

RECUPERAÇÃO E PROTEÇÃO ANTI-CORROSIVA DE ESTRUTURAS INTERNAS DO GASÔMETRO DE COQUERIA DA GERDAU AÇOMINAS¹

Luciana Lisboa Carneiro ²
Lucas Figueiredo Soares ³

Resumo

A GERDAU Acominas, Usina Presidente Arthur Bernardes é uma Siderúrgica Integrada que possui vários processos que utilizam gases combustíveis produzidos na própria usina. O Gás de Coqueria é um exemplo destes e possui, além de alto poder calorífico, um elevado potencial corrosivo. Operando com este gás em um período de 20 anos ininterruptos, o Gasômetro de Coqueria apresentou sinais de corrosão em sua estrutura metálica, principalmente na caixa de sustentação do anel de concreto do pistão. Objetivando prolongar a vida útil do equipamento e garantir a segurança operacional, efetuou-se a recuperação estrutural, identificação e aplicação de um revestimento anti-corrosivo. Estas atividades impactaram em redução de custos de material direto, manutenção e tempo de parada do equipamento.

Palavras-chave: Gasômetro; Corrosão; Revestimento; Recuperação estrutural

RECOVERING AND ANTI-CORROSION PROTECTION OF COKEOVEN GASHOLDER INTERNAL STRUCTURES AT GERDAU AÇOMINAS

Abstract

GERDAU Acominas, Presidente Arthur Bernardes Plant is an integrated steel making plant which uses fuel gas on its processes. An example is the coke oven gas, that has high corrosive potential and heat capacity. The coke oven gasholder has been working for 20 years with this gas. Nowadays, this equipment presents a corrosion process on its frames, specially the concrete ring sustaining box of piston. In order to extend the equipment useful life and to guarantee its operational security, all the structural frames were recovered and an anti-corrosion coating was developed. These activities resulted in costs and maintenance reduction.

Key words: Gasholder; Corrosion; Coating; Structural recovering

¹ Contribuição técnica apresentada na 61º Congresso Anual da ABM, de 24 a 27 de julho de 2006, Rio de Janeiro – RJ

² Engenheira de Manutenção – Engenharia Operacional e Utilidades – GERDAU Açominas

³ Engenheiro de Manutenção – Engenharia Operacional e Utilidades – GERDAU Açominas

1 INTRODUÇÃO

A GERDAU Açominas é uma usina integrada, o que significa ser um complexo siderúrgico que engloba desde o recebimento e processamento de suas matérias-primas até a obtenção (acabamento) do produto final.

A partir de seus vários processos produtivos são gerados gases de poder combustível que são reutilizados como fonte energética. Os principais gases são aqueles provenientes da produção de gusa, aço e coque, denominados, respectivamente, gás de Alto Forno (GAF), gás de Aciaria (GAC) e gás de Coqueria (GCO).

Antes da distribuição, estes gases passam por equipamentos denominados gasômetros, responsáveis pela equalização da pressão nas linhas de distribuição e armazenamento temporário destes gases.

Dentre os gases gerados, o gás de Coqueria apresenta elevada ação corrosiva, em virtude do alto teor de enxofre e agentes corrosivos. Embora este gás passe por um tratamento prévio na unidade de Carboquímicos, isto não é suficiente para evitar o ataque corrosivo a estruturas onde há contato direto.

Este trabalho tem por objetivo apresentar as atividades relacionadas à recuperação estrutural e anti-corrosiva das estruturas metálicas do gasômetro de Coqueria da GERDAU Açominas, realizadas durante uma intervenção para troca da selagem de vedação do equipamento.

Foram efetuadas a recomposição da caixa metálica de sustentação do anel de concreto, recuperação e pintura de plataformas e a limpeza e aplicação de revestimento anti-corrosivo nas superfícies inferiores de sustentação do pistão. Este revestimento foi resultado de uma parceria com fornecedores para nacionalização de uma proteção anti-corrosiva adequada, a qual anteriormente só estava disponível por processo de importação.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Descrição do Equipamento

O Gasômetro de Coqueria da Usina Presidente Arthur Bernardes, de propriedade da Gerdau Açominas, localizada em Ouro Branco, MG, possui as funções de armazenamento de gás e principalmente equalização da pressão da linha de gás de coqueria (GCO), a fim de evitar variações bruscas da pressão e do fluxo de gás fornecido aos clientes internos. As principais características do gasômetro são:

- Capacidade: 50.000 m³
- Fabricante: Mitsubishi Heavy Industries – MHI
- Tipo: Klönne
- Pressão de Trabalho: 600 mmca
- Diâmetro: 38.400 mm
- Altura: 55.350 mm
- Número de Colunas: 24
- Vazão máxima: 2.000 Nm³/min
- Início de operação: 1985

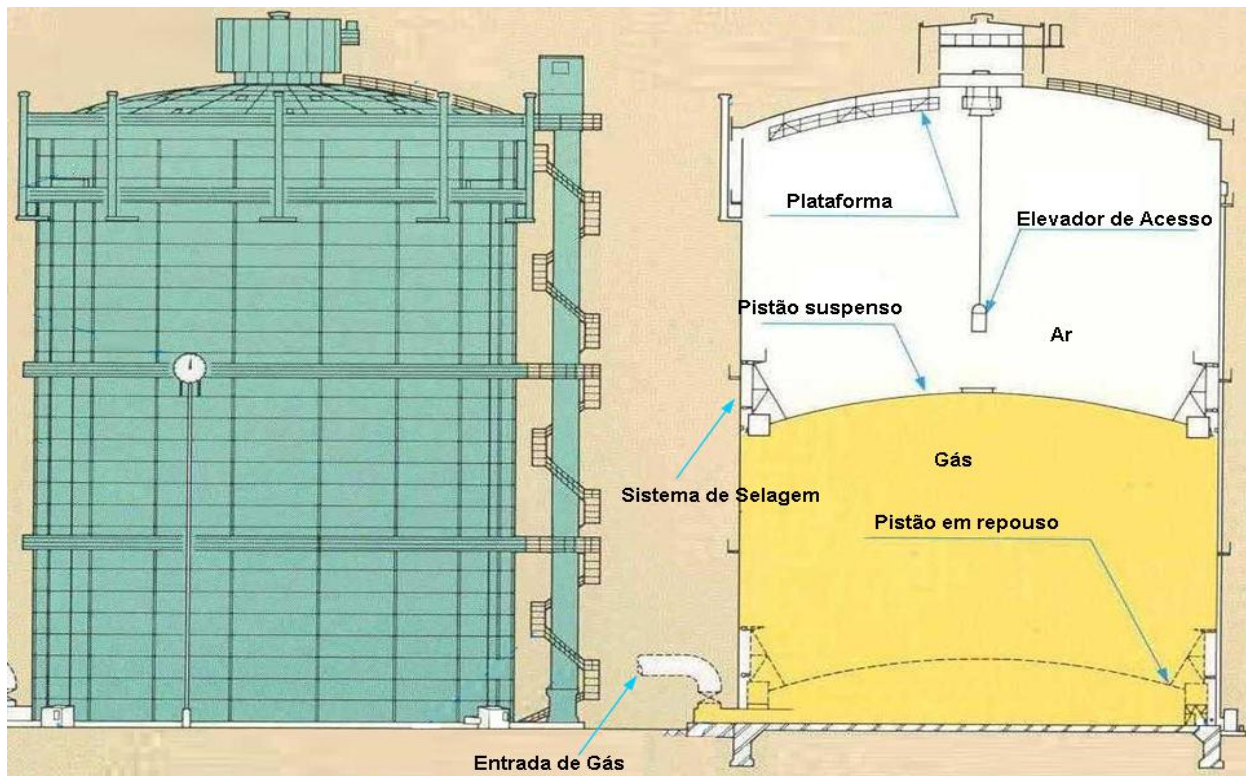


Figura 1. Arranjo Geral do Gasômetro – à esquerda, fachada exterior do equipamento. À direita, desenho esquemático do interior do equipamento, mostrando alguns detalhes construtivos

2.2 Descrição do Problema

Durante uma parada programada do equipamento para troca do sistema de selagem, estava prevista uma inspeção detalhada das chapas que compõem o anel de sustentação do concreto sob o pistão (“footring”). Como resultado desta, constatou-se uma redução significativa na espessura das chapas em relação à original. Esta redução foi atribuída ao severo ataque do gás a estas estruturas, gerando um processo corrosivo.



Figura 2. Corrosão nas estruturas de apoio do pistão (cavaletes) e na parte inferior do anel de sustentação do concreto (“footring”)

Foram realizados ensaios não-destrutivos (ultra-som) para verificação da espessura remanescente das chapas que compõem a caixa metálica de sustentação do anel do concreto.

Esta medição foi realizada inicialmente por amostragem, nos pontos conforme mostrado na Figura 4.

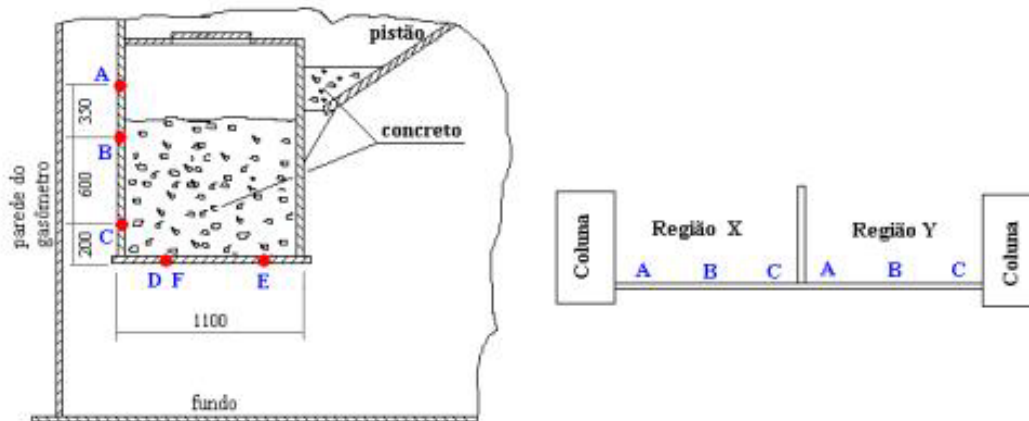


Figura 3. Posicionamento dos pontos de medição

Tabela 1. Espessuras detectadas (mm)

Coluna	1		2		3		4		5		6		7		8		
Regiões	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
Pontos	A	5,4	4,8	5,6	4,6	4,8	5,2	6,9	5,0	5,0	5,9	5,7	5,6	5,6	5,8	6,5	6,3
	B	4,5	4,5	4,2	4,4	4,6	4,9	6,5	4,5	4,1	4,1	5,2	4,8	4,3	6,0	5,9	6,6
	C	3,6	4,7	4,2	3,9	3,9	3,7	4,5	3,8	3,7	4,1	4,3	5,2	5,9	5,1	4,9	4,6
	D	8,2	8,6	8,8	8,5	9,2	8,0	10,1	8,2	8,8	8,4	8,4	7,9	7,7	8,8	8,6	9,3
	E	7,5	7,5	8,3	7,7	8,5	8,0	10,1	8,1	8,8	9,0	9,1	8,3	8,2	8,9	9,1	9,2
	F	8,7	8,8	8,8	9,1	8,9	8,1	9,8	8,7	8,4	8,1	8,0	8,3	7,9	9,3	9,4	8,9

Coluna	9		10		11		12		13		14		15		16		
Regiões	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
Pontos	A	5,5	6,8	6,6	7,5	7,7	7,7	7,7	5,4	7,1	6,6	6,7	7,7	6,2	5,4	6,3	6,6
	B	4,3	6,5	6,2	7,2	6,9	7,2	7,5	4,7	7,2	6,4	6,0	6,3	5,6	5,6	5,9	6,1
	C	5,2	5,2	5,3	5,3	5,1	5,4	6,4	4,0	5,6	4,4	5,2	6,1	5,8	4,9	5,0	5,4
	D	8,5	9,0	9,5	9,3	9,4	10,1	8,9	8,9	9,3	9,1	9,1	9,4	9,9	8,5	10,6	9,0
	E	8,8	8,4	9,5	9,9	9,5	10,0	9,5	9,6	9,5	8,6	10,0	9,8	9,8	8,8	10,0	9,7
	F	8,9	9,1	9,6	9,5	9,2	9,5	9,1	8,9	9,1	9,2	9,2	9,8	10,0	8,9	9,9	9,0

Coluna	17		18		19		20		21		22		23		24		
Regiões	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
Pontos	A	6,5	5,2	5,5	6,7	6,3	6,2	5,8	6,1	5,8	5,8	5,7	5,8	5,5	8,1	5,4	5,1
	B	6,0	4,7	5,3	5,5	6,1	5,2	5,6	5,5	6,0	5,0	5,8	4,9	5,0	6,8	4,9	4,9
	C	4,9	3,9	4,9	5,0	5,0	5,2	5,0	4,9	5,0	4,3	6,0	4,9	4,7	5,7	5,2	4,8
	D	9,2	8,6	8,9	9,7	8,7	8,7	8,6	8,5	8,5	8,6	8,8	8,9	8,3	9,8	8,3	8,8
	E	9,2	8,4	8,5	9,3	8,4	7,9	9,5	8,3	8,3	7,7	9,3	8,9	8,9	10,0	8,7	8,9
	F	8,9	8,3	8,6	8,5	8,7	8,5	9,2	8,8	8,3	8,6	8,8	8,6	8,3	8,8	8,4	8,8

A espessura original das chapas é de 10 mm nas laterais e 12 mm na parte inferior.

O resultado destes ensaios comprovou a considerável perda de espessura ao longo da caixa. Este resultado foi utilizado em um cálculo de resistência estrutural, de modo a verificar a segurança de operação do equipamento, sem o risco de falha ou rompimento da estrutura metálica. O resultado desta verificação demonstrou que a área efetiva encontrada era superior à área mínima requerida para suportar com segurança as tensões atuantes no sistema. Embora o cálculo da resistência estrutural apresentasse um nível seguro de operação do equipamento, optou-se estrategicamente pela recuperação das estruturas danificadas, além da aplicação de um revestimento anti-corrosivo.



Figura 4. Corrosão na chaparia do “footring”. As chapas metálicas apresentam desgaste, redução de espessura e depósitos de material.

2.3 Causas e Soluções

O gás de Coqueria possui em sua composição agentes corrosivos como H_2S , CN^- , NH_3 , naftaleno, BTX (benzeno, tolueno e xileno), além de traços de metais, compostos de silício e sais alcalinos como impurezas do carvão. Embora o gás de coqueria da Gerdau Açominas passe por um processo de limpeza na unidade de Carboquímicos, o gás que chega ao gasômetro ainda contém quantidade considerável de compostos de enxofre.

Na tentativa de identificar as causas da redução da espessura das chapas da caixa metálica, foi retirada das superfícies e analisada uma amostra do produto de corrosão.

Tabela 2. Análise química do produto de corrosão

Composto	Al_2O_3	CaO	FeO	Fe_2O_3	MgO	Mn_{Total}	SiO_2	S	CN^-
%	0,76	1,31	9,64	46,5	1,16	0,43	1,71	11,5	1.400 ppm

Embora a análise química não fornecesse dados que auxiliassem na identificação da causa da corrosão, a observação dos locais de ataque, como a maior redução de espessura nas chapas laterais ao terço inferior da caixa, a presença de corrosão nos cavaletes de apoio do pistão e poucos pontos de corrosão na parte inferior do pistão permitiram a identificação da

causa provável da corrosão como sendo o ataque por compostos ácidos de enxofre, de caráter corrosivo e condensados nas superfícies de contato do gás com o pistão.

Não sendo possível eliminar ou minimizar as causas da corrosão a solução encontrada foi a criação de uma barreira física entre o meio corrosivo e o substrato. Vale lembrar que a eliminação ou minimização das causas da corrosão demandam investimento em uma unidade de dessulfuração de gases, o que não era viável do ponto de vista técnico e econômico.

2.4 Recuperação Estrutural

Embora os cálculos apresentados pela MHI habilitassem a operação do equipamento, continuar-se-iam indispensáveis paradas para inspeção e monitoramento da espessura das chapas. Iniciou-se então, um estudo para avaliação da necessidade de recuperação do “footring”, como garantia de operacionalidade do conjunto por um tempo maior, dispensando-se outra grande reforma em médio prazo.

Desta forma, optou-se por recompor as estruturas danificadas que compõem a caixa metálica de sustentação do concreto. As estruturas originais foram jateadas e receberam as novas chapas, que foram soldadas nas chapas existentes em toda a borda e também através de furos de solda. Este procedimento foi efetuado para as faces interna e externa do anel. As chapas possuíam a espessura original da caixa de sustentação do concreto, equivalente a 10 mm para as laterais e 12 mm para a parte inferior da caixa.



Figura 5. Chapas metálicas soldadas à estrutura original. As novas chapas foram receberam pintura de fundo (primer), antes de serem soldadas.

Para acesso à estrutura do “footring”, foi necessária a execução de aberturas no anel de base do costado do gasômetro.



Figura 6. Abertura do anel de base, de modo a deixar exposto o “footring”.

2.5 Proteção Anti-corrosiva

O gasômetro de Coqueria da Gerdau Açominas é de fabricação japonesa e contou com a recomendação do fabricante para identificação de um revestimento adequado a ser utilizado nas estruturas. Foi recomendado um revestimento a base de resina epóxi reforçado com fibras de vidro.

Mediante questões de custo e prazo para aquisição do produto recomendado, que deveria ser importado, partiu-se para a identificação de um fornecedor nacional de um produto com propriedades físico-químicas semelhantes.

A maioria das resinas com função protetiva anti-corrosiva possuem base éster-vinílica, de fácil aquisição e custo mais baixo.

Neste caso específico, a base éster-vinílica não era adequada ao uso a que se destinava, pois esta não possui boa resistência a esforços mecânicos, podendo apresentar trincas com o decorrer da operação do equipamento.

Através de um trabalho de pesquisa, foram identificados fornecedores nacionais de um produto similar ao recomendado.

As chapas que recompuseram a caixa de sustentação do concreto receberam uma demão de pintura de fundo seguida de três demãos de revestimento, em uma espessura total de 240 micrômetros.



Figura 7. Revestimento aplicado nas chapas após serem soldadas ao “footring”

Para aplicação deste produto foi desenvolvida uma metodologia específica. As aplicações somente poderiam ser feitas durante o dia, devido ao menor teor de umidade do ar atmosférico. Também foi tomado cuidado especial com os serviços de solda realizados concomitantemente, exigindo-se uma distância de segurança entre as frentes de serviço de pintura e solda, pois o revestimento possui substâncias inflamáveis em sua composição. Finalmente, o intervalo entre as demãos era de aproximadamente quatro horas e o tempo exigido para a cura total do revestimento era de catorze dias.

O teto do pistão do equipamento havia sido reformado 4 anos antes, tendo toda sua estrutura trocada. Estas estruturas haviam sido revestidas com alcatrão de hulha e já apresentavam pontos de desgaste e corrosão.

Optou-se então por recobrir também a parte inferior do pistão e outras estruturas metálicas componentes do pistão, de modo a prolongar a vida útil do equipamento.



Figura 8. Revestimento da parte inferior do pistão – detalhe das nervuras de sustentação



Figura 9. Revestimento da parte inferior do pistão – vista do teto

3 CONCLUSÕES

O processo de recuperação das estruturas do gasômetro de Coqueria foi uma experiência de dimensões e impactos relevantes. Foram cerca de 4.415m² de superfície revestida.

A identificação e adequação de um fornecedor nacional do revestimento anti-corrosivo e de uma metodologia para sua aplicação permitiu uma redução de custos de material direto, manutenção e tempo de paradas do equipamento.

Embora ainda não seja possível verificar o comportamento do revestimento em longo prazo, a experiência do fabricante em aplicações similares, em equipamentos expostos a meios corrosivos agressivos, pretende nos assegurar a garantia de operação do equipamento e prolongamento da vida útil do mesmo.

Efetuar-se-á posteriormente uma parada do equipamento para inspeção, quando será possível verificar a eficiência da barreira criada pela aplicação do revestimento.

O desenvolvimento deste produto e metodologia permitiu a aplicação deste tipo de revestimento em outros equipamentos da planta, com a mesma expectativa de sucesso.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos às células de Desenvolvimento Técnico da Utilidades, Gases e Combustíveis, Inspeção Mecânica, Inspeção Elétrica e Mecânica/Civil da Gerência de Engenharia Operacional e Utilidades e à célula de Planejamento e Programação de Serviços da Manutenção Central da Gerdau Açominas pela valiosa colaboração para elaboração deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- 1 CARNEIRO, L.L; SOARES, L.F. Gasômetro de Coqueria – Parada para Troca da Selagem – Relatório Técnico. Documento 1D02B00-A-8004-A, Arquivo Técnico, Gerdau Açominas.
- 2 CARVALHO, A. Fiberglass x Corrosão. São Paulo, 1992.