

Este produto é formado de uma mistura de sais fosforados de origem natural com um teor médio de 30% de P₂O₅ e 15% de CaO. É utilizado para a produção de fertilizantes fosforados e para a produção de produtos químicos. É utilizado também para a produção de produtos químicos e para a produção de produtos químicos.

MOINHOS DE BOLAS: DESCARGA POR

DIAFRAGMA X DESCARGA POR OVERFLOW

FERTILIZANTES FOSFATADOS S/A - FOSFÉRTIL

**COMPLEXO DE MINERAÇÃO DE TAPIRA
SEPRO/DITEC/CMT**

**AMADOR ALBUQUERQUE CARVALHIDO
LUIZ ANTONIO FONSECA DE BARROS
PAULO EDMUNDO RUSSOMANO RICCIARDI**

**RODOVIA MG 341 KM 25 - FAZENDA BOA VISTA
CEP 38.185
TAPIRA - MINAS GERAIS**

ABSTRACT

In this paper we will present the FOSFERTIL industrial experience in the use of different materials for grates on discharge diafragm ball mills, like alloyed steel and rubber at the Complexo de Mineração de Tapira.

A several sets of steel grates were used with combinations of designrs shape, chemical composition and hardness. For all those steel sets we observed the grate plugging due to small balls entrapped, changing the diafragm function by a improper overflow discharge.

Referring to the period of September 84 to May 85, we will compair the performance of a ball mill (13 1/2' x 20')utilizing steel made and rubber made grates. The comparations will be made in terms of: open thruout area, absorved capacity, ordering costs, especific cost, useful life, maintenance and overgrinding.

COMPLEXO DE MINERAÇÃO DE TAPIRA
SERRA GERAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE METALURGIA

PROFESSOR DR. JOSÉ CARLOS DE ALMEIDA
AV. EXPEDIENTE, 171 - 31270-000
TAPIRA - MINAS GERAIS

01. CONSIDERAÇÃO INICIAL

Consideremos a citação de Bond, Rowland e outros pesquisadores da área de moagem que postulam como mandamento básico da operação de moagem:

"Essencialmente o melhor operador de uma planta de moagem será aquele que faz 'consumir o máximo de kWh, transformando-os, mediante uma operação eficiente num' máximo de produto final moído na sua máxima finura".

Porém, a operação de moagem na Fosfertil visa a absorção do máximo de kW numa 'operação eficiente com o mínimo de produto abaixo de determinada finura, o qual será indubitavelmente perdido na operação subsequente de deslamagem.

Assim sendo, a operação de moagem de minério fosfático da Fosfertil visa a máxima moagem com o mínimo de finos gerados, perdidos na atual operação de deslamagem.

Entende-se como máxima moagem na Fosfertil o overflow da classificação que contém no máximo 10 a 12% retido em 65 "Tyler Mesh", sendo que essa porcentagem retida é constituída essencialmente de mica vermiculita.

Os finos descartados na atual deslamagem têm o tamanho médio d_{50} na faixa de 7 a 10 μ m.

Pelos motivos expostos optou-se no projeto original pela utilização de moinhos 'de diafragma a nível baixo.

Visava com isso a restrição da perda de finos na deslamagem.

Entretanto com pequeno tempo de operação verificou-se que o "plugging" ou entupimento das grelhas de saída por bolas de pequeno diâmetro, geralmente deformadas, transformava o moinho em descarga por semi-overflow. (ver fotos 1 e 2).

Isto porque a grande parte do material tinha sua descarga por overflow e o restante pela pouca área aberta do diafragma.

Esta situação contrariava a máxima citada no parágrafo inicial. A geração de finos prejudicava a recuperação global do conjunto. Tornou-se necessário a melhoria do "design" da grelha de descarga, área aberta e especificação da liga que 'melhor conviesse a reduzir o cegamento da área de saída.

Tentativas modificando as características dimensionais do "Slot", sua disposição na grelha, bem como característica da liga utilizada, não trouxeram resultados 'desejados.

A utilização de grelha em borracha indicava a possibilidade de se minimizar os 'problemas observados com o uso de aços. Os resultados dos testes vieram a comprovar tais indicações.

A grelha em borracha garantiu uma área aberta de passagem necessária à tonelagem de material a ser moído, permitindo o moinho a trabalhar em regime de diafragma' (Ver fotos 3 e 4).

A operação de moinho na Fosfertil com este tipo de grelha (em borracha) possibilitou a comparação da descarga por diafragma em nível baixo com a descarga por 'overflow (grelha em aço obstruída).

02. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE MOAGEM E DESLAMAGEM

O fluxograma simplificado da moagem e deslamagem encontra-se no Anexo 1.

O circuito compreende duas linhas de produção iguais e independentes. No fluxo - grama está esquematizada somente uma das linhas.

A alimentação das linhas é composta por dois produtos da rebitagem; um em forma de polpa (-1/4") representando cerca de 75% da alimentação total; os 25% restantes são os granulados bitolados entre 1 1/4" e 1/4".

A polpa alimenta os hidrociclones da Pré-classificação cujo underflow junta-se 'ao granulado formando a alimentação do moinho de barras. O overflow da pré-classificação junta-se à descarga do moinho de barras e alimenta o hidrociclone da classificação. O underflow da classificação alimenta o moinho de bolas. A descarga do moinho de bolas alimenta a separação magnética de baixa intensidade, 'onde é retirada a magnetita.

O produto não magnético junta-se a descarga do moinho de barras e ao overflow 'da Pré-classificação, fechando o circuito para o moinho de bolas. O produto da 'moagem, overflow da classificação, alimenta os hidrociclones da 1a. Deslamagem, 'cujo underflow vai às células de Atrição. Na atrição são liberadas os ultra-finos ainda agregados às partículas recuperáveis. O produto da atrição alimenta os hidrociclones da 3a. Deslamagem, cujo underflow irá aos condicionadores de gros - sos. O overflow da 3a. Deslamagem junta-se ao overflow da 1a. Deslamagem e ali - mentam os hidrociclones da 2a. Deslamagem. No overflow da 2a. Deslamagem são 'descartadas cerca de 85% das lamas ou ultra-finos. O underflow da 2a. Deslame - gem alimenta os hidrociclones da 4a. Deslamagem, em cujo overflow são retirados



FOTO 1

DIAFRAGMA DE DESCARGA EM AÇO

FOTO 2

DETALHE DA GRELHA DE DESCARGA
EM AÇO, MOSTRANDO O "PLUGING"



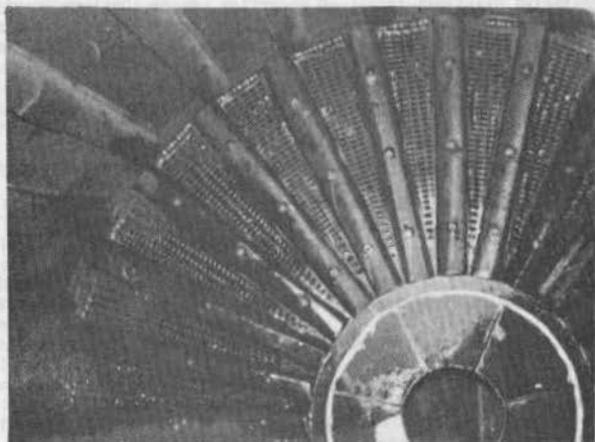


FOTO 3

DIAFRAGMA DE DESCARGA EM BORRACHA

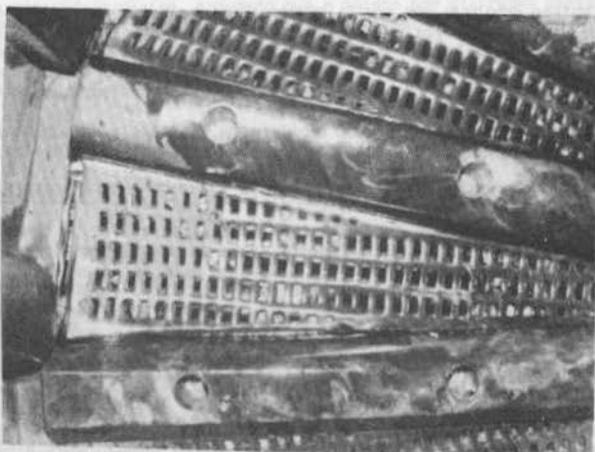


FOTO 4

DETALHE DA GRELHA DE DESCARGA EM BORRACHA

os 15% restantes das lamas totais. O underflow da 4a. Deslamagem vai aos condicionadores de finos. Após o condicionamento com depressor, os finos se juntam com os grossos também já condicionados, compondo a alimentação da flotação.

03. GRELHAS

3.1. GRELHAS EM AÇO

Foram utilizadas pela Fosfertil diversas grelhas em aço, alterando-se o tipo de liga, desde aço ligado até o ferro fundido ao alto cromo, bem como o tratamento térmico para diferentes faixas de dureza. Utilizamos diversas formas de aberturas e disposição dos rasgos na peça.

De uma maneira geral, a área de passagem do conjunto de grelhas ficava em torno de 1,3 m², para fendas de 18 mm.

Com a utilização de grelhas em aço, sempre se verificou o entupimento das fendas de saída, chegando a um entupimento máximo acima de 95% da área aberta (Ver foto 2).

Verificou-se que com a elevação da dureza da peça, maior o percentual de entupimento observado.

Mesmo com baixa dureza (faixa 300 a 350 HBn) nunca se conseguiu percentagem de entupimento menor que 70%, independente da situação da carga moedora, vi da útil da grelha etc.

As tentativas de "Limpeza" das grelhas, além de absorver tempos significativos, não deram resultados satisfatórios, pois com poucas horas de operação, repetia-se a obstrução quase total das aberturas.

3.2. GRELHA EM BORRACHA

Após diversos estudos foi projetado e instalado um conjunto de grelhas em borracha, constituída de barras de fixação e elevação de carga e placas perfuradas, com abertura de fendas de 12 mm. A área aberta atingida é de 1,2m².

Com a operação verificou-se que o percentual de entupimento é mínimo, situando-se entre 5 e 10% da área aberta. Salientamos que este "plugging" é estático e quando em trabalho, com uma pressão relativamente pequena sobre a bôla, esta é expurgada.

3.3. REGIMES DE TRABALHO

O moinho equipado com grelha em aço plugada, tem quase que a totalidade da sua vazão pela placa perfurada central e um mínimo através da área ainda livre das grelhas. Este tipo de trabalho denominamos de semi overflow.

Atribuímos este nome por existir, ainda, uma pequena taxa de material passante pela grelha, porém, aproximando-se das condições de um moinho que trabalha plenamente por overflow.

O moinho equipado com grelha em borracha, permite a passagem total de material pelas suas fendas, caracterizando seu trabalho por diafragma.

04. COMPARAÇÃO DOS MOINHOS UTILIZANDO GRELHA EM AÇO E GRELHA EM BORRACHA

O objetivo deste trabalho é tecer comentários comparativos observados na Fosfertil no período de Setembro/84 à Maio/85, para as duas linhas de moagem.

Em uma linha tínhamos o trabalho por diafragma e em outra por semi overflow.

A comparação foi feita nas mesmas condições operacionais para os dois moinhos, como minério, taxa de alimentação, carga moedora, revestimento, etc, em valores globais para o período citado (9 meses de operação).

4.1. POTÊNCIA ABSORVIDA E CAPACIDADE

O moinho de diafragma apresenta 14,5% a mais de potência absorvida, bem como 15% a mais de capacidade que o moinho em semi overflow. Porém estes números não podem ser considerados como valores finais, pois ainda não se atingiu o ponto ótimo de operação do circuito.

4.2. VIDA ÚTIL / CUSTO

A vida útil de peças em aço na Fosfertil tem indicado valores na faixa de 8 mil à 10.mil horas de operação.

Para as grelhas em borracha estima-se uma vida útil de:

Barras elevadoras : 9.000 h.

Grelhas : 14.000 h.

Quanto ao custo de aquisição o conjunto em borracha apresenta valor superior em até 23% comparado ao aço para as datas de aquisição. A expectativa é de que essa diferença de custo venha a diminuir com a utilização contínua da borracha.

Sob o aspecto de custo específico os valores situam-se em torno de 2,5% superior para a borracha.

4.3. DIÂMETRO DE BOLAS EXPURGADAS

A grelha em borracha com abertura de 12 mm permite o expurgo de bolas nos diâmetros de 15 à 17 mm, uma vez que há a elasticidade e pulsação da borracha. Para esta faixa citada de bolas expurgadas já temos um elevado estado de deformação do corpo moedor, havendo portanto a necessidade de expurgo nessas bitolas residuais.

Para a grelha em aço, praticamente não há expurgo para diâmetros maiores que 15 mm.

Quanto ao aspecto da taxa de saídas de bolas, as peças em borracha atendem a retirada necessária, enquanto que as grelhas em aço permitem apenas uma pequena vazão, bem inferior a necessária para a operação normal.

4.4. MANUTENÇÃO

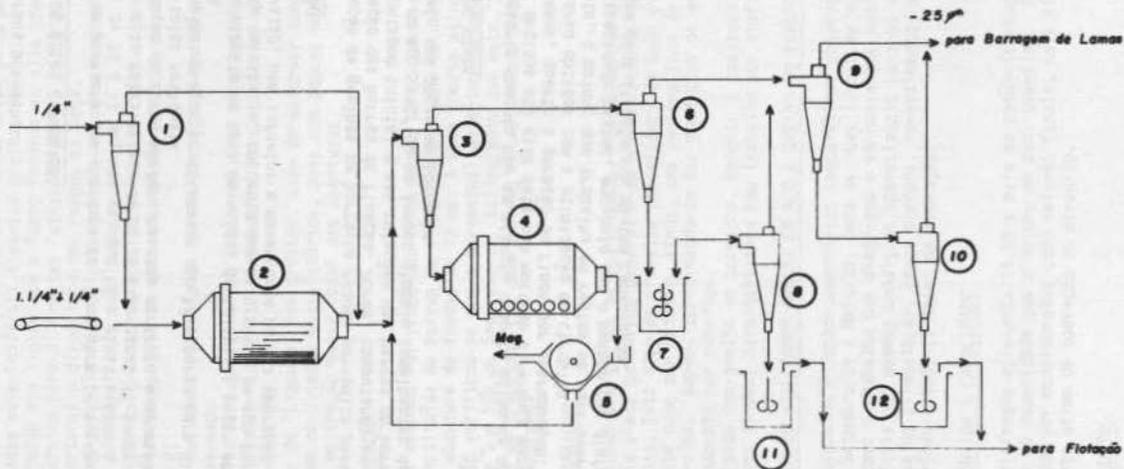
A utilização de grelhas em borracha requer periódica paralização do moinho para rotação das barras de fixação. Porém, computando-se os tempos envolvidos na montagem inicial e nas rotações das barras em borracha e montagem do conjunto em aço verifica-se tempos globais semelhantes devido a facilidade de manuseio das peças em borracha.

4.5. GERAÇÃO DE FINOS

Até o presente momento não se atingiu o ponto ótimo de operação dos moinhos. Os dados obtidos até esta data não mostram diferença marcante, entre os dois moinhos, quanto à geração de finos por sobremaagem. Os dados conclusivos só serão obtidos com a otimização do circuito.

No momento, o moinho que trabalha em regime de semi over flow encontra-se em sua capacidade máxima, enquanto que o moinho por diafragma possui ainda uma margem para atingir sua máxima capacidade.

ANEXO I
FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO MOAGEM E DESLAMAGEM
FOSFERTIL - CMT MAIO-85



LEGENDA

1 - HIDROCICLONES 26" (Pré-Classificação)	6 - HIDROCICLONES 26" (1ª Deslamagem)	11 - CONDICIONADORES DE GROSSO
2 - MOINHOS DE BARRAS 11' x 20'	7 - CÉLULAS DE ATRIÇÃO	12 - CONDICIONADORES DE FINO
3 - HIDROCICLONES 26" (Classificação)	8 - HIDROCICLONES 15" (3ª Deslamagem)	
4 - MOINHOS DE BOLAS 13 1/2' x 20'	9 - HIDROCICLONES 6" (2ª Deslamagem)	
5 - SEPARADORES MAG-DE BARRA INTENSIDADE 48" x 10	10 - HIDROCICLONES 6" (4ª Deslamagem)	

ANEXO II

CARACTERÍSTICAS DOS MOINHOS DE BOLAS

FOSFÉRIL - CMT

Fabricante	: ISHIBRÁS/ AEROFALL
Dimensões	: 13 1/2' x 20'
Dispositivo de Alimentação	: Tubular (Spout)
Dispositivo de Descarga	: Diafragma (nível baixo)
Velocidade do Moinho	: 15,6 rpm
% Velocidade Crítica	: 75%
Circuito de Moagem	: Fechado com classificação em hidrociclones, com separação magnética de baixa intensidade.
Motor	: Síncrono 2.500 CV Potência útil - 1.800 kW
Work Index do Minério	: 9,0 kWh/Sht
Carga Moedora	: Bolas fundidas Bolas forjadas
Dímetro	: Porcentagem
60 mm	28%
50 mm	39%
40 mm	20%
30 mm	09%
% Enchimento	: 40 a 44%
Carga	: 145 a 150 t.

ANEXO III

Comparações entre moinhos com diafragma em aço e em borracha na Fosfêrtil - CMT.

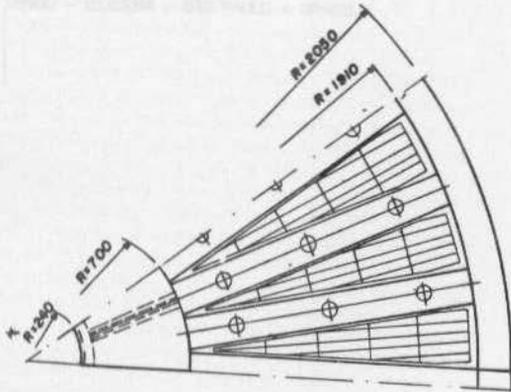
Período: Setembro/84 à Maio/85

	<u>AÇO</u>	<u>BORRACHA</u>
Área Aberta Projetada	1,3 m ²	1,2 m ²
Entupimento	> 95%	5 à 10%
Produção	415,11 t/h	477,47 t/h
Potência Absorvida	1.676,70 kW	1.464,79 kW
Vida Útil	8 mil à 10 mil h.	Barras - 9 mil h. * Placas - 14 mil h. *
Custo de Aquisição	100%	123%
Custo Específico	100%	102,5%

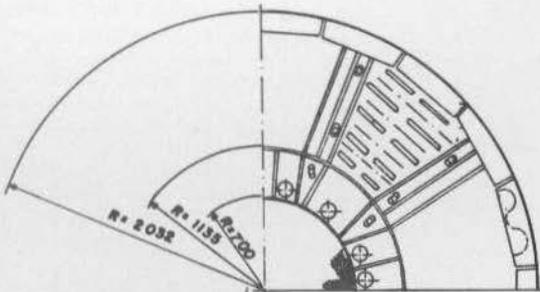
* Vida estimada.



ANEXO IV



CONJUNTO DIAFRAGMA EM BORRACHA



CONJUNTO DIAFRAGMA EM AÇO