



MELHORIA NO DESEMPENHO DOS BLOCOS SEDE DE PLUG NAS PANELAS DE AÇO DA ACIARIA LD CSN¹

Augusto Sérgio Raimundo Filho²
Bruno Gomes Silva³
Cláudio de Oliveira Pinheiro⁴
Luiz de Souza Gomes⁵
Sandro Sibucks⁶
Vinícius Franco do Nascimento⁷
Wesley Ferreira Barbosa⁸

Resumo

Nas panelas de aço da CSN o sistema de homogeneização principal é o plug de argônio. O sistema de sopro de argônio é composto pelo plug assentado em um bloco sede refratário pré-moldado e um sistema mecânico que alimenta o plug com argônio. Em função das práticas operacionais e do próprio processo, o bloco sede sofre desgaste e sua troca é necessária para terminar a campanha da panela. Durante o ciclo operacional, as panelas de aço da CSN chegam a ter três paradas para a troca deste componente, o número de intervenções na panela durante sua campanha para a troca do bloco sede impacta na disponibilidade do equipamento e conseqüentemente na produção do aço líquido. Foram alteradas as práticas operacionais e os materiais de projeção para se obter um melhor desempenho. Como resultado principal eliminou-se a terceira troca de sede de plug, com aumento da disponibilidade de equipamentos e redução do custo nas trocas de componente.

Palavras-chave: Refratário; Panela de aço; Sede de plug; Disponibilidade.

PURGING PLUG WELL BLOCK PERFORMANCE IMPROVEMENT IN STEEL LADLES IN CSN BOF STEELMAKING

Abstract

In the steel ladles of CSN the main stirring system is purging plug. The argon system stirring consists of mechanical system, purging plug and wellblock. According to the operational practices and the process, the wellblock wears out and the maintenance is made to exchange the piece for a brand new, after that the ladle keeps on campaign. During the campaign, the steel ladle in CSN may have three stops for wellblock exchange, the number of interventions in steel ladle during his campaign to wellblock exchange impacts based on the availability of equipment and consequently the production of liquid steel. Operational practices and gunning materials were change in order to increase the wellblock performance. As main result the third stop have just, providing availability of equipment and cost reduce in the material exchange.

Keywords: Refractory; Steel ladle; Wellblock; Availability.

¹ Contribuição técnica ao 43º Seminário de Aciaria – Internacional, 20 a 23 de maio de 2012, Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Técnico de Desenvolvimento – Gerencia de Suporte Operacional – GGMA – CSN.

³ Engenheiro de Desenvolvimento Sênior - Gerencia de Suporte Operacional – GGMA. CSN

⁴ Técnico de Desenvolvimento - Gerencia de Suporte Operacional – GGMA. CSN

⁵ Supervisor de Preparação de Painelas - Gerencia de Suporte Operacional – GGMA. CSN

⁶ Supervisor de Refratários - Gerencia de Suporte Operacional – GGMA. CSN

⁷ Engenheiro Especialista - Gerencia de Suporte Operacional – GGMA. CSN

⁸ Gerente de Suporte Operacional - Gerencia de Suporte Operacional – GGMA. CSN



1 INTRODUÇÃO

Na siderurgia a palavra produtividade tem sido foco importante, onde as empresas do setor têm realizado grandes investimentos e gastado muita energia em projetos de melhorias para cada vez mais serem competitivas no mercado.

Disponibilidade de equipamentos e redução de custos são dois quesitos importantes que estão sendo explorados com bastante afinco. No decorrer dos anos as práticas operacionais vêm evoluindo constantemente buscando alternativas e técnicas inovadoras com o objetivo de alcançar a maior eficácia dos equipamentos, maior confiabilidade e o nível de qualidade desejado. Desta forma surge-se, dentre outras técnicas, a manutenção preventiva que tem como finalidade o planejamento e o monitoramento que previne as paradas de emergência. Monitorar as condições reais de operação dos equipamentos com base em dados que informam os seus desgastes ou processos de deterioração é fundamental para o norteamento de estudos e aplicações técnicas preventivas.

Nas Aciarias a panela de aço é o equipamento responsável por transportar o aço vazado pelos conversores até as máquinas de lingotamento. A disponibilidade das Painéis de Aço é determinante para o escoamento da produção. A panela é revestida de material refratário e durante sua campanha de 115 corridas é submetida a intervenções para troca de alguns componentes refratários. Estes os quais são trocados durante a campanha são: plugue de argônio, válvulas, placas e blocos sedes de plugue e vazamento.

Os plugues de argônio e Válvulas (interna e externa) podem ser trocados durante a operação, ou seja, a panela não precisa sair do ciclo de operação para a manutenção destes componentes, já os blocos sedes necessitam da parada da panela para o resfriamento do revestimento refratário e remoção da peça por dentro da panela, com isso a panela fica indisponível para a operação. Quanto menor o número de paradas para manutenções de componentes tanto a frio como a quente, maior é a disponibilidade de painéis para a operação.

1.1 Sistema de Sopro de Argônio

Nas painéis de aço da CSN o sistema de homogeneização principal é o plugue de argônio. O sistema de sopro de argônio é composto pelo plugue assentado em um bloco sede refratário pré-moldado e um sistema mecânico que alimenta o plug com o gás inerte. O bloco sede de plug é o componente refratário composto de um material com 95% de Al_2O_3 , instalado no fundo da panela com a finalidade de acoplar o plug para rinsagem durante o tratamento realizado na panela, conforme Figura 1.

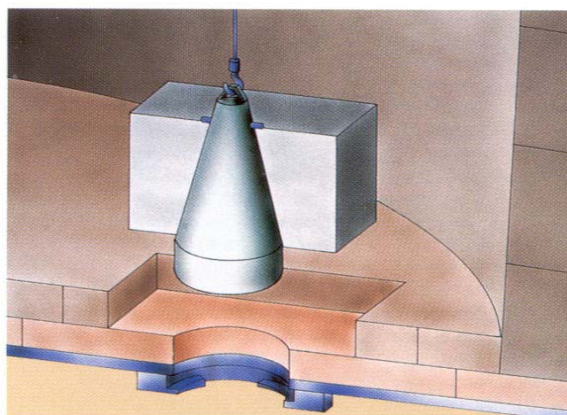
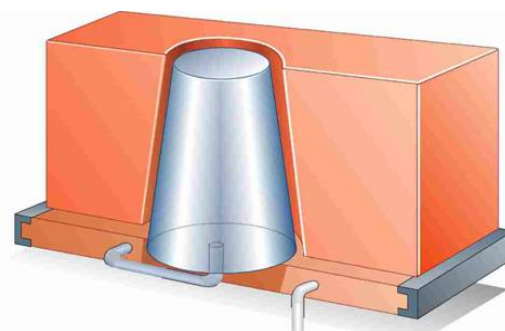


Figura 1: Desenho esquemático da montagem do plugue.

O plugue é um componente cerâmico que tem a finalidade de promover a passagem de gás através do metal líquido durante as etapas de refino secundário realizadas na panela de aço. A Figura 2a ilustra o comportamento do gás dentro do líquido, promovendo agitação no banho por meio arraste das bolhas. A Figura 2b mostra o assentamento do plugue de argônio na sede.



a)



b)

Figura 2: a) Simulação do sopro de argônio dentro da água e b) desenho esquemático do assentamento do plugue dentro da sede.

1.2 Mecanismos de Desgaste Refratário

Embora o desgaste dos materiais refratários seja inerente ao processo de produção de aço, objetiva-se sempre reduzir ao máximo este desgaste com o intuito de prolongar a vida útil dos refratários e assim minimizar custos. Os materiais refratários, em uma visão geral, são submetidos a diversas solicitações entre elas podemos destacar: Mecânicas, químicas, térmicas, elétricas, ópticas e magnéticas. No caso de materiais refratários utilizados em panelas de aço, os mecanismos de desgaste mecânico, químico e térmico são os predominantes. Estas solicitações podem acontecer separadamente ou combinadas de alguma maneira dentro de um mesmo processo.

Existem alguns parâmetros que influenciam nos mecanismos de degradação dos materiais refratário, a Figura 3 ilustra, de uma maneira esquemática, quais são esses parâmetros e como atuam diretamente no processo de deterioração, o monitoramento desses indicadores é importante para o controle do processo e para servir de base em tomadas de ações preventivas.



De acordo com Jansson, Brabie, e Jonsson,⁽¹⁾ a corrosão dos refratários situados na região que fica em contato com a escória resulta de três mecanismos primários. O primeiro é a difusão ou dissolução do material refratário, outro mecanismo é a penetração da escória no refratário e que causa efeitos mecânicos e químicos. O terceiro mecanismo é a erosão que está associada com a agitação do banho.



Figura 3: Mecanismos de desgaste de material refratário.

Durante a limpeza da sede plugue a reação química entre Fe e O₂ libera uma alta quantidade de energia, em torno de 1142,35 kcal/kg Fe. Com a energia liberada, fases líquidas presentes no sistema CaO-FeO-Al₂O₃ são formadas causando o desgaste acelerado da sede. Este mecanismo prevalece ante os outros, uma vez que existe a necessidade da limpeza da sede de plugue em toda corrida devido a grande quantidade de escória e aço sobre o plugue de argônio.

1.3 Manutenção de Painéis de Aço

A campanha da panela de aço na CSN durante sua trajetória sofre algumas intervenções para remoção de componentes refratários. Existem dois tipos de intervenção, as realizadas a quente, com a panela em operação e as realizadas a frio com a panela saindo do ciclo operacional.

A manutenção a quente, ou seja, com a panela em operação, é realizada no intervalo entre uma corrida e outra. Nesse tipo de intervenção os componentes são trocados por falha ou vida útil. Além da troca dos componentes são realizadas algumas atividades como: limpeza do canal de vazamento com uso de oxigênio, verificação das peças mecânicas, teste de fumaça nas placas deslizantes, inspeção do revestimento refratário e limpeza do plugue com oxigênio.

O outro tipo de intervenção é realizado com panela a frio onde revestimento refratário é resfriado e as atividades são realizadas no interior do equipamento. Neste tipo de intervenção, normalmente o bloco sede de plugue é trocado, instalando-se outro no lugar, em alguns casos é realizado projeções a frio e inspeção em tijolos.



2 MATERIAIS E MÉTODOS

Na Figura 4 pode ser observado o desempenho da primeira sede de plug da panela de aço CSN. O desempenho da sede de plugue sempre oscilou em torno de 70 corridas. Entretanto a partir de janeiro/2011 foi alterado um procedimento de lingotamento e também uma modificação foi realizada no fundo da panela para otimizar o escoamento de aço. Com isso a quantidade de escória em contato com o fundo da panela aumentou e uma limpeza mais severa fez-se necessária, causando um maior desgaste na sede plugue.

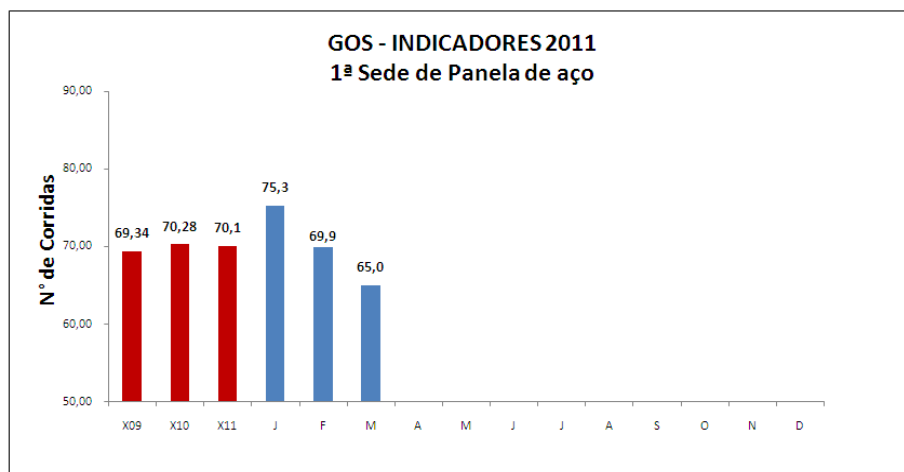


Figura 4: Desempenho da 1ª sede de plug da panela de Aço.

Em função do baixo desempenho da sede de plug, algumas delas tendo vida inferior a 60 corridas, surgindo a necessidade da troca da 3ª sede de plugue e em alguns casos a troca da sede de vazamento. Na Tabela 1 é mensurada a quantidade de sedes trocadas nas panelas de aço da CSN.

Tabela 1: Consumo calculado de sedes de plug e vazamento de panela em 2010

Item	Quantidade	Extra	%
1ª Sede	192	-	
2ª Sede	192	52	27
Sede de vazamento	192	14	7

No intuito de se resolver o problema, foi proposto um novo procedimento para projeção, com alteração da frequência e da quantidade, e novos concretos foram especificados e testados num período de três meses com aplicação em todas as panelas de aço.

Para monitoramento do problema foi criado um modelo de previsão de desgaste e um novo indicador com a curva de desgaste de todas as sedes de plug. O modelo segue como base o desgaste linear do refratário conforme enunciado na Equação 1. Com ele, a partir das medições realizadas ao longo da campanha, pode-se obter uma estimativa da vida final da sede, a qual é trocada quando atinge a medida de 180 mm.

$$TS = \frac{VA + (MA - 180)}{TD} \quad (\text{eq. 1.1})$$



$$TD = \frac{(470 - MA)}{VA} \quad (\text{eq. 1.2})$$

TS: Troca da sede de plug;

VA: Vida atual;

MA: Medida atual da sede de plug

TD: Taxa de desgaste

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um primeiro momento foi observado um desgaste irregular da sede de plug. A Figura 5 ilustra o perfil de desgaste na sede de plug. Com isso apenas um dos lados da sede se desgastava, causando a parada prematura do componente. O problema ocorria em função das janelas para inserção da vara de oxigênio no escudo da área de preparação de panelas. As janelas favoreciam as condições para que o operador limpasse a sede apenas de um lado.

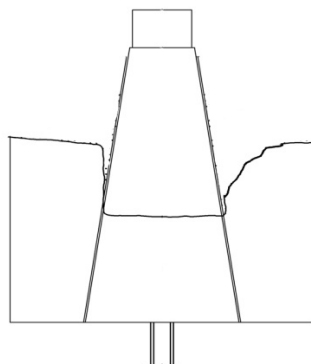


Figura 5: Desenho esquemático do desgaste irregular da sede plugue.

Foi realizada uma modificação no escudo, permitindo que o varão de limpeza corresse e pudesse ser posicionado em frente à sede de plug. A modificação desta forma propiciou uma limpeza homogênea com maior equilíbrio do perfil de desgaste.

A primeira ação corretiva foi a alteração do padrão de projeção. O padrão original previa que a sede de plug deveria ser projetada a partir da trigésima corrida e fosse projetada conforme houvesse necessidade. De forma preventiva, no novo padrão o início das projeções tem como ponto de partida a oitava corrida, e a cada troca de placas, ou seja, em torno de sete corridas. A quantidade mínima de projeção foi alterada para 60 quilos.

Outro fator relevante foi sobre a utilização de argamassa com carbono. A argamassa utilizada na rotina apresentava um cíclico problema de consistência surgindo assim à necessidade da correção do ponto do material. A correção é feita com argamassa aluminosa seca, e depois disso a resistência mecânica aumentava significativamente. A Figura 6 ilustra o comportamento da argamassa utilizada na rotina para remoção do plug. Em função da dificuldade e das oscilações da consistência da argamassa, algumas sedes chegaram a necessitar de mais 70 batidas para remoção.



Nº de batidas - Argamassa rotina 15/06 - 30/06

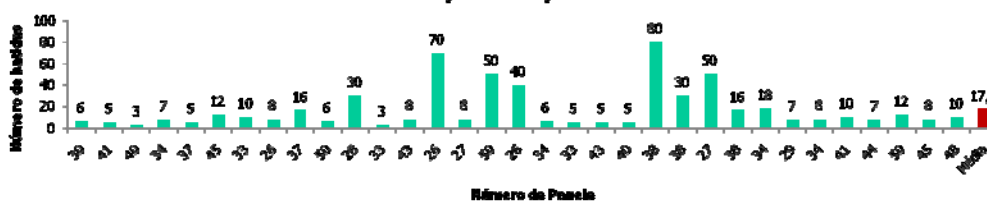


Figura 6: Acompanhamento do número de batidas para remoção do plug de argônio.

Foi então proposta uma nova argamassa, de outro fornecedor, com um controle rigoroso da sua consistência, com maior teor de carbono e alumina tabular. Como pode ser observado no gráfico da Figura 7, a nova argamassa possui uma menor dispersão nos resultados, garantindo uma maior facilidade para remoção dos plugues e mantendo o mesmo nível de segurança em relação à resistência à penetração.

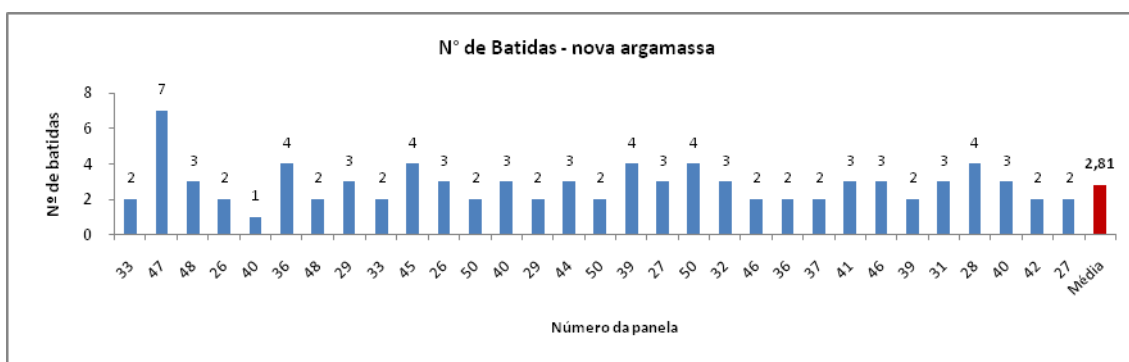


Figura 7: Acompanhamento do número de batidas para remoção do plug de argônio da nova argamassa.

Por fim, foi proposta a utilização de dois novos concretos, conforme pode ser observado na Tabela 2. Os dois novos materiais possuem uma menor nível de rebote e melhor aderência a sede de plugue, apesar de serem antagônicos eles mostraram um bom desempenho na sede de plugue. Durante os meses de agosto, setembro e metade do mês de outubro de 2011 eles foram utilizados nas sedes de plug de todas as painéis de aço.

Tabela 2: Concretos para projeção

Item	Concreto referência	Proposta 1	Proposta 2
MgO	40 %	-	88%
Al ₂ O ₃	44 %	88 %	-
M.E.A. (g/cm ³)	2,7	2,8	2,2

Como resultado principal, como pode ser observado na Figura 8, a vida da sede de plug teve um aumento significativo de 10% em relação ao ano de 2010. Pode ser observado no gráfico, que nos primeiros meses (abril, maio e junho), onde foi realizada uma alteração de procedimento, o resultado teve uma leve melhora. Nos meses seguintes, julho agosto e setembro, com a utilização de novos concretos, o resultado melhorou significativamente, superando em todos os meses a marca das oitenta corridas. No decorrer do mês de outubro, onde voltou a se utilizar o concreto convencional, o resultado chegou próximo ao primeiro trimestre do trabalho.

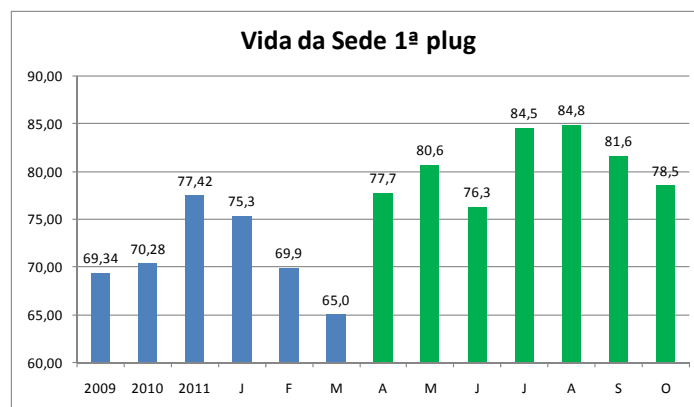


Figura 8: Variação da vida de sede de plug.

Outro resultado importante é a eliminação da troca da terceira sede, como pode ser observado na Figura 9. Após a entrada dos novos concretos nenhuma das painéis necessitou de parar pela segunda vez para troca de sede.

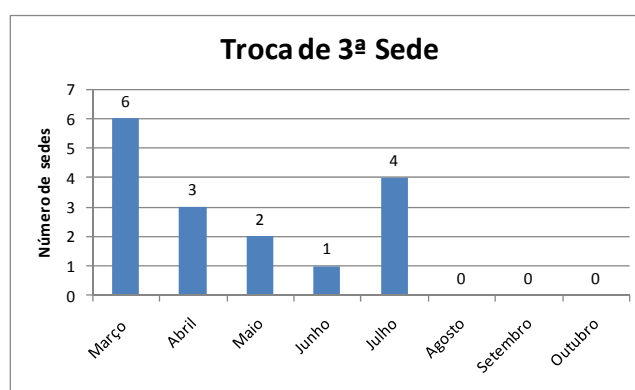


Figura 9: Gráfico das trocas de sede de plug em 2011.

Com a eliminação da troca da terceira sede a redução de custo total foi de R\$ 330 mil reais, nos quais estão inclusos a redução das compras de sede de plugue e dos materiais utilizados no reparo do fundo.

Outro aspecto importante alcançado é a disponibilidade das painéis de aço, um total de 2.860 h foi devolvido a produção com equipamentos disponíveis. O reflexo deste número é que cada painél deixou de perder três dias de operação por campanha, com resultado em melhor equilíbrio na vida das painéis.

Em relação à utilização de gás para aquecimento, resolveu-se não computar este ganho, uma vez que este gás é de coqueria e não tem custos para a metalurgia do aço.

5 CONCLUSÃO

A garantia de disponibilidade das painéis de aço é um importante fator para o escoamento de produção. O trabalho mostrou-se valoroso para a CSN, uma vez que reduziu o número de paradas das painéis de aço.

A combinação de uma análise criteriosa das tarefas dos operadores aliada ao conhecimento científico propiciou uma correta combinação de procedimento e material, tornando a atividade de projeção mais adequada às necessidades operacionais da CSN.



O modelo de previsibilidade, além de orientar nos reparos a quente, contribuiu para uma melhor gestão das panelas em operação, porque com o modelo pode-se fazer uma melhor programação da parada dos equipamentos.

Com estudo observou-se que o plano de manutenção da panela necessitava de melhorias. O trabalho atuou fortemente no monitoramento dos parâmetros e na implantação de uma rotina de manutenção preventiva. Com o controle implantando, pode-se, antes de qualquer modificação no projeto ou material da sede, realizar uma revisão completa nos procedimentos e nos materiais utilizados para reparo a quente na sede de plug. Este conjunto permitiu alcançar o resultado esperado e abrir horizontes para o desenvolvimento de um plano de manutenção sem paradas intermediárias para a panela de aço da CSN.

Agradecimentos

A todos os operadores da área de preparação de panelas que contribuíram com sugestões e ímpeto para conseguir vencer este desafio.

REFERÊNCIAS

- 1 Jansson, S, Brabie, V; Jonsson, P. "Corrosion mechanism and kinetic behavior of MgO-C refractory material in contact with CaO-Al₂O₃-SiO₂-MgO slag", Scandianavian Journal of Metallurgy, Vol.34, (2005) p. 283 - 292.