

# A BUSCA DA ABERTURA INSTANTÂNEA DAS PANELAS DE AÇO – O CASO CST

João Chiabi Duarte <sup>1</sup>

Francisco Alves Lacerda <sup>2</sup>

Iram Antônio <sup>3</sup>

Josias Marques Barboza <sup>4</sup>

Robson A. D. Nascimento <sup>5</sup>

Santiago Ruiz Barros <sup>6</sup>

Ronaldo Aparecido Vita <sup>7</sup>

## Resumo

Apresenta as iniciativas colocadas em prática pela CST para a redução da frequência de não-abertura instantânea do fluxo de aço das painéis ao chegar na torre de lingotamento contínuo. O desenvolvimento seguiu os critérios da metodologia MASP, metodologia de análise e solução de problemas, respaldado na seqüência: identificação do problema, colocação de meta a ser alcançada, análise de fenômeno, análise do processo, elaboração de plano de ação e validação dos resultados. Como resultado do trabalho, obteve-se a redução de 65% (sessenta e cinco por cento) do uso de Oxigênio para desobstrução das painéis de aço durante início de vazamento. Tal redução expressa a alteração do índice de não-abertura instantânea de 2,40% (média de 1999) para 0,84% ao longo do ano de 2003; ela traz, como consequência o aumento da produtividade, melhoria das condições de segurança e aumento da qualidade do produto.

**Palavras-chave:** Produtividade; Qualidade; Segurança; Selagem.

## THE SEARCH OF INSTANTANEOUS OPENING OF MOLTEN STEEL FLOW FROM LADLES? THE CASE CST

### Abstract

This paper shows the actions of CST company to reduce problems during begging of molten steel flow from ladles to the tundish. The development followed the criteria of MASP methodology, methodology of analysis and solution of problems, endorsed in the sequence: identification of the problem, rank of goals to be reached, analysis of phenomenon, analysis of the process, planning of emergency actions and validation of the results. As result of the work, it was gotten reduction of 65% (sixty and five percent) of the use of Oxygen for starting out flow. Such reduction express the alteration of the index of instantaneous not-opening of 2,40% (average of 1999) for 0,84% during the year of 2003; it brings, as consequence the increase of the productivity, improvement of the security conditions and increase of the product quality.

**Key words:** Productivity; Quality; Security; Sealing.

## I INTRODUÇÃO

O processo piro-metalúrgico de produção do aço líquido, até sua conversão em placas, tarugos ou lingotes é reconhecidamente complexo, apresentando anomalias para as quais os me-

talurgistas ainda não encontraram uma contra-medida definitiva.

A não abertura instantânea do fluxo de aço da painela para o distribuidor do lingotamento contínuo, no momento de abertura da válvula

<sup>1</sup> Gerente de Divisão da Aciaria - CST

<sup>2</sup> Técnico de controle de Refratários da Aciaria - CST

<sup>3</sup> Especialista em Refratários da Aciaria - CST

<sup>4</sup> Consultor de Controladoria – CST

<sup>5</sup> Coordenador Técnico de Refratários de Aciaria – MS.A

<sup>6</sup> Gerente da Assistência Técnica – RISA

<sup>7</sup> Coordenador Técnico de Refratários de Aciaria – MS.A

gaveta, é uma dessas anomalias enfrentadas pelos profissionais aciaristas. Gera exposição dos operadores à projeção de aço líquido, risco de danificação do sistema de válvula gaveta durante a aplicação do jato de oxigênio, comprometimento da qualidade do produto, retrabalho pela necessidade de escaragem das placas afetadas pelo evento, retrabalho pela geração de sucata, redução da disponibilidade da máquina de lingotamento contínuo, exposição da máquina de lingotamento como um todo a acidente, perda de receita por limitação de eventos de qualidade.

O trabalho aqui relatado apresenta os estudos e as ações tomadas pela Companhia Siderúrgica de Tubarão, juntamente com seus colaboradores, em busca da redução permanente do uso de oxigênio para abertura do fluxo de aço das placas de aço, com conseqüente aumento da produtividade e da segurança operacional.

## 2 SITUAÇÃO ANTERIOR

O levantamento histórico tomado como base para o desenvolvimento do trabalho mostra que o índice de abertura instantânea das placas encontrava-se em 97,6%, sendo que cada interferência de uso de oxigênio demandava período médio de 4,29 minutos, gerando como conseqüência um perda de produtividade anual de aproximadamente 11.500 toneladas de placa.

## 3 SITUAÇÃO ATUAL (MÉDIA REAL DE 2003)

O resultado médio atual para o índice de abertura instantânea é de 99,16%, muito superior à situação original e repercutindo em redução de 65% do número de corridas com uso de Oxigênio para desobstrução das placas de aço durante início de vazamento. Considerando que o tempo médio de cada interferência reduziu de 4,29 para 3,20 minutos, tem-se que a perda de produtividade passou a ser de aproximadamente 3.000 toneladas (considerada uma produção anual de 5.000.000t) – trata-se de redução de 75% (setenta e cinco por cento) da perda anterior.

## 4 DETALHAMENTO DAS PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIAS DO FENÔMENO

A identificação dos problemas provocados pelo fenômeno inicia-se pelo conhecimento

de como o evento se apresenta na torre de lingotamento e pela apresentação da seqüência do produto bem como de seus rejeitos em caso de tal ocorrência. Para tanto, relata-se as várias etapas, a começar pela chegada da panela ao contínuo.

### 4.1 Aumento de Tarefas e Perda de Produtividade na Torre de Lingotamento

4.1.1 Condições normais - ABERTURA INSTANTÂNEA: apenas 4 tarefas

(1) Posicionar panela sobre o distribuidor; (2) Plugar válvula longa à válvula da panela; (3) Descer Conjunto (Panela + válvula longa) no interior do distribuidor; (4) Abrir Sistema válvula gaveta da panela.

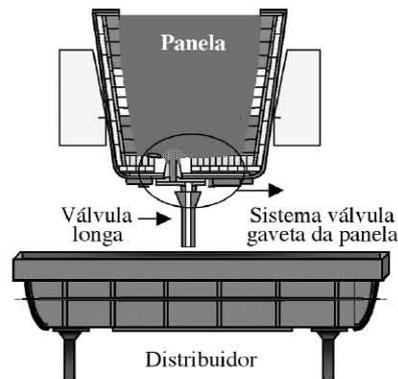


Figura 1. Identificação do ponto de ocorrência do evento.

4.1.2 Ocorrência de NÃO ABERTURA INSTANTÂNEA: total de quinze tarefas

(5) Reduzir velocidade da máquina; (6) Levantar panela; (7) Desplugar válvula longa; (8) Iniciar queima da lança de oxigênio; (9) Inserir lança de oxigênio no interior da válvula da panela; (10) Abrir fluxo do aço por retirada e fusão de areia/aço solidificado; (11) Retirar lança do interior da válvula; (12) Fechar Sistema válvula gaveta; (13) Plugar válvula longa à válvula da panela; (14) Descer Conjunto (Panela + válvula longa) no interior do distribuidor; (15) Abrir Sistema válvula gaveta da panela.

4.1.3 Perda de produtividade

Dado que o índice médio de abertura instantânea de 1999 foi de 97,6%, total de 360 casos de uso de oxigênio para abertura do fluxo de aço, e que o tempo médio unitário demandado pelo maior número de tarefas era de 4,29 minutos, chega-se a uma perda de produtividade anual de 10.500 toneladas de placa, conforme abaixo:

Tabela 1. Cálculo da perda de produtividade.

(1)- Produção (desejada)	Aço	5.000.000	(1/2)- Corridas/ano:	15.974
(2)- Aço líquido/corrida	313 t		(3)- Eventos c/ O <sub>2</sub>	391
(4)- Placa:	Rendimento Aço x 98%			
(2x4)- Placa/Corrida	308 t		Tempo médio/evento de O <sub>2</sub> :	Uso 4,29
(5)- Tempo Lingotamento/corr.:	45 min		Perda de produtividade (min):	ano 1.679 t de Placas
(6)- Perda de produtividade ano (t):				11.491

## 5 ESCARFAGEM DE PLACAS

O uso de O<sub>2</sub> para abertura do fluxo de aço repercute na necessidade de escafagem das placas afetadas pelo evento, especialmente se estiverem dentro do seguinte grupo: produtos para aplicações como Parte Exposta, Tin Plate, aços desidrogenizados, aços Ultra e extra baixo carbono.

## 6 ANÁLISE DO FENÔMENO

A análise do fenômeno “ uso de O<sub>2</sub>” passou pela série de questionamentos a partir daqui descritos:

6.1 As ocorrências estão concentradas em alguma máquina de lingotamento?

A conclusão foi de que não havia nenhuma evidência técnica passível de direcionar o foco para qualquer das máquinas.

6.2 As ocorrências estão concentradas em alguma equipe de trabalho?

As evidências de estatística básica mostraram que a operação das várias equipes estava equilibrada – nada havia por se ajustar entre elas, as falhas eram equivalentes.

6.3 Há concentração de eventos por rota de processamento da corrida?

Os resultados mostram maiores incidências em corridas que eventualmente necessitam processar no RH e reaquecer no IRUT ou ainda aquecer no IRUT e passar por ajustes de especificação no RH; ressalta-se que a frequência destas ocorrências não é elevada a ponto de se inferir que seja esse o problema a ser atacado. Ademais, consideramos que a rota faz parte do processo de produção e atendimento ao MIX da CST, ela não será alterada para beneficiar o índice de abertura instantânea das painéis de aço.

Tabela 2. Verificação das ocorrências por rota de processamento do aço líquido.

Rota	Nº corridas	O <sub>2</sub>	Índice O <sub>2</sub>	Relação	Índice de Abertura Instantânea
RH + IRUT	135	5	3,70%	214%	96,30%
IRUT	3523	90	2,55%	147%	97,45%
RH	4096	71	1,73%	100%	98,27%
Direto	126	1	0,79%	46%	99,21%

6.4 Os eventos estão concentrados em alguma família de AÇO?

A distribuição das ocorrências por Família de Aço apresentou maior incidência nas Famílias 22 e 42 que, no entanto, têm baixo volume de produção, de modo a exercer pouca influência nos resultados totais.

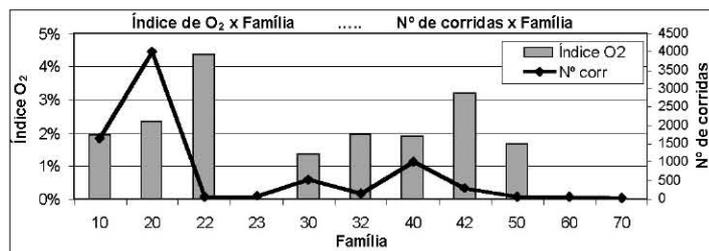


Figura 2. Verificação das ocorrências por família de aço, conforme processamento no lingotamento.

Conclui-se que ainda não está aqui a fonte para a solução do problema.

6.5 O evento está relacionado a tempo de panela fora de ciclo operacional?

Não. A expectativa inicial sobre este item foi frustrada em relação às informações de outras usinas. A análise de 8000 corridas concentrou ocorrências (%) de uso de oxigênio em painéis cujo tempo fora de ciclo foi menor ou igual a 01 (uma) hora.

6.6 As ocorrências estão relacionadas ao volume de cascão de aço remanescente da corrida anterior?

Não. Também neste caso, os resultados foram contrários à expectativa do senso comum. Os resultados mostram que em havendo cascão na panela há maior frequência de uso de Oxigênio, no entanto o peso na quantidade total destes casos não foi suficiente para a eles atribuir responsabilidade relevante.

6.7 O evento uso de O<sub>2</sub> está relacionado à vida da panela?

Também não se encontrou nenhuma evidência relevante para o caso CST.

6.8 Há alguma correlação entre uso de O<sub>2</sub> e intervalo entre vazamento no Convertedor até o início de lingotamento (CV x LC)?

Sim. Esse é o único fator cujas evidências individuais mostram alta influência sobre o índice de uso de Oxigênio para a abertura do fluxo de aço da panela na torre de lingotamento. A incidência mostrou-se crescente à medida do aumento do tempo IV x IL (início de vazamento do convertedor para a panela de aço X Início de lingotamento) – o uso de O<sub>2</sub> chega a ser 10 vezes superior quando o tempo ultrapassa a 280min (2,5 vezes a média hoje considerada normal)

## 7 ANÁLISE DO PROCESSO

Como o único ponto de correlação demonstrado na análise do fenômeno, o intervalo entre o recebimento do aço líquido na panela e seu início de vazamento no lingotamento, não é base para uma simples decisão de sua redução e conseqüentemente melhorar o índice de abertura instantânea, passou-se a uma observação criteriosa do processo operacional. Sendo que daí saíram contribuições muito interessantes, não só para o evento em estudo mas para todo o processo

de movimentação das painelas, do aço e da escória dentro do galpão da Aciaria.

### 7.1 Da realização de Brainstorming e Análise de Causa e Efeito

O estudo do processo começou pela união dos esforços junto a operadores, técnicos e parceiros, mediante a realização de um BRAINSTORMING, de uma árvore de Causa e Efeito (de Ishikawa) e posterior priorização das frentes a atacar:

Tabela 3. Resumo dos tópicos ligados à análise de Causa e Efeito.

EFEITO	PRINCIPAL CAUSA A ESTUDAR
Formação de Cascão na sola e Lado de Basculamento	Conflito de linhas na reposição Pote x Canaleta de sucata
Colocação inadequada de areia	Lay out do mecanismo
Corpo estranho no interior da válvula	Queda durante colocação da Painela no poço de selagem

### 7.2 Da Análise do Problema - Conflito de Linhas Pote x Canaleta

O conflito de linhas impedia a disponibilização de potes de escória vazios para receber o saldo remanescente na painela, conseqüentemente exigia maior movimentação e permanência da escória dentro da painela, conforme Figura 3.

Após concluir que esse maior tempo até o basculamento da escória estava mantendo a painela suja (sola e lado basculamento), foi desenvolvida uma alternativa que lembra o procedimento normal de reposição de gás em domicílio: “A dona de casa, que não pode esperar que o fornecedor leve a sua botija vazia para depois trazer uma nova.”

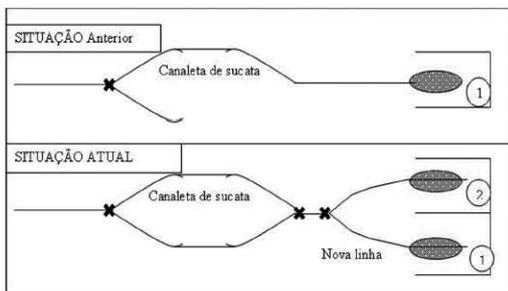


Figura 4. Esquema da eliminação do conflito de linhas.

Na situação anterior à implementação da melhoria, apenas uma linha dava acesso ao pote de escória (final da linha), com isso, quando a canaleta estava no caminho era impossível acessar o local para substituição do pote. A im-

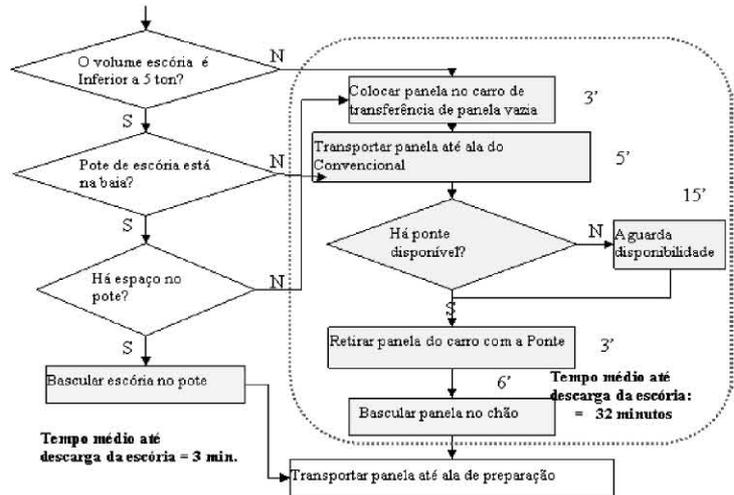


Figura 3. Fluxo da painela de aço após lingotamento até basculamento da escória.

plementação da melhoria promoveu a redução dos casos da necessidade de basculamento da escória no chão de 45% para 5%, conforme pode ser verificado no gráfico a seguir:

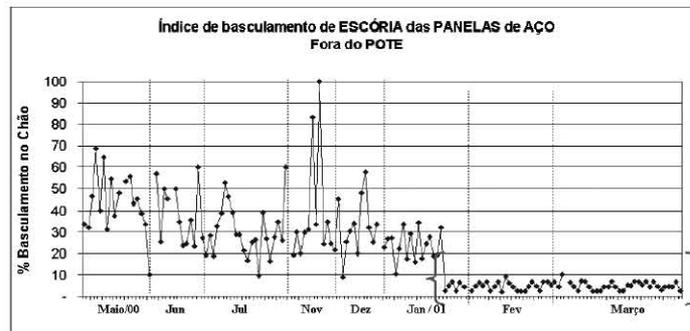


Figura 5. Acompanhamento gráfico do índice de basculamento fora do Pote de escória.

Além do fator redução do basculamento no chão, a solução do conflito de linhas trouxe os seguintes benefícios: maior disponibilidade das painelas de aço; maior disponibilidade de Ponte Rolante e maximização do uso dos potes de escória.

### 7.3 Alterações no Lay out do Sistema de Colocação de Areia nas Painelas de Aço

A análise da área levou à implementação das seguintes melhorias:

- a- instalação de estrutura para posicionamento da painela de forma precisa no poço;
- b- desenvolvimento pelo parceiro, fornecedor do material de selagem (RISA), de mecanismo capaz de colocar a areia na válvula sem a perda de componentes, devido a arraste do ar em decorrência da altura de queda livre anteriormente praticada;
- c- instalação de câmera para visualização válvula

Resultado obtido: menor dependência da perícia do operador ao posicionar a painela no poço; redução do retrabalho de colocação de areia na painela.

## 7.4 Queda de Corpo Estranho Durante a Colocação da Panela no Poço

Esse problema passa a ser minimizado a partir da obtenção de painéis mais limpas em decorrência da solução da questão Conflito de Linhas, no entanto, para seu ataque direto, a única solução até então encontrada tem sido a inspeção da válvula da panela, já dentro do poço, antes de sua selagem. Em caso de descobrir qualquer elemento estranho, ou em caso de dúvida, mesmo que a areia já tenha sido colocada, a iniciativa foi conscientizar os operadores de que é melhor retirar a panela do poço, bascular novamente e recolocar o material de selagem que correr o risco de comprometer uma corrida inteira bem como expor equipamento e pessoal na área de lingotamento.

## 8 PREVISIBILIDADE DO PROCESSO

Após a análise do fenômeno e de todo o seu processo, conclui-se que a ocorrência de abertura com uso de O<sub>2</sub> é um processo dicotômico, quer dizer, assume a característica de SIM ou NÃO. Mediante uma análise descritiva das variáveis, obtém-se uma regressão logística que, paralelamente às iniciativas de cunho mais imediato ligadas ao processo, destaca os pontos de maior importância a serem atacados.

Dados os coeficientes, a equação de regressão logística para a probabilidade de ocorrer abertura da válvula com o uso de oxigênio é:

$$p(\text{ocorrer abertura com O}_2) = \frac{1}{1 + e^{-Z}}, \text{ onde: } Z = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$$

Neste caso, o melhor modelo é:

$$Z = -6,4027 + 1,6219(IRUT) + 1,3170(RH) + 0,0052(LD - LC)$$

Como a participação entre RH e IRUT é inerente ao processo, o ponto de intervenção técnico/operacional no sentido

de aprimorar ainda mais o desempenho será atacar a redução do tempo de ciclo da panela até sua chegada ao lingotamento.

## 9 CONCLUSÃO

O desenvolvimento das várias melhorias de equipamentos, metodologia e padronização relacionados ao longo do trabalho, trouxeram ganhos financeiros para a CST, que embora aqui não estejam expressos fazem parte da memória de cálculo, e ainda apresentaram contribuições não quantificadas, tais como:

- Aumento da margem de segurança quanto à perda de Receita por Down Grade devido a uso de O<sub>2</sub>, o item é um dos componentes dos critérios de prêmio x penalidade da CST com seus clientes;
- Redução da contaminação por N<sub>2</sub> (difícil quantificação no estágio atual);
- Redução dos riscos acidentes pessoais pela projeção de aço durante o uso do O<sub>2</sub>; redução de acidentes materiais pela queda de aço sobre a plataforma; ; redução do risco de danos ao sistema de válvulas de vazamento da panela;
- Redução do EVENTO "velocidade reduzida";
- Aumento real da produtividade.

Prova do sucesso das ações postas em prática foi o aumento do Índice de abertura instantânea de 96,7% para 99,16% no primeiro semestre de 2003. Tudo isso graças ao trabalho sério e ao envolvimento dos diversos atores comprometidos no processo da aciaria CST.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho**. Belo Horizonte: EDG, 1998. p. 226-232.
- 2 CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 3. ed. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1983.
- 3 DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.
- 4 WERKEMA, M. C. C. **Otimização estatística de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996. p. 13-26.

Recebido em: 15/04/05

Aceito em: 23/12/05

Proveniente de: SEMINÁRIO DE FUSÃO, REFINO E SOLIDIFICAÇÃO DE METAIS, 35., 2004, Salvador. São Paulo: ABM, 2004.