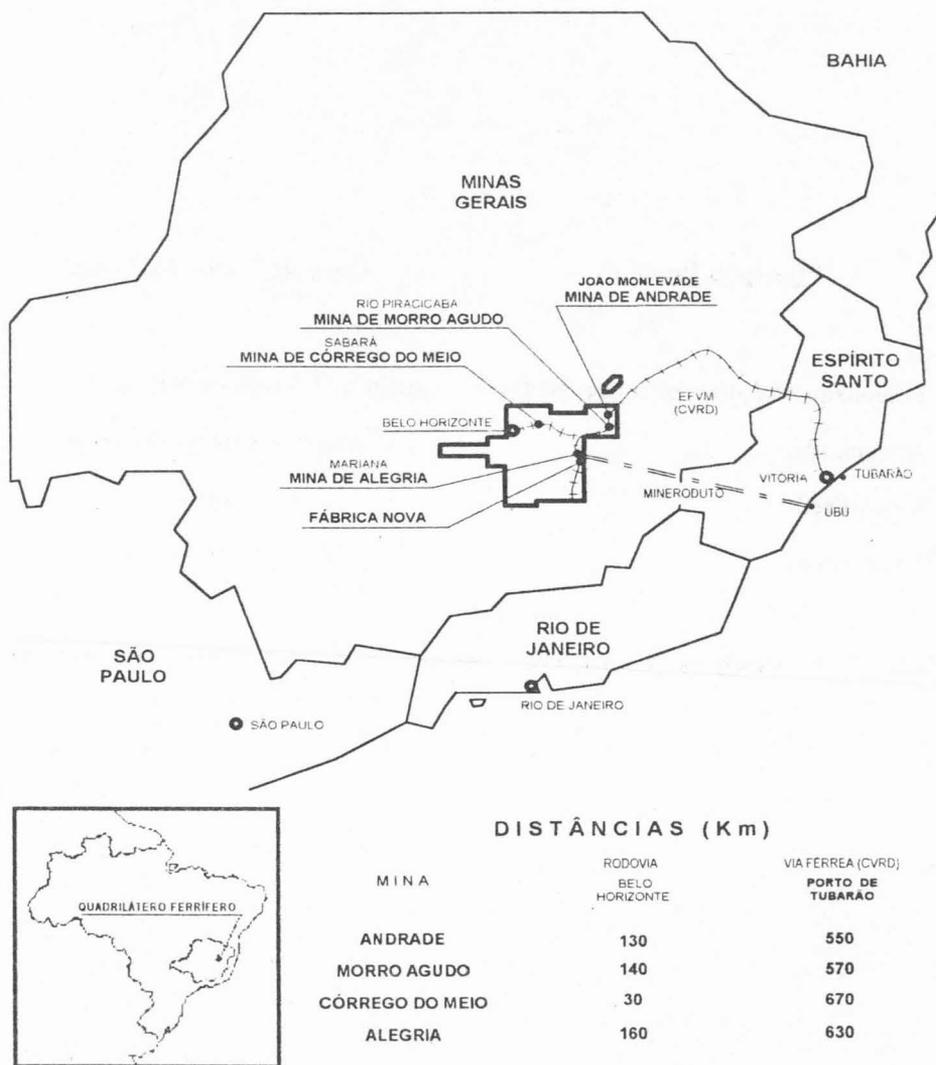


Figura 1 - Mapa de Localização das minas da SAMITRI

Principais Produtos

Local de Produção (Mina)

- | | |
|--|-------------------------------------|
| • Granulado - Natural Pellet Ore (NPO) | Alegria / Córrego do Meio e Andrade |
| • Hematitinha | Alegria e Córrego do Meio |
| • Sinter Feed | Alegria |
| • Pellet Feed | Alegria e Morro Agudo |

Tabela 1 - Principais Produtos da Samitri e locais (mina) de produção.

Cauê, Grupo Itabira, Supergrupo Minas (Proterozóico Inferior); inclui ainda canga, rolado e intrusiva metabásica.

Todo o pacote de rochas que compõe esse jazimento sofreu processos tectônicos-metamórficos e superimposição de processos supergênicos que definiram a composição e estruturação da jazida.

A definição da tipologia básica dos minérios de Alegria é feita como nos trabalhos realizados por Hasui et al (1993) e Kaneko et al (1996 - no prelo), tomando como base critérios mineralógicos, mineral-minério predominante. Dentro do pacote de rochas itabiríticas da jazida são identificados os seguintes tipos:

- Itabirito martítico caracterizado pela presença de martita (hematita porosa) como mineral-minério predominante e teor de Fósforo baixo;
- Itabirito magnetítico, caracterizado por apresentar a magnetita em maior proporção, sendo reconhecido pelo alto magnetismo;
- Itabirito especularítico caracterizado pela presença de hematita especular (especularita) como mineral de ferro predominante e teor de Fósforo muito baixo;
- Itabirito goethítico caracterizado pela presença de goethita em maior proporção;
- Itabirito anfíbolítico caracterizado pela presença de pseudomorfos de anfíbólio (goethita\limonita), apresentando coloração ocre amarelado e teores de Fósforo e Perda ao Fogo muito altos.

O planejamento de lavra de longo e médio prazo são realizados na mina de Alegria da SAMITRI com o apoio de software desenvolvido internamente pela empresa e que permite a abordagem simultânea de diferentes aspectos: pesquisa geológica, atualização e consistência de banco de dados, estimação e parametrização de reservas, função benéfico, otimização de cava final e simulação sequencial de lavra. A estimação de reservas é feita pelo método convencional IQD- inverso do quadrado das distâncias e a otimização das cavas é feita pelo método de cones flutuantes. O planejamento sequencial de lavra trata simultaneamente vários produtos, controla até 8 variáveis por produto e permite o controle da relação estéril/minério e distâncias médias de transporte. A atualização topográfica, estimação de volumes e perfis geológicos são feitos com a utilização do software Datamine.

O planejamento de lavra de curto prazo inclui os planejamentos anual e diário e os planos de formação das pilhas de "run of mine" (ROM). Para tal, as seguintes atividades são desenvolvidas: amostragem de pré-lavra (canaletas) e processamento de amostras, atualização topográfica (frentes de lavra e depósitos de estéril), elaboração de planos de lavra trimestrais e mensais, programação de pilhas de ROM objetivando o cumprimento de metas de produção e qualidade, programação da disposição de estéril, controle da formação das pilhas de ROM (amostragens bi-horárias nas frentes) e de pilhas e tanques de produtos, controle de qualidade dos produtos e suporte à programação de embarques, estudos estatísticos da qualidade, quantificação de estoques, atualização de bancos de dados.

A Mina de Alegria possui instalações de beneficiamento distintas para processar os minérios hematíticos e itabiríticos. As Figuras 2 e 3 apresentam fluxogramas ilustrativos das principais operações unitárias dos respectivos processos de beneficiamento. O presente trabalho contemplará especificamente a instalação de beneficiamento III (IB-III), que processa minério itabirítico para a produção de sinter-feed e pellet-feed.

A complexidade do controle de qualidade dos produtos da IB-III relaciona-se fortemente com a exigência de atendimento simultâneo de especificações em diferentes produtos em campanhas de produção de pellet-feed para Redução Direta (DR) ou Alto Forno (BF), em consonância estrita com os planos de produção da Samarco.

Apresenta-se a seguir os resultados preliminares de estudos de caracterização tecnológica em andamento visando possibilitar uma melhoria no atendimento das especificações do sinter-feed (principalmente teor de SiO_2) e pellet-feed (principalmente teor de Fósforo).

3. EVOLUÇÃO DE RESULTADOS INDUSTRIAIS

A primeira etapa do trabalho foi a realização de uma compilação e análise histórica dos dados de composição das pilhas de ROM e dos resultados da planta de beneficiamento. Buscou-se com estes estudos uma caracterização mais precisa da condição atual de atendimento de especificações. Nesta fase foram procuradas respostas com respeito à magnitude do problema, perdas existentes, evidências principais e identificação de enfoques específicos a serem atacados com detalhe. Para tal foram realizados estudos estatísticos convencionais e correlação de dados da jazida e do beneficiamento, além de avaliação de parâmetros de controle do planejamento de lavra atual.

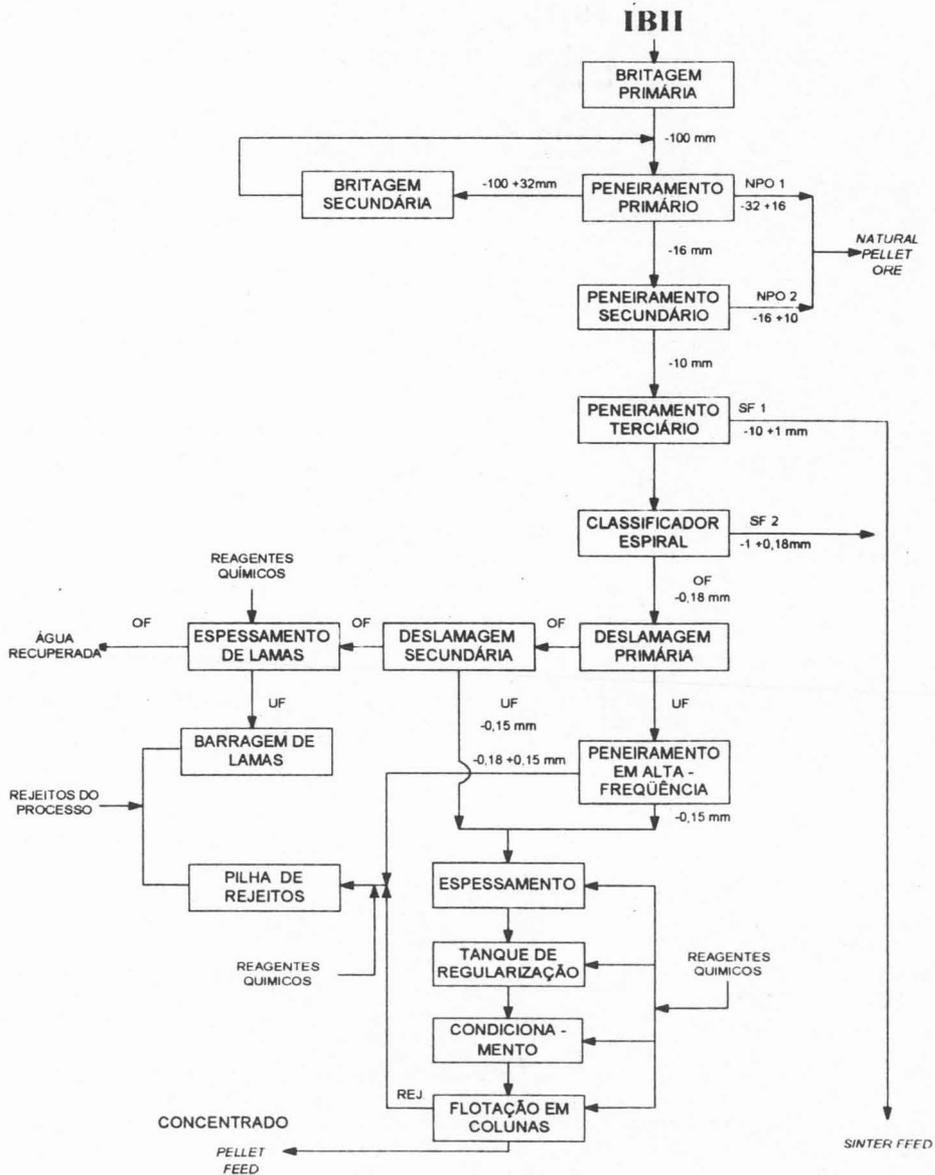
As análises foram realizadas a partir do manuseio do sistema de produção e qualidade da IB-III, que permite relacionar através de seu banco de dados parâmetros de composição das pilhas de ROM (granulometrias, partições de produtos, análises químicas, tipo de campanha de produção etc) com parâmetros operacionais, processuais e de qualidade da instalação de beneficiamento. Este sistema, desenvolvido internamente na SAMITRI, acessa os diferentes dados de entrada diretamente pela rede de informática interna da empresa e que permite a realização de todas as operações específicas de bancos de dados, incluindo pesquisa, cálculos e exportação condicionada de dados.

As Tabelas 2 e 3 apresentam um resumo dos resultados industriais da IB-III nos anos de 1994 e 1995 para campanhas de produção para Redução Direta e Alto Forno, respectivamente. Para fins de análise específica do aspecto Fósforo, os dados foram divididos em conjuntos para os quais os teores de Fósforo no concentrado final pellet-feed atendiam ou não as especificações estabelecidas.

Com relação ao aspecto Fósforo, as seguintes observações merecem destaque a partir da comparação dos resultados dos dois períodos considerados:

Campanhas DR

- elevação da relação de concentração de P total (%P alimentação/%P produto) para os dados globais em cerca de 7,7%;

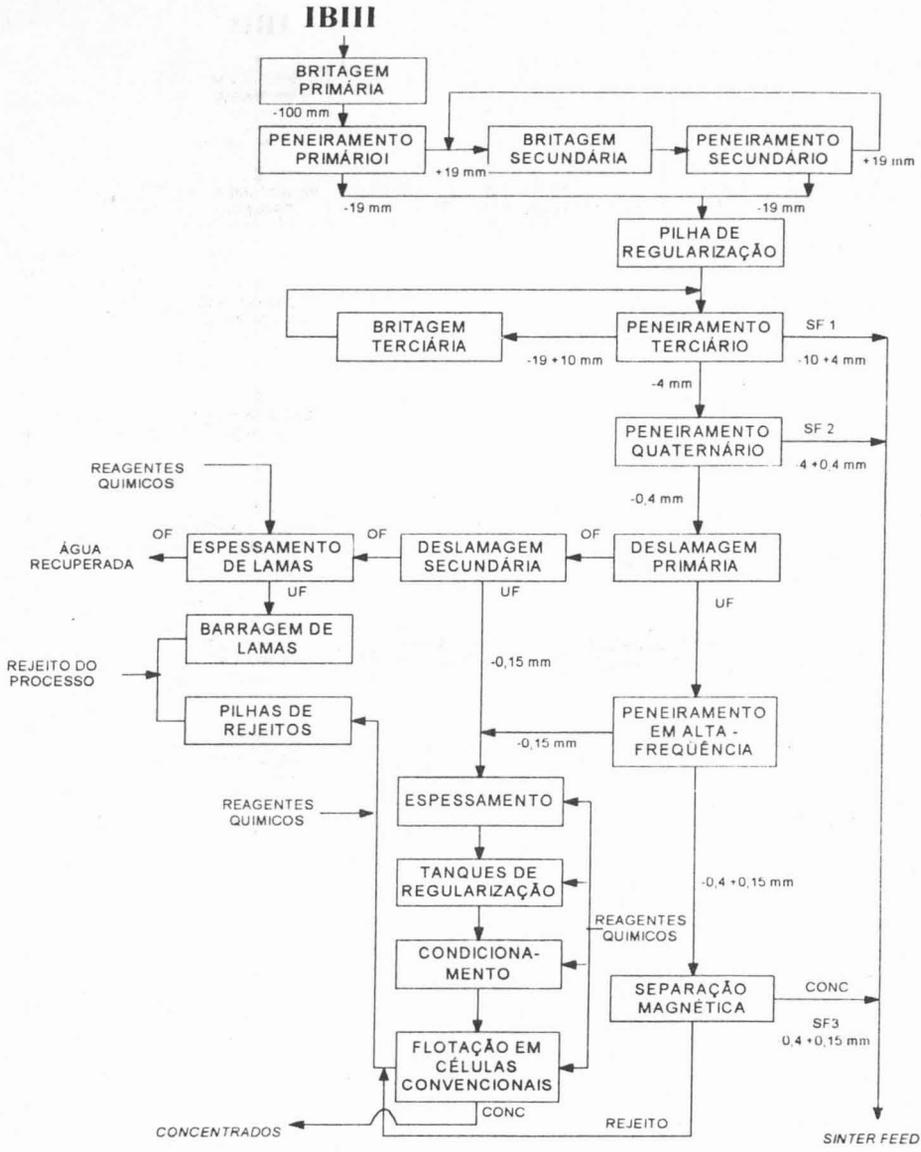


Legenda

NPO - Natural Pellet Ore
 SF - Sinter Feed
 CONC - Concentrado

UF - Underflow
 OF - Overflow
 REJ - Rejeito

FIGURA 2 - Fluxograma ilustrativo da instalação de beneficiamento II - IB II para minérios hematíticos



Legenda

SF - Sinter Feed
 CONC - Concentrado
 UF - Underflow

OF - Overflow
 REJ - Rejeito

FIGURA 3 - Fluxograma ilustrativo da instalação de beneficiamento III - IB III para minérios itabiríticos

Tabela 2 - Resumo de resultados industriais . Campanhas DR/94 e DR/95

PARÂMETRO	DR/94			DR/95			DESVIOS (%)		
	GLOBAL	P>0.040	P<0.040*	GLOBAL	P>0.040	P<0.040*	GLOBAL	P>0.040	P<0.040*
% Fe alimentação da deslamagem	54.89	54.73	55.00	52.72	52.95	52.59	-4.12	-3.36	-4.58
% SiO2 alimentação da deslamagem	19.18	19.39	19.03	22.78	22.31	23.05	15.80	13.09	17.44
% P alimentação da deslamagem	0.042	0.044	0.039	0.038	0.041	0.037	-10.53	-7.32	-5.41
% Fe alimentação da flotação	53.29	53.12	53.39	51.28	51.02	51.46	-3.92	-4.12	-3.75
% SiO2 alimentação flotação	22.20	22.32	22.13	25.22	25.55	24.98	11.97	12.64	11.41
% P alimentação flotação	0.033	0.035	0.031	0.033	0.034	0.033	0.00	-2.94	6.06
% SiO2 concentrado	0.99	0.93	1.03	0.98	0.95	0.93	-1.02	2.11	-10.75
% P concentrado	0.040	0.043	0.036	0.039	0.044	0.037	-1.94	1.71	2.94
% Recuperação de Fe flotação	76.19	79.16	74.26	78.79	75.26	80.55	3.30	-5.18	7.81
Índice de Seletividade	89.19	95.78	84.81	90.97	88.94	93.00	1.96	-7.69	8.81
Relação concentração P deslamagem	0.79	0.80	0.79	0.87	0.83	0.89	9.52	4.08	10.88
Relação concentração P flotação	1.21	1.23	1.17	1.19	1.29	1.13	-1.94	4.52	-3.32
Relação concentração P total	0.95	0.98	0.93	1.03	1.07	1.01	7.77	8.41	7.92

* P menor ou igual a 0.040

Tabela 3 - Resumo de resultados industriais . Campanhas BF/94 e BF/95

PARÂMETRO	BF/94			BF/95			DESVIOS (%)		
	GLOBAL	P>0.050	P<0.050*	GLOBAL	P>0.050	P<0.050*	GLOBAL	P>0.050	P<0.050*
% Fe alimentação da deslamagem	55.02	54.64	55.12	53.12	54.02	52.80	-3.58	-1.15	-4.39
% SiO ₂ alimentação da deslamagem	18.91	19.17	18.84	21.60	20.57	21.92	12.45	6.81	14.05
% P alimentação da deslamagem	0.048	0.054	0.046	0.047	0.052	0.046	-2.13	-3.85	0.00
% Fe alimentação da flotação	53.24	52.72	53.37	51.59	52.61	51.88	-3.20	-0.21	-2.87
% SiO ₂ alimentação flotação	22.09	22.76	21.94	23.56	22.30	24.06	6.24	-2.06	8.81
% P alimentação flotação	0.038	0.042	0.037	0.040	0.044	0.040	5.00	4.55	7.50
% SiO ₂ concentrado	1.36	1.36	1.36	1.66	1.67	1.70	18.07	18.56	20.00
% P concentrado	0.044	0.052	0.042	0.047	0.054	0.046	6.62	3.76	9.11
% Recuperação de Fe flotação	77.50	76.16	77.81	76.17	76.78	76.06	-1.75	0.81	-2.30
Índice de Seletividade	56.99	56.00	57.21	45.89	45.98	44.74	-24.19	-21.80	-27.88
Relação concentração P deslamagem	0.79	0.78	0.80	0.85	0.85	0.87	6.98	8.08	7.50
Relação concentração P flotação	1.15	1.23	1.13	1.17	1.22	1.15	1.71	-0.82	1.74
Relação concentração P total	0.91	0.96	0.91	1.00	1.03	1.00	8.57	7.33	9.11

* P menor ou igual a 0.050

- redução do teor de P na alimentação da deslamagem para os dados globais em cerca de 10,5%;
- elevação do teor de SiO₂ na alimentação da deslamagem para os dados globais em cerca de 15,8%;
- relação de concentração de P na flotação relacionada com a recuperação de Fe. Verifica-se para os conjuntos de dados dentro e fora de especificação diferenças significativas nas recuperações de Fe e nos índices de seletividade (% recuperação de Fe/%SiO₂ concentrado) da flotação.

Campanhas BF

- elevação da relação de concentração de P total (%P alimentação/%P produto) para os dados globais em cerca de 7,9%;
- elevação do teor de SiO₂ na alimentação da deslamagem para os dados globais em cerca de 12,5%;
- os dias cujos concentrados BF atendiam também as especificações DR (%P <0.040) apresentaram as maiores recuperações de Fe na flotação.

A Figura 4 ilustra as médias flutuantes obtidas para as relações de concentração de Fósforo na deslamagem, flotação e global. Cada ponto do gráfico corresponde à média de 10 valores sequenciais relativos à operação da planta industrial no período considerado. Verifica-se a predominância da influência da deslamagem na especificação final de Fósforo.

Os resultados apresentados anteriormente confirmam que apesar do processo global de concentração não responder especificamente para o Fósforo, as operações de deslamagem e flotação podem ter influência negativa significativa.

4. METODOLOGIAS DE CONTROLE E ENSAIO PADRÃO DE BANCADA

O controle atual das especificações de Fósforo e SiO₂ nos produtos da instalação de beneficiamento baseia-se fortemente no conhecimento geológico básico das áreas lavradas e de seus resultados históricos e nos teores das frações + 0,3mm e - 0,3mm das pilhas de ROM, simulando os teores de sinter-feed e alimentação da deslamagem, respectivamente.

A estimativa da composição global das pilhas de ROM de alimentação da IB-III e de suas frações + 0,3mm e - 0,3mm se faz através de amostragens nas frentes durante as operações de lavra, com a composição de amostras bi-horárias a partir de alíquotas representativas de determinado número de viagens de caminhões fora-de-estrada. Para cada amostra bi-horária realiza-se a determinação da partição em massa e análises químicas completas nas frações mencionadas acima. Com a ponderação dos resultados obtidos com o número das respectivas viagens realizadas para a composição das pilhas obtém-se a estimativa para seu fechamento. Com este procedimento é possível conhecer com precisão a composição das pilhas de ROM, como também ter uma atualização contínua dos resultados químicos e de partição granulométrica nas faixas mencionadas das frentes lavradas.

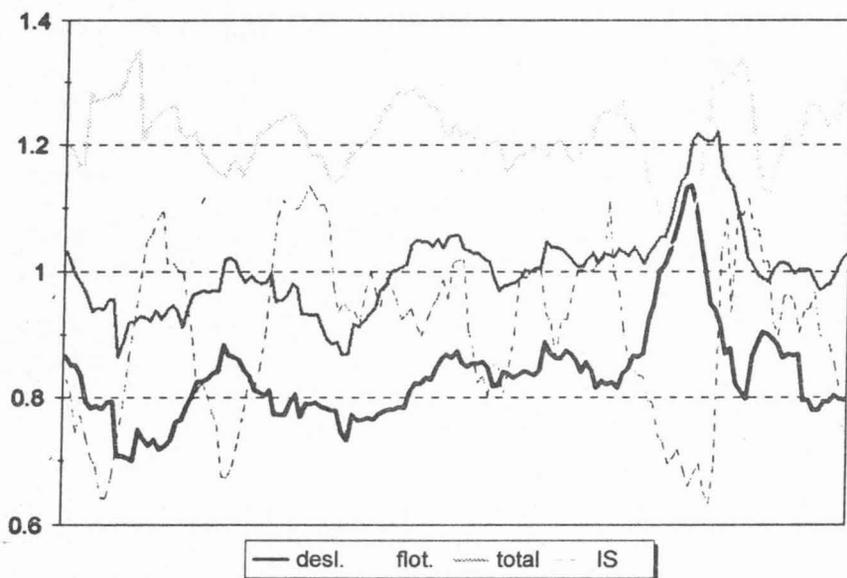


Figura 04 - Médias flutuantes - Relações de concentração de Fósforo

O planejamento de lavra, com relação ao aspecto Fósforo, para o fechamento da composição das pilhas de ROM, é realizado com base na relação de concentração de Fósforo histórica do processo de beneficiamento, visando o estabelecimento de um teor máximo de Fósforo recomendado para a fração - 0,3mm , a qual representa a alimentação da deslamagem.

Conforme apresentado na Tabela 4, estudos estatísticos de significância demonstraram a inexistência de diferenças significativas entre os valores previstos através das amostragens bi-horárias e os reais para os teores de SiO₂ e Fósforo no sinter-feed e alimentação da deslamagem industrial.

Este fato, aliado ao conhecimento geológico das frentes de lavra, não asseguram o controle do teor de Fósforo no concentrado pellet-feed final já que, apesar de ser o principal parâmetro de controle o teor de alimentação da deslamagem, não contempla especificamente o desempenho da instalação para diferentes tipos de materiais com diferentes relações de concentração de Fósforo. Dentro de uma mesma tipologia básica verifica-se a existência de grandes variações entre diferentes parâmetros de importância, dentre os quais listam-se a distribuição granulométrica, distribuição mineralógica, características superficiais, teores, condições operacionais etc, que conduzem a amplas faixas de qualidade final, se consideradas as especificações exigidas.

A não realização rotineira de ensaios de deslamagem e flotação para a caracterização de amostras de pesquisa dificultam a obtenção de uma previsão adequada da produtividade e qualidade do processo de produção de concentrado pellet-feed, principalmente com relação ao aspecto Fósforo.

Deste modo, a SAMITRI optou pela reavaliação de suas rotinas de caracterização de materiais em escala de bancada, para subsidiar o planejamento de lavra, na seguinte sequência:

- otimização de metodologia experimental padrão para apoio ao planejamento de curto prazo com enfoque específico nas operações de deslamagem e flotação (processamento de amostras de canaletas e furos de sonda);
- acompanhamento rotineiro dos vieses observados entre os valores previstos e reais e correção das metodologias quando indicado;
- aprimoramento do conhecimento dos diferentes materiais da jazida de Alegria através da realização de estudos de natureza mais fundamental (caracterização mineralógica e tecnológica detalhadas).

A primeira fase do trabalho encontra-se em desenvolvimento, sendo realizada com base em estudos de calibração de metodologia padrão em relação a resultados industriais. Estão sendo estudados, isoladamente, materiais com características típicas de campanhas de produção DR e BF.

O ensaio padrão de deslamagem está sendo desenvolvido com base em metodologia de sedimentação em provetas, visando a obtenção de underflow com percentual de lama similar ao verificado na alimentação da flotação industrial, cuja quantificação se realiza com a aplicação da mesma metodologia de deslamagem em bancada para as amostras industriais.

Tabela 4 - Avaliação de parâmetros de controle do planejamento de lavra
Resumo dos estudos de significância das diferenças entre parâmetros

PARÂMETROS	DIFERENÇA ENTRE MEDIAS			
	BF		DR	
	94	95	94	95
% SiO ₂ +0.3 mm pilha vs % SiO ₂ sinter total	4.08 / 4.24 não	4.14 / 3.99 não	4.28 / 4.67 sim	4.94 / 4.47 não
% P + 0.3 mm pilha vs % P sinter total	0.063/0.064 não	0.061/0.062 não	0.055/0.057 não	0.050/0.048 não
% P - 0.3 mm pilha vs % P alim. deslamagem	0.050/0.048 sim	0.051/0.047 sim	0.041/0.042 não	0.039/0.038 não
% P - 0.3mm pilha vs % P alim. deslamagem (% P >0.050 BFAL , > 0.040 DRAL)	0.055/0.054 não	0.055/0.052 sim	0.043/0.044 não	0.040/0.041 não

A Tabela 5 apresenta os resultados preliminares dos ensaios de deslamagem. Busca-se a possibilidade de reprodução adequada do teor de Fósforo na alimentação da flotação, embora alguns desvios em outros componentes sejam esperados, principalmente ferro e sílica, devido à característica densitária na deslamagem por sedimentação. A reprodução precisa de deslamagem industrial é importante pela sua influência no teor de Fósforo na alimentação da flotação e na eficiência do processo de flotação, ambas relacionadas diretamente com a relação de concentração de Fósforo total do processo.

Os estudos de calibração do ensaio padrão de flotação estão sendo realizados com base em testes de cinética para o estabelecimento de condições básicas (tempo de flotação e dosagem de coletor). Busca-se a reprodução das relações de concentração de Fósforo industriais, com teores de SiO_2 no concentrado e recuperações de Fe similares.

As Tabelas 6, 7 e 8 apresentam resultados preliminares dos estudos de flotação em bancada, ilustrando o comportamento de diferentes materiais na flotação e a importância do binômio recuperação/seletividade no teor de Fósforo no concentrado final.

As Tabelas 9 e 10 apresentam resultados preliminares de simulações da qualidade de concentrados finais obtidas a partir de amostras de canaletas e aplicação do ensaio padrão em desenvolvimento.

Os desvios verificados com relação aos teores de Fósforo estimados e reais no concentrado final, situaram-se em torno de 8% e 15%, respectivamente, para as pilhas de ROM 326 e 327. Ressalta-se que para os dados da Tabela 10, pilha 327, apesar dos resultados de bancada terem sido mantidos inalterados, as frentes de lavra avançaram significativamente em relação aos blocos amostrados, sem que novos ensaios de caracterização tivessem sido realizados. A diferença entre a magnitude dos desvios verificados atesta a grande heterogeneidade da jazida, refletida em diferentes parâmetros com influência nas relações de concentração do Fósforo, que afeta sobremaneira os resultados finais.

5. CONCLUSÕES

O controle dos teores de Fósforo em concentrados pellet-feed oriundos do processamento de minérios da região de Alegria é complexo e exige a adoção de parâmetros tecnológicos de controle adequados.

Trabalho rotineiro de caracterização de diferentes materiais e aprimoramento contínuo de metodologias experimentais em bancada (ensaio padrão) são essenciais para que um planejamento de lavra eficaz e a curto prazo, que é a ação mais efetiva no controle do Fósforo no momento, seja possível.

A demanda crescente por produtos de melhor qualidade (DR) exige a busca de alternativas para um melhor aproveitamento das jazidas minerais atualmente em exploração. Neste sentido, os aspectos relativos com a identificação, através de uma caracterização tecnológica adequada, de novos materiais possíveis de serem beneficiados, assim como a melhoria da eficiência dos processos industriais devem ser contempladas.

Tabela 5 - Resultados preliminares de ensaios de calibração da deslamagem

ALIMENTAÇÃO DA FLOTAÇÃO INDUSTRIAL			
ENSAIO	MATERIAL	CAMPANHA	% LAMA
ED 39	Pilha 291	DR	1.70
ED 14	Pilha 294	DR	2.33
ED 13	Pilha 295	DR	2.07
ED 12	Pilha 296	DR	2.48
ED 15	Pilha 297	BF	2.22
ED 16	Pilha 298	BF	2.22
ED 11	Pilha 299	BF	2.56
ED 17	Pilha 300	BF	1.99
ED 18	Pilha 301	BF	2.37
ED 19	Pilha 302	BF	2.57
ED 20	Pilha 305	DR	1.52
ED 21	Pilha 305	DR	1.46
ED 22	Pilha 306	DR	0.75
ED23	Pilha 305	DR	1.66
ED24	Pilha 306	DR	1.33
ED41	COMP.11/04	BF	1.67
ED42	COMP.09/04	BF	1.26
ED102	COMP.CNS	BF	2.82
ED103	COMP.CNS	BF	2.71
ED104	COMP.CNS	BF	2.71
MÉDIA DR			1.57
MÉDIA BF			2.32

Tabela 6 - Resumo ilustrativo do desempenho de diferentes materiais na flotação em bancada

MATERIAL	PRODUTO	DOSAGEM AMINA (g/t) EXIGIDA	TEORES										FLOTAÇÃO	
			ALIMENTAÇÃO FLOTAÇÃO					CONCENTRADO FINAL						
			Fe	SiO2	Al2O3	P	PF	Fe	SiO2	Al2O3	P	PF	RcP	% REC.Fe
BCO 1120 L4	DR	25	64.04	7.21	0.28	0.025	0.82	68.52	0.82	0.22	0.027	0.91	1.07	85.06
BCO1220 E2	BF	<25	63.05	6.60	0.49	0.052	2.66	66.94	0.71	0.44	0.057	3.03	1.10	78.10
CANALETAS E4	BF/DR	35	43.58	36.58	0.25	0.030	0.50	68.82	0.67	0.24	0.044	0.91	1.46	61.07
BCO 1060 E4	BF	35	55.85	18.03	0.55	0.053	1.23	66.87	1.95	0.58	0.070	1.52	1.29	78.30
PILHA 296	DR	25	52.21	23.84	0.33	0.026	1.01	67.96	0.59	0.26	0.043	1.76	1.43	67.15
PILHA 297	BF	30	56.81	16.89	0.31	0.039	1.48	67.64	0.85	0.31	0.053	2.06	1.35	74.26
PILHA 305	DR	30	51.76	24.44	0.32	0.029	1.20	68.01	0.85	0.23	0.042	1.84	1.45	66.63
PILHA 308	BF	25	55.52	18.74	0.45	0.037	1.11	67.62	1.04	0.40	0.052	1.58	1.40	67.28
PILHA 318	BF	20	54.54	20.12	0.40	0.039	1.24	67.00	1.92	0.39	0.052	1.70	1.33	74.67
PILHA 321	BF	25	52.70	22.64	0.45	0.045	1.31	67.41	1.00	0.43	0.067	1.90	1.47	68.96

Tabela 7 - Cinética de flotação para material tipo DR

PRODUTO	MASSA (g)	AMINA (g/l)	TEORES ANALISADOS(%)				
			Fe	SiO2	Al2O3	P	PF
ALIMENTAÇÃO	1694.5	-	52.21	23.84	0.33	0.026	1.01
REJEITO 1	435.29	15	28.74	57.81	0.57	0.012	0.45
REJEITO 2	246.36	5	37.39	45.52	0.26	0.015	0.41
REJEITO 3	136.56	5	53.79	22.17	0.26	0.020	0.66
REJEITO 4	228.25	10	67.33	2.69	0.23	0.023	0.80
REJEITO 5	109.33	10	68.55	0.66	0.24	0.029	1.06
REJEITO 6	73.45	10	68.27	0.64	0.26	0.036	1.38
REJEITO 7	47.4	10	68.08	0.58	0.28	0.041	1.68
			TEORES CALCULADOS (%)				
			Fe	SiO2	Al2O3	P	PF
CONCENTRADO 1	1259.21	-	60.33	12.10	0.25	0.031	1.20
CONCENTRADO 2	1012.85	15	65.91	3.98	0.25	0.035	1.40
CONCENTRADO 3	876.29	5	67.80	1.14	0.25	0.038	1.51
CONCENTRADO 4	648.04	5	67.96	0.59	0.26	0.043	1.76
CONCENTRADO 5	538.71	10	67.84	0.58	0.26	0.046	1.90
CONCENTRADO 6	465.26	10	67.77	0.57	0.26	0.047	1.99
CONCENTRADO 7	417.86	10	67.74	0.57	0.26	0.048	2.02
			% RECUPERAÇÃO				
			Fe		SiO2		
			simples	acum.	simples	acum.	
ALIMENTAÇÃO	100.00	100.00	100.00	100.00			
REJEITO 1	14.14	14.14	28.44	28.44			
REJEITO 2	10.41	24.55	12.67	41.12			
REJEITO 3	8.30	32.85	3.42	44.54			
REJEITO 4	17.37	50.22	0.69	45.23			
REJEITO 5	8.47	58.69	0.08	45.31			
REJEITO 6	5.67	64.36	0.05	45.37			
REJEITO 7	3.65	68.01	0.03	45.40			
CONCENTRADO	31.99	-	0.27	-			

Tabela 8 - Cinética de flotação para material tipo BF

PRODUTO	MASSA (g)	AMINA (g/l)	TEORES ANALISADOS(%)				
			Fe	SiO2	Al2O3	P	PF
ALIMENTAÇÃO	1505.26	-	54.54	20.12	0.40	0.039	1.24
REJEITO 1	448.64	15	32.73	51.87	0.45	0.019	0.52
REJEITO 2	141.63	5	43.17	37.15	0.31	0.020	0.55
REJEITO 3	88.86	5	60.23	12.77	0.31	0.025	0.79
REJEITO 4	212.29	10	67.74	1.40	0.30	0.034	1.11
REJEITO 5	105.8	10	68.31	0.53	0.35	0.041	1.41
REJEITO 6	69.78	10	68.09	0.51	0.38	0.049	1.68
REJEITO 7	40.8	10	67.68	0.52	0.42	0.056	2.05
			TEORES CALCULADOS (%)				
			Fe	SiO2	Al2O3	P	PF
CONCENTRADO 1	1056.62	-	63.81	6.64	0.38	0.047	1.54
CONCENTRADO 2	914.99	15	67.00	1.92	0.39	0.052	1.70
CONCENTRADO 3	826.13	5	67.73	0.76	0.39	0.055	1.80
CONCENTRADO 4	613.84	5	67.73	0.53	0.43	0.062	2.03
CONCENTRADO 5	508.04	10	67.60	0.53	0.44	0.066	2.16
CONCENTRADO 6	438.26	10	67.53	0.54	0.45	0.069	2.24
CONCENTRADO 7	397.46	10	67.51	0.54	0.46	0.070	2.26
			% RECUPERAÇÃO				
			Fe		SiO2		
			simples	acum.	simples	acum.	
ALIMENTAÇÃO	100.00	100.00	100.00	100.00			
REJEITO 1	17.88	17.88	28.34	28.34			
REJEITO 2	7.45	25.33	6.41	34.75			
REJEITO 3	6.52	31.85	1.38	36.13			
REJEITO 4	17.52	49.37	0.36	36.50			
REJEITO 5	8.80	58.17	0.07	36.56			
REJEITO 6	5.79	63.96	0.04	36.61			
REJEITO 7	3.36	67.32	0.03	36.63			
CONCENTRADO	32.68	-	0.26	-			

Tabela 9 - Estimação da qualidade de concentrados da IB-III. Pilha 326

PILHA 326
CAMPAÑA : DR

AMOSTRAS BI-HORÁRIAS DA MINA														TESTE PADRÃO COM AMOSTRAS DE FRENTES EM BANCADA							CONC. ESTIMADO				
IDENTIFICAÇÃO AMOSTRA				SINTER (+0.3 mm)					PFF (-0.3 mm)					ALIMENTAÇÃO DESLAMAGEM					-0.15	Rmt	RcPt	SIMPLES	ACUM.		
DATA	HORA	BANCO	vg	Fe	SiO2	Al2O3	P	+0.3	Fe	SiO2	Al2O3	P	-0.3	CÓD	Fe	SiO2	Al2O3	P	PF	(%)	(%)		% P	% P	
20 04 96	15 30/18 00	1110L4	47	63.22	5.96	0.38	0.065	50.12	50.29	25.18	0.49	0.053	49.88	PT-A											
20 04 96	15 30/20 30	1040E4	40	64.52	5.39	0.30	0.051	49.94	39.94	40.74	0.67	0.040	50.06	PT-B	45.23	33.38	1.10	0.033	0.83	58.97	44.17	1.17	0.047	0.066	
20 04 96	18 00/22 30	1130E3	40	65.52	3.96	0.93	0.043	31.58	54.60	15.18	2.72	0.061	68.42	PT-C	57.10	17.56	0.32	0.024	0.53	40.72	43.25	1.14	0.070	0.067	
20 04 96	18 30/21 00	1110E3	24	64.66	5.17	0.29	0.039	38.57	50.87	24.78	0.92	0.026	61.46	PT-D	59.90	12.66	0.36	0.027	1.32	50.79	60.68	0.95	0.025	0.058	
20 04 96	20 30/21 45	1040E4	20	61.64	11.19	0.28	0.032	39.56	38.37	44.10	0.46	0.028	60.44	PT-E	42.11	38.43	0.63	0.029	0.32	37.71	45.19	1.13	0.032	0.055	
22 04 96	07 00/09 30	1110E3	40	61.70	8.58	0.23	0.048	56.11	44.38	35.50	0.44	0.032	43.89	PT-D	59.90	12.66	0.36	0.027	1.32	50.79	60.68	0.95	0.030	0.050	
22 04 96	09 30/13 00	1110E3	40	63.56	5.78	0.27	0.053	48.37	49.52	27.89	0.43	0.034	51.63	PT-C	57.10	17.56	0.32	0.024	0.53	40.72	43.25	1.14	0.039	0.048	
22 04 96	12 00/18 00	1040E4	40	62.31	8.96	0.67	0.045	37.73	36.58	44.30	0.80	0.048	62.27	PT-E	42.11	38.43	0.63	0.029	0.32	37.71	45.19	1.13	0.054	0.049	
22 04 96	13 00/16 00	1110E3	40	63.74	5.77	0.21	0.042	51.69	46.59	30.71	0.52	0.032	48.31	PT-C	57.10	17.56	0.32	0.024	0.53	40.72	43.25	1.14	0.036	0.048	
22 04 96	14 30/18 30	1110E3	30	62.59	6.69	0.25	0.055	57.53	40.30	39.70	0.56	0.034	42.47	PT-C	57.10	17.56	0.32	0.024	0.53	40.72	43.25	1.14	0.039	0.047	
22 04 96	16 00/18 30	1110E3	25	62.17	6.98	0.31	0.064	43.32	48.88	27.78	0.43	0.035	56.68	PT-C	57.10	17.56	0.32	0.024	0.53	40.72	43.25	1.14	0.040	0.047	
22 04 96	18 30/18 30	1040E4	30	62.59	6.69	0.25	0.055	44.46	40.30	39.70	0.56	0.034	55.54	PT-B	45.23	33.38	1.10	0.033	0.83	58.97	44.17	1.17	0.040	0.046	
TOTAIS PILHA				64.06	5.76	0.35	0.046	46.13	48.31	28.53	0.75	0.039	53.87								% P CONC. IB-III	0.043			
																						DESVIO (%)		-7.0	

Tabela 10 - Estimação da qualidade de concentrados da IB-III. Pilha 327

PILHA 327
CAMPAÑA : DR

AMOSTRAS BI-HORÁRIAS DA MINA														TESTE PADRÃO COM AMOSTRAS DE FRENTES EM BANCADA							CONC. ESTIMADO			
IDENTIFICAÇÃO AMOSTRA				SINTER (+0.3 mm)					PFF (-0.3 mm)					ALIMENTAÇÃO DESLAMAGEM					-0.15	Rmt	RcPt	SIMPLES	ACUM	
DATA	HORA	BANCO	vg	Fe	SiO2	Al2O3	P	+0.3	Fe	SiO2	Al2O3	P	-0.3	CÓD	Fe	SiO2	Al2O3	P	PF	(%)	(%)		% P	% P
23 04 96		1110E3	50	63.52	6.14	0.45	0.034	42.34	49.29	25.86	0.48	0.036	57.66	PT-C	57.10	17.56	0.32	0.024	0.53	40.72	43.25	1.14	0.041	0.041
23 04 96		1040E4	40	65.15	4.80	0.27	0.051	47.70	42.45	36.68	0.70	0.044	52.30	PT-B	45.23	33.38	1.10	0.033	0.83	58.97	44.17	1.17	0.051	0.045
24 04 96		1110E3	40	64.70	1.64	0.25	0.058	47.83	50.41	26.10	0.47	0.041	52.17	PT-C	57.10	17.56	0.32	0.024	0.53	40.72	43.25	1.14	0.047	0.046
24 04 96		1110E3	40	67.65	3.44	1.18	0.020	47.65	54.98	20.74	0.43	0.025	52.35	PT-C	57.10	17.56	0.32	0.024	0.53	40.72	43.25	1.14	0.029	0.042
24 04 96		1110E3	40	66.99	3.09	0.35	0.021	50.36	58.76	14.89	0.44	0.030	49.64	PT-C	57.10	17.56	0.32	0.024	0.53	40.72	43.25	1.14	0.034	0.041
24 04 96		1110E3	33	65.81	2.29	0.44	0.059	45.10	57.44	15.20	0.45	0.049	54.60	PT-C	57.10	17.56	0.32	0.024	0.53	40.72	43.25	1.14	0.056	0.043
24 04 96		1110E3	40	67.57	2.72	0.20	0.022	47.51	62.73	9.42	0.37	0.027	52.49	PT-C	57.10	17.56	0.32	0.024	0.53	40.72	43.25	1.14	0.031	0.041
25 04 96		1110E3	20	64.41	3.38	0.35	0.060	48.57	56.91	15.46	0.44	0.054	51.43	PT-C	57.10	17.56	0.32	0.024	0.53	40.72	43.25	1.14	0.062	0.042
TOTAIS PILHA				65.55	3.84	0.41	0.043	47.04	52.65	22.64	0.48	0.036	52.96								% P CONC. IB-III	0.037		
																						DESVIO (%)		-13.5

Os resultados preliminares apresentados demonstraram a possibilidade de se estimar com precisão os teores de Fósforo nos concentrados finais, a partir de resultados de ensaios em escala de bancada. Contudo, trabalho contínuo de calibração dos resultados bancada\industriais devem ser realizados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HASUI, Y. et al 1993. Quadro lito-estrutural, Tipologia Geológica de Minérios de Ferro e Modelo de Formação da Jazida - Mina de Alegria. Relatório Final. Volume 01-Texto. Samarco Mineração S.A..
- KANEKO, K. M. et al 1996. Caracterização Mineralógica da Jazida de Ferro de Alegria 1 e 6 - Samarco Mineração S.A. (no prelo).
- GOMES, M.A.S.; CAVALCANTI, C.L.; REIS, H.C. 1996. Planejamento de lavra na S.A. Mineração da Trindade - Samitri (no prelo).

Prediction of Iron Ore Performance in Concentration Processes - Case Study at S.A. Mineração da Trindade - SAMITRI

Abstract

The effective Phosphorus (P) specifications control in iron ore concentrates is very important in order to meet the requirements demanded for quality and for a suitable utilization of the mineral deposits. The S.A. Mineração da Trindade - SAMITRI a company which is part of the Belgo Mineira Group, was founded in 1939 and its main targets are the exploitation and processing of iron and iron-manganese ores, as well as the trading of the concentrated ores obtained. This report shows the results of the studies in progress which intend to improve the control quality of the Alegria Mine products. Historic analysis of industrial data and experimental laboratory tests are presented aiming at a technologic characterization of different materials. The importance of the studies accomplished is focused at the Phosphorus parameter, intending to improve the technologic control parameters for the mining planning.

Key-Words: Iron Ore, Technologic Characterization, Phosphorus