

OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE RECEBIMENTO E PREPARAÇÃO  
DE CARVÕES DA USIMINAS (1)

André Mitkiewicz (2)

Kleber Barbosa Carneiro (2)

Onofre Carneiro de Freitas (3)

RESUMO

São apresentadas as novas práticas operacionais introduzidas na área de preparação de carvões e seus efeitos no sentido de otimizar as tarefas e minimizar as dispersões nas variáveis de qualidade controladas para o coque.

- 
- (1)- Contribuição Técnica ao Seminário sobre Redução de Minério de Ferro e Matérias Primas (COMIN/COMAP) - ABM, Setembro/87 - Porto Alegre - RS.
  - (2)- Membro da ABM, Eng<sup>o</sup> Metalúrgico, Analista de Coqueria e Produtos Carboquímicos da Unidade de Metalurgia do Gusa, USIMINAS - Ipatinga - MG.
  - (3)- Membro da ABM, Eng<sup>o</sup> Metalúrgico, Chefe da Seção de Recebimento e Preparação de Carvões, USIMINAS - Ipatinga - MG.

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade do coque produzido e o bom desempenho operacional das coqueiras dependem em grande escala do controle operacional da área de recebimento e preparação de carvões.

Uma análise criteriosa das etapas do processo de preparação de carvões mostrou que, otimizando os métodos operacionais e de controle, poder-se-ia obter ganhos nos parâmetros de qualidade do coque.

Com esse propósito, foram desenvolvidos estudos que culminaram com a introdução, a partir de janeiro de 1986, de ajustes nos sistemas de recebimento, dosagem e homogeneização de carvões.

## 2. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

O controle dos parâmetros de qualidade do coque, sejam eles físicos, químicos ou metalúrgicos, concentra-se principalmente na área de recebimento e preparação de carvões. Por outro lado, a eficiência desta área depende quase que exclusivamente de dois fatores, a saber:

- "Lay out" e características dos equipamentos envolvidos;
- Controle e métodos operacionais utilizados.

Composta por 5 pátios de estocagem com capacidade total de 360.000t, a área de recebimento e preparação de carvões da USIMINAS subdividiu-se em três sistemas distintos:

- Sistema de descarga e estocagem;
- Sistema de recuperação e britagem;
- Sistema de dosagem e ensilamento de mistura de carvões.

O "lay out" da área, figura nº1, mostra as diversas fases operacionais, com seus respectivos equipamentos.

Deve-se ressaltar as condições pouco favoráveis à obtenção de ajustes finos no processo de dosagem em função do excessivo número de silos dosadores de pequenas dimensões (48x60t para cada "blending house") e do limitado número de balanças dosadoras móveis (10 e 12 para os "blending house" 1 e 2, respectivamente). Tais condições exigem controles rígidos e atuações precisas para manter homogenei

zada a mistura.

Como as melhorias de "lay out" e equipamentos são geralmente bastante onerosas e demandam considerável tempo de execução, investir nos controles e métodos operacionais representa importante opção para otimizar os resultados de qualidade, com resultados positivos a curto prazo.

### 3. PRINCIPAIS MELHORIAS

Com o objetivo de se obter uma otimização na utilização dos pátios de carvões e garantir a obtenção de uma mistura a coqueificar dentro de padrões pré-estabelecidos foram adotadas melhorias nos métodos operacionais e de controle, dos quais podem-se destacar:

- Padrão de distribuição de pilhas nos pátios de estocagem de carvões;
- Otimização da dosagem de misturas de carvões;
- Redução do número de interrupções do sistema de dosagem para a troca de balanças;
- Redução do fluxo de dosagem de carvões.

#### Padrão de distribuição de pilhas nos pátios de estocagem de carvões

A grande rotatividade de recebimento e consumo de carvões uma vez que ao longo do ano são consumidos 22 tipos diferentes e os inúmeros problemas inerentes à operação do pátio, tais como antecipações ou atrasos de navios, trocas de misturas, e paradas de equipamentos, evidenciaram a necessidade de otimizar a distribuição de pilhas nos pátios de estocagem, a qual foi baseada nos seguintes critérios:

- definição das áreas de estocagem em função do tipo de carvão e tonelagem a ser recebida, considerando posições estratégicas que permitam sempre duas ou mais opções de recebimento e recuperação de carvões e menor deslocamento de máquinas, (figura 2);
- padronização das distâncias entre pilhas e muretas e das dimensões das pilhas em função dos pátios e tipo de carvão.

Colocando em prática, o novo padrão de empilhamento de carvões trouxe os

seguintes benefícios:

- redução das interferências operacionais entre os sistemas de recebimento e recuperação de carvões;
- maior disponibilidade e facilidade nas liberações de equipamentos para manutenções preventivas;
- redução acentuada de deslizamento de pilhas e contaminação de carvões nos períodos de chuvas;
- condições favoráveis para o controle de qualidade e estoque;
- menor deslocamento das máquinas empilhadeiras e desempilhadeiras;
- fornecimento de subsídios para a elaboração do plano trimestral de embarque de carvões e para planejamento das misturas que atendam à qualidade desejada.

Para que os benefícios relacionados pudessem ser alcançados, tornou-se necessário adequar o plano anual de embarque de carvões às condições operacionais.

Este plano mostrado na figura 3, consiste basicamente na elaboração de programações mensais, trimestrais ou semestrais da distribuição das pilhas nos pártios, fornecendo os seguintes subsídios para a operação, controle metalúrgico e de estoques:

- dimensões e localização de cada pilha, por tipo de carvão;
- informações ao longo do trimestre ou semestre das datas de início e término de recebimento, consumo e áreas disponíveis para empilhamento de cada carvão;
- informações sobre a frequência de incrementos na amostragem dos carvões, em função da tonelagem do lote recebido, que varia de embarque para embarque;
- informações para as equipes de operação e manutenção dos equipamentos disponíveis a cada período, facilitando a elaboração dos planos de manutenções preventivas.

Não obstante, as constantes alterações no plano anual de embarque de carvões provocadas por motivos de força maior tais como greves, não disponibilidade de navios, alterações de cargas, entre outras, levam a uma revisão na programação de recebimento e estocagem, possibilitando a aplicação de medidas corretivas em tempo hábil. Como exemplo, cita-se a previsão de estocagem de carvões no Porto de

Praia Mole, em função da não disponibilidade de área na Usina.

#### Otimização da dosagem de misturas de carvões

O aumento na frequência de manutenções nas balanças dosadoras aliado a natureza do sistema de dosagem de carvões com um excessivo número de silos dosadores, evidenciaram a necessidade de revisão nos padrões de distribuição dos carvões nos "blending houses". O padrão revisado apresentado na figura 4 passou a definir os seguintes critérios:

- adoção de balanças e silos de reserva em condições de serem operados em situações de emergência. Esta medida eliminou a necessidade de ensilamento de um mesmo carvão em filas distintas, reduzindo em 55% (1800 análises mensais) o número de amostras de carvões britados para a determinação da granulometria e da umidade necessária ao cálculo da tonelagem horária seca, gerando considerável economia para o laboratório da coqueria em termos de mão-de-obra e equipamentos;

- distribuição simétrica dos carvões nos blending's 1 e 2 de forma a reduzir os deslocamentos das máquinas desempilhadeiras ou dos distribuidores no ato do abastecimento dos silos de blendagem. Esta medida racionalizou o trabalho dos operadores de ensilamento e de balanças dosadoras, além de contribuir para o aumento da vida útil dos equipamentos envolvidos e redução no consumo de energia elétrica.

A programação de misturas também foi otimizada vindo fornecer informações relativas aos silos e balanças com os respectivos carvões, destacando-se as balanças de reserva para utilização em eventuais emergências, granulometria visada para os diversos tipos de carvões e observações importantes para a troca de misturas.

A dosagem da mistura passou a ser rigorosamente acompanhada através de boletim adequado, vindo a acrescentar os seguintes benefícios:

- acesso rápido às informações relativas ao sistema de dosagem de carvões;
- racionalização do trabalho dos operadores deste sistema;
- maior facilidade em detectar erros e redução da chance de ocorrências destes.

### Redução do número de interrupções do sistema de dosagem para a troca de balanças

Uma das características do sistema de dosagem é que as balanças não desarmam simultaneamente após o término de um carvão no silo dosador. Este tipo de ocorrência proporciona intervalos de tempo em que a mistura segue aos misturadores desfalcada de um ou mais carvões, contribuindo de maneira significativa para aumentar a dispersão das variáveis de qualidade.

O reduzido número de balanças dosadoras, 10 (dez) para o "blending house" nº1 e 12 (doze) para o nº2, comparativamente ao elevado número de silos de blendagem (96) de pequenas dimensões (60t), são os responsáveis pelo elevado número de interrupções no sistema de dosagem.

Para reduzir tais ocorrências, foi adotada uma nova estratégia operacional que consiste em trocar, após o esvaziamento de um silo, todas as balanças cujos silos estejam preenchidos com menos de 50% de suas capacidades. Até então as balanças só eram trocadas após o consumo total do carvão estocado no silo em que estava posicionada. A nova medida reduziu em aproximadamente 66% o número de interrupções no sistema de dosagem motivados por esvaziamentos de silos.

### Redução do fluxo de dosagem de carvões

Um dos principais problemas na homogeneização dos carvões dosados estava relacionado com a bifurcação do fluxo de alimentação dos misturadores. Há uma tendência de carvões dosados pelas balanças de uma determinada fila se concentram em regiões distintas ao caírem na correia transportadora que os conduz aos misturadores.

Sendo a capacidade dos misturadores de 300 a 400t/h, havia a necessidade do fluxo ser repartido antes de alimentar estes equipamentos. Assim os misturadores recebiam misturas com características distintas, que iam se juntar em camadas superpostas, sobre a correia que as conduziam aos "coal bunkers".

Reduzido o fluxo, eliminou-se o uso de um dos misturadores, solucionando o problema da má homogeneização, obtendo-se os seguintes benefícios:

- redução do carvão misturado gerado na área que passou de 13.042t em 1985

para 7.369 em 1986;

- maior intervalo de tempo entre as trocas de balanças possibilitando ao operador desta tarefa executar outras atividades.

Com um fluxo elevado, os carvões cujas participações na mistura extrapolavam 15% eram dosados por duas balanças. Reduzindo-se o fluxo para 250t/h, uma mesma balança pode dosar carvões com participação de até 20% em peso, trabalhando com 80% de sua capacidade. Assim, foi possível aumentar o número de carvões em consumo e reduzir o número de trocas de misturas.

#### 4. EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DO COQUE

Para analisar a evolução da qualidade do coque foi escolhido o teor de cinzas por estar relacionado mais diretamente ao processo de preparação de carvões, dependendo das condições operacionais das baterias. Na figura 5, observa-se uma redução significativa no desvio padrão, principalmente nos meses de abril e julho, quando os índices obtidos foram recordes para a coqueria nº2 e nº1, respectivamente. O índice de acerto na faixa visada, até então obtido a níveis médios de 70 a 78%, passou para 82 a 85% em 1986, destacando-se períodos em que foram obtidos valores na ordem de 93,4% dezembro/86, coqueria 2 - valor recorde para esta coqueria, e 90% em agosto para a coqueria 1.

Apesar de não serem apenas função da dosagem da mistura, destacam-se também a resistência mecânica do coque ( DI 150/15 ), a reatividade ( CRI ) e a resistência após a reação ( CSR ). As figuras 6,7 e 8 apresentam o comportamento destas variáveis ao longo do ano de 1986, comparativamente com a média obtida em 1985, mostrando que as mesmas estiveram perfeitamente sob controle, principalmente o CRI e CSR que por algumas vezes constituíram recordes na Usina, com índices de acerto em 100% na faixa visada.

#### 5. CONCLUSÕES

No tocante aos parâmetros operacionais destacar-se os seguintes benefícios:

- minimização de deslizamentos de pilhas nos períodos chuvosos e redução dos

acidentes com equipamentos advindo deste fator;

- racionalização das tarefas operacionais e utilização de equipamentos;
- redução de mão-de-obra no laboratório da coqueria em função do menor volume de amostras e análises;
- redução da ordem de 66% das paradas nos sistemas de abastecimento as coqueiras, em função de troca de balanças;
- redução de aproximadamente 40% (5.671t) na geração de carvão misturado na Usina em 1986, comparativo a 1985;
- redução do número de trocas de misturas.

As medidas operacionais adotadas influenciaram sobremaneira na qualidade do coque notadamente o teor da cinza, haja visto que a dispersão (desvio padrão) decresceu em média 10% para o ano de 1986, em relação a 1985, ressaltando-se períodos em que se obteve redução de até 21%. O índice de acerto foi acrescido em média, de 9 pontos percentuais.

#### Agradecimentos:

Os autores agradecem a colaboração prestada pela Seção de Controle de Processos Primários da USIMINAS, e em especial ao TE. José Maria Pernisa, que muito contribuiu para o desenvolvimento e implantação deste trabalho.

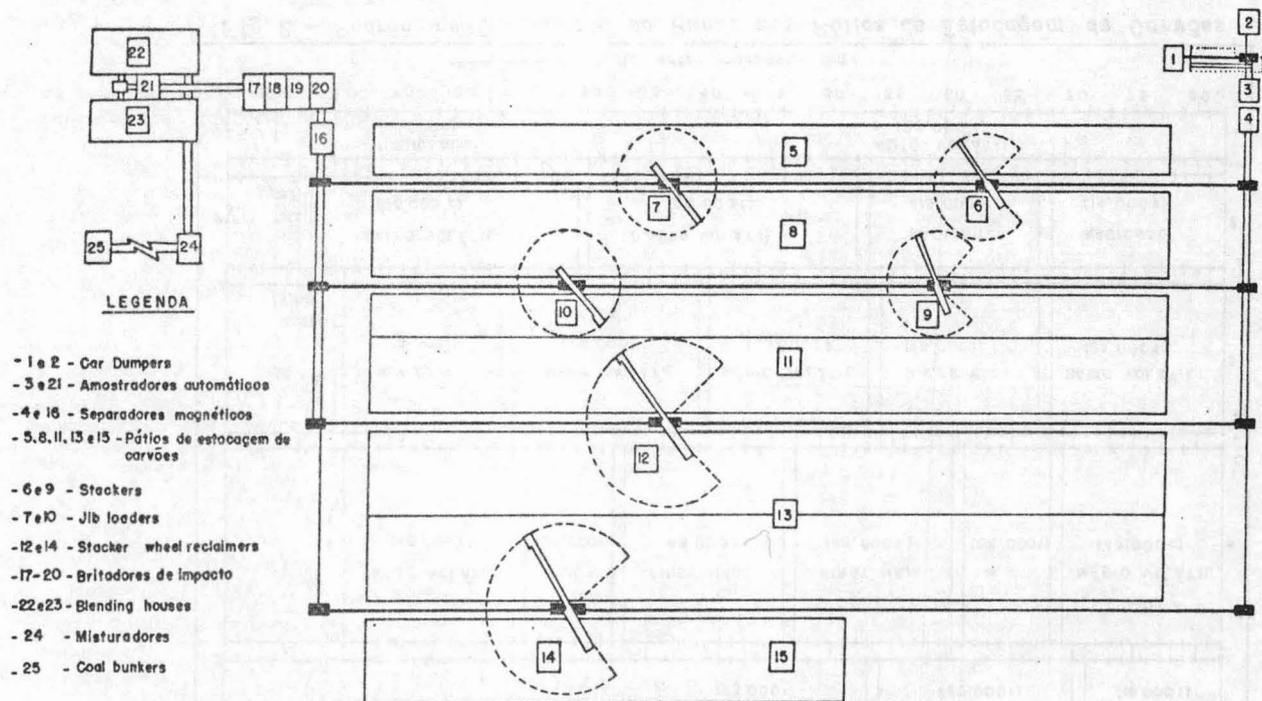


Fig. 1 - "LAY OUT" DA ÁREA DE RECEBIMENTO E PREPARAÇÃO DE CARVÕES DA USIMINAS

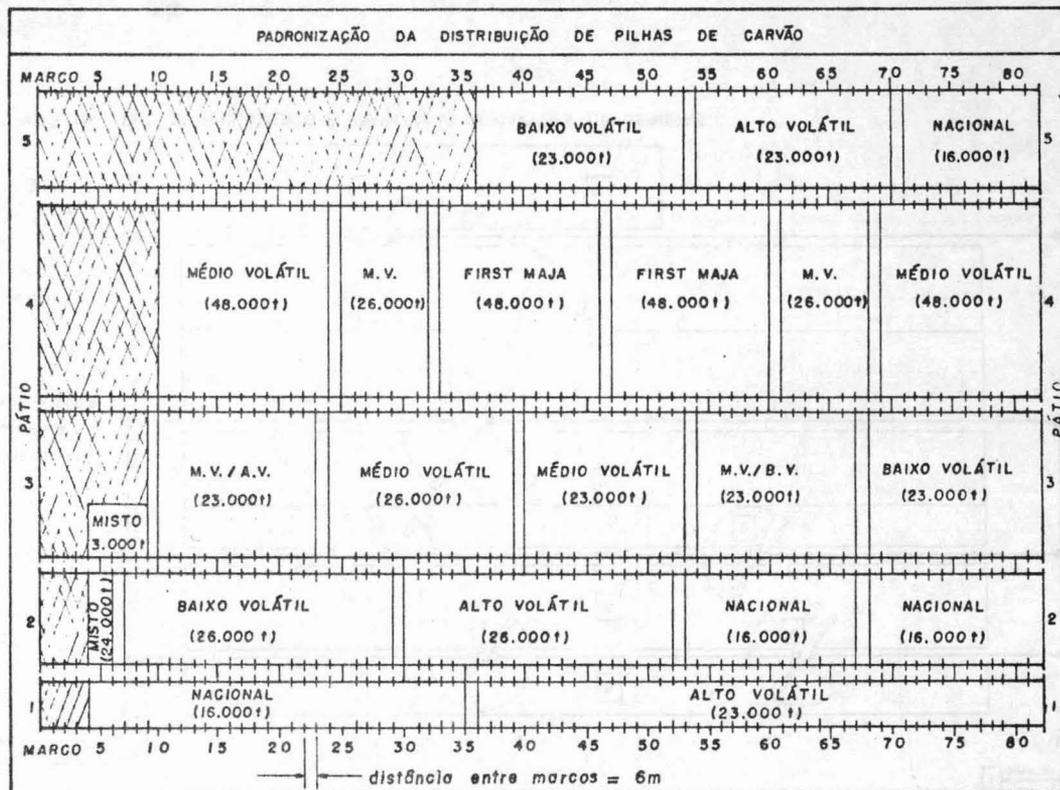
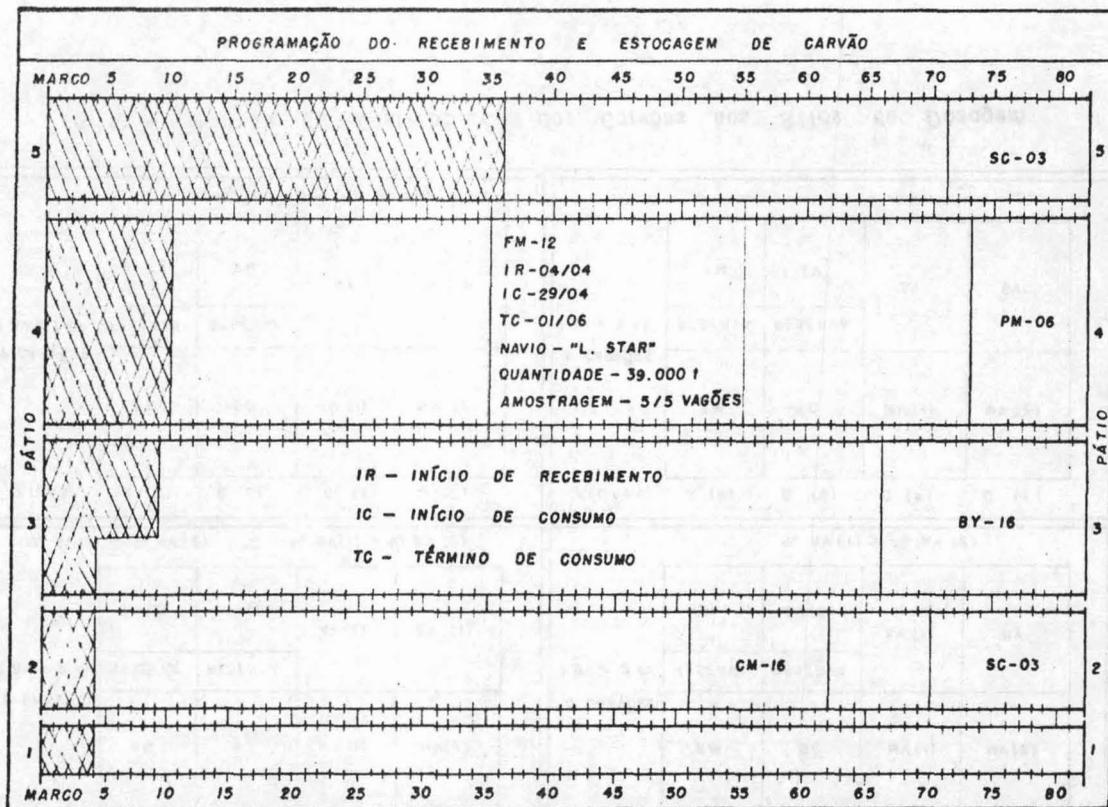


Fig.2 - Padrão de Distribuição de Pilhas nos Pátios de Estocagem de Carvões



**Fig.3 - Programa de Adequação do Plano de Embarque de Carvões às Condições Operacionais**

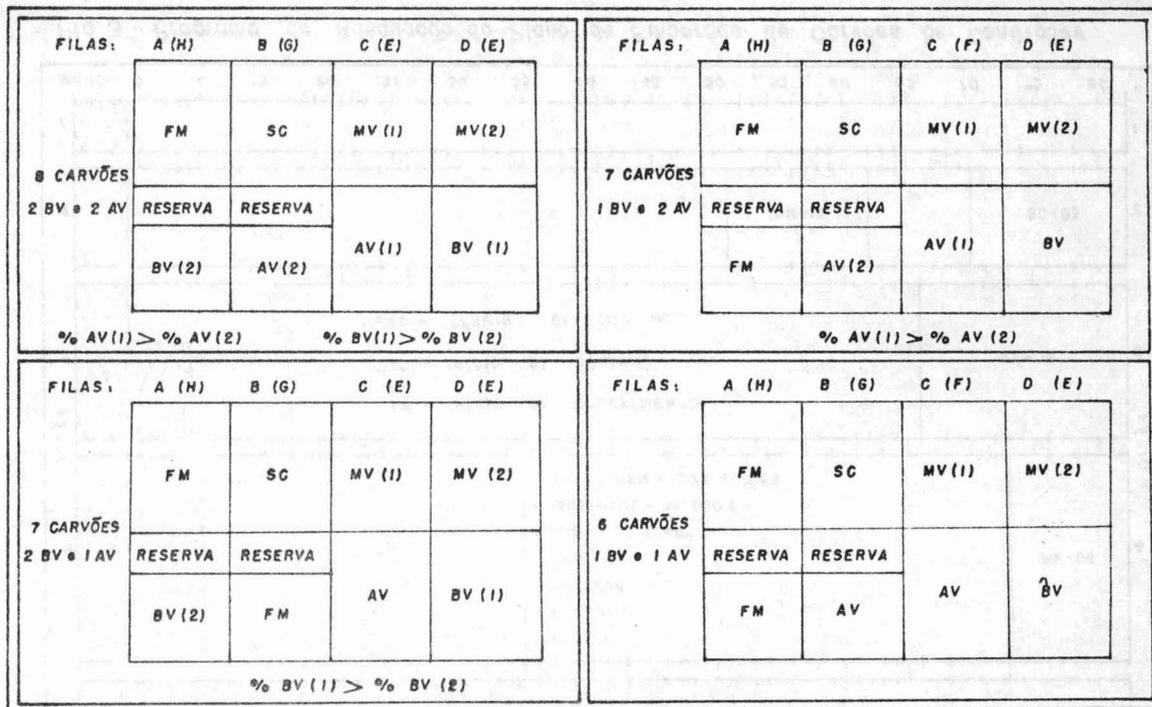
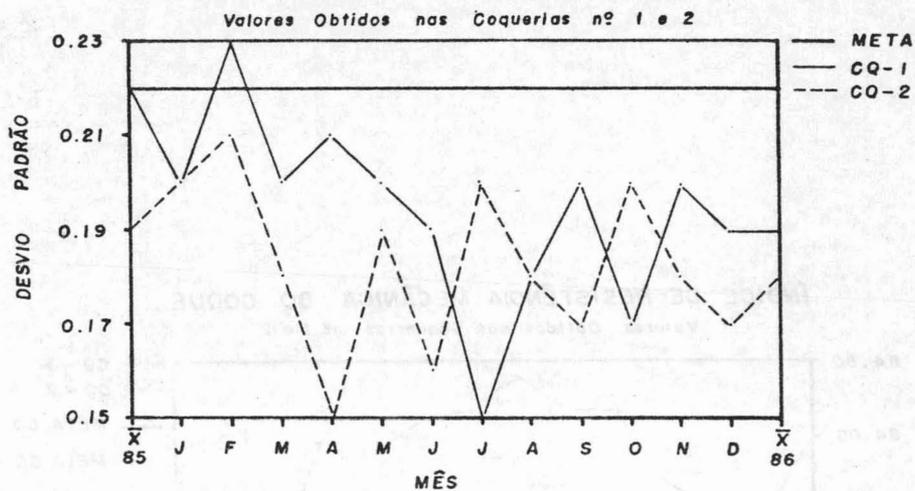


Fig. 4 - Padrão de Distribuição dos Carvões nos Silos de Dosagem

### DESVIO PADRÃO DA CINZA DO COQUE



### ÍNDICE DE ACERTO DA CINZA DO COQUE

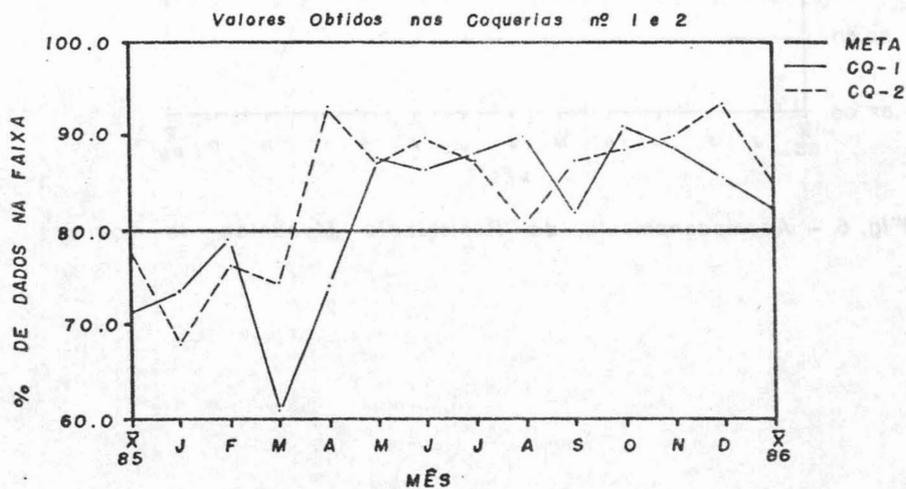


Fig.5 - Acompanhamento da Cinza do Coque

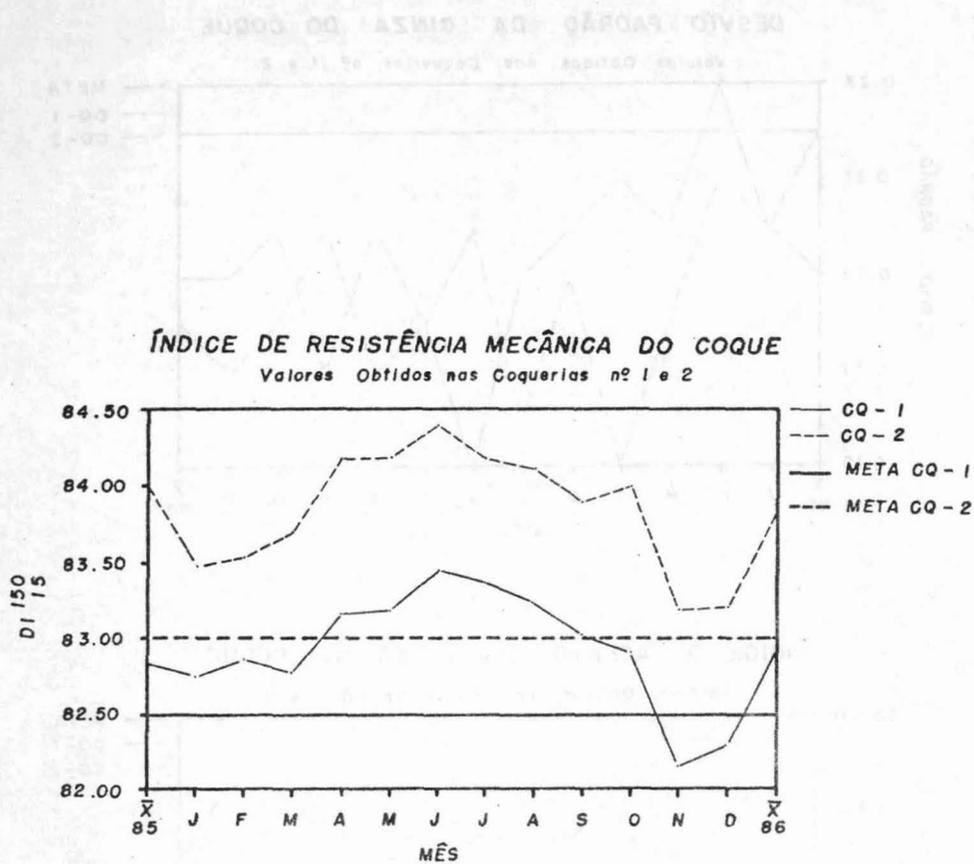
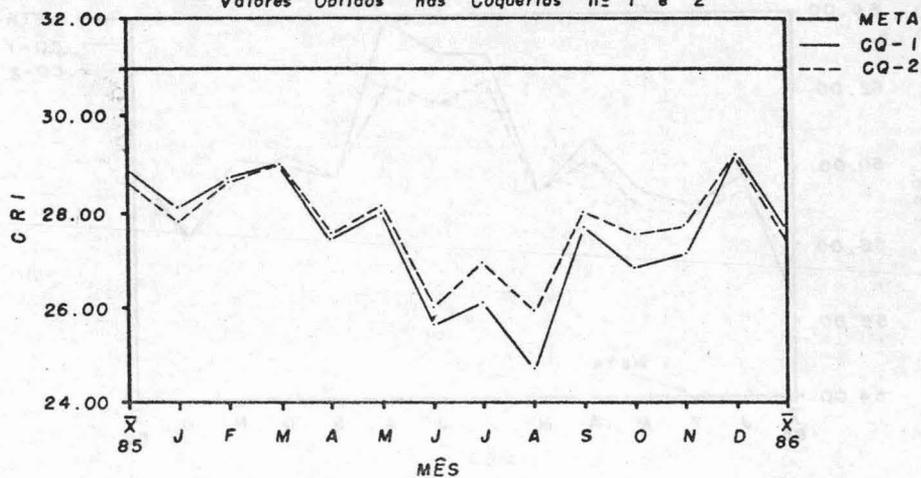


Fig. 6 - Acompanhamento da Resistência Mecânica do Coque

## ÍNDICE DE REATIVIDADE DO COQUE

Valores Obtidos nas Coquerias nº 1 e 2



## ÍNDICE DE REATIVIDADE DO COQUE

Índice de Acerto Obtido nas Coquerias nº 1 e 2

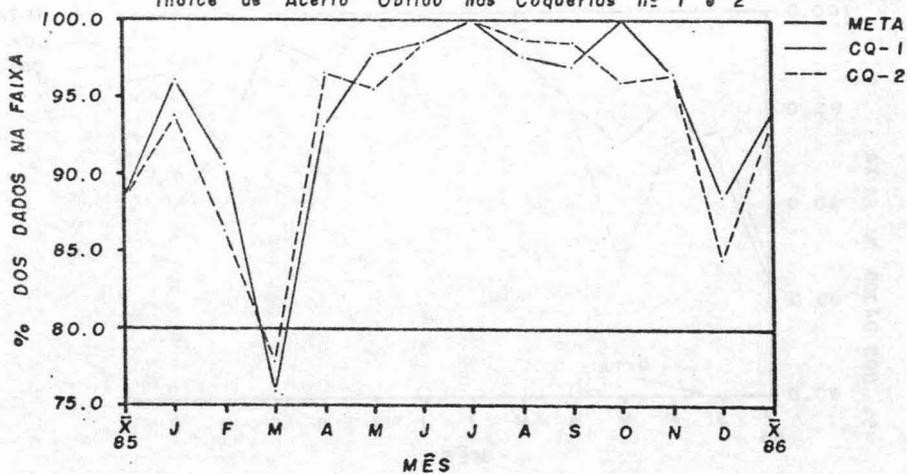


Fig.7 - Acompanhamento da Reatividade do Coque

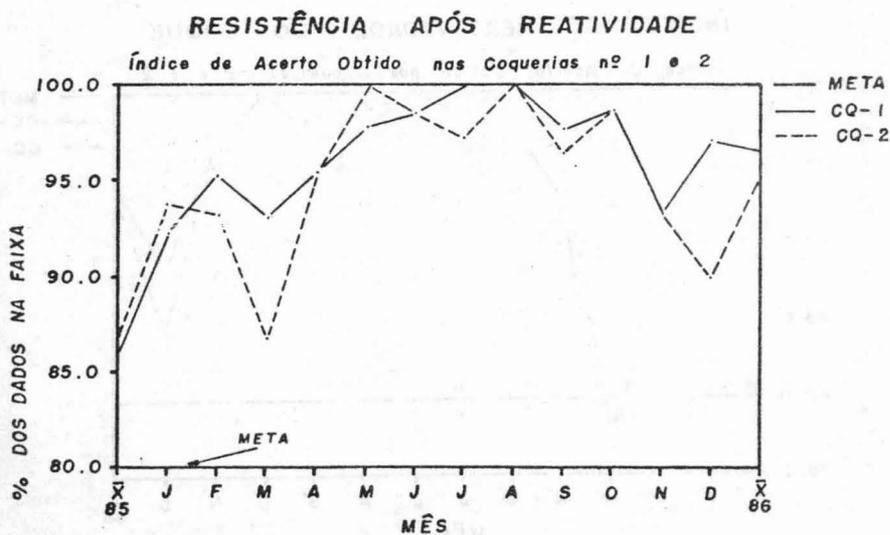
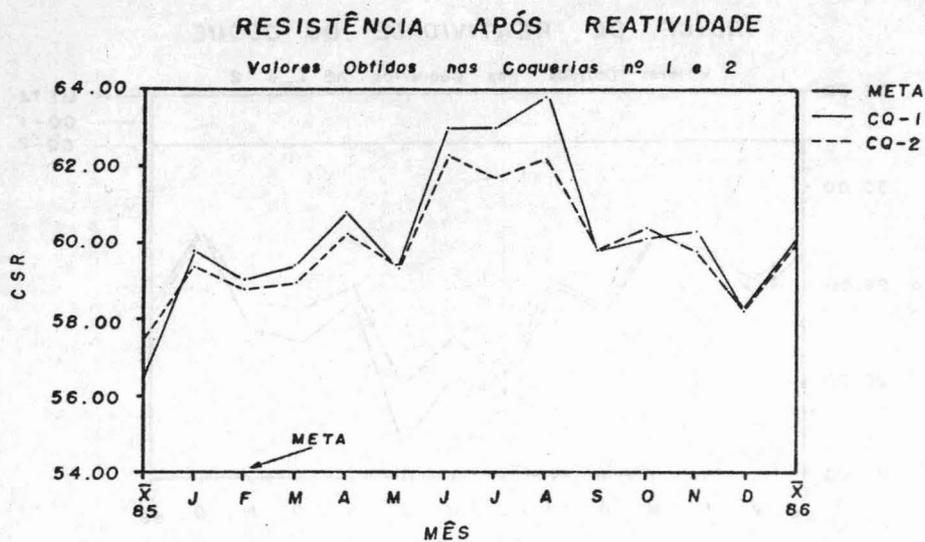


Fig. 8 — Acompanhamento da Resistência Após Reatividade do Coque