

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE GERAÇÃO DE VAPOR E ENERGIA¹

*Augusto Luis Marucci²
José Luiz Brunhara³*

Resumo

O projeto foi desenvolvido em função da má qualidade da água de alimentação (feed water) das caldeiras, o que provocava a formação de depósitos, incrustação e também, a elevação do consumo de água (feed water) e de efluentes (waste) em função da elevada vazão de descargas (blowdown) do sistema. Para minimização de tais problemas, foi desenvolvido um projeto para instalação de sistemas de osmose reversa pela GE, que além de solucionar os problemas acima, iniciou uma nova fase no desenvolvimento de projetos para instalação dos equipamentos de osmose reversa com a marca GE no Brasil.

Palavras-chave: Osmose; Redução de água; Consumo de combustível; Água ultrapura.

¹ *Contribuição técnica ao XXVII Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades da ABM, Porto Alegre, RS, 16 a 18 de agosto de 2006.*

² *Membro da ABM; Engenheiro Mecânico, MBA em Gestão Empresarial, Líder de Produto para Primary Metals e Transportation da GE Water & Process Technologies*

³ *Engenheiro Químico da GE Water & Process Technologies*

1 INTRODUÇÃO

Com 19 milhões de habitantes, a região metropolitana de São Paulo, no Brasil, é uma das cinco cidades mais populosas do mundo. Desde 1980, sua população mais que dobrou, tornando-a, também, o maior centro industrial do Brasil. Embora esse rápido crescimento tenha ampliado o desenvolvimento econômico, ele também aumentou consideravelmente a poluição do ar e da água, especialmente nos dois principais rios da cidade, o Tietê e o Pinheiros.

Para conservar água e reduzir a emissão de efluentes e outros poluentes ambientais, muitas fábricas locais estão instalando sistemas mais amigáveis ao ambiente, que diminuem o consumo dessas unidades industriais, além de reduzirem a emissão de contaminantes.

Uma dessas empresas químicas reduziu o consumo de gás natural em 45 % e conseqüentemente, reduziu a emissão de gases e a descarga de efluentes provenientes das caldeiras em 90%.

O processo de produção da unidade demanda um volume significativo de água desmineralizada de alta pureza, para geração de vapor. Para ajudar a diminuir o consumo de água e reduzir a emissão de efluentes, a unidade optou pela instalação de um sistema de desmineralização através da tecnologia de osmose reversa da GE Water & Process Technologies.

A equipe da fábrica percebeu que o processo de abrandamento de água que era utilizado não produzia água com qualidade necessária para alimentação das caldeiras. A formação de incrustações diminuía consideravelmente a troca térmica e conseqüentemente, a eficiência das caldeiras, elevando significativamente o consumo de energia. O custo de manutenção era bastante significativo e comprometia a disponibilidade e confiabilidade nos sistemas. Para a minimização dos problemas, era necessário a manutenção de elevadas vazões de água de descargas de fundo das caldeiras, o que provocava o aumento do consumo de água e efluentes; maiores consumos de combustível, produtos químicos, etc. O problema foi agravado, com a instalação de uma caldeira compacta, com maior taxa de vaporização.

Foram levantados durante o ano de 2001 as principais características de água de alimentação da caldeira, cujo impacto era refletido na qualidade de vapor produzido durante que antecedia a instalação da unidade de osmose reversa.

Tabela 1. Condição anterior – antes da instalação do sistema de Osmose Reversa: Qualidade da Água de Alimentação e Vapor a partir de 2001

Item	Alimentação até 2001	Alimentação partir de 2001	Vapor 2001	Até	Vapor a partir de 2001
pH	8,2 – 10,0	8,2 – 10,0	> 8,2		> 8,2
Dureza total	< 1.0 ppm	< 1.0 ppm	0,1 – 0,3 ppm		0,5 – 3,0 ppm
Cloretos	80 – 120 ppm	150 – 200 ppm	1,0 – 5,0 ppm		1,0 – 15,0 ppm
Sílica	< 5,0 ppm	< 5,0 ppm	< 1,0		< 1,0 ppm
Condutividade	< 200 µS/cm	< 650 – 1200 µS/cm	10 – 30 ppm		30 – 100 µS/cm
Matéria Orgânica	< 1,0	10,0 – 15,0 ppm	-		-
Ferro total	< 0,3	< 0,1	0,03 – 0,6 ppm		0,05 – 0,6 ppm

2 SOLUÇÃO

As dificuldades operacionais, bem como o desejo da empresa de diminuir o consumo de gás natural e água, fez com que a fábrica optasse pela melhoria de todo o sistema de geração de vapor, através da instalação de um sistema de osmose reversa (OR) em parceria com a GE Water & Process Technologies. O objetivo da melhoria da qualidade de água de alimentação seria ponto fundamental para instalação de novos economizadores, de tal maneira que também contribuísse na redução de consumo de combustível, no caso gás natural.

A osmose reversa é um processo mecânico que envolve a reversão do fluxo, através de uma membrana semipermeável, de uma solução com alta concentração mineral para o fluxo de alta pureza, ou “permeado”, do lado oposto à membrana. A força motora da separação é a pressão colocada no sistema, através de uma bomba de alimentação da unidade, a qual denominamos pressão osmótica.

Como resultado, os dados caracterizados na Tabela 2 foram levantados a partir da instalação da unidade e validados ao longo do período de operação até a data atual.

Tabela 2. Condição atual – após instalação do sistema de osmose reversa: Qualidade da Água de Alimentação e Vapor a partir de 2001

Item	Alimentação OR	Permeado	Vapor
pH	7,0 – 8,0	5,5 – 6,0	8,8 – 9,2
Dureza total	80 – 250 ppm	< 0,5 ppm	ND
Cloretos	35 – 90 ppm	< 3,0 ppm	ND
Sílica	38 – 41 ppm	< 0,4 ppm media < 0.9 garantia GE	< 0,02 ppm
Condutividade	260 µS/cm	< 12,0 garantia GE < 7,5 ppm (média atual)	< 15.0 (específica)
Matéria orgânica	< 1,0 ppm	0	ND
Ferro total	< 0,2 ppm	< 0,01 ppm	< 0,02 ppm

3 RESULTADOS OBTIDOS

Em função da água de alta pureza produzida pelo sistema de osmose reversa da GE, o efluente proveniente das descargas das caldeiras foi reduzido em 90%, diminuindo assim, o desperdício de energia. A redução de efluentes foi na ordem de 106.200 m³/ano (2,5% do total da fábrica) e o consumo de água em um montante equivalente. Essas reduções, por sua vez, diminuíram os custos relativos à emissão de efluentes industriais em US\$ 75.500/ano e de consumo de água em US\$ 29.500/ano.

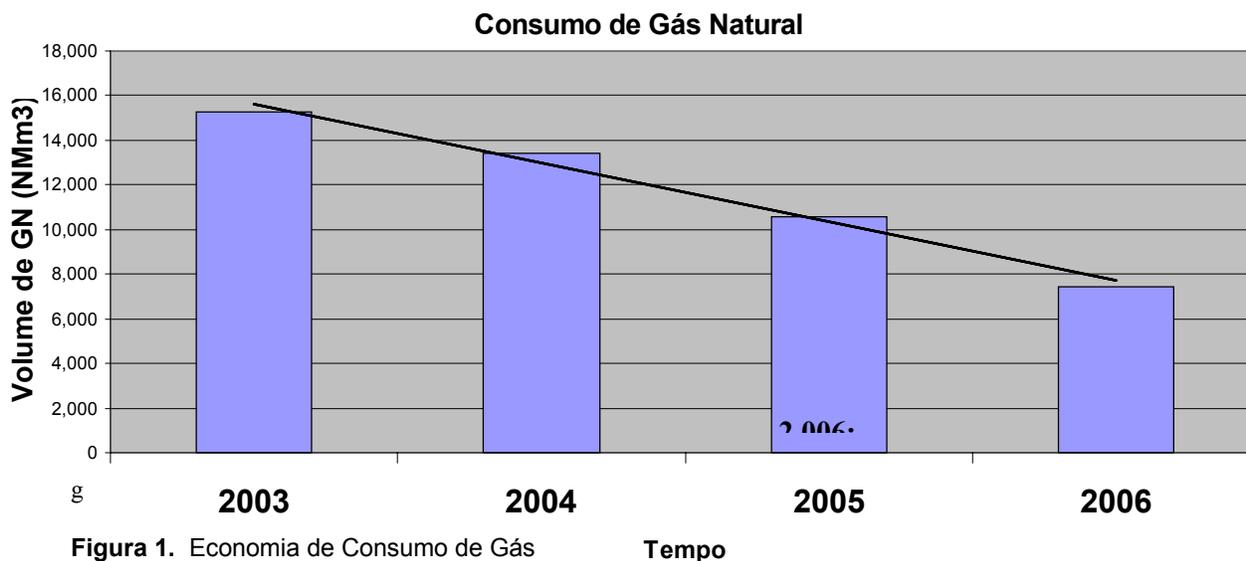
Agora, as caldeiras conseguem operar continuamente, sem as interrupções freqüentes que eram exigidas pelo sistema de tratamento de água que existia anteriormente. Além disso, as caldeiras agora operam em conformidade com as diretrizes ASME/ABMA.

As incrustações que se formavam no interior das caldeiras foram minimizadas substancialmente e, agora, elas operam de modo mais eficiente. Assim, a fábrica reduziu o consumo de gás natural em 7.461.000 m³/ano, diminuindo proporcionalmente as emissões de gases no meio ambiente.

Como conseqüência, a empresa economizou diretamente US\$ 2.070.000/ano. Além disso, a operação mais eficiente das caldeiras, permitiu que a empresa reduzisse seu consumo de energia elétrica em 6.672 MWh/ano, resultando em uma economia anual da ordem de US\$ 320.000.

O projeto atendeu às expectativas de ganhos financeiros do cliente, eficiência operacional e benefícios ambientais. Em termos financeiros, o sistema de OR justificou-se facilmente a sua viabilização, apresentando um excelente payback (retorno sobre o investimento) além dos benefícios ambientais já quantificados.

Outros detalhes estão melhor representados no gráfico a seguir sobre a economia de escala obtida neste projeto.



BIBLIOGRAFIA

- 1 DARDEL, F. Desmineralização de Água por Resinas de Troca Iônica ou Osmose Reversa: Concorrentes ou complementares?. Petro&Química. São Paulo, v. 268, p.xx-xx, Jan. de 2005
- 2 DREW, Princípios de tratamento de água industrial. São Paulo: 1979
- 3 FILHO, D. F. S. Tecnologia de tratamento de água. 2ª ed, São Paulo: Nobel, 1993
- 4 GENTIL, V. Corrosão. 3ª edição
- 5 GE BETZ DO BRASIL LTDA, Manual de operadores de Caldeiras. 1994
- 6 GE BETZ Inc, Cooling Water Treatment. 2002
- 7 JORGEN, W. B. Membrane Filtration Handbook – Practical Tips and Hints. 2nd Edition, Minnetonka: 2001
- 8 OSMONICS, I. Pure Water Handbook. 2nd Edition, Minnetonka: 1997
- 9 RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. Tratamento de água – tecnologia atualizada. São Paulo: SN Publ., 1991.
- 10 SCHNEIDER, R. P.; TSUTIYA, M. T. Membranas Filtrantes para o Tratamento de Água, Esgoto e água de Reúso. São Paulo: SN Publ., 2001