

REDUÇÃO DO TEMPO DE REPARO GERAL DOS CONVERSORES LD-KGC DA CSN⁽¹⁾

*Cesar Luiz Pereira⁽²⁾
Carlos Roberto Silva⁽³⁾
Rafael José Cardoso⁽⁴⁾
Luis Antônio Muniz Ferreira⁽⁵⁾*

Resumo

O trabalho ora apresentado deteve-se em vários desenvolvimentos voltado para a exiguidade do tempo de reparo geral dos conversores. Constatou-se que anteriormente não havia preocupação com relação a este tempo devido a folga operacional neste equipamento e nesta época operava-se com 2 conversores ficando 1 em stand by a frio. Diante dos desafios propostos de produção, a Aciaria foi desenvolvendo novas práticas operacionais para atender as mudanças nos modelos de produção, passando a trabalhar com 2 conversores e 1 em stand by a quente, até atingir a prática atual de operação simultânea com 3 conversores. Portanto, reduzir o tempo de parada dos conversores para o reparo geral tornou-se uma das prioridades para a concretização dos novos resultados. Este trabalho tem a finalidade de mostrar os desenvolvimentos que foram feitos em algumas atividades do reparo geral, objetivando mudanças técnicas de procedimentos que possibilitaram atuar com segurança, otimização do tempo e qualidade nas atividades, entre elas destacando-se: a alteração nos equipamentos e procedimentos de demolição, de resfriamento do revestimento dos conversores e mudanças no projeto do revestimento e nos procedimentos de montagem. Estas alterações conduziram para a expressiva redução de mais de 35% no tempo de reparo geral.

Palavras-chave: aciaria, conversor, reparo geral, refratário

(1) Trabalho a ser apresentado no XXXVI Seminário de Fusão, Refino e Solidificação dos Metais

(2) Engenheiro Metalúrgico da Gerência de Refratários da Companhia Siderúrgica Nacional - clpereira@csn.com.br

(3) Técnico Metalúrgico da Gerência de Refratários da Companhia Siderúrgica Nacional - crsilva@csn.com.br

(4) Técnico Metalúrgico da Gerência de Aciaria da Companhia Siderúrgica Nacional - rafael.cardoso@csn.com.br

(5) Técnico Metalúrgico da Gerência de Suporte Operacional da Companhia Siderúrgica Nacional - lamuniz@csn.com.br

1 INTRODUÇÃO

O reparo geral dos conversores é uma combinação de atividades operacionais (preparação do conversor para o reparo,...), mecânicas (abrir e fechar a coifa móvel, troca do anel da boca,...) e de refratário (resfriamento, demolição, revestimento,...). Desta forma, o sucesso na redução no tempo de reparo não se restringe a apenas uma área de atuação, mais a um somatório de esforços em todas as áreas envolvidas, com todas as empresas contratadas que participam deste processo.

Há anos o tempo de reparo geral dos conversores não tem sido o caminho crítico para o atingimento das metas de produção da Aciaria, entretanto, com os novos desafios constatou-se que a redução nos tempos gastos nos reparos tornava-se muito importante para a conquista destes novos resultados. O Gráfico 1 em anexo, mostra a crescente produção de aço líquido nos últimos anos.

Observa-se que a partir de 2003, com a alteração na prática operacional, trabalhando com 3 conversores simultaneamente, a Aciaria atingiu resultados bastante significativos, superiores a 5.400.000 ton /ano

A Figura 2, apresenta os tempos médios (dias) para fazer os reparos gerais dos conversores ao longo dos anos.

Estes tempos se referem ao período entre a data de parada do conversor para reparo e o início de operação. Da entrada em operação da Aciaria (1977) até 2001, operava-se com 2 conversores e 1 em stand by a frio, em 2002 trabalhava-se com 2 conversores em operação e 1 em stand by a quente e a partir de 2003 com 3 conversores simultâneamente.

2 DESENVOLVIMENTO

Uma análise criteriosa dos serviços que compunha o reparo geral mostrou que se houvesse mudanças nas diretrizes gerenciais e desenvolvimentos técnicos nas atividades poderia se obter uma redução significativa no tempo de reparo. A introdução de uma equipe de acompanhamento 24 horas, a contratação e o desenvolvimento de uma empresa para fazer o resfriamento do conversor e ajustes na gestão do revestimento foram algumas alterações introduzidas no reparo. Tomando os futuros trabalhos como base, elaborou-se uma nova sequência de atividades com a respectiva expectativa de redução de tempo. A ordem das atividades entre o fim da campanha do conversor (vazamento da última corrida no forno) e o carregamento da 1° corrida mudou significativamente. A Figura 3, mostra a sequência de atividades do reparo geral do conversor antes e após estes desenvolvimentos, com o tempo médio gasto em cada atividade e o respectivo tempo objetivado.

Podemos observar que nos reparos anteriores, atividades que tinham como sequência: resfriamento, demolição e troca de ventaneiras, foram ,trocadas para: demolição, troca de ventaneiras e resfriamento.

2.1 Limpeza da Boca e Chapa Defletora do Conversor e Remoção da Escória da Parede do Conversor

Ao parar o conversor para reparo geral, uma das funções da operação é entregar o equipamento limpo para a manutenção iniciar o reparo e para tal, faz-se necessário limpar a boca e a chapa defletora do conversor. Esta atividade antigamente era feita após a parada do conversor, porém, atualmente ela é distribuída nos intervalos de corridas que antecedem a parada, de tal forma que não haja interferência no processo produtivo e que ao parar o conversor estas regiões estejam praticamente limpas.

A remoção da escória aderida no revestimento é uma preparação para a atividade seguinte que é a demolição do refratário, portanto, a limpeza do revestimento interfere diretamente no resultado da demolição.

No passado o procedimento para esta atividade era manter a escória da última corrida no forno e fazer o sopro de oxigênio sobre esta. Com a movimentação e a redução do ponto de fusão da escória ocorria a remoção da mesma que estava aderida à parede do forno.

Atualmente esta atividade inicia com 10 corridas antes de parar o conversor reduzindo-se a quantidade de fundentes adicionados durante a corrida. Desta forma, a escória desenvolvida durante processo tem um ponto de fusão mais baixo, ajudando a refundir a escória aderida a parede.

2.2 Demolição do Revestimento Refratário

A demolição do revestimento refratário de trabalho do conversor era feita após o resfriamento do forno e com o revestimento a temperatura ambiente. Neste caso, usava-se a gradal de ponteiro para fazer um corte/quebra no revestimento a um ângulo entre 0° e 30° com a horizontal. Devido a dificuldade de controlar o movimento e a posição do ponteiro era comum cortar/quebrar trechos do revestimento permanente.

Com o constante impacto para quebrar e remover o tijolo de trabalho (característica do equipamento) freqüentemente derrubava-se todo o revestimento permanente do cilindro e do cone. Desta forma, o equipamento para a demolição foi trocado para a gradal de “unha” cujo objetivo é descalçar o tijolo (um, dois, três) provocando apenas a queda de parte da fiada do revestimento de trabalho.

Com a implantação da técnica de demolição a quente, feita independente da temperatura do revestimento de trabalho do conversor, fez-se necessário fazer algumas mudanças no equipamento, tais como:

1. proteção contra calor das tubulações da lança;
2. aumento da lança;
3. proteção contra calor das mangueiras;
4. grade de proteção da cabine;
5. faróis especiais;
6. registro nas tubulações da linha hidráulica;

7. rompedor hidráulico para alta temperatura;
8. unha mecânica;
9. kit para acionamento hidráulico;
10. parabrisa duplo.

Como a lança do equipamento trabalha o tempo todo dentro do forno quente, ela aquece muito sendo comum de 20 em 20 minutos parar a demolição para fazer o resfriamento com água. Para garantir o conforto térmico do operador é feita a refrigeração da cabine com ar condicionado, sem a qual não seria possível realizar esta atividade, figura 4.

As Figuras 5 e 6 a seguir mostram os 2 procedimentos de demolição “a frio” e “a quente”. Como o procedimento de demolição a frio usava a gradal de ponteiro o tempo para realizar esta atividade era superior ao de demolição a quente que utiliza a gradal de unha.

2.3 Resfriamento do Conversor

É de conhecimento de todos que quanto menor a quantidade de energia existente no ambiente a ser resfriado, menor será o tempo de resfriamento. Portanto, ao remover a grande massa térmica de dentro do forno (revestimento de trabalho) o tempo de resfriamento reduziu drasticamente.

Anteriormente, após a lavagem do conversor e limpeza da chapa defletora iniciava-se o resfriamento do mesmo, colocando um ventilador de 50 CV em frente ao conversor na horizontal e soprando durante 30 horas. A Figura 7 mostra o resfriamento na horizontal com um conversor ainda rubro, justificando o elevado tempo de resfriamento do revestimento de trabalho, proteção e carcaça do conversor.

Atualmente temos uma empresa contratada para os serviços de resfriamento do conversor e conforto térmico para os operadores, pedreiros refratários e mecânicos.

O resfriamento do forno é feito com o mesmo na vertical (Figura 8), após a retirada e colocação dos anéis da boca, e utiliza-se 4 ventiladores de 40 CV interligados com mangote que são colocados dentro do forno, soprando e fazendo o resfriamento. Em paralelo ao resfriamento promove-se o conforto térmico dos mecânicos que trabalham próximo à carcaça do forno, executando-se também um resfriamento secundário.

2.4 Revestimento refratário

Com relação ao revestimento refratário, existiram uma série de modificações envolvendo, projetos de peças refratárias, procedimentos de montagem, sequência de abastecimento de padiolas e montagem do revestimento,... que culminaram com uma expressiva redução no tempo de revestimento, entre as quais, podemos destacar:

2.4.1 Pré-montagem do furo de corrida

Antigamente quando o revestimento de trabalho atingia a altura do furo de corrida, parava-se a atividade de revestimento para fazer a montagem do mesmo. Atualmente faz-se a pré-montagem do furo de corrida em paralelo com a montagem do revestimento de trabalho que está acontecendo no fundo do conversor.

A Figura 9, mostra o furo de corrida pré-montado na sua posição de trabalho.

2.4.2 Mudança no procedimento de marcação das peças da frente e atrás das ventaneiras

Na montagem do fundo do conversor, na região das ventaneiras do KGC, como não se consegue coincidir o anel do revestimento de trabalho com a sede da ventaneira, há necessidade de cortar peças (tijolo) nas dimensões adequadas para fazer este fechamento.

Anteriormente as medidas das peças que seriam cortadas para fazer o fecho eram tomadas com compasso de madeira e depois transferidas para as peças que se encontravam no local de montagem. Estas peças eram colocadas no elevador e levadas para a máquina de corte sendo depois retornadas para o conversor. Montava-se um fecho, tirava-se novas medidas para cortar outro fecho e assim por diante. Isto demandava muito tempo além do risco de marcação e corte errados.

Atualmente as medidas são marcadas num gabarito de papelão que engloba todas as peças relativas ao fecho da ventaneira que está sendo medida. As medidas do gabarito são transferidas para as peças a serem cortadas que se encontram próximo a máquina de corte. Desta forma, corta-se todos os fechos da ventaneira de uma só vez, que são transferidos ao mesmo tempo para dentro do conversor para dar continuidade a montagem do revestimento.

A Figura 10, mostra o procedimento de marcação do fecho de todas as peças em frente da ventaneira em um gabarito de papelão.

2.4.3 Alteração no projeto das peças em frente e atrás das ventaneiras

O projeto antigo previa 4 e 6 peças de refratário em frente e atrás das ventaneiras, respectivamente. Um novo projeto foi desenvolvido reduzindo as quantidades de 4 para 3 e 6 para 5 peças. Desta forma, reduziu-se o tempo gasto na preparação dos fechos das ventaneiras, diminuindo-se a quantidade de cortes e de peças para montagem nesta região.

As Figuras 11 e 12 mostram os projetos antigo e atual das peças em frente e atrás das ventaneiras.

2.4.4 Pré-montagem do fundo até o 5° anel

Um outro caminho encontrado para reduzir o tempo de montagem dos primeiros anéis do fundo do conversor foi fazer a pré-montagem e numeração destas peças. Nesta fase da montagem, após a centralização do pinhão central, a montagem até o 5° anel ocorre de uma forma rápida e sem erros.

A Figura 13 mostra uma padiola com o pinhão central pré-montado com os anéis.

2.4.5 Repadiolamento

Durante a montagem do revestimento de trabalho do conversor movimentam-se em torno de 460 toneladas de material, ou seja, mais de 200 padiolas são colocados no interior do conversor. Antigamente as padiolas entravam no conversor da mesma forma que chegavam na Aciaria, ou seja, com a mesma quantidade de tijolos. Durante a montagem do conversor retirava-se os tijolos destas padiolas que seriam utilizados nas fiadas e o que sobrava retornava para fora do conversor, gerando um contra fluxo no processo de abastecimento, além do risco de utilizar uma peça não indicada para aquela posição na fiada.

Com o repadiolamento, organizou-se a padiola de forma que seja utilizado a quantidade exata de peças naquelas fiadas que estão sendo montadas, figura 14. Este material ao ser posicionado para entrar no conversor na quantidade correta, reduz a quantidade de material dentro do forno e também o erro de não seguir o projeto, portanto aumentando a velocidade de montagem das fiadas.

2.4.6 Sequência de abastecimento das padiolas;

Como comentado anteriormente, mais de 200 padiolas são movimentadas durante a montagem do revestimento de trabalho. Portanto, a sequência de entrada das padiolas dentro do conversor é muito importante para garantir o cumprimento do projeto do revestimento refratário durante a montagem e evitar o retorno de padiolas de dentro do forno (retrabalho). A numeração das padiolas (Figura 15) é feita após a fase de repadiolamento e depende do projeto do revestimento.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Limpeza da Boca e Chapa Defletora do Conversor e Remoção da Escória da Parede do Conversor

Os procedimentos atuais para limpeza da carcaça e da parede refratária do conversor mostrou ser mais eficiente que o anterior porque além de reduzir o tempo desta atividade em 50%, ou seja, passou de 8 horas para 4 horas (média), remove-se no caso do refratário praticamente toda a escória do fundo e do cilindro do forno, facilitando a demolição do revestimento refratário.

3.2 Demolição do Revestimento Refratário

Com a demolição feita a quente, o revestimento permanente encontra-se expandido e como consequência tem maior estabilidade durante esta atividade. Desta forma, um grande benefício que se obteve com a demolição a quente foi a recuperação do revestimento permanente do conversor (Figura 16) e como vantagem direta a redução do tempo de montagem do revestimento. Comparando-se as 2 situações, demolição a quente e a frio, obteve-se um ganho médio de 10

horas no tempo de montagem do revestimento quando conseguimos recuperar todo o permanente.

Quando se fala em demolição a quente a primeira idéia que se tem é que o tempo de demolição aumentou devido a maior dificuldade de realizar esta atividade. Entretanto, com a utilização de um equipamento mais adequado à demolição (gradal de unha), o tempo reduziu à metade, passando de 7 horas para 3,5 horas em média.

Além disso, um outro benefício da demolição a quente é permitir um maior grau de liberdade na movimentação do conversor após demolição com um menor risco de queda do permanente.

3.3 Resfriamento do conversor

Ao remover a grande massa térmica (revestimento de trabalho) de dentro do conversor tivemos uma expressiva redução no tempo de resfriamento. Antigamente o resfriamento iniciava logo após a limpeza da chapa defletora, com o conversor ainda rubro, a uma temperatura superior a 800°C e nesta situação gastava-se 30 horas para reduzir a temperatura interna para 35°C.

Atualmente o resfriamento inicia após a troca das ventaneiras, com o revestimento permanente a uma temperatura máxima de 160°C e é feito em 10 horas em média para atingir uma temperatura entre 35°C e 40°C.

3.4 Revestimento refratário

Todos os novos procedimentos e desenvolvimentos apresentados anteriormente, trouxeram na íntegra, a redução no tempo de montagem do revestimento de 96 horas para 54 horas (44%), a melhoria na qualidade de montagem e o aumento de segurança das atividades do reparo.

Fazendo a pré-montagem do furo de corrida em paralelo com a montagem do fundo do conversor, ganha-se no tempo de pré-montagem e não interrompe a montagem do revestimento quando se chega ao furo de corrida. De outra forma, haveria necessidade de interromper a montagem, entregar o conversor para a manutenção prender o tubo do canal, fazer a montagem do furo de corrida para dar continuidade ao revestimento.

Um dos pontos críticos na montagem do fundo do conversor está no corte, que é necessário fazer nas peças que entram na frente e atrás das ventaneiras. Com o desenvolvimento do procedimento de marcação e a alteração no projeto destas peças, reduziu-se significativamente o tempo desta atividade, porque, além de aumentar a velocidade da marcação das peças a serem cortadas, reduziu-se a movimentação e a quantidade das mesmas.

Com a pré-montagem do pinhão central até o 5° anel, diminuiu-se este tempo de montagem porque as peças chegam em suas posições corretas e além disso numeradas para garantir que não haverá desvios na montagem.

Com a organização das padiolas (repadiolamento, numeração) ocorreu uma expressiva redução na movimentação de material pelo elevador e pela área. Com o repadiolamento as padiolas entram no conversor na quantidade exata de material a ser utilizado naquele momento. Com a numeração das padiolas o

abastecimento é feito na ordem correta, evitando o retorno de padiola com material o que gera um grande contra - fluxo no processo.

A tabela abaixo mostra uma composição entre os tempos das atividades que foram apresentadas no trabalho.

Atividade	Tempo (horas)		
	Antes	Objetivo	Atual
Limpeza da boca, chapa defletora e da parede refratária do conversor	8	4	4
Demolição do revestimento	7	6	3,5
Resfriamento do conversor	30	12	10
Revestimento refratário	96	56	54
TOTAL (horas)	141	78	71,5

Como podemos observar, tivemos uma expressiva redução nos tempos das atividades, e em todos os casos conseguimos atingir resultados acima do objetivado. O tempo total destas atividades antes do reparo era de 141 horas e o tempo objetivado de 78 horas e nós conseguimos atingir a marca de 71,5 horas, representando 49% de redução no tempo total.

4 CONCLUSÃO

Estudos foram feitos e implantados objetivando o aprimoramento de técnicas bem como ações inovadoras no procedimento rotineiro, visando uma expressiva melhoria nas atividades que compõem o reparo. As técnicas utilizadas anteriormente estavam fossilizadas diante da necessidade de otimização do tempo, segurança e qualidade.

Finalizando este trabalho pode-se responder as questões propostas neste estudo:

1. Constata-se que os desenvolvimentos realizados nas atividades de: remoção da escória da parede do conversor, demolição do revestimento refratário, resfriamento do conversor e revestimento refratário, permitiu reduzir o tempo de reparo total do conversor em mais de 35%, fornecendo um potencial de ganho no ano de 40 corridas.

Além disso, constatou-se:

- uma expressiva melhoria na qualidade da montagem;
- aumento na segurança das atividades que compunham o reparo;
- redução no custo do revestimento permanente;

- com o conforto térmico, tivemos uma significativa melhoria nas condições de trabalho dos mecânicos, operadores e pedreiros refratários.

Agradecimentos

A todos aqueles colaboradores que mantiveram aceso o espírito da vitória em todas as dificuldades ao longo dessa caminhada .

Aqueles que com sua experiência e conhecimento enriqueceram esse trabalho com sugestões e idéias.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente oportunizaram essa realização, razão de uma conquista preciosa para nós e que traduzo na singeleza de uma sincera expressão: “Muito Obrigado”.

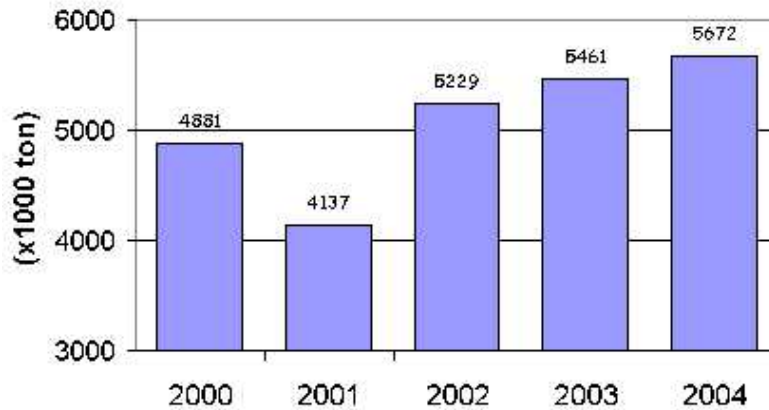


Gráfico 1. Produção da Aciaria

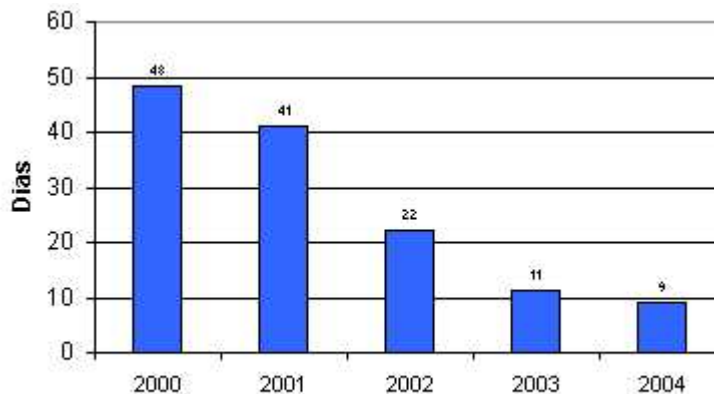


Gráfico 2. Tempo gasto nos reparos gerais dos conversores.

Reparo geral dos conversores - antes		Reparo geral dos conversores - objetivo	
1 - Remoção da escória do conversor	4 horas	1 - Remoção da escória do conversor	2 horas
2 - Limpeza da boca e chapa defletora	4 horas	2 - Limpeza da boca e chapa defletora	2 horas
3 - Resfriamento	30 horas	3 - Retirar e pre-montar o anel da boca	7 horas
4 - Demolição	7 horas	4 - Demolição	6 horas
5 - Retirar e pre-montar o anel da boca	10 horas	5 - Trocar ventaneiras	5 horas
6 - Trocar ventaneiras	7 horas	6 - Resfriamento	12 horas
7 - Montar a torre	8 horas	7 - Montar a torre	5 horas
8 - Refratamento do conversor	96 horas	8 - Refratamento do conversor	56 horas
9 - Montar prateleiras	12 horas	9 - Montar prateleiras	8 horas
10 - Retirar a torre	7 horas	10 - Retirar a torre	4 horas
11 - Fechar coifa móvel	4 horas	11 - Fechar coifa móvel	4 horas
12 - Teste geral e sequência	24 horas	12 - Teste geral e sequência	16 horas
OBS: Atividades como: Limpeza do poço, montar andaime e proteção anti-queda são conduzidas em paralelo.	213 horas		127 horas

Figura 3. Sequência de atividades do reparo geral do conversor



Figura 4. Demolição com conforto térmico para o operador.



Figura 5. Demolição a frio do revestimento do conversor



Figura 6. Demolição a quente



Figura 7. Resfriamento do conversor na horizontal



Figura 8. Resfriamento na vertical



Figura 9. Pré-montagem do furo de corrida



Figura 10. Procedimento de marcação do fecho da ventaneira.

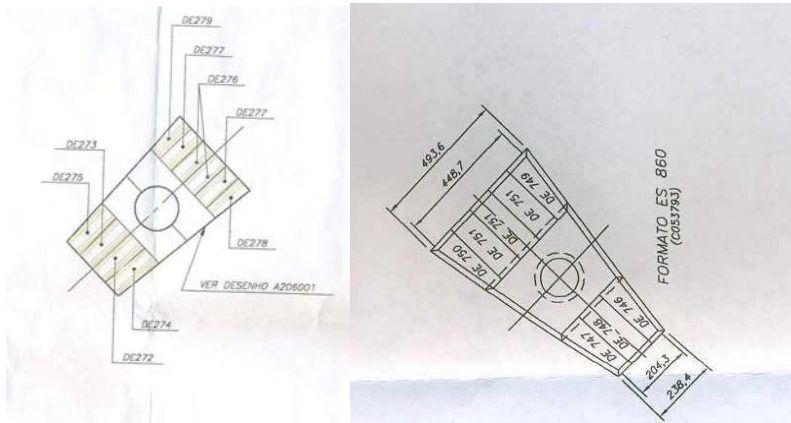


Figura 11. Projeto antigo e atual das peças refratárias para frente e atrás das ventaneiras.



Figura 12. Projeto novo das peças refratárias para frente e atrás das ventaneiras.



Figura 13. Pré-montagem dos anéis do fundo



Figura 14. Repadiolamento para entrar no conversor



Figura 15. Sequência de abastecimento das padiolas

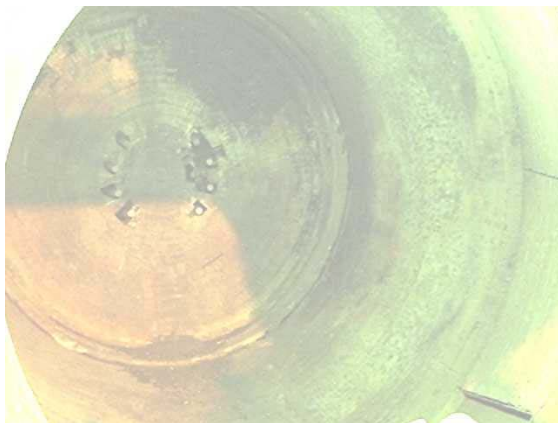


Figura 16. Revestimento permanente recuperado após a demolição

GENERAL REPAIR TIME REDUCTION OF LD-KGC CONVERTER AT CSN⁽¹⁾

*Cesar Luiz Pereira⁽²⁾
Carlos Roberto Silva⁽³⁾
Rafael José Cardoso⁽⁴⁾
Luis Antônio Muniz Ferreira⁽⁵⁾*

Abstract

Before production increase, it was usual practice at CSN's Steelplant to work with two BOF's with third one at cold stand by. With increasing production demand, it was developed new production practices firstly with third BOF at hot stand by and nowadays it's regular practice to operate all three vessels simultaneously. In this context, the reduction of BOF vessel repair time became a priority to achieve the aimed production figures. This work presents some developments in the technical procedures of repair, such as, vessel cooling, demolition of old lining, changes in the new lining drawing, etc, all of them with quality, time optimization and safety. As a result the present standard for general repair time at CSN is 35% less than the old numbers.

Key-words: Steelplant, converter, general repair, refractory

(1) Technical Contribution to be presented in XXXVI Seminário de Fusão, Refino e Solidificação dos Metais

(2) Metallurgical Engineer, Refractory Management of CSN - clpereira@csn.com.br

(3) Metallurgical Technician, Refractory Management of CSN - crsilva@csn.com.br

(4) Metallurgical Technician, Steelmaking Management of CSN - rafael.cardoso@csn.com.br

(5) Metallurgical Technician, Steelmaking Management of CSN - lamuniz@csn.com.br