

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE NA SINTERIZAÇÃO DA AÇOMINAS (1)

ELOÍSIO QUEIROZ PENA (2)

MARCUS ROCHA DUARTE (3)

PAULO CÉSAR FERREIRA FRANCO (2)

RESUMO

Apresenta as características principais da planta de sinterização da AÇOMINAS e comenta sobre as medidas adotadas visando a elevação da produtividade. Destaca como mais relevantes a definição de uma mistura de minérios de ferro, através de testes em escala industrial, e a adoção de uma prática operacional de peneiramento de sínter. Enfoca ainda as perspectivas de atuação em termos de processo e equipamentos para incremento de produtividade.

(1) Contribuição Técnica ao Seminário COMIN/COMAP

(2) Engenheiro de Metalurgia da Sinterização - Divisão de Metalurgia da Redução e Carboquímicos - DMRC - AÇOMINAS

(3) Chefe de Seção da Sinterização - Divisão de Alto Forno e Sinterização - DAFS - AÇOMINAS.

1 - INTRODUÇÃO

A constatação de que a produtividade da planta de sinterização da AÇOMINAS se apresentava bastante inferior à prevista em projeto, mesmo após a utilização de todos os recursos disponíveis em termos de equipamentos, levou o pessoal envolvido a uma busca constante de melhorias que pudessem, a curto prazo, obter um nível de produtividade que não compromettesse o plano de produção da usina.

O objetivo do trabalho é apresentar, na ordem cronológica dos acontecimentos, o que foi feito para aumentar a produtividade da planta e as medidas já em execução ou em estudo para serem implantadas num futuro próximo.

2 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA PLANTA DE SINTERIZAÇÃO

A planta de sinterização da AÇOMINAS é provida de esteira com área útil de 292 m^2 , com dupla exaustão nas caixas de vento e descarga direta ao resfriador. A sucção do processo é obtida por um conjunto de dois exaustores principais com capacidade individual de $16700 \text{ m}^3/\text{min}$ ($1500\text{mm c.a.}, 140^\circ\text{C}$).

O tratamento mecânico do sinter é realizado através de duas linhas de britagem secundária e peneiramento, possibilitando operar com 70% da capacidade da planta, quando se utiliza apenas uma delas.

Dispõe ainda de um sistema de despoeiramento de processo, através de precipitadores eletrostáticos, e ambiental por filtro de mangas. A produtividade nominal de projeto é de $35\text{t}/\text{m}^2.24\text{h}$, com possibilidade de se elevar em 15%.

3 - CONDIÇÕES DE INÍCIO DE OPERAÇÃO

No início de operação da planta de sinterização, ocorrido em 26/05/86, o controle de umidade de mistura a sinterizar operou em manual, além de se dispor de apenas um dos exaustores principais com depressão máxima permitida de 1500mm.c.a.

No tocante à mistura a sinterizar deve-se ressaltar que a não disponibilidade de cal e sinter degradado ocasionou uma perda em permeabilidade, afetando significativamente a depressão obtida no processo.

A mistura de minérios de ferro constituída por quatro minérios de origem diferentes, dois considerados minério - base e dois de adição, apresentava a seguinte granulometria:

$$\geq 6,3\text{mm} = 4,66\% \quad \geq 1,0\text{mm} = 47,77\% \quad < 0,150\text{mm} = 36,94\%$$

Em 26/06/86 iniciou-se a operação da planta com os dois exaustores principais, sendo que não houve um ganho compatível de vazão, o que conduziu à utilização de cal adquirida de terceiros, a partir de 16/07/86 visando melhorar a permeabilidade da mistura. Foi verificado um razoável acréscimo de produtividade, a despeito da granulometria da cal se apresentar excessivamente fina.

O controle de umidade da mistura começou a funcionar em semi-automático em 26/06/86 e através do K-RAY a partir de 20/10/86. Associada a essa melhoria operacional, foi possível estender o limite de depressão dos exaustores principais a 1800 mm c.a. em setembro/86.

4 - PRINCIPAIS FATORES DE MELHORIA DE PRODUTIVIDADE

Os fatores julgados mais significativos que contribuíram para

elevação da produtividade são comentados na ordem cronológica de acontecimento, e apresentados de maneira consolidada na figura do Anexo I.

4.1 - UTILIZAÇÃO DE CAL DE GERAÇÃO INTERNA

O fornecimento de cal gerada internamente começou em setembro/86, permitindo um consumo na sinterização equivalente a cerca de 1% da mistura parcial.

Isso possibilitou um elevado acréscimo de produtividade, porém insuficiente para garantir o plano de produção requerido. Em função dos resultados obtidos, para as condições de momento, tornou-se necessária a elevação da disponibilidade de cal a uma quantidade correspondente a 2% da mistura parcial (\sim 21,5 Kg/t sinter produto).

4.2 - UTILIZAÇÃO DE SÍNTER DEGRADADO

A introdução de sinter degradado no blendado, embora em percentual da ordem de 6%, permitiu uma ligeira elevação do tamanho médio da mistura a sinterizar, ocasionando reflexos positivos na produtividade, a partir de 08/09/86, sendo que o balanceamento da geração e consumo (\sim 12%) tornou-se normal em dezembro/86 com as modificações efetuadas nas peneiras dos silos de sinter do alto-forno.

4.3 - MODIFICAÇÕES NO MISTURADOR

A observação visual das condições de misturamento permitiu constatar:

- Falta de uniformidade de umidificação da mistura;
- Deficiência de formação de micropelotas;
- Ocorrência de regiões acentuadamente segregadas.

Objetivando aumentar a região de micropelotização dentro do misturador e propiciar uma adequada umidificação da mistura foram introduzidas as seguintes modificações:

- redução da região de adição de água de 35,0% para 22,5%
- aumento da região de micropelotização de 55,0% para 67,5%
- alteração da direção dos jatos de água de vertical para inclinada a 45° , incidindo sobre o fluxo de material em regime de cascata, conforme esquematizado na figura 1.



Fig.1 - VISTA ESQUEMÁTICA DO JATO DE ÁGUA NO MISTURADOR.

Embora não se disponha de resultados específicos dessas modificações, pôde-se constatar uma melhoria da micropelotização da mistura que certamente influenciou beneficamente na produtividade.

4.4 - DEFINIÇÃO DA MISTURA DE MINÉRIOS DE FERRO

Devido à dificuldade de abastecimento de determinados minérios de ferro, à grande oferta de minérios de ferro na região da AÇOMINAS aliados à baixa produtividade da síntese, foi programada uma série de testes em escala industrial, que tiveram por principal objetivo determinar a mistura de minérios de ferro que apresentasse as maiores vantagens técnico-econômicas.

Os parâmetros operacionais escolhidos para a definição técnica da melhor mistura foram: produtividade, consumo específico de coque, percentagem de sinter retorno, IDR e teste de queda. Todos os valores dos parâmetros operacionais selecionados se referem a uma participação de cal na mistura parcial de 2,0%.

Para avaliação dos parâmetros operacionais recorreu-se ao teste de hipótese para determinar se as diferenças entre as médias amostrais eram significativas para diferentes misturas.

Com relação ao custo, partiu-se do custo das misturas de minérios CIF usina, determinando-se um fator para a produtividade e o consumo específico de coque, em função das médias destes parâmetros para aquelas misturas que apresentavam diferenças significativas em relação aos mesmos. Os testes foram conduzidos no período de 14/10/86 a 12/01/87, a partir da mistura de minérios de ferro do início de operação, com a substituição a cada 200.000t de blendado, de um dos corretivos de granulometria e/ ou química por três outros com a mesma finalidade. Prevvia-se continuar consumindo a mistura de minérios de ferro relativa

ao quarto nível até a avaliação técnico-econômica final e elaboração da programação de recebimento do minério selecionado.

Tal avaliação recaiu sobre a mistura ensaiada no período de 04 a 26/12/86, relativa ao terceiro nível dos testes (1). Com o consumo regular da mistura de minérios de ferro a partir de 16/03/87 a produtividade passou a atingir valores mais elevados, confirmando a escolha realizada.

4.5 - PRÁTICA OPERACIONAL DE UTILIZAÇÃO DAS LINHAS DE PENEIRAMENTO DE SÍNTER.

Outro fator de grande influência na produtividade e no consumo específico de coque é o percentual de sínter recirculado na planta, correspondente à fração granulométrica $< 5\text{mm}$. Tal percentual vinha se apresentando muito elevado, da ordem de 30% a 32% da mistura total, seja pela própria característica da mistura de minérios de ferro, para um mesmo nível de consumo específico de coque, ou pela elevada eficiência das peneiras terciárias.

Objetivando uma diminuição de recirculação de sínter retorno adotou-se outra medida a partir de 16/03/87, que consistiu na prática de se trabalhar somente com uma das linhas de peneiramento, em regime alternado (2).

Com tal prática pôde-se constatar que o percentual de recirculação de sínter retorno caiu para a faixa 25 a 27% sendo que a fração granulométrica $< 5\text{mm}$ no sínter produzido manteve-se no nível de 3,6%, não comprometendo a especificação requerida de $\leq 4\%$. Os reflexos positivos foram sentidos com a elevação dos índices de rendimento, e por consequência da produtividade, além de uma redução signi

ficativa no consumo específico de coque.

A tabela I apresenta os valores desses parâmetros antes e após a adoção de tal prática que coincidiu com o consumo da mistura de minérios de ferro definida.

Vale ressaltar a dificuldade de se quantificar as influências relativas a cada uma das medidas adotadas, observando que tal mistura já havia apresentado tendência de menor recirculação de sinter retorno quando dos testes industriais.

TABELA I - Comparação de parâmetros operacionais da sinterização em função de medidas adotadas.

SITUAÇÃO/ PERÍODOS PARÂMETROS	ANTERIOR				ATUAL		
	1986			1987			
	OUT.	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.
FRAÇÃO < 5mm (%) (SINTER PRODUTO)	3,76	3,99	3,27	3,22	3,33	3,54	3,58
% SINTER RETORNO (MISTURA TOTAL)	30,44	30,61	30,03	31,64	31,09	28,79	26,07
CONSUMO ESPECÍFICO DE COQUE (Kg/t)	57,09	56,45	55,30	56,71	56,25	54,61	52,33
$\frac{SP}{SP + SR}$ (%)	66,69	66,58	67,30	65,66	66,31	66,64	71,63
PRODUTIVIDADE (t.m ² .24h)	28,76	30,57	31,25	28,72	29,30	29,53	31,63

LEGENDA: SP= SINTER PRODUTO; SR = SINTER RETORNO

Para que a qualidade do produto enviado ao alto-forno não fosse comprometida, e as amostras mantivessem sua representatividade, adotou-se-a sistemática de limpeza das malhas das peneiras a cada quatro horas. Assim cada

amostra seria constituída por dois incrementos relativos ao final de trabalho da peneira de uma linha e os dois complementares relativos ao início de trabalho da outra, conforme apresentado na tabela II.

TABELA II - Sistemática de operação das linhas de peneiramento e coleta de incrementos das amostras.

TURNO/ PERÍODO ITEM	A		B		C		
	00:00 - 08:00h		08:00 - 16:00h		16:00 - 24:00h		
LINHA DE PENEIRAMENTO EM OPERAÇÃO	A	B	A	B	A	B	A
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	A		B		C		F
HORÁRIO DE COLETA DE INCREMENTOS	00:00 02:00	04:00 06:00	08:00 10:00	12:00 14:00	16:00 18:00	20:00 22:00	
	01:00 03:00	05:00 07:00	09:00 11:00	13:00 15:00	17:00 19:00	21:00 23:00	

Embora essa rotina operacional ocasione valor de transportabilidade do sistema superior à especificação nominal de projeto, não se verificou, em termos de equipamentos, qualquer anormalidade que inviabilizasse tal prática.

4.6 - ELEVAÇÃO DO ÍNDICE DE OPERAÇÃO DA PLANTA

Tendo em vista as dificuldades inerentes ao início de operação de uma planta de sinferização é importante destacar os índices de operação obtidos, conforme apresentado na Tabela III.

TABELA III - Valores de índice de operação e produtividade durante os primeiros onze meses de operação.

PERÍODO	1986							1987			
	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A
ÍNDICE DE OPERAÇÃO %	16,74	34,60	72,90	88,64	90,57	89,60	88,20	87,96	84,61	79,85	89,52
PRODUTIVIDADE (t.m ² . 24 h)	20,93	25,55	25,12	29,26	28,26	30,57	31,25	28,72	29,30	29,53	31,63

Os índices de operação não foram melhores porque sofreram influência marcante da alta incidência de paradas não programadas de curta duração, notadamente as relacionadas com o sistema de envio após o resfriador. Mesmo considerando um pequeno decréscimo do índice de operação nos meses de dezembro/86 e abril/87, em comparação ao período de outubro a novembro/86, foi possível obter os dois melhores resultados médios mensais de produtividade, que são característicos da mistura de minérios de ferro selecionada e consumida a partir de 16/03/87.

5 - OUTROS FATORES DE MELHORIA DE PRODUTIVIDADE

Além das melhorias descritas no item 4 são apresentadas outras causadoras de aumento de produtividade:

- eliminação de entradas de ar falso no sistema de exaustão principal;
- determinação dos valores de equilíbrio para as alturas de camada de mistura e falsa grelha;
- instalação de dispositivos de alisamento da camada de mistura;
- pré-homogeneização dos materiais antes do misturador;
- aumento da frequência de limpeza da chapa defletora.

6 - PERSPECTIVAS DE AUMENTO DE PRODUTIVIDADE

Decorridos onze meses de operação da planta de sinterização da AÇOMINAS, acredita-se que o ganho de produtividade obtido foi bastante animador, motivando a equipe envolvida a persistir no desenvolvimento de novas melhorias para o atingimento e/ou superação da produtividade nominal.

Dentre as medidas já visualizadas para estudo e implantação num futuro próximo, destacam-se:

- substituição do material de revestimento da chapa defletora;
- eliminação da influência da limpeza da chapa defletora no controle de aperto da camada de mistura;
- instalação de um extrator de metal no fluxo de abastecimento da tremonha de mistura;
- utilização da malha de controle do ponto final de queima;
- controle da qualidade granulométrica e umidade do coque para sinterização de acordo com os pontos de geração de coque < 25mm;
- utilização de parte do volume útil do resfriador como área - pulmão para estocagem de sinter;
- adaptação de um transportador de correia tipo lança fixa na

- rota de envio de sinter ao alto-forno;
- utilização de pó gerado no sistema de despoeiramento ambiental fora da planta de sinterização ou venda;
- injeção de vapor d'água no misturador;
- pesquisa de novas misturas de minérios de ferro;
- elevação do percentual da fração $< 5\text{mm}$ no sinter produto.

7 - CONCLUSÃO

O conjunto de melhorias introduzidas na planta de sinterização permitiu um ganho de aproximadamente 25% em termos de produtividade, sendo que a escolha da mistura de minérios de ferro, atualmente em consumo, e adoção de uma nova prática operacional de funcionamento das linhas de peneiramento, foram as mais significativas.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. NOGUEIRA R.A et alii - Definição da mistura de minérios de ferro para a sinterização da AÇOMINAS. Trabalho interno AÇOMINAS jan/1987.
02. DUARTE, M.R., FRANCO. P.C.F. - Prática operacional de utilização das linhas de peneiramento de sinter. Trabalho interno AÇOMINAS Abril/1987.
03. AÇOMINAS - Divisão de Metalurgia da Redução e Carboquímicos - Relatórios Técnicos da sinterização, 1986/1987.

ANEXO I - PRODUTIVIDADE MENSAL DA SINTERIZAÇÃO DA AÇOMINAS.

LEGENDA		
1-a) Dois exaustores principais em operação em 26.06.86. b) Controle de umidade semi-automático em 26.06.86.	3-a) Utilização de cal de geração interna. b) Utilização de sinter degradado em 08.09.86. c) Modificações no misturador. d) Limite de depressão dos exaustores principais alterado de 1500/1800 mmc.a	4-a) Controle de umidade através do K-RAY em 20.10.86. 5-a) Prática operacional de funcionamento das linhas de peneiramento de sinter em 16.03.86. b) Utilização da mistura de minérios de ferro escolhida nos testes em escala industrial.
2-a) Consumo de cal adquirida de terceiros em 16.07.86.		



