



REFORMA ESTRUTURAL DA TORRE DE QUEIMA DO CONVERTEDOR 02 – ARCELOR MITTAL TUBARÃO¹

André Bringhenti Corrêa Rosa²
Jeansuel Lorencini Koepf³

Resumo

As chaminés da Aciaria da Arcelormittal Tubarão são responsáveis pela queima do gás (monóxido de carbono) proveniente dos convertedores quando o mesmo não é recuperado através do processo de recuperação de gases do LDG. Elas são originais desde o start-up da Usina em 1983. Após verificação estrutural realizada em 2006, detectou-se a necessidade da reforma, que originou este trabalho.

Palavras-chave: Chaminé; Aciaria; Recuperação de gases; Converteedor.

STRUCTURAL REFORM OF CONVERTER 02 FLARE STACK – ARCELORMITTAL TUBARAO

Abstract

The chimneys of ArcelorMittal Tubarão Steelmaking are responsible for burning gas (carbon monoxide) from the converter when it is not recovered through the recovery process. They are original since the start-up of the plant in 1983. After structural verification performed in 2006, we detected the need for reform, which originated this work.

Key words: Flare stack; Steelmaking; Gas recovery; Converter.

¹ Contribuição técnica ao 66º Congresso Anual da ABM, 18 a 22 de julho de 2010, São Paulo, SP, Brasil.

² Engenheiro Mecânico, Especialista de Manutenção da Arcelormittal Tubarão.

³ Técnico em Mecânica, Técnico de Planejamento e Programação da Arcelormittal Tubarão.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é mostrar o controle da estrutura da torre de queima do convertedor 02, a avaliação de riscos para o planejamento da reforma estrutural e a execução dentro do prazo sem nenhum incidente de segurança aproveitando a parada de produção para a campanha refratária do convertedor.

As torres de queima da aciaria são originais desde o start-up da planta em 1983 e após verificação estrutural, detectou-se a necessidade da reforma, que originou este trabalho.

Para a realização da reforma da chaminé foram utilizados diversos padrões de segurança e procedimentos da Arcelormittal que serviram de base para a preparação e planejamento.

1.1 Refino Primário do Aço – Convertedor

No processo de fabricação de aço nos convertedores ocorrem as fases de fusão e refino da carga metálica (ferro gusa + sucata) através do sopro de oxigênio, objetivando a descarburização. Durante o sopro de oxigênio ocorre a oxidação dos elementos contidos no ferro-gusa (carbono e outros materiais), elevando a temperatura do metal (fase fusão) e eliminando os elementos indesejáveis.



Figura 1. Convertedor.

n° B4122MMC0001,⁽¹⁾ elaborado pela IUM, foi recomendado à sobreposição da estrutura da chaminé com chapas de mesma espessura original. A torre do Convertedor 2 foi considerada crítica devido a maior perda de espessura, sendo recomendado sua reforma em curto prazo. A execução do serviço foi orçada para 2009/2010.



Figura 3. Inspeção dimensional com ultra som na chaminé utilizando alpinismo industrial.

2.2 Verificação Estrutural

Foi realizada uma avaliação estrutural pela engenharia considerando as forças dinâmicas e estáticas a fim de verificar qual a espessura limite para garantir a segurança estrutural da chaminé.

Tabela 1. Espessura nominal da chaminé e a crítica calculada pela engenharia

Espessura nominal	Valor de Cálculo IUM
Segmento 1 – 8,0 mm	5,0 mm
Segmento 2/3 – 9,5 mm	6,5 mm
Segmento 4/5 – 12,5 mm	9,5 mm
Segmento 4 – região de impacto do gás 31,5 mm	9,5 mm

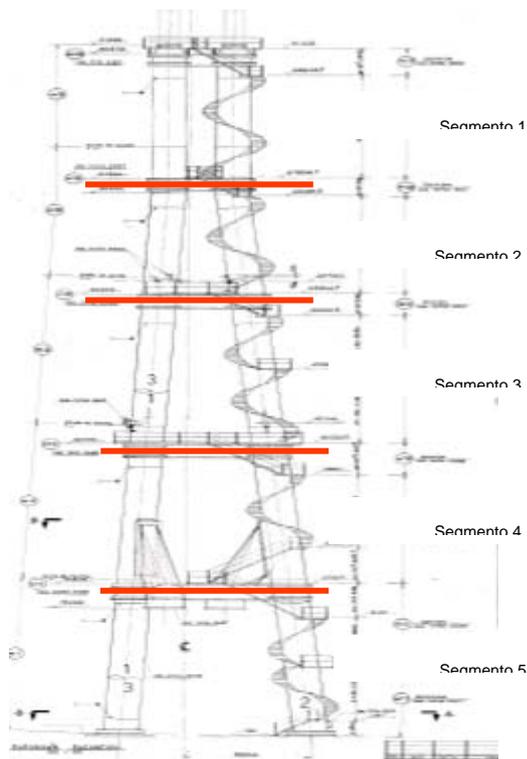


Figura 4. Estrutura das chaminés da Aciaria.⁽²⁾

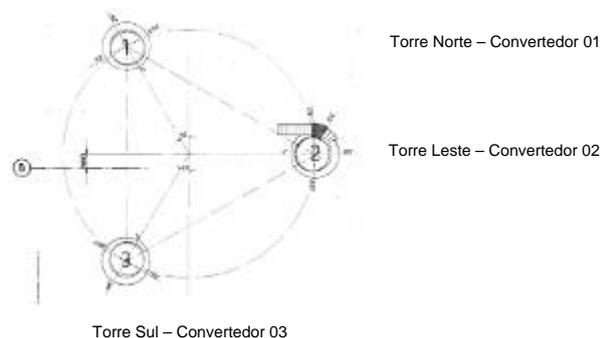


Figura 5. Disposição das chaminés da Aciaria.⁽³⁾

Comparando com os valores das perdas de materiais nas paredes das torres, conforme mapeamento a seguir, foi recomendado que:

- regiões na cor verde (perda de 0 a 1 mm) estão em boas condições de utilização;
- as regiões na cor amarela (perda de 1 mm a 2,5 mm) estão em condições aceitáveis. Devem ser inspecionados novamente em um intervalo de 5 anos; e
- as regiões na cor vermelha (perda acima de 2,5 mm) sinalizam a área com necessidade de recuperação em curto prazo.

TORRE LESTE										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2ª PLATAFORMA										
0,6	1,1	2	1,8	2,4	1,1	1,3	1,3	1,1	1,1	
2,6	2,4	2,2	4,2	1,5	0,4	0,5	0,6	1	1,5	
1,1	1,1	2,3	2,9	3,2	2,4	3,1	0,5	2,4	0,4	
1,1	1,6	2,8	2,8	4,1	2,6	3,4	3,2	1,4	1,5	
2,1	2,6	3,4	3,2	4,3	3,2	3,2	3,2	2,4	2,6	
2,3	2,6	3,2	3,2	4,1	2,6	2,4	2,4	2,5	2,5	
0,6	0,6	0,9	1	0,5	0,6	0	0	0,2	0,2	
3,2	3,8	3,2	2,4	1,8	1,8	2,5	3,1	3	3	
3,2	3,4	0,5	0,5	1,4	1,3	0,5	0,6	1,4	1,8	
0	0	0	0,4	0,2	0,3	0,4	0,4	0,1	0,4	
3ª PLATAFORMA										
0,4	0,4	0,5	0,3	0,5	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	
2,9	2,8	3,3	1,2	1	1	1,2	1,7	1,7	2,2	
1,8	1,8	1,6	1,6	0,1	0,1	0,5	0,6	1,4	1,4	
3,4	3,4	3,3	2,4	1,8	1,8	1,8	1,4	1,8	2	
0	2,6	2,4	2,4	2,5	2	2	0,5	0	0	
2,1	1,4	1,4	1,6	2,3	2,3	3,5	3,2	1,7	1,7	
0	0,4	1,3	1,3	1,5	1,2	1,2	1,4	2	2	
2,3	2,3	2,5	2,5	2,1	4,1	3,4	3,9	2,3	2,9	
1,9	2,6	3,5	3,6	3,1	3,1	3,2	3,1	3,1	2,5	
3,1	3,1	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4	3,2	3,2	3,3	
1,5	1,5	1,2	1,2	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	
0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,1	0,3	
4ª PLATAFORMA										
0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	
4,2	4,3	4,4	4,4	4	4,2	2,4	3,2	3,4	3,8	
4,2	4,7	0,6	9,8	2,4	2,2	2,2	2,5	3,4	3,4	
3,8	3,8	2,2	2,4	2,4	2,4	1,4	1,6	2,2	2,4	
2,5	3,1	2,7	2,7	1,2	1,2	1,1	1,4	1,4	2,2	
4,2	4,2	4,2	4,2	2,2	2,2	4,0	4,0	4,0	4,3	
0	0	1,1	1,1	0	0	0	0	0	0,5	
0	0	0	0	0	0,8	0,5	0	0	0,5	
0	0,4	0,4	0	0	0,6	1,4	1,1	0,5	0,1	
1,4	0,6	0,5	1,1	1,1	0,5	1,1	1,1	0,5	0,1	
1,3	0,5	0,4	0,4	1,5	0,5	1,4	0,5	0,5	0,4	
0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	
0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	
0,1	0,1	0,3	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	

Figura 7. Resultado da inspeção, chaminé 02.

TORRE NORTE										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2ª PLATAFORMA										
1,2	1,7	1,6	1,5	1,2	1,2	1,6	1,4	1,7	1,2	
1,5	1,3	1,6	1,4	1,2	1,6	1,4	1,3	1,6	1,6	
1,4	1,3	1,1	1,7	1,6	1,2	1,3	1,4	1,6	1,6	
1,7	1,2	1,3	1,1	1,3	1,3	1,2	1,6	1,6	1,4	
1,4	1,3	1,7	1,2	1,2	1,3	1,6	1,2	1,1	1,2	
1,6	1,3	1,3	1,7	1,3	1,2	1,3	1,2	1,2	1,3	
1,4	1,4	1,6	1,3	1,2	1,2	1,1	1,3	1,1	1,6	
1,7	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,6	1,4	1,2	1,4	
1,4	1,4	1,7	1,3	1,2	1,7	1,6	0,6	1,2	1,4	
1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,4	1,6	1,6	1,3	1,2	
3ª PLATAFORMA										
0,4	0,5	0,3	1,1	1,2	0,4	0,4	1,1	1,2	1,4	
1,6	1,7	1,5	1,1	1,1	1,2	0,4	0,4	0,5	1,2	
1,1	1,1	2	1,4	2	1,9	2	1,6	1,1	2	
1,6	1,9	3,8	1,5	1,5	1,6	1,9	1,1	1,6	1,8	
1,5	2	2	1,9	2,2	2	2	1,4	1,5	1,3	
2	1,9	2,9	1,4	2	1,8	1,6	1,4	1,6	1,4	
1,3	1,5	1,4	1,3	1,3	0,5	0,4	1,1	1,4	1,4	
1,5	1	0,7	0,6	1	1,4	1,1	1,3	1,3	1,4	
1,4	0,5	0,4	1,4	0,2	0,4	0,6	1,4	1,4	1,4	
0,4	0,5	0,3	1,1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,1	
0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	
0,4	0,5	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	
4ª PLATAFORMA										
0,1	0,5	0	1,6	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	
0,4	1,3	1	1	1	0,8	1	0,8	0,8	0,8	
4,3	2,1	1,2	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	1,3	
0,7	1,4	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	
0	0	0	0	0	0	2,3	0	0	0	
0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,4	0	0	0	1,1	1,1	0	0	1,4	1,1	
0	0,5	0	0	0	1,4	1,4	0	0	1,4	
0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	

Figura 8. Resultado da inspeção, chaminé 01.

A medição foi realizada na região de solda entre cada elo da chaminé, sendo dez pontos em torno do diâmetro. Cada segmento é dividido em vários elos, conforme desenho.



Figura 9. Regiões da inspeção da chaminé.⁽⁴⁾

Foi realizada a inspeção nos segmentos 2, 3 e 4. Devido a chama e o gás CO, não foi realizada a inspeção no segmento 01.

2.3 Planos de Ação

Após avaliação da Engenharia, foi elaborado o plano de ação conforme segue: Em 2009, foi iniciado o reparo na Campanha do Conversor 02, pois esta torre foi a que apresentou o maior desgaste. Devido às grandes interferências (altura, temperatura, interferência com a escada de acesso) e tempo de execução, foi



somente executado o segmento 03 e 04, planejando o segmento 02 para 2010. Existia uma recomendação da segurança de que não era permitido subir acima de +45500 mm (elevação do início do segmento 02, parte da plataforma) devido ao risco de gás CO, que era impeditivo para a execução do reparo completo. Esta análise havia sido realizada quando não havia o sistema de recuperação de gás e todo o CO produzido era queimado.

O segmento 02 (EL + 45500 mm) foi realizado na Campanha do Convertedor 02 (Junho de 2010) após avaliação realizada pela segurança do trabalho, devido a proximidade da chama e alta concentração de CO.

3 DISCUSSÃO

3.1 Planejamento

O Planejamento de qualquer atividade é realizado através de informações obtidas das equipes envolvidas nas tarefas. Faz-se necessário a realização de reuniões de planejamento para que as informações sejam apresentadas para todo o grupo envolvido e que as ações sejam executadas, garantindo assim a qualidade, o tempo e a segurança da atividade.

O planejamento do serviço de reforma da chaminé foi iniciado com as equipes de Inspeção Mecânica, Especialistas de Manutenção, PPC Mecânico, Execução, Fiscalização da Execução, Segurança do Trabalho.

A atividade foi subdividida em partes em função do tempo de execução e a demanda de preparativos para a execução.

Preparação, Montagem e Desmobilização.

3.1.1 Preparação

A preparação é de vital importância para que a atividade possa ocorrer com segurança e de acordo com o cronograma, pois com o planejamento prévio, evitam-se os contratempos.

Para a elevação dos materiais e equipamentos para a chaminé, o guindaste teve de ser posicionado na rua aonde ocorre o trânsito de caminhões fora de estrada e tratores, que fazem a limpeza da área, sendo necessária a criação de um caminho alternativo, permitindo a continuidade da operação sem riscos a segurança e ao processo. Com isso, foi possível iniciar a montagem do andaime antes mesmo da parada, após a avaliação em conjunto com o executante, segurança de trabalho, manutenção e operação, sendo que ao iniciar a parada do convertedor 02, já foi possível iniciar a reforma da torre.

Na Arcelormittal Tubarão, para a execução do serviço existe toda documentação necessária, tais como:

Elaboração e programação de OS; Elaboração e assinaturas de Análise de Riscos; Elaboração de documentos complementares.

A Ordem de Serviço, chamada de O.S. tem todas as informações necessárias para execução da atividade, tais como os impedimentos necessários para atuação no equipamento, ferramental, padrão/procedimento de como realizar a atividade.

Toda tarefa ou serviço executado na Arcelormittal Tubarão deve ter um padrão de operação ou análise de risco, orientando o executante para verificar todos os riscos existentes na atividade e controle os mesmos. Nenhuma atividade pode ter sua execução iniciada sem que anteriormente tenham sido tomadas as seguintes ações: Identificação dos potenciais de perda que possam estar relacionados ao serviço em

questão; Definição da criticidade do serviço; Elaboração da análise de risco na fase de planejamento do serviço; Determinação de medidas de controles eficientes e eficazes para eliminar e/ou controlar tais riscos.

A análise de risco deve ser específica para o serviço a ser executado, constando os riscos da atividade e os riscos da área e as respectivas medidas de controles inerentes à unidade na qual o serviço será executado.

Junto com a análise de risco, o impedimento é a garantia que o executante tem de que o equipamento não vai entrar em operação durante sua atividade. Com estas ferramentas, o executante tem a garantia que vai realizar a atividade com segurança estando os equipamentos devidamente isolados e bloqueados.

A área em frente à chaminé foi isolada, permitindo o posicionamento prévio das chapas de revestimento da chaminé, aonde foram preparadas pela empresa executante, realizando ajustes e cortes para a posterior montagem. Nesta região também ficou a preparação do andaime e o ferramental.

Para o acesso na chaminé, toda pessoa deve realizar um exame médico diário na medicina do trabalho da AMT, verificando suas condições de saúde, para então subir a chaminé.

3.1.2 Mobilização

Toda mobilização de máquinas, equipamentos e peças para a área operacional só foi realizada após a apresentação do mapa com a localização de cada equipamento solicitado pelo planejamento, e aprovação do setor operacional.

A seguir, podemos observar o layout proposto e aprovado.



Fonte: Google Maps.

Figura 10. Layout de trabalho durante a manutenção da chaminé.



Foi solicitada a operação a preparação de uma rota alternativa para os caminhões Fora-de-Estrada para possibilitar o posicionamento do Guindaste conforme no layout. A barreira física próximo ao Laboratório da Aciaria foi removida para melhorar o acesso das peças que foram transportadas para a Chaminé e demais áreas durante a Campanha, com a aprovação da Operação. Para o acesso do guindaste, foi retirada a barreira física que havia no lado norte da pista.

3.1.3 Segurança

Quando falamos em trabalhos realizados em Usina Siderúrgica, temos que ter em mente que estamos falando em atividades Industriais de Risco 4, ou seja, maior grau de risco de acordo com a Relação da Classificação Nacional de Atividades Econômica – CNAE, com correspondente Grau de Risco para fins de dimensionamento do SESMT, vide NR4.⁽⁵⁾

Nas reuniões de planejamento foi apresentado o escopo do serviço aos envolvidos e relatado brevemente sobre como seria o andamento das atividades antes, durante e após a parada programada. Por ser uma atividade em local de difícil acesso, altura, possível presença de gás CO e exposta a intempéries, a preparação prévia da atividade com todas as ferramentas de segurança, assim a documentação necessária para realização da atividade foi fundamental para o sucesso da reforma. No caso, todos executantes possuíam máscara com filtro de CO e cinto de segurança duplo talabarte.

3.2 Montagem

3.2.1 Montagem de andaime

Para que fosse possível o início desta atividade, vários pontos foram relatados na reunião de planejamento entre a área de manutenção, segurança do trabalho, operação e executante.

A equipe de montagem de andaime deveria ter o conhecimento e aplicar o Padrão Empresarial Arcelormittal Tubarão PE-SGS-0042,⁽⁶⁾ Procedimentos de Segurança e Saúde em Atividades Acima e Abaixo do Nível do Solo.

Devido a proximidade do serviço com o topo da chaminé, foi solicitada a Segurança do Trabalho a liberação de serviços acima do nível +45.500mm da chaminé com os Convertedores operando, pois há um procedimento para serviços nesta região onde só é permitida a realização em Paradas de Alto Forno, quando os três convertedores estão parados. Foi realizado um monitoramento de gases e temperatura pela Segurança do Trabalho durante 24 horas em três momentos, tendo base para a liberação dos serviços com EPI's específicos (portar máscaras com filtro de CO e detector de gás). Outro ponto reforçado pela Segurança do Trabalho foi a iluminação durante as atividades no período noturno, sinalização e isolamento de área adequado conforme Padrão Empresarial Arcelormittal Tubarão PE-SGS-0035,⁽⁷⁾ Sinalização e Isolamento de Área de Trabalho, Instalações e Equipamentos.

Em caso de intempéries (chuva, vento forte, por exemplo) o serviço deveria ser paralisado imediatamente.

3.2.2 Montagem das chapas

Na etapa de montagem, ajustagem e soldagem das chapas, etapa realizada durante a Parada Programada de Campanha, todo procedimento de liberação dos equipamentos, conforme Padrão Empresarial Arcelormittal Tubarão PE-SGS-0001,⁽⁸⁾



Pedido de Impedimento, Autorização de Serviços e Etiquetagem de Equipamentos, foram rigorosamente cumpridos.

O equipamento foi liberado para impedimento após a purga da linha com Nitrogênio realizada pela Operação dos Conversores.

O serviço foi realizado conforme orientações da Segurança do Trabalho, onde todos os executantes portavam máscaras para gás (especificação fornecida pela Segurança do Trabalho) e monitores de CO, uma vez que dois Conversores estavam operando normalmente. Além destas orientações, a atividade foi realizada com todos os critérios já mencionados neste documento, atendendo os requisitos para a segurança de todos.

Item crítico para o revestimento da chaminé foi a interferência entre a escada de acesso a chaminé, que teve de ser afastada para que permitisse a instalação e solda das novas chapas.

3.3 Desmobilização

O processo de desmobilização iniciou logo após a conclusão da Parada Programada. Todas as atividades de desmobilização foram cumpridas obedecendo ao planejamento inicial da Parada Programada. Os riscos foram monitorados e/ou eliminados de acordo com o avanço das atividades.

4 CONCLUSÃO

O planejamento prévio realizado permitiu que as interferências fossem eliminadas antes mesmo da realização da atividade, fazendo com que a mesma evoluísse sem maiores problemas. Com o trabalho em equipe envolvendo Manutenção Mecânica, Segurança do Trabalho, Executantes, Oficina de Caldeiraria, Contratação de Serviços, Área de Serviços de Suporte foi possível a recuperação da Torre de Queima do Conversor 02 dentro do prazo, com qualidade e o mais importante, sem nenhuma ocorrência de acidente.

Agradecimentos

Abílio de Tassis Filho – Especialista de Operação de Refino do Aço

Anderson Pereira Lourenço – Técnico de planejamento da Oficina de Caldeiraria

Darci Noia de Oliveira Junior – Técnico de Segurança do Trabalho

Isaias Belmiro – Fiscal da execução da Timenow Engenharia.

Jairo Teixeira Facioli – Supervisor de Operação de Refino do Aço.

José Claudino de Souza Júnior – Técnico de inspeção mecânica da área de refino de aço

Marcelo Vulpe – Técnico de Planejamento da área de Serviços de Suporte

Nilson Duque Filho – Técnico de Segurança do Trabalho

Paulo Henrique Prata Gonçalves – Gerente de Área de Manutenção Mecânica de Refino do Aço.

Wagner Gorza – Gerente de Manutenção de Produção de Bobinas e Chapas Aço



REFERÊNCIAS

- 1 Arcelormittal Tubarão, Memória de cálculo - Sistema de limpeza e resfriamento de gás primário chaminé verificação estrutural, Serra – ES, 2003, nº B4122MMC0001
- 2 Desenho Arcelormittal Tubarão nº B4122EX01102, Chaminé Queimador, Serra-ES, 1982
- 3 Desenho Arcelormittal Tubarão nº B4122EX01102, Chaminé Queimador, Serra-ES, 1982
- 4 Desenho Arcelormittal Tubarão nº B4122EX00015, Sistema de limpeza e resfriamento de gás primário Chaminé Queimador, Serra-ES, 2008
- 5 NR 4 – Serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho
- 6 PE-SGS-0042 – Procedimentos de Segurança e Saúde em Atividades Acima e Abaixo do Nível do Solo
- 7 PE-SGS-0035 – Sinalização e Isolamento de Área de Trabalho, Instalações e Equipamentos
- 8 PE-SGS-0001 – Pedido de Impedimento, Autorização de Serviços e Etiquetagem de Equipamentos