

REFORMA DO FORNO DE REAQUECIMENTO DE TARUGOS NA LAMINAÇÃO DA BELGO JUIZ DE FORA ⁽¹⁾

Fernando Antonio Bartolomeu Magalhães ⁽²⁾

Toshio Amanuma ⁽³⁾

Nevadir Rodrigues da Silva ⁽⁴⁾

Widison José Martins ⁽⁵⁾

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é mostrar a programação da parada e execução da reforma do forno de reaquecimento. Esta parada se espelhou nas experiências de Novembro de 1996 e programou-se a troca completa da soleira, troca completa do teto, troca das paredes laterais da região de pré-aquecimento, troca da parede frontal de enforamento, paredes frontais dos queimadores da zona 1, zona 2 e encharque. Em termos de programação esta parada contratualmente foi prevista para ser executada em 16 dias, porém, o tempo objetivado foi de 15 dias. Buscando o melhor para o forno do ponto de vista técnico optou-se em manter os bons resultados anteriores e desta forma a soleira, paredes laterais e parede frontal de enforamento ficaram a cargo do fornecimento da Magnesita S/A, o teto e paredes frontais de queimadores ficaram a cargo da Safran Linco Ltda. A mão de obra para execução destes serviços ficou sob responsabilidade da Reframax, o resfriamento/secagem sob responsabilidade da Termojet.

Palavras-chave: parada, reforma, forno,

(1) *Contribuição Técnica ao 41º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos da ABM, 26, 27 e 28 de outubro de 2004*

(2) *Engenheiro Elétrico, Gerente de Laminados da Belgo Juiz de Fora;MG*

(3) *Técnico Mecânico, Consultor da Laminação da Belgo Juiz de Fora;MG*

(4) *Diretor Regional da ABM, Engenheiro Mecânico, Chefe Departamento de Produção da Laminação da Belgo Juiz de Fora;MG*

(5) *Engenheiro Mecânico, Chefe Departamento Manutenção da Laminação da Belgo Juiz de Fora;MG*

1 - INTRODUÇÃO

Este forno vinha operando desde NOV-1996 em uma campanha considerada excelente, porém a necessidade de continuidade operacional nos próximos anos, associada a alguns sintomas tais como queda de blocos do teto (19 anos de operação), alguns deslocamentos de painéis das soleiras móveis devido às quebras de refratários travando as mesmas, tudo isto poderia levar no próximo ano ou talvez ainda neste, à uma parada do forno por motivo acidental.

Tendo em vista que um bom planejamento operacional não contempla paradas acidentais, levando-se em conta a campanha atual superior a 06 anos e ainda contingências de mercado, desaquecido no momento, se decidiu de forma estratégica, fazer a reforma e preparar o forno para uma situação futura de campanha contínua de 10 anos.

2 - PARADA DE JULHO DE 2003

Esta parada se espelhou nas experiências de Nov-96 e programou-se a troca completa da soleira, troca completa do teto, troca das paredes laterais da região de pré-aquecimento, troca da parede frontal de enforamento, paredes frontais dos queimadores no encharque e zonas 2 e 1, como representado na figura 1.

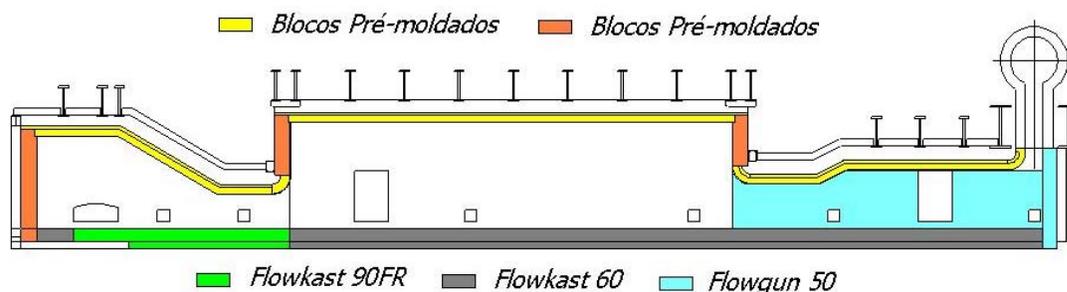


Figura 1 – Escopo da parada de Julho de 2003

Foram gastos nesta parada, na soleira, paredes laterais do pré-aquecimento, parede frontal de enforamento, no teto em torno e paredes dos queimadores 1026,4 toneladas de materiais refratários, isolantes e metálicos distribuídos conforme tabela 1.

Tabela 1- Dados da reforma do forno.

DADOS	QUANTIDADE	PONTO DE APLICAÇÃO
Flowkast 90FR (Refratário)	103 t	Soleira
Flowkast 60 (Refratário)	281 t	Soleira
Flowgun 50 (Refratário)	46 t	Paredes
Mat. Isolantes/Metálicos	191 t	Soleira e paredes
Licoton TB2CH, 37CH, 39CH	282 t	Teto, paredes queimadores
Materiais Isolantes	111 t	Teto, paredes queimadores
Metálicos	12,4 t	Teto, paredes queimadores

A seguir as seqüências de execução da reforma, serão abordadas.

2.1 - Preparação/Pré-fabricação

Os trabalhos de preparação desta parada iniciaram-se no dia 26/06/2003, com o deslocamento de equipamentos, preparação do canteiro de obras e pré-fabricação de blocos para montagem da soleira, paredes laterais e parede frontal do enforamento. A fabricação destes blocos iniciou-se no dia 30/06/2003 estendendo até o dia 21/07/2003. A figura 2 ilustra estas atividades.



Figura 2 – Preparação e pré-fabricação

- 1 - Fabricação de blocos divisórios da soleira;
- 2 - Blocos fabricados e armazenados;
- 3 e 4 - Materiais da parada estocadas no pátio.

2.2 - Pré-montagem e Treinamento

O bom andamento da obra é ditado por um bom nível de informação transferida para cada participante, sobre cada etapa do que será executado. Isto se reflete sobre a eficiência e qualidade do trabalho, maximizando os cuidados com segurança. Foram ministrados treinamentos de segurança, treinamentos específicos sobre a montagem da soleira, paredes e teto. A figura 3 ilustra estas atividades.



Figura 3 – Treinamento e pré-montagens

A - Treinamento de segurança e integração;

B – Pré-montagem de peças de teto plano e inclinado;

C – Pré-montagem de âncoras cerâmicas nos blocos de teto;

D – Treinamento em campo quanto à montagem da soleira e teto.

2.3 - Resfriamento

O resfriamento foi feito com os ventiladores de alta velocidade mais o sistema de tiragem do forno associado ao ar de combustão. Em função da demolição total da soleira e teto, introduziram-se de forma pioneira uma névoa de spray de água no ar de resfriamento com o objetivo de se extrair mais calor do sistema num tempo mais curto.

Um segundo fator favorável ao resfriamento foram as baixas temperaturas durante a noite por estarmos em período de inverno.

Com todos os fatores favoráveis mencionados acima pode se entrar no forno para inspeção após 28h de resfriamento.

Na 24^a hora as portas de visita foram abertas e introdução direta de água na soleira, por mangueiras, foi outro recurso extra utilizado.

O resfriamento foi oficialmente dado por encerrado após 31 horas, quando foi dado início ao processo de demolição. A figura 4 mostra a curva média de resfriamento onde se vê que o acesso ao forno se deu quando a temperatura interna estava em torno de 65°C.



Figura 4 – Curva média de resfriamento

2.4 - Inspeção

A inspeção do forno antes da demolição, como mencionado anteriormente pôde ser realizada na 28ª hora de resfriamento, em condições relativamente severas.

Pode-se subdividir a inspeção em duas etapas distintas: a primeira se refere ao desgaste da pista de desenformamento que normalmente seria a região que definiria a necessidade de parada, e a segunda se refere ao estado geral do forno onde procurou visualizar as condições para uma campanha mais longa.

Em função da longa campanha obtida neste caso foram identificados quais seriam os pontos críticos que poderiam limitar a campanha futura.

2.4.1 Pista de desenformamento

Na maioria dos fornos *walking hearth* ou empurradores com desenformamento lateral por lança empurradora, a pista de desenformamento é que determina a parada do forno. O desempenho desta região tradicionalmente tinha como referência o desempenho de blocos eletrofundidos, que para este forno nunca foi superior a 1,5Mt (desgaste em torno de 100mm). Em 96 introduziu de forma definitiva o concreto TAFKAST 90FR em substituição aos eletrofundidos e esperava-se uma campanha de pelo menos 4Mt com um desgaste inferior a 60mm no ponto mais crítico.

Vale ressaltar que a geometria da zona de encharque, a altura dos queimadores em relação à soleira e a temperatura máxima de operação tem influência sobre o desgaste e é típico deste forno. O desenformamento simultâneo por dois veios reduz pela metade a taxa deste desgaste.

Um desgaste máximo de 65mm para uma produção de 5Mt projeta uma capacidade de produção desta área do forno para pelo menos 8Mt com um desgaste máximo de 104mm o que é perfeitamente operacional. Isto equivale a 11 anos de operação no ritmo atual.

2.4.2 Quebra das bordas das soleiras

Durante a campanha, não havia indícios de quebras em bordas como os observados após a parada. Pedacos eventuais de refratários foram recolhidos nos coletores de carepa ou removidos na parte frontal do encharque e o deslocamento de painéis foi observado. Pelas janelas de inspeção na zona de transição entre o pré-aquecimento e o aquecimento era possível observar o desgaste acentuado das soleiras fixas junto às paredes, bem como algumas quebras de peças de borda.

A figura 5 ilustra a intensidade de desgaste e quebras na região de transição também chamada de zona de tombamento de tarugos, devido ao empeno característico durante o processo de aquecimento, principalmente em ritmo acima do nominal.



Figura 5 - Quebras de bordas da soleira e zonas de transição.

De forma geral pode-se observar que quebra de bordas tem como foco intenso a zona de tombamento, principalmente a soleira móvel 1. Este fato está relacionado com o alinhamento de tarugos que é feito pelo batente interno lado linha de laminação transferindo os problemas da cauda do tarugo para a soleira móvel 1. Em face deste problema uma solução que amenizaria a situação seria o rebaixamento das bordas, dos rolos de enformamento até o término da zona de transição.

Outro problema que chama a atenção é a redução de espaçamento entre soleiras, independente de quebras.

Aparentemente a redução de espaçamento entre soleiras foi uma ocorrência não generalizada com alguma influência de quebras e deslocamento de painéis por travamento. Já nas cabeceiras foi detectado um ligeiro deslocamento da estrutura inferior das soleiras móveis e esta foi a principal causa de deslocamentos nesta região. Durante o processo de demolição mais informações foram levantadas permitindo entender os problemas ocorridos com a soleira.

2.5 - Demolição

O processo de demolição e limpeza se desenvolveu em duas etapas, teto e depois soleira. No total estas atividades consumiram 48h30min.

Alguns recursos extras de acesso ao forno foram criados com o objetivo de permitir um melhor fluxo de materiais.

2.6 - Montagem

O processo de montagem no todo envolveu 7dias e 19horas que para efeito prático pode-se dizer 8 dias.

O forno foi distribuído em 04 áreas distintas e independentes, com equipes de trabalho específicas por área.

Algumas atividades de montagem puderam ser feitas em paralelo em uma mesma região, por exemplo, soleira + paredes laterais, paredes frontais de queimadores + teto. Soleira e teto são atividades seqüenciais.

As atividades por área foram distribuídas seqüencialmente conforme tabela 2.

Tabela 2 – Distribuição das atividades de montagem

Pré-aquecimento (7d 19h)	Paredes laterais e frontal (2d 6h)
	Montagem dos novos trilhos metálicos na soleira
	Soleiras móveis e fixas, região dos motorolos (7d 19h)
	Teto e nariz do duto de tiragem (3d 10h)
Aquecimento (7d 7h)	Narizes zonas 1 e 2, paredes frontais dos queimadores (1d 3h)
	Teto(4d 13h) em paralelo com as paredes frontais (1d 20h)
	Soleiras móveis e fixas (3d 16h)
Encharque (7d 7h)	Parede frontal do queimadores (2d 20h)
	Teto em paralelo com a parede frontal (5d 2h)
	Soleira, pista de desenformamento e zona morta.
	Soleiras móveis e fixas em paralelo com o restante da soleira (4d 17h)

Pelo que se pode observar na tabela acima, se não houvesse atividades seqüenciais em mesmas áreas do forno tais como soleira e teto, onde não é possível executar as duas atividades ao mesmo tempo, poderiam estabelecer que a atividade de montagem com todas as interferências não ultrapassaria 5 dias. Assim, genericamente, poderia contar com uma parada de no máximo 12 dias e não 15 como foi gasto.

A descrição a seguir envolve algumas atividades de montagem onde os aspectos técnicos envolvidos serão destacados.

2.6.1 - Teto

A montagem do teto foi uma atividade em paralelo em todas as regiões do forno, porém teve prioridade nas regiões de aquecimento e encharque. Tal atividade vista isoladamente pode ser descrita da seguinte forma: montagem e nivelamento de andaimes, lançamento dos blocos refratários, realinhamento das ancoras metálicas fixas sob vigas, aplicação do concreto de selagem de juntas, isolamento de ancoras cerâmicas, aplicação da 1ª camada de concreto isolante, aplicação da 2ª camada de concreto isolante, posicionamento da ancoragem metálica, isolamento da junção teto parede, retirada de andaimes e calafetação de juntas pela parte interna.

Dentro destas atividades o item que poderia ter se tornado caminho crítico foi o realinhamento das âncoras. Não estávamos preparados para este serviço então equipes extras de mecânica foram acionadas para atender as necessidades de montagem sem atrasos.

A figura 6 identifica algumas etapas de montagem do teto para todas as zonas.



Figura 6 – Montagem do teto

- A - Montagem e nivelamento de andaimes;
- B - Manta juntas entre blocos feita em concreto denso;
- C - Vista geral do teto por baixo e andaimes sendo retirado;
- D - Problemas de desalinhamento de copinhos.

2.6.2 - Soleiras móveis/fixas na região de encharque/aquecimento/pré-aquecimento

Do ponto de vista de montagem da soleira propriamente dita, o primeiro item de relevância é o alinhamento de cantoneiras e a distância das mesmas entre soleiras que deve ser de 50mm. Desta forma, inicia-se o processo de assentamento dos blocos divisórios laterais, posicionamento da placa de isopor para manter o distanciamento de 50mm entre soleiras, lançamento das camadas isolantes, posicionamento dos blocos divisórios e da camada de tijolos silico aluminosos. Nestas condições, após isolamento das cantoneiras, vedação dos painéis de borda e posicionamento de juntas de expansão, a soleira esta pronta para receber o concreto de borda (Flowkast 90FR na zona de encharque e Flowkast 60 no restante do forno).

Na região de pré-aquecimento foi feito o primeiro trecho de soleira com exceção da região dos motorolos que teve um tratamento em separado devido à grande quantidade de interferências ali localizadas.

As bordas de soleiras preferencialmente são feitas por vertimento e o centro das soleiras é feito por bombeamento.

A figura 7 identifica as etapas de preparação da soleira até a concretagem das bordas.



Figura 7 – Preparação da soleira para bombeamento

A - Estrutura limpa e cantoneiras alinhadas;

C - Blocos de bordas posicionados e nivelados;

B - Posicionamento dos painéis de isopor;

D - Posicionamento dos blocos divisórios da parte central das soleiras.

A fase de bombeamento exigiu muita preparação, pois deveria ter frente suficiente para um trabalho ininterrupto ao ritmo de 12toneladas/hora. Esta preparação consiste em posicionar as juntas de expansão nos painéis e posicionar a forma de acabamento lateral.

Do ponto de vista do bombeamento a logística necessária foi preparada consistindo de 02 misturadores de 500kg operando em paralelo alimentando uma bomba tipo Allentown RP10.

3 - Secagem

A curva de secagem executada com queimadores convectivos de alta velocidade foi a mesma utilizada em 1996, ajustada nos patamares para atender o final de aquecimento e desenformamento do primeiro tarugo a partir de 6:00 horas da manhã.

A figura 8 mostra a curva de secagem e aquecimento prevista e o realizado.

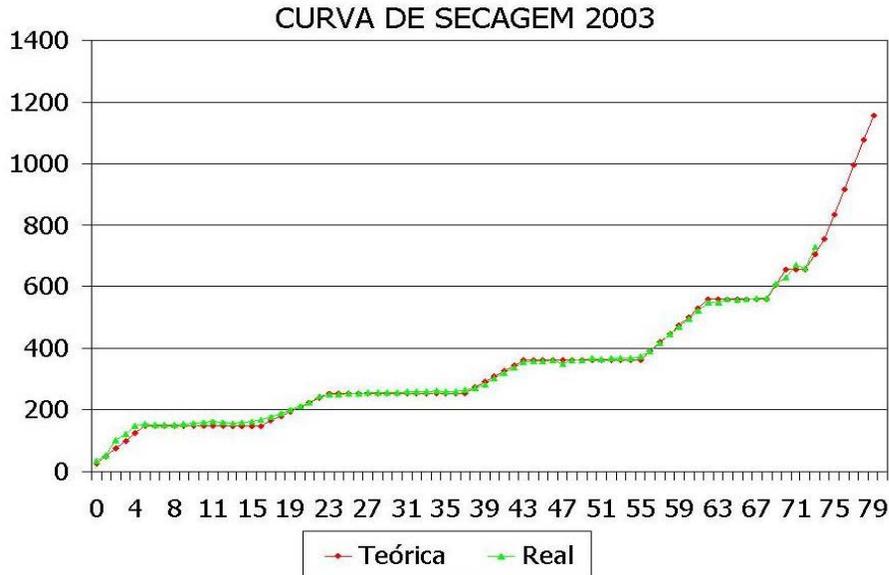


Figura 8 –Curva de secagem e aquecimento

4 - Start Up

A partir da hora 75 o forno começou a ser carregado e os queimadores de processo assumiram o controle do forno. O ajuste de temperatura da carga consumiu aproximadamente 2 horas e a Figura 9 mostra algumas tomadas do start up da laminação.

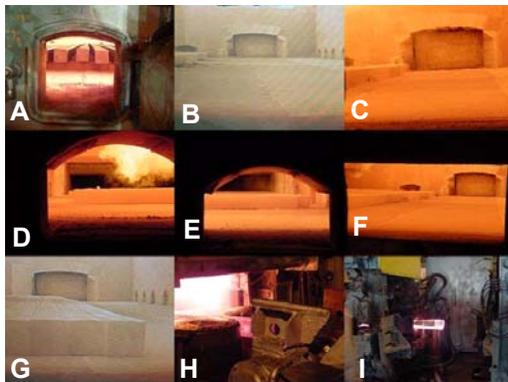


Figura 9 – Tomadas do star up da laminação

- A - Avanço da carga dentro do forno na região de aquecimento;
- B e C - Tarugos em processo de homogeneização na zona de encharque;
- D e E - Vista longitudinal do forno e alinhamento da carga;
- F - Vista panorâmica da pista de desenformamento;
- G - Primeiro tarugo pronto para deixar o forno;
- H e I - Saída e laminação do primeiro tarugo após reforma.

5 - Conclusão

De forma geral a parada se transcorreu sem anormalidades e o tempo de obra inicialmente previsto de 16 dias e objetivado de 15 dias foi adequado em função da maior quantidade de material envolvido que na parada de 1996. Não houve contratempos com atraso e o tempo total de serviços com refratários envolvendo demolição, limpeza e reconstrução foi de 9 dias 21 horas e 30 minutos, ou seja, 10 dias. Os ajustes na curva de secagem e aquecimento estendendo-a em 10h mais 5h de atraso no início da secagem devido aos acertos nos movimentos da soleira poderiam nos dar uma economia total de 15h. Os tempos de execução estão mencionados na tabela 3.

Tabela 3 – Resumo dos tempos

Atividade	Tempo (horas)
Resfriamento	31
Demolição	48
Montagem	192
Secagem/Aquecimento	79
Total	350

Pode-se dizer com segurança que o tempo de execução de uma obra desse porte seria de 15 dias com um tempo de reserva para imprevistos de 15 horas ou seja a margem de erro na execução seria de no máximo 5%.

A experiência da parada anterior associada com a experiência acumulada no período permitiu que as empresas envolvidas sob coordenação geral da Magnesita e supervisão BMPS trabalhassem com um alto espírito de equipe resultando numa qualidade final de trabalho excelente e sem acidentes com perda de tempo.

Este trabalho da reforma, planejado e executado com eficácia, com uma manutenção e operação adequada, nos garantem uma vida útil de 10 anos de operação para o forno de reaquecimento da Belgo Juiz de Fora.

6 - Agradecimentos

Gostaria de agradecer a toda a equipe da Laminação e Engenharia da Belgo Juiz de Fora, às equipes da Magnesita, Safran Linco, Reframax, Termojet e LCP, que foram os parceiros envolvidos no sucesso desta reforma.

7 - Referências Bibliográficas

1 – Catálogos e Manuais das seguintes Empresas:

- Magnesita S. A. (Refratários);
- Safran Linco (Refratários);
- Reframax – Engenharia de Refratários e Isolamento térmico;
- Termojet ;
- LCP Consultoria Técnica.

REBUILDING OF THE BILLETS REHEATING FURNACE AT JUIZ DE FORA ROLLING MILL ⁽¹⁾

Fernando Antonio Bartolomeu Magalhães ⁽²⁾

Toshio Amanuma ⁽³⁾

Nevadir Rodrigues da Silva ⁽⁴⁾

Widison José Martins ⁽⁵⁾

ABSTRACT

The objective of this work is shown the planning on stopping and executing the reheating furnace rebuild. Such rebuild was modelled on the November/96 experience and the complete change of the hearth, the complete change of the roof, the change of the pre heating side walls, the change of the charging partition wall, the partition wall of the gas burner in zones one and two and the soaking zone, were programmed. As far as programming, this stop was expected to be executed within sixteen days, although the executing time covered fifteen days. Viewing the best to the furnace in technical terms, we opted to keep the good results as before. For that, the side walls and the charging partition walls were under Magnesita's responsibility, the roof and the partition walls of the gas burner were under Safran Linco's, the labour in executing the job was under Reframax's responsibility. Cooling and drying were done by Termojet.

Key Works: Stopping, Rebuilding, Furnace

(1) *Technical Contribution to 41st Rolling Seminar Processes, Rolled and Coated Products of Brazilian Society for Metallurgy and Materials (ABM), October 26th to 28th, 2004.*

(2) *Electric Engineer, Rolling Mill General Manager da Belgo Juiz de Fora;MG*

(3) *Technical Mechanical, Rolling Mill Consultant da Belgo Juiz de Fora;MG*

(4) *Mechanical Engineer, Rolling Mill Production Manager da Belgo Juiz de Fora;MG
Regional Director ABM*

(5) *Mechanical Engineer, Rolling Mill Maintenance Manager da Belgo Juiz de Fora;MG*