

METODOLOGIA UTILIZADA PARA RECUPERAÇÃO DOS CANAIS DE CORRIDA DO ALTO FORNO II DA ARCELORMITTAL TUBARÃO¹

*Fabício Meriguetti Cruz*²
*Geraldo Magela Giacomini Pereira*²
*Marcos Fernandes dos Santos*³
*Ramon Melo Gonçalves*⁴

Resumo

Este trabalho tem como objetivo mostrar a metodologia utilizada para recuperação dos canais de corrida do Alto Forno II da ArcelorMittal Tubarão, realizada de julho a setembro de 2007, tomando como base a evolução do processo patológico, a solução de manutenção por conjunto definida para o problema e o planejamento/execução da obra. O Alto Forno II da ArcelorMittal Tubarão, é responsável pela produção anual de 1.180.000 ton de gusa, equivalente a 16% da produção da Usina e teve seu start-up em 1998. Em 2004, após a implantação do Plano de Manutenção das Estruturas de Concreto da Usina foram diagnosticadas patologias nos canais de corrida do Alto Forno II que são construídos em concreto armado, sendo necessários intervenções e estudo aprofundado para solução do problema. A definição da solução de recuperação dos canais com o conceito de manutenção por conjunto trouxe excelentes resultados de prazo e qualidade.

Palavras-chave: Planejamento; Metodologia; Manutenção por conjunto.

METHODOLOGY USED FOR RECOVERING THE RUNNERS OF BLAST FURNACE II IN ARCELORMITTAL TUBARÃO

Abstract

This work aims to show the methodology used for the civil recovering of the runners of Blast Furnace II in ArcelorMittal Tubarão, from July to September 2007, based on the evolution of pathological process, set maintenance solution and planning of the civil works. Blast Furnace II of ArcelorMittal Tubarão is responsible for the annual production of 1.180.000 ton of pig iron, equivalent of 16% of the production in the Plant and had its start-up in 1998. In 2004, after the implantation of the Structures in Concrete Maintenance Plan in this Plant, had been diagnosed pathology in the **runners of Blast Furnace II** which are constructed in armed concrete, being necessary interventions and study for solving the problem. The definition of recovering the canals with the concept of set maintenance brought an excellent result of quality and optimize time of execution.

Key words: Planning; Methodology; Set maintenance.

¹ *Contribuição técnica ao 63º Congresso Anual da ABM, 28 de julho a 1º de agosto de 2008, Santos, SP, Brasil*

² *Engº. Especialista em Manutenção e Construção Civil / ArcelorMittal Tubarão*

³ *Gerente da Área de Oficina de Manutenção de Transporte / ArcelorMittal Tubarão*

⁴ *Técnico em Manutenção e Construção Civil / ArcelorMittal Tubarão*

1 INTRODUÇÃO

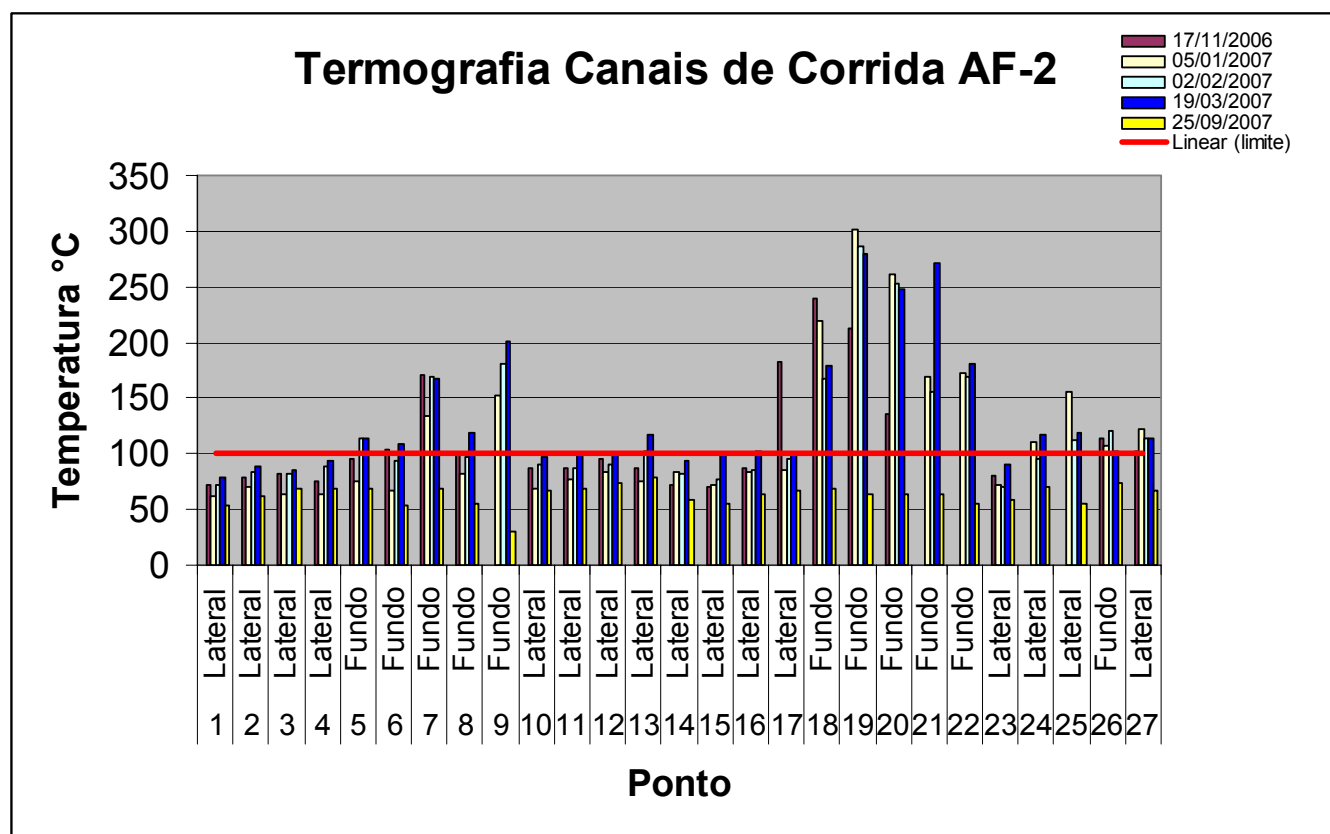
O trabalho consistiu na recuperação e reforço dos canais de corrida do Alto Forno II da ArcelorMittal Tubarão, face às patologias apresentadas nas estruturas de concreto.

Os serviços foram executados com parada parcial dos sistemas de canais do Alto Forno II sem prejuízo para a produção, interditando-se primeiramente os canais de corrida 02 e numa segunda etapa os canais de corrida 01.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos desenvolvidos tiveram por base relatório técnico do Eng. Robson Gaiofatto da Encopetro, consultoria contratada pela ArcelorMittal Tubarão em 2004 para levantamento dos danos existentes e posterior projeto de recuperação e reforço.

As estruturas de concreto dos canais encontravam-se expostas a altas temperaturas com oxidação generalizada das armaduras e tiveram como causa básica falha no projeto de refratário que permitiu que a superfície de concreto armado ficasse exposta, atingindo temperaturas de até 300°C (Figura 1), acelerando o processo de calcinação do concreto, ocasionando a perda de sua resistência mecânica e também provocando trincas e fissuras permitindo entrada de agentes agressivos acelerando o processo de oxidação das armaduras.



Fonte: ArcelorMittal Tubarão

Quadro 1. Temperaturas na superfície do concreto dos canais

O relatório cita expressamente a necessidade de intervenção nas estruturas que integram o Alto Forno II, sob risco de interrupção de seu funcionamento e conseqüentemente de toda a produção. De imediato foi definido pela execução de escoramento metálico

provisório para garantia da operação dos canais nos pontos de maior incidência das patologias até a execução da obra de recuperação.

A diretriz adotada no projeto de recuperação e reforço foi a reconstituição das condições de integridade e segurança originalmente projetados, com o objetivo de uma sobrevida adicional de 20 anos para a estrutura.

Nos trechos dos canais onde não havia o comprometimento estrutural total dos elementos de concreto, a solução técnica adotada foi o sistema de concreto projetado, aplicado em camada de no mínimo 7 cm nas faces interna e externa dos canais com a recomposição da armadura deteriorada e adição de armadura complementar para reforço da estrutura. O concreto utilizado foi dosado com cimento de características especiais, tais como: alta resistência a sulfatos por possuir C3A<3%; alta resistência à reação álcalis-agregado; resistência a agentes agressivos (sulfatos, cloretos e meios semi-ácidos); granulometria especialmente preparada para assegurar altíssima coesão e baixíssima reflexão; baixo calor de hidratação e baixa retração; propiciando ao concreto elevada resistência mecânica e baixa porosidade e permeabilidade. Devido às particularidades da obra, optou-se por um estudo de dosagem experimental de concreto especial que atendesse as condições encontradas. Tal estudo foi realizado nos laboratórios da Falcão Bauer em São Paulo, com prévia caracterização de materiais componentes do concreto oriundos da região da obra (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados dos ensaios de corpo de prova

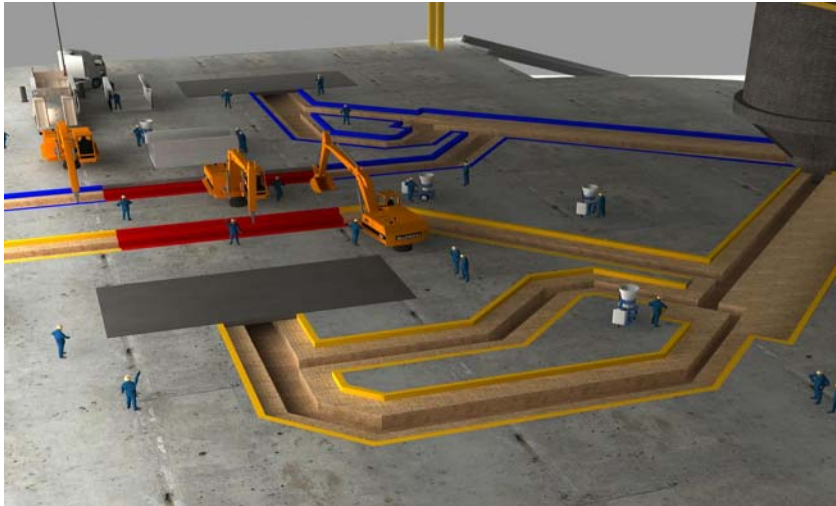
Exemplar	Idade(dias)	Diâmetro (mm)	Altura(mm)	Seção (mm) ²	Carga de ruptura (N)	Fator de correção (h/d)	Resistência à compressão (Mpa)
1	5	76,80	150,20	4.633	95.000	0,99	20,40
2	5	76,80	150,50	4.633	93.000	0,99	20,00
3	5	76,70	149,80	4.620	100.000	0,99	21,50
4	5	76,80	150,10	4.633	101.000	0,99	21,70

Fonte: Brascontec, 30/08/07.

Já nos trechos onde as patologias apresentaram grau de avanço que comprometeram estruturalmente os canais definiu-se pela demolição completa das paredes e construção de novas estruturas com as mesmas dimensões.

3 DISCUSSÃO

A premissa básica para a execução desta obra era o prazo de 14 dias para execução dos serviços de recuperação e reforço estrutural dos canais de corrida 02 (escória, gusa, e dreno), delimitados em amarelo na Figura 1, ou seja, prazo total de 28 dias para o trabalho nos dois canais, incluindo os canais de corrida 01 delimitados em azul na Figura 2. Esta condição foi estabelecida pela equipe operacional do Alto Forno II, que definiu o prazo limite de 14 dias ao qual um canal era capaz de receber a contribuição do fluxo do outro (devido à parada) sem ter as características da estrutura afetadas pela carga térmica adicional.



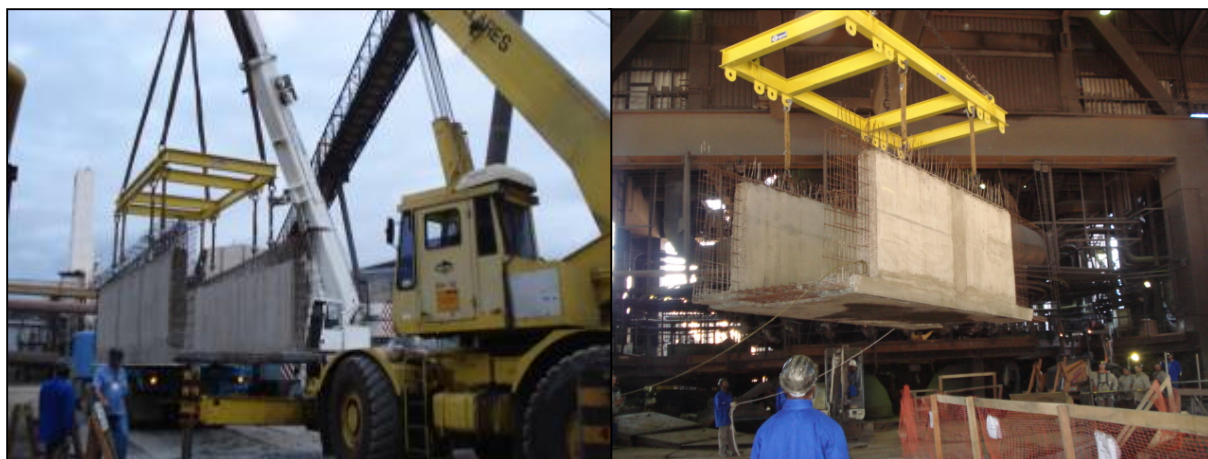
Fonte: ArcelorMittal Tubarão

Figura 2. Vista geral casa de corrida do Alto Forno II com a definição de planejamento

O planejamento foi então realizado por uma equipe de engenheiros e técnicos da contratada Falcão Bauer, juntamente com os responsáveis por este projeto na ArcelorMittal Tubarão, em um prazo de noventa dias anterior ao início dos serviços.

Neste planejamento, foram consideradas todas as etapas dos serviços e dificuldades de execução, visto que a operação do Alto Forno II não seria paralisada totalmente. O envolvimento da equipe de Segurança do Trabalho foi fundamental neste planejamento. Para cumprimento dos prazos, após elaboração do planejamento detalhado, foi verificada a necessidade dos trabalhos ocorrerem durante 24h ininterruptas ao longo de toda a parada. As equipes foram divididas em duas, uma para o trabalho diurno e a outra para trabalho noturno. As contratações de fornecedores de materiais e equipamentos foram avaliadas visando garantir o cumprimento do prazo proposto, ou seja, todos os envolvidos foram incluídos no planejamento.

Foi identificado que a recuperação nos trechos dos canais onde seria necessária a substituição total da estrutura, delimitadas em vermelho na Figura 2, seria o caminho crítico de toda a obra. Neste caso então optou-se pela manutenção por conjunto, ou seja, as peças possíveis foram pré-montadas antes do início da intervenção nos canais e efetuou-se a montagem com a utilização de guindastes e ponte rolante, tomando-se o cuidado de fabricar as peças com peso compatível com a capacidade da ponte rolante (Figuras 3 e 4). Após a montagem das peças foi executada a “soldagem” das peças pré-moldadas à estrutura existente com a utilização de graute de cura rápida. Com isso garantiu-se a execução dos serviços dentro do prazo pré-determinado e também obteve-se melhores resultados de qualidade, pois as peças pré-moldadas possuem melhor controle de qualidade no seu processo de fabricação (forma, armação, lançamento e cura do concreto).



Fonte: ArcelorMittal Tubarão

Figuras 3 e 4. Peças do canal pré-moldados

O serviço de recuperação dos demais trechos dos canais nas faces interna e externa consistiram em:

- a) demolição de refratários (somente na face interna);
- b) corte de concreto entre 5 e 10cm;
- c) substituição da armadura oxidada e colocação de armadura de reforço;
- d) projeção de concreto e
- e) aplicação do novo projeto de refratário (somente na face interna).

As principais quantidades executadas estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1. Lista de serviços com quantitativos

Demolição de refratários	m ³	400,00
Demolição de concreto armado (com preservação da armação, até 10 cm)	m ²	1.184,00
Fornecimento e montagem de peças pré-moldadas	Ton	116,00
Fornecimento e lançamento de graute cimentício adicionado de pedrisco	m ³	31,90
Execução de furos em concreto nos diâmetros de 12,5mm até 20.0mm, com 10cm de profundidade	un	5.504,00
Fornecimento de armadura – Aço CA 50	kg	11.500,00
Fornecimento e aplicação de resina poliéster para ancoragem da armação	kg	515,00
Jateamento da estrutura de concreto e armação	m ²	1.307,00
Concreto projetado fck = 30 MPa, espessura 50mm, com utilização do cimento Duracem AD 300 (Holcim)	m ³	104,00

Fonte: ArcelorMittal Tubarão

As maiores dificuldades encontradas, no caso da face interna, eram o acesso dos materiais aos locais de trabalho e a retirada de entulho, sendo que a única opção de acesso era uma rampa situada próxima ao Canal 1. Estas situações de logística foram superadas com a utilização da ponte rolante como principal meio de transporte.

Sob os canais existem duas linhas de carros-torpedo, sendo que uma manteve-se em operação durante todo o tempo. Assim, para que o pessoal pudesse acessar com segurança a face externa dos canais, foram montados andaimes com esquema especial de proteção (Figura 5).



Fonte: ArcelorMittal Tubarão

Figura 5. Esquema montado de acessos, proteção e escoramento

Os materiais foram fornecidos por parceiros locais em regime just in time. Posteriormente, durante a execução, fez-se também controle tecnológico do concreto projetado e do graute, já a partir das primeiras horas da aplicação, garantindo assim a qualidade na obra.

4 CONCLUSÃO

A fase de planejamento, e posterior controle diário, foram fundamentais para a equalização de equipes e equipamentos *in tempo*, propiciando maior segurança para a ArcelorMittal Tubarão no cumprimento de prazos.

A definição da solução de recuperação dos canais nos trechos onde seria necessária a substituição total da estrutura, com o conceito de manutenção por conjunto trouxe excelentes resultados de prazo e qualidade.

Com a implantação do novo projeto de refratário nos canais, a temperatura na face do concreto está inferior a 100°C. O monitoramento está sendo realizado a cada 2 meses, visando garantir o prolongamento da vida útil dos canais em mais 20 anos.

BIBLIOGRAFIA

- 1 ARCELORMITTAL TUBARÃO. **Relatórios de obras de recuperação em estruturas de concreto.** Serra: Arquivo Manutenção Civil, 2003.
- 2 CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S.A. Relatório RTS 9.5.8127.007/02 sobre vistoria, inspeção, diagnóstico, laudo técnico. In: **Plano de manutenção das estruturas de concreto armado.** Serra: 2002.