

MELHORIA DA PERFORMANCE DOS MATERIAIS REFRATÁRIOS DAS PANEIAS DE AÇO DA CSN ¹

Cesar Luiz Pereira ²
Alfredo Fonseca Veiga ³
Almir da Costa Prado Filho ⁴
Jaime Fernandes de Faria ⁵
José Newton Lopes ⁶
Marcos Dimas Sitta Pereira ⁷
Pedro Victor de Araújo ⁸
Victor Borges Mendes ⁹

Resumo

A Companhia Siderúrgica Nacional produziu até setembro de 2005, 3,9 Mt de aço líquido, operando com 3 Conversores LD em 5 diferentes rotas de tratamento metalúrgico atendendo a demanda das 3 Máquinas de Lingotamento, em um ritmo médio de produção mensal de 1900 corridas. Para atender a esta demanda houve necessidade de aumentar a disponibilidade das paineis de aço para operação e isto foi alcançado através da melhoria da performance dos materiais refratários, que proporcionaram aumento de vida da painel de aço e diminuição do tempo de parada para reparos e troca dos componentes da válvula gaveta. A vida média das paineis de aço foi aumentada de 107 corridas, em 2004, para 120 corridas, em setembro de 2005. Os tempos de parada para manutenção refratária a quente e a frio diminuíram com a eliminação das projeções em borda e linha de escória, aumento da vida dos componentes da válvula gaveta e redução do número de troca de sedes de válvula. Os resultados foram atingidos através do desenvolvimento de novos produtos refratários e algumas práticas operacionais, bem como as melhorias no projeto da painel de aço. Estes resultados também trouxeram em seu bojo uma significativa redução na geração de resíduos e conseqüentemente um impacto positivo no meio ambiente.

Palavras-chave: Painel de aço; Borda; Tijolo chapeado.

¹ Trabalho apresentado no XXXVII Seminário de Aciaria - Internacional, 21 a 24 de maio de 2006, Porto Alegre, RS

² Engenheiro Metalurgista, M.Sc., Gerência de Refratários da Metalurgia da CSN;

³ Engenheiro Metalurgista, M.Sc., Departamento de Assistência Técnica da Magnesita SA;

⁴ Técnico Metalúrgico, Gerência de Suporte Operacional da Aciaria da CSN;

⁵ Engenheiro Siderúrgico, Filial Volta Redonda da Reframax Ltda;

⁶ Técnico Metalúrgico, Gerência de Vendas Volta Redonda da Magnesita SA;

⁷ Químico, M.Sc., Gerência de Vendas Volta Redonda da Magnesita SA;

⁸ Técnico Metalúrgico, Gerência de Suporte Operacional da Aciaria da CSN.

⁹ Gestor de Materiais, Filial Volta Redonda da Reframax Ltda;

1 INTRODUÇÃO

A CSN opera com 13 painéis em ciclo e 5 em aquecimento prontas para atender a demanda dos Conversores e transportar aço líquido para as 3 Máquinas de Lingotamento Contínuo, através de 5 diferentes rotas de produção. Para garantir de forma eficiente a disponibilidade das painéis de aço para a Aciaria a performance dos materiais refratários que compõem a panela, ou seja, revestimento refratário de trabalho da parede e fundo, sede de válvula e componentes refratários da válvula gaveta, são extremamente importantes.

A vida do revestimento refratário em 2004 era de 107 corridas e com o desenvolvimento de novos produtos e modificações no projeto da panela, a vida média aumentou para 120 corridas em 2005.

A sede de válvula era trocada, de acordo com o desgaste e residual mínimo de segurança, em torno de 70 corridas. Isto trazia como transtorno a indisponibilidade da panela de aço em ocasiões inesperadas faltando previsibilidade no uso das painéis. As mudanças de materiais refratários, projeto e técnicas de reparo fizeram com que a vida da sede de válvula, aumentasse de cerca de 70 para 110 corridas, e na grande maioria dos casos acompanhasse a vida das painéis de aço.

No caso dos componentes da válvula gaveta, em particular a placa deslizante, a melhoria da performance foi atingida explorando todo o potencial da placa, mudando sua vida limite de 6 para 8 corridas. Para a válvula superior a vida média subiu de cerca de 10 para 12 corridas. Estes desenvolvimentos além de aumentarem a disponibilidade da panela de aço, diminuiram o esforço do operador no manuseio destes componentes uma vez que reduziu o número de trocas.

Finalmente, entre os desenvolvimentos que foram realizados no decorrer de 2005, ressalta-se inclusive como inovador, o chapeamento metálico do tijolo da borda da panela. Frequentemente os tijolos da borda caíam durante a operação gerando necessidade de projeção com material básico e causando atraso no vazamento da corrida. Com a introdução deste produto a projeção da borda foi completamente eliminada.

Estes resultados também trouxeram em seu bojo uma significativa redução na geração de resíduos e conseqüentemente um impacto positivo no meio ambiente.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 Aumento da Vida do Revestimento Refratário

O aumento da vida do revestimento refratário da panela de aço foi possível através da estabilização do tijolo refratário na borda da panela e da exploração do potencial do revestimento refratário.

A queda dos tijolos da borda da panela de aço trazia como conseqüência, além do atraso na disponibilidade da mesma, insegurança quanto à utilização da panela por campanhas mais prolongadas e infiltração de aço entre o revestimento de trabalho e o permanente. A Figura 1 mostra a queda da fiada da borda de uma panela de aço que teve sua campanha encerrada por este motivo.



Figura 1. Queda de tijolo da borda da panela de aço.

A solução deste problema foi aumentar a estabilidade dos tijolos nesta região através da colocação de uma chapa metálica colada na face lateral dos tijolos (juntas verticais) da última fiada. A Figura 2 traz um desenho esquemático que mostra a alteração de projeto com a introdução do chapeamento metálico.

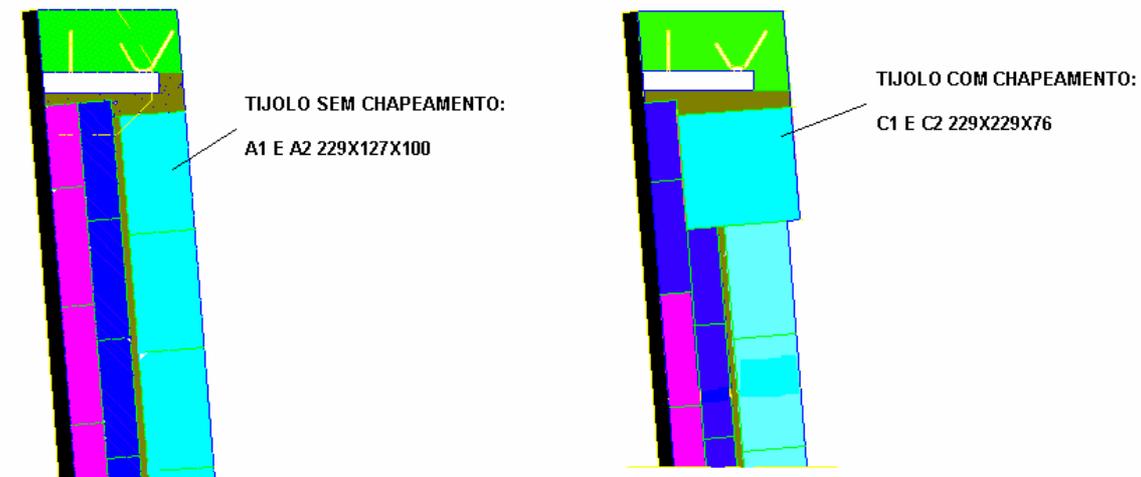


Figura 2. Desenho esquemático da mudança do projeto e introdução do chapeamento metálico.

A colocação do chapeamento metálico entre os tijolos, permite a formação de magnésio-wustita (FeO.MgO) pela reação química entre a chapa metálica oxidada e o MgO contido no tijolo refratário. Esta teoria foi confirmada através da Difração de Raios X (DRX) de amostras de material aderido à chapa metálica, onde foi detectada a presença de wustita. A Figura 3 traz fotos dos tijolos com e sem chapeamento metálico.

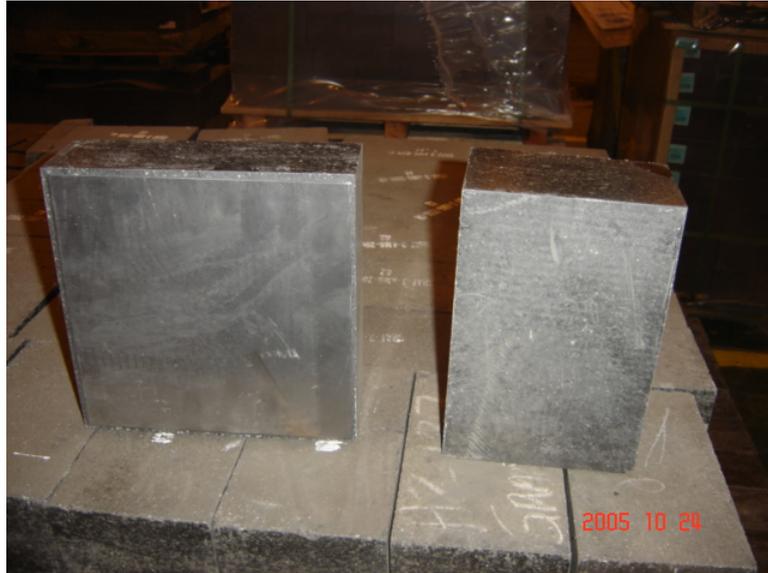


Figura 3. Tijolos com e sem chapeamento metálico.

A Figura 4 mostra uma panela após término da campanha em que foram utilizados tijolos chapeados na borda e não apresentou necessidade de projeção nesta região.



Figura 4. Panela em fim de campanha com tijolos com chapeamento metálico.

Depois de solucionado o problema da queda dos tijolos da borda decidiu-se explorar o potencial do revestimento refratário das panelas de aço. Isto foi realizado medindo-se a espessura dos tijolos em fim de campanha e estimando-se a vida potencial de tal forma que o revestimento de trabalho atingisse o mínimo de 10 mm de residual na parede e 50 mm no fundo.

As medidas foram coletadas nas 16 fiadas da parede, nos pontos mais críticos do revestimento da panela, ou seja, sopro de argônio, basculamento de escória e ponto quente do forno panela. Para o fundo o critério utilizado foi a tomada de 5 medidas na zona de impacto.

2.2 Aumento da Vida da Sede de Válvula

Para as sedes de válvula o trabalho consistiu na alteração dos projetos dimensional e qualitativo e ajuste nos procedimentos operacionais.

Além de alterar o projeto dimensional da sede ajustando a altura de 368 para 462 mm, foram testados diferentes produtos refratários com intuito de aumentar a resistência à corrosão por escória e metal líquido. Entre os produtos testados foi aprovado o material de Alumina-MgO ($\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{MgO}$) que apresentou a menor taxa de desgaste (0,68 mm/corrida), substituindo o material de rotina à base de Alumina cuja taxa de desgaste era de 2,21 mm/corrida.

Em paralelo com a implantação do novo produto, ajustou-se o procedimento de projeção a quente da sede de válvula que anteriormente era realizado a cada 12 corridas e passou a ser realizado a cada troca de placas, ou seja, a cada 7 corridas em média.

2.3 Aumento da Vida das Placas Deslizantes e Válvula Superior

O aumento da vida das placas deslizantes e da válvula superior foi obtido através de ajustes nas práticas operacionais, explorando o potencial da placa até o limite de segurança determinado pelo teste de fumaça, limitando a pressão de oxigênio para limpeza do canal de vazamento em 5 kgf/cm^2 e reparando a quente o canal de vazamento da válvula superior com argamassa básica nas trocas de placas.

A Figura 5 mostra a parede interna da válvula superior desgastada pelo ataque do $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ gerado durante a limpeza do canal de vazamento com vara de oxigênio. Esta é a região da válvula superior que recebe o reparo à quente mencionado anteriormente.



Figura 5. Desgaste da parede interna da válvula superior.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Aumento da Vida do Revestimento Refratário

O primeiro resultado significativo com a introdução de tijolos com chapeamento metálico na borda da panela foi a redução da projeção a quente nesta região. Isto pode ser observado através da redução do consumo da massa de projeção mostrado na Figura 6.

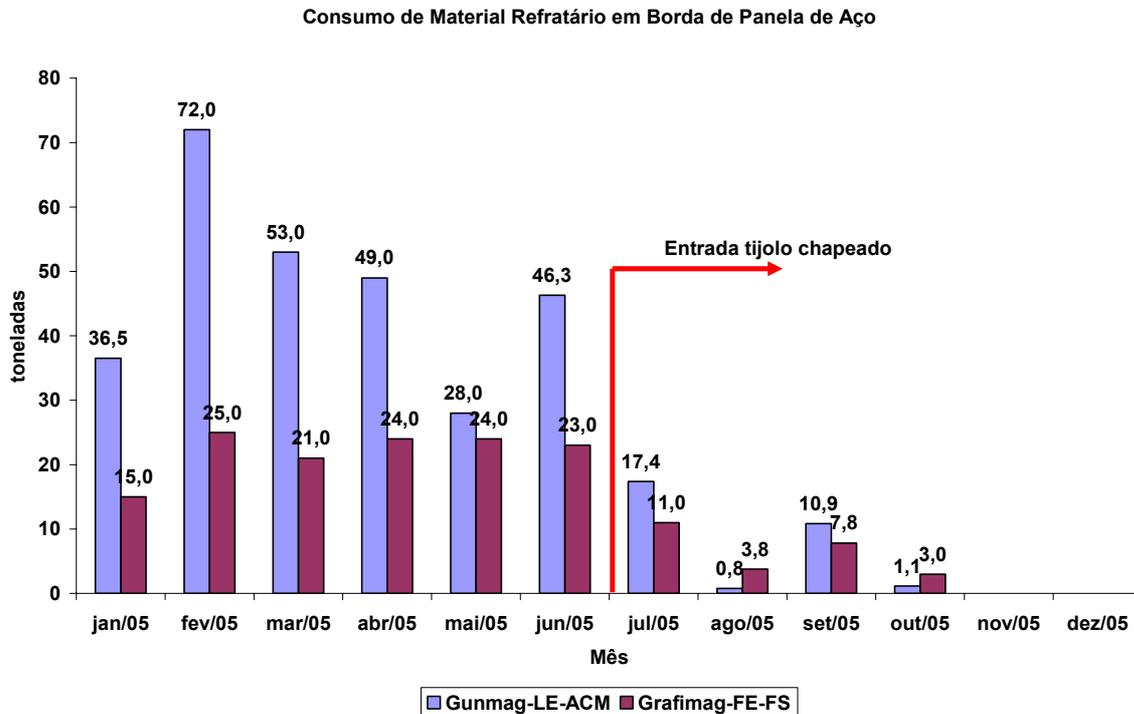


Figura 6. Consumo de massa de projeção e tijolos na borda das panelas de aço.

Com a estabilização do revestimento refratário da borda da panela procedeu-se a análise da taxa de desgaste dos tijolos da parede e fundo o que permitiu aumentar a vida limite da panela de 115 para 120 corridas e posteriormente de 120 para 125 corridas.

A Figura 7 mostra o comportamento da espessura dos tijolos de trabalho ao longo da altura da panela. A instabilidade dos tijolos da borda é novamente retratada através da ausência dos tijolos nas fiadas 15 e 16 quando a panela tinha vida limite de 115 corridas. A figura também mostra que, com o advento do chapeamento metálico, mesmo para vida limite das panelas em 120 e 125 corridas, os tijolos de trabalho se mantêm estáveis na borda e com residuais da ordem de 30 e 20 mm, respectivamente. Observa-se, como era de se esperar, que à medida que se aumentou a vida limite da panela ocorreu a diminuição da espessura residual dos tijolos, mas obedecendo os residuais de segurança de 10 mm na parede e 50 mm no fundo.

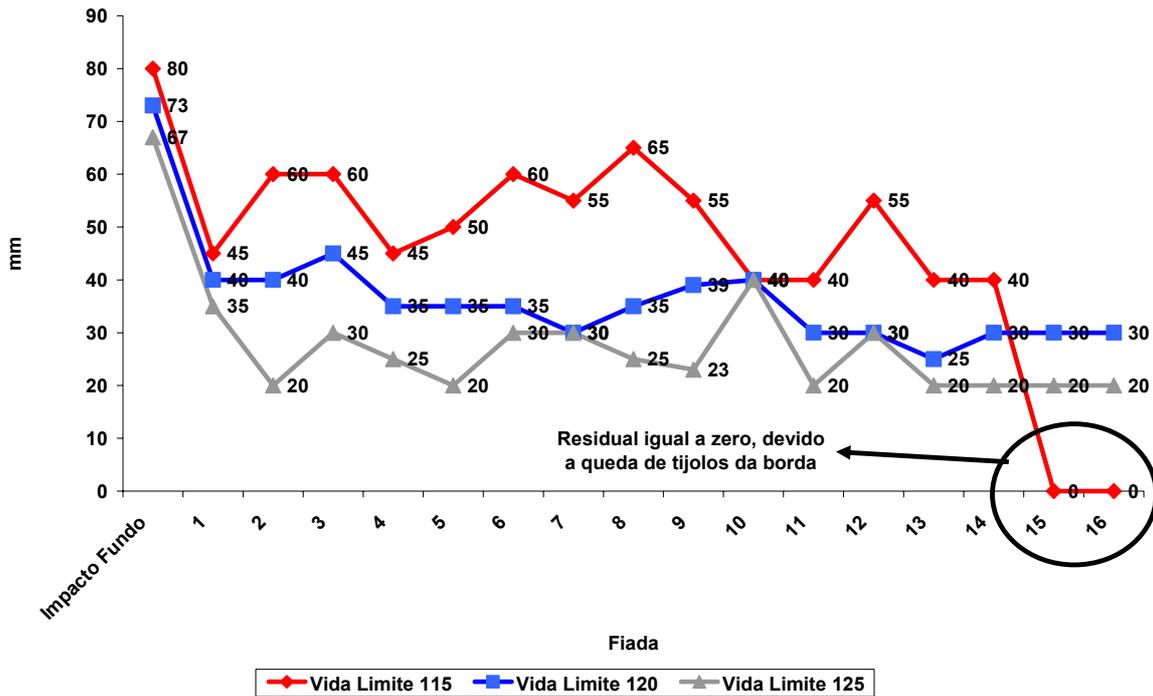


Figura 7. Espessura residual dos tijolos de trabalho da parede e do fundo.

A Figura 8 apresenta a evolução da vida das painéis de aço, destacando-se o aumento de 107,6 corridas em 2004 para valores de 120 corridas no final de 2005.

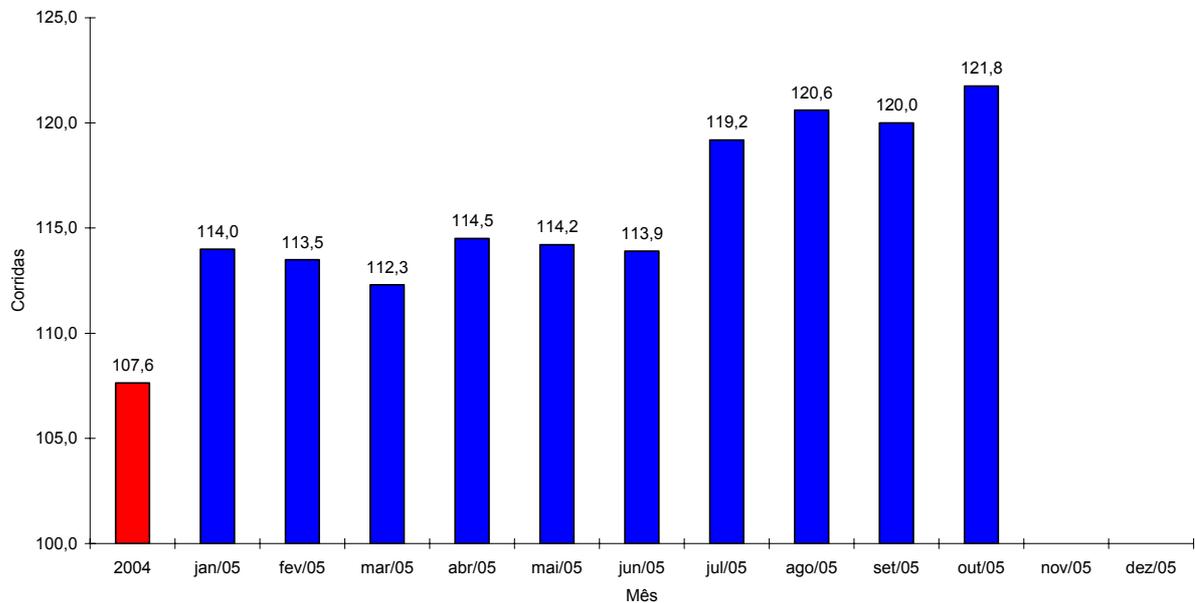


Figura 8. Vida das painéis de aço em 2004 e 2005.

3.2 Aumento da Vida da Sede de Válvula

A Figura 9 traz a evolução da vida da sede de válvula em função dos desenvolvimentos de produto e alteração das práticas operacionais.

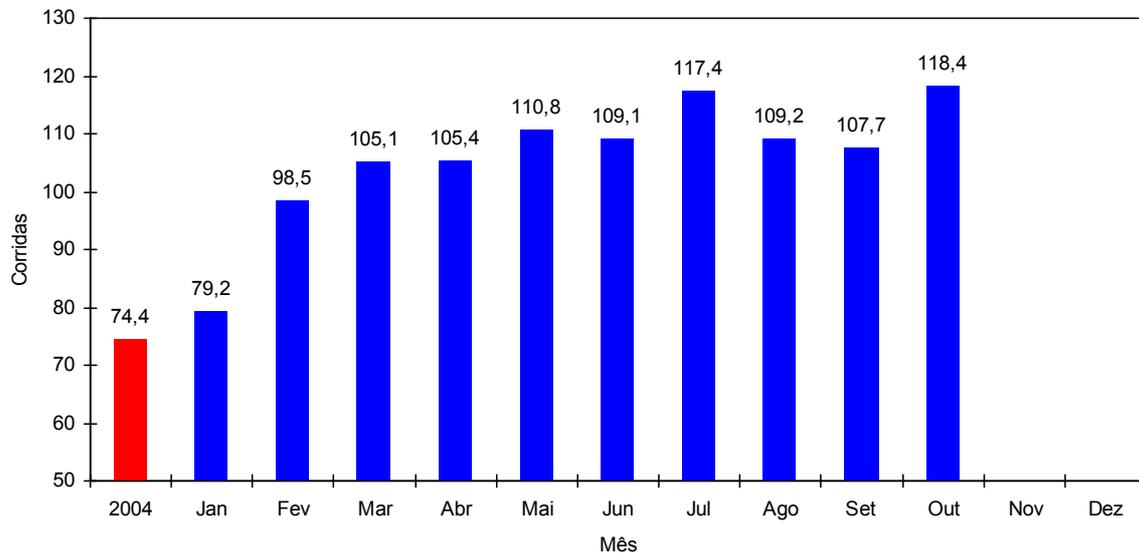


Figura 9. Vida das Sedes de Válvula em 2004 e 2005.

Com o aumento da vida das sedes de válvula o número de trocas caiu conforme Figura 10.

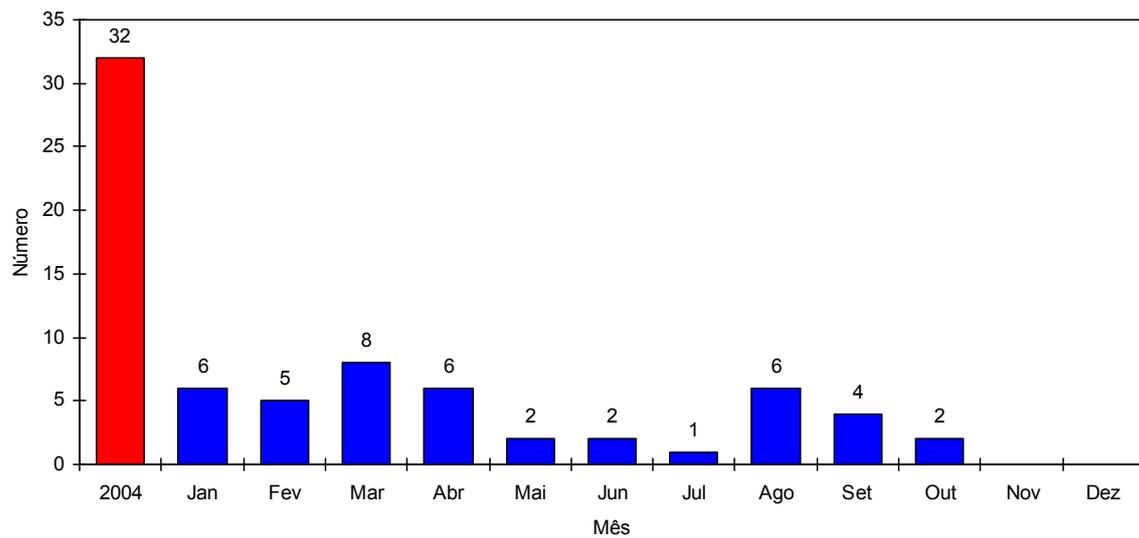


Figura 10. Número de troca de sedes de válvula em 2004 e 2005.

3.3 Aumento da Vida das Placas e Válvulas Superiores

O comportamento da vida das placas pode ser visto na Figura 11, evidenciando o aumento do limite de utilização da placa de 6 para 8 corridas.

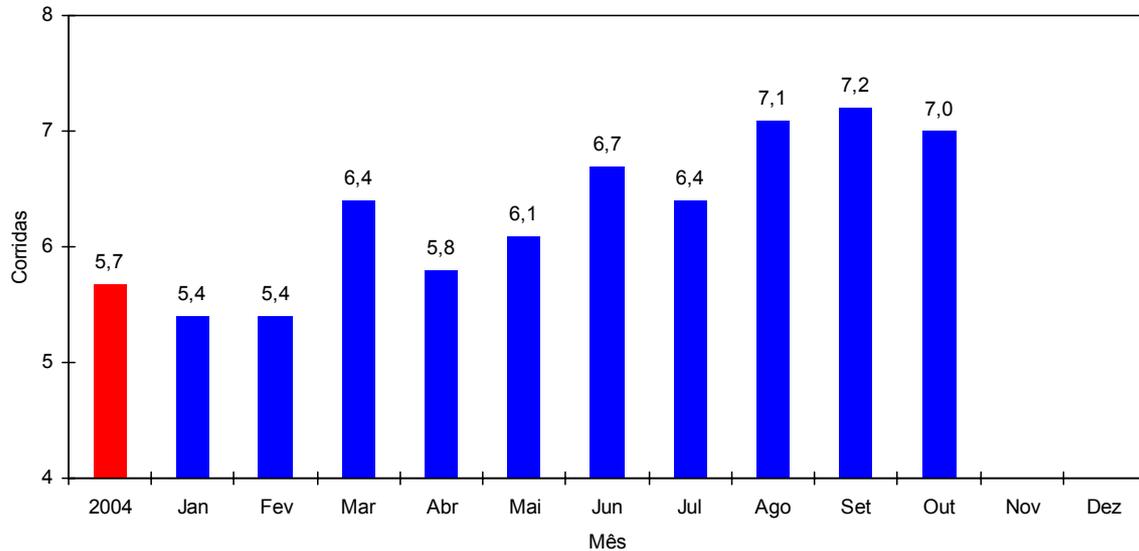


Figura 11. Vida das Placas do Sistema de Válvula Gaveta.

O aumento da vida das placas deslizantes mostrado acima aliado à alteração da prática operacional proporcionou o aumento da vida da válvula superior conforme mostrado na Figura 12.

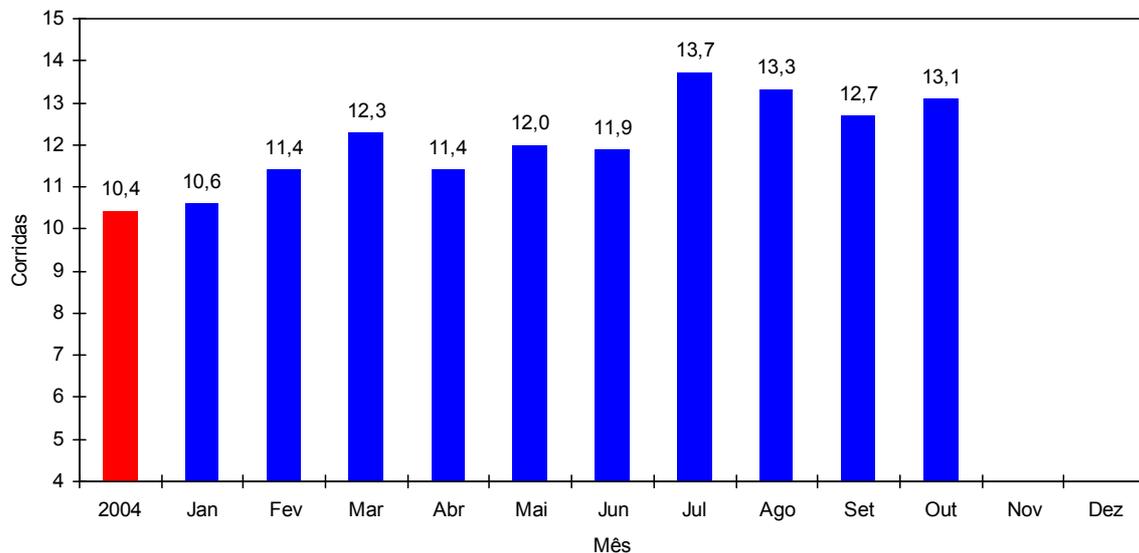


Figura 12. Vida das Válvulas Superiores do Sistema de Válvula Gaveta.

3.4 Redução do Atraso no Vazamento por Falta de Panela

Todos os desenvolvimentos realizados e apresentados neste trabalho tiveram como um dos objetivos aumentar a disponibilidade das panelas de aço para vazamento, ou seja, diminuir o tempo de atraso no vazamento do Conversor por falta de panela. O controle do tempo de atraso no vazamento do Conversor é feito mensalmente de forma cumulativa e a Figura 13 mostra a evolução deste tempo ao longo dos anos. Destaca-se a diminuição significativa do tempo de atraso do vazamento do Conversor em função da evolução da performance dos refratários da panela. Mas vale ressaltar que outras ações implementadas, tais como a introdução das células como modelo gerencial e a unificação do trabalho dos ativadores de panelas no ciclo e fora do ciclo, também contribuíram para atingir este resultado.

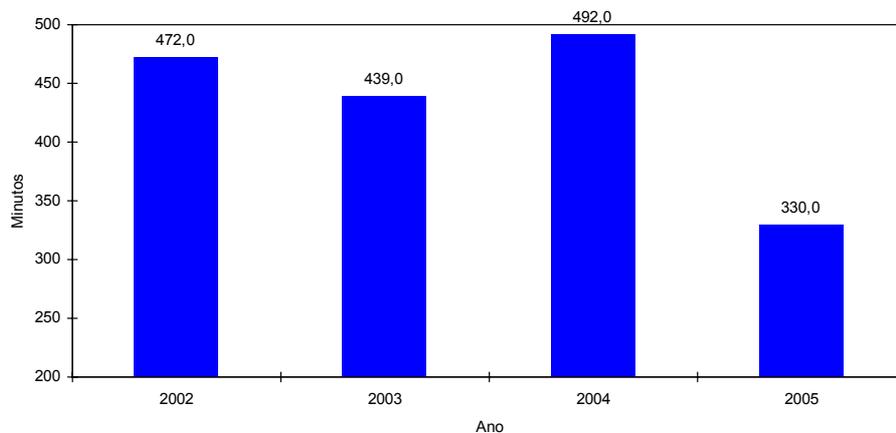


Figura 13. Tempo de atraso no vazamento do Conversor para a Panela de Aço.

3.5 Redução na Geração de Resíduos

O somatório dos resultados dos desenvolvimentos trouxe benefícios ao meio ambiente através da redução na geração de resíduos, cerca de 63 t/mês, detalhada na Figura 14.

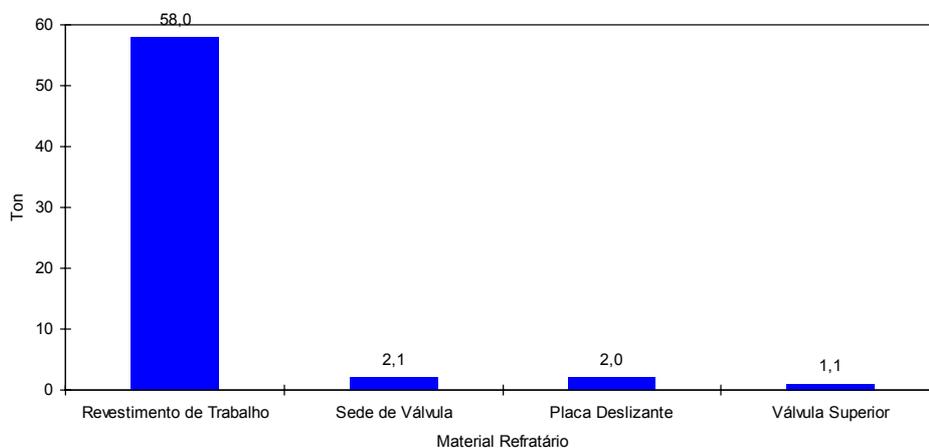


Figura 14. Redução da geração de resíduos.

3.6 Melhoria das Condições de Trabalho

A melhoria da performance dos materiais refratários também trouxe como benefício direto a redução do número de vezes em que os funcionários transportavam tijolos, placas deslizantes e válvulas superiores.

Na montagem do sistema de válvula gaveta foram reduzidos os manuseios de 90 placas deslizantes (22 kg/peça) e 45 válvulas superiores (24 kg/peça) por mês, enquanto na panela de aço foram reduzidos, por mês, as movimentações de cerca de 4.000 tijolos (14,5 kg/peça).

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do tijolo chapeado eliminou a projeção de borda.

Com a estabilidade dos tijolos da borda pode-se explorar a vida limite da panela de aumentando-a em 13%.

Para a sede de válvula o desenvolvimento de produto, projeto e procedimentos operacionais permitiram o aumento da vida em 45%. Com isto o número de paradas da panela para troca de sede reduziu significativamente, contribuindo para aumentar a disponibilidade da panela.

Os ajustes nos procedimentos de inspeção e reparo da válvula interna permitiram aumentar a vida da válvula em 22% e as placas deslizantes em 26%.

Os resultados apresentados trouxeram como principais benefícios:

- Contribuiu substancialmente na redução de 33% no tempo de atraso do vazamento do LD por falta de panela de aço;
- .A diminuição do manuseio de placas deslizantes, válvulas superiores e tijolos, melhorando as condições de trabalho através da redução do esforço físico;
- A redução da geração de resíduos em cerca de 63t/mês.

Agradecimentos

A Equipe agradece às empresas por acreditarem nos trabalhos que foram desenvolvidos e a todos os colaboradores pela participação nos projetos.