

## MELHORIA NO PROCESSO DE VAZAMENTO COM FOCO EM REDUÇÃO DE PASSAGEM DE ESCÓRIA \*

*Bruno Suveges Cerchiari<sup>1</sup>  
Klinger de Lima Alexandre<sup>2</sup>  
Fernando Assunção da Cruz<sup>3</sup>  
Fábio Ferreira Coutinho Piller<sup>4</sup>*

### Resumo

O aumento da demanda por aços com maior nível de qualidade com faixas químicas cada vez mais restritas e que sejam produzidos com custos cada vez menores, levam os aciaristas a buscar melhorias nos processos de produção. Evitar a passagem de escória do conversor para a panela de aço no final de vazamento é essencial para atingir altos níveis de qualidade com redução nos custos durante o processo de refino secundário. O foco deste trabalho é o de apresentar as melhorias realizadas no processo de vazamento de corridas nos conversores da Ternium-Br que resultaram em redução do pick-up de P e conseqüentemente no índice de desvios de composição química.

**Palavras-chave:** Passagem de escória; Vazamento de corridas; Conversor.

### IMPROVEMENT IN TAPPING PROCESS TO AVOID SLAG CARRY-OVER

#### Abstract

The emerging demands for higher quality steels with narrow chemical bands and lower production costs call steelmakers to improve production processes. The avoidance of BOF slag carry-over to teeming ladle is essential to archive high quality grades and reducing costs in secondary metallurgy. The main target of this paper is to show improvements made at Ternium-Br in BOF tapping process that resulted in less P pick-up and reduction of chemical deviation.

**Keywords:** Slag carry-over; Tapping; BOF.

<sup>1</sup> Engenheiro de Processos, Aciaria, Ternium-Br, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro de Manutenção Elétrica e Automação, Aciaria, Ternium-Br, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>3</sup> Especialista em Manutenção Elétrica e Automação. Aciaria, Ternium-Br, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>4</sup> Técnico em Manutenção Elétrica e Automação, Aciaria, Ternium-Br, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

A Ternium-Br é uma usina semi-integrada localizada na cidade do Rio de Janeiro e possui capacidade de produzir 5 milhões de toneladas de placas por ano para atender as exigentes especificações dos clientes no Brasil e no mundo. São mais de 200 tipos de aços desenvolvidos para suprir importantes indústrias como a automotiva, de petróleo e gás, construção civil, maquinário e linha branca.

Uma das etapas mais importantes para se atingir um baixo custo de produção com os mais elevados padrões de qualidade dos aços, consiste na prática de vazamento da corrida no conversor com o foco em maximizar o rendimento metálico, escoando todo o aço e minimizando a passagem de escória oxidada de final de sopro para a panela de aço.

A escória de final de sopro possui vários óxidos tais como  $P_2O_5$ ,  $FeO$  e  $SiO_2$ , e, no caso de passagem da escória do conversor para a panela, estes óxidos serão reduzidos durante o processo de desoxidação do aço no vazamento acarretando em pick-up de elementos indesejados como por exemplo o fósforo, conforme a reação apresentada na equação 1 abaixo.

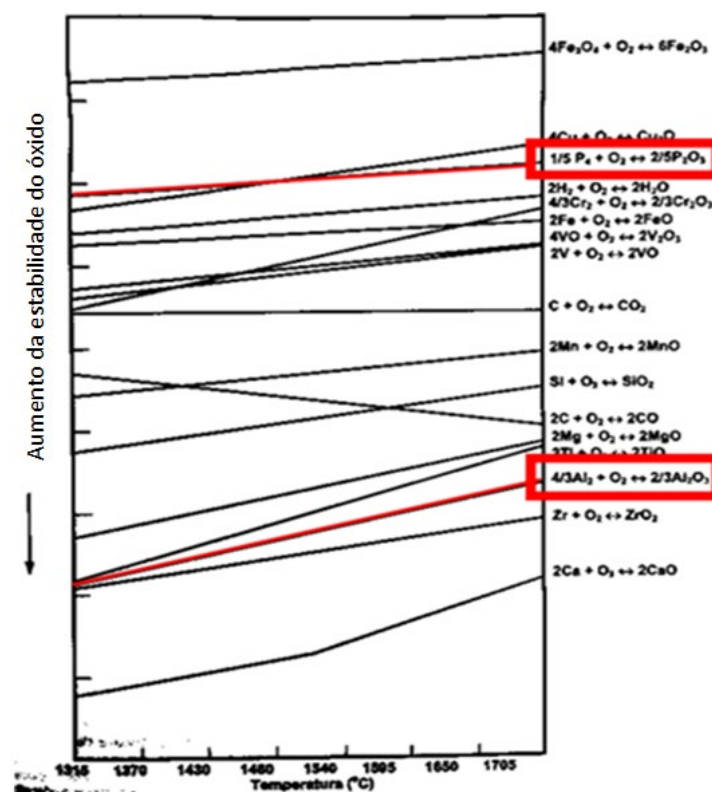
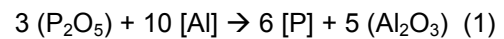


Figura 1: Diagrama de Ellingham<sup>[1]</sup>

Dessa forma, é importante que os aciaristas desenvolvam práticas e mecanismos visando a redução da passagem de escória do conversor para a panela de aço durante a etapa de vazamento, pois ela proporcionará:

- Redução no pick-up de fósforo e conseqüente redução nos desvios de composição química, já mencionado;
- Redução no consumo de alumínio que se “perde” para desoxidar a escória que vaza do conversor para a panela, otimizando o rendimento das ferro-ligas e melhorando o processo de dessulfuração em panela de aço, quando necessário;
- Redução do consumo de cal e escorificantes;
- Melhora na limpeza interna do aço, entre outros.

Existem 3 mecanismos de passagem de escória do conversor para a panela durante a etapa de vazamento. A primeira é a passagem de escória pelo canal logo no início do vazamento durante o basculamento do conversor (figura 2.a). O segundo modo, é o arraste de escória através do canal pelo redemoinho (vórtice) que é formado durante os instantes finais de vazamento quando a coluna de aço no interior do conversor começa a diminuir (figura 2.b) e o terceiro mecanismo é a passagem de escória pelo canal no final do escoamento do aço quando só existe, neste momento, escória no conversor (figura 2.c)<sup>[2]</sup>.

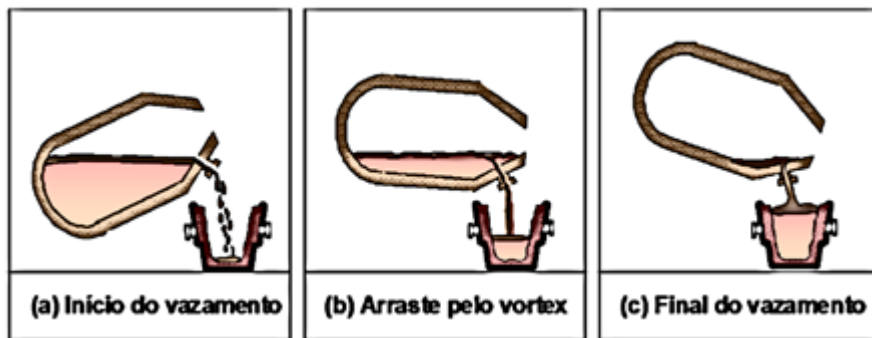


Figura 2: Mecanismos de passagem de escória durante a etapa de vazamento de corridas

O presente trabalho tem como objetivo apresentar as melhorias e ajustes realizados nos equipamentos e nas práticas operacionais realizados durante a etapa vazamento de corridas na TerniumBr, visando a redução de passagem de escória e conseqüentemente reduzir o índice de fora de faixa por pick-up de fósforo.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 2.1.1 Sistema de detecção de escória durante o vazamento

Os primeiros modos de retenção de escória muito comumente praticada nas aciarias foram baseadas na habilidade e experiência dos operadores, e, dependem basicamente da sensibilidade e experiência em diferenciar visualmente o aço e a escória durante o final de vazamento<sup>[2]</sup>. Ao observar a passagem de escória, o operador realiza através de manetes o basculamento do conversor promovendo a retenção de escória. Por depender da experiência do operador e por mais rápido que seja a resposta do sistema de basculamento, é provável que exista uma grande passagem de escória principalmente nas corridas em que os canais estão mais desgastados.

A detecção da escória através do jato no vazamento é muito complicada, uma vez que aço e escória possuem características parecidas para quem está olhando o jato. Porém, trabalhando com o fato de que aço e escória emitem radiação infravermelho e que possuem emissividades diferentes numa faixa de comprimento de onda de 8 a 12  $\mu\text{m}$  (figura 3) é possível utilizar um sistema de detecção com câmera termográfica para diferenciar o aço da escória no jato e auxiliar o operador em finalizar o vazamento da corrida, reduzindo a passagem de escória.

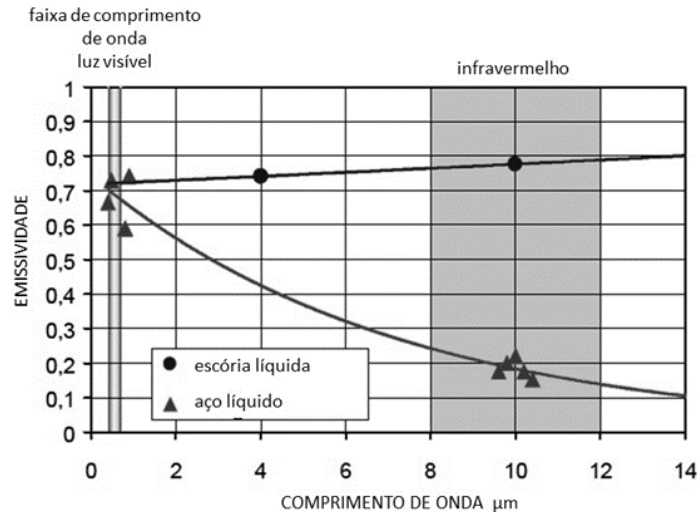


Figura 3: Variação da emissividade do aço e escória de acordo com o comprimento de onda<sup>[3]</sup>

Dessa forma, a Ternium-Br modernizou o modo de detecção de escória instalando um novo sistema dotado de uma câmera termográfica localizada próximo ao jato de vazamento HMIs nas cabines de vazamento e sala de controle (figura 4). O AMEPA foi integrado ao PLC do “slag stopper” (martelo pneumático retentor da escória).



Figura 4: Sistema com câmera termográfica para detecção de escória



### 2.1.2 Sistema pneumático de retenção de escória no final de vazamento (“slag stopper”)

Os conversores na Ternium-Br possuem um sistema pneumático de retenção de escória chamado de “slag stopper” (martelo pneumático) que tem por finalidade vedar o canal após a detecção da passagem de escória no final de vazamento. Este dispositivo é acoplado na carcaça do conversor e é dotado de uma unidade de controle do sistema pneumático para injetar nitrogênio a altas velocidades através de um braço articulado aonde está o bocal por onde é soprado o nitrogênio<sup>[4]</sup>, permitindo dessa forma, o completo bloqueio da passagem de escória no final de vazamento.

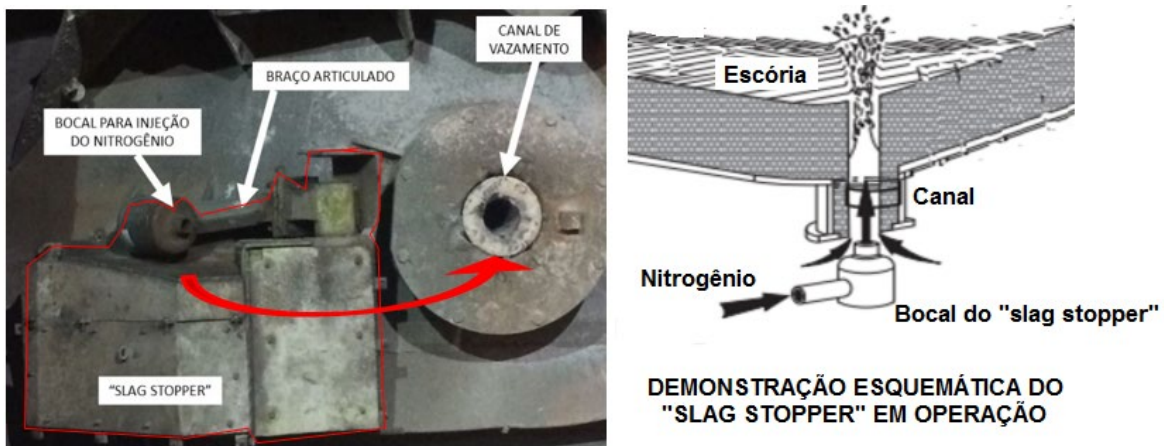


Figura 5: Sistema de retenção pneumático de escória (“slag stopper”)

O acionamento do “stopper” era realizado pelo operador, mas após a instalação do novo sistema de câmeras, foi possível automatizar o tamponamento do canal com o “stopper” imediatamente após a detecção de escória pela câmera TSD.

### 2.1.3 Retentores de primeira escória e “slag balls”

Foram desenvolvidos e melhorados os retentores de primeira escória e os “slag balls”. O retentor de primeira escória é inserido no canal antes de se iniciar o vazamento da corrida, com o foco de reter a passagem da escória durante o basculamento do conversor. Existem tamanhos diferentes que são utilizados de acordo com a vida do canal.

Os “slag balls” são adicionados no interior do conversor nos instantes finais do vazamento da corrida. É fabricado de material cerâmico com densidade aproximada de 4,5 a 4,8 g/cm<sup>3</sup> cuja finalidade é permanecer na região intermediária entre aço e escória realizando o tamponamento parcial do canal no final do vazamento. Permite, dessa forma, o escoamento do aço através dos rebaixos verticais aumentando o escoamento do aço reduzindo substancialmente a passagem da escória.

#### RETENTORES DE PRIMEIRA ESCÓRIA



#### SLAG BALL



Figura 6: Retentor de primeira escória e “slag ball”

### 2.1.4 Basculamento automático do conversor após detecção de escória no final de vazamento

Foi implementado uma lógica no PLC do basculamento do conversor cuja finalidade é ser um dispositivo à prova de falhas que movimenta automaticamente o conversor após a detecção de escória auxiliando o operador no basculamento do conversor no final de vazamento.

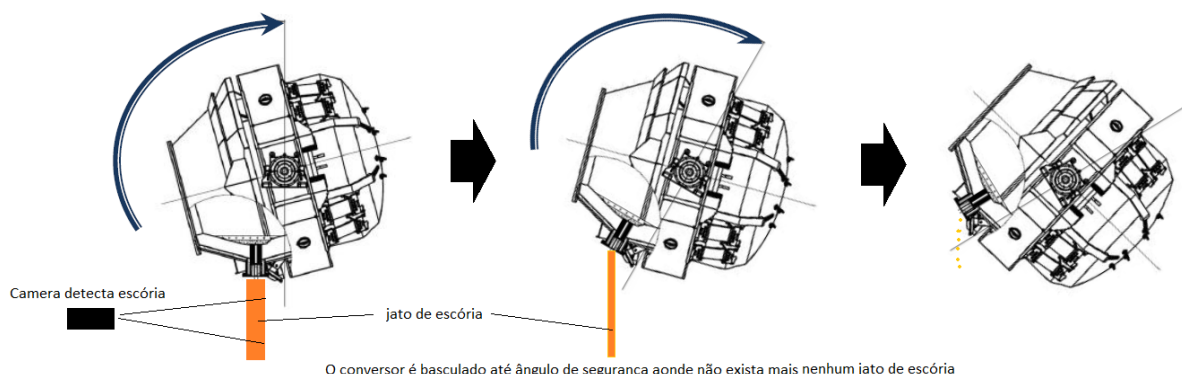


Figura 7: Basculamento automatizado do conversor após a detecção

Resumidamente, a prática de vazamento para evitar a passagem de escória na Ternium-Br consiste nas seguintes etapas:

- 1) colocação de retentor de primeira escória antes de iniciar o vazamento;
- 2) inserir o “slag ball” aos 75% do vazamento ( $\frac{3}{4}$  da panela cheia) quando também é pressurizado o cilindro do “slag stopper”;
- 3) após a detecção de escória pelo Amepa, o “slag stopper” é automaticamente acionado, vedando o canal de vazamento;
- 4) então, o conversor é automaticamente basculado para o sentido de carregamento visando finalizar o vazamento, se não houver comando do operador.

## 2.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.2.1 Melhora na resolução da câmera para visualizar a escória de final de vazamento

Após a modernização do sistema de câmeras para detectar a escória houve uma melhora significativa na resolução da imagem do jato, conforme apresentado na

figura 7. Foi possível então, integrar o sinal de passagem de escória para o acionar o sistema pneumático de vedação do canal no final de vazamento.

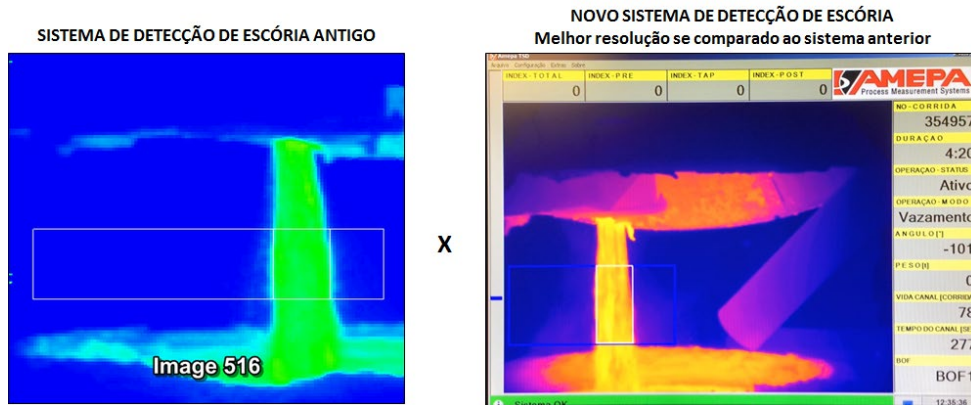


Figura 8: Comparação da qualidade de resolução dos sistemas de detecção de escória

### 2.2.2 Redução no pick-up de P

Comparando corridas do mesmo grau de aço e com as mesmas matérias-primas, foi possível verificar uma diminuição em 30% no  $\Delta\%P$  entre as amostras da placa e do conversor, comprovando que o processo de vazamento se tornou melhor com relação a redução do pick-up de P.

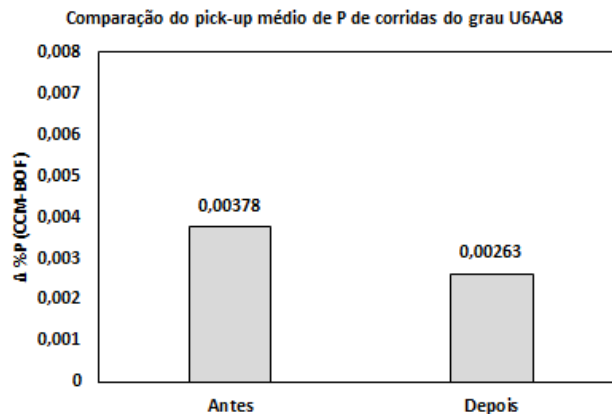
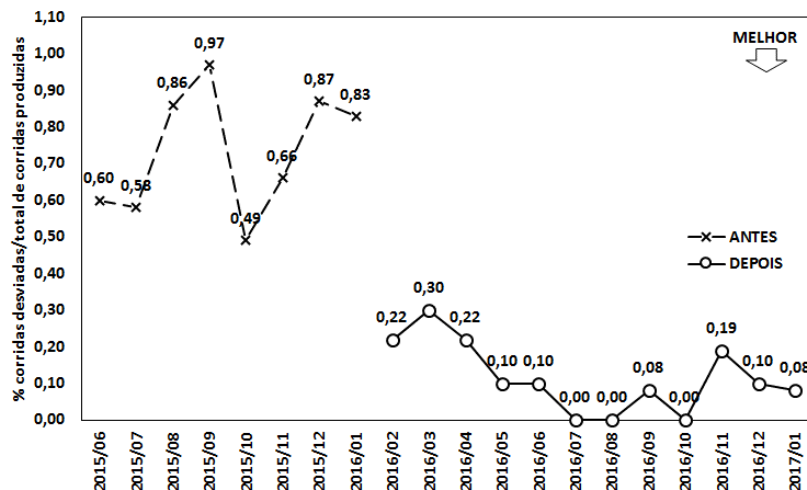


Figura 9:  $\Delta P$  entre amostras da placa e a última retirada no conversor

### 2.2.3 Redução nos desvios de composição química devido a passagem de escória

A redução de passagem de escória proporcionou uma expressiva estabilidade e reprodutibilidade no processo de vazamento de corridas nos conversores cujo principal efeito foi o de reduzir os desvios de composição química por pick-up de P por decorrência da passagem de escória do conversor para a panela.



**Figura 10:** Percentual de corridas desviadas por pick-up de P devido a passagem de escória sobre a produção da Aciaria

### 3 CONCLUSÃO

A mudança de tecnologia de detecção de escória proporcionou uma automatização do tamponamento do canal com o “stopper” no final de vazamento levando a reduções expressivas no pick-up de P. Dessa forma, houve reduções significativas de desvios de P por causa da reversão deste elemento pela passagem de escória. O processo está mais robusto e preparado para os próximos desafios da Aciaria em produzir aços com maiores níveis de qualidade.

### Agradecimentos

Agradecemos ao Gerente Geral de Aciaria Leonardo Martins Demuner e ao Coordenador da Engenharia de Processos Heber Gomes Segundo por terem proporcionado os recursos necessários para o desenvolvimento do trabalho.

Em especial, agradecemos a participação dos operadores e técnicos dos conversores da Ternium-Br pelas sugestões, experiências e observações técnicas. Agradecemos, ainda, aos fornecedores e os membros dos times de manutenção que contribuíram para alcançarmos os resultados.

### REFERÊNCIAS

- 1 Rizzo, EMS. Introdução aos Processos de Refino Secundário dos Aços. São Paulo. ABM. 2006
- 2 Martins, AA. Introdução ao Refino de Aço em Aciaria a Oxigênio. Capítulo 9 - Vazamento de Aço do Convertedor. Belo Horizonte. ABM. 2014
- 3 Amepa GmbH. Hardware & Service Manual. Handbook Rev 1.01. Wuerselen-Alemanha. 2013
- 4 Simetal Vaicon Stopper Brochure. SVAI Metals Technologies GmbH. Linz. 2010