

# PETRO & QUÍMICA

Uma Publicação  
**VALETE**  
Ano XXX - nº 207 - 2008

PETROLEO - GÁS - PETROQUÍMICA - QUÍMICA  
[www.clubedo-petroleo-e-gas.com.br](http://www.clubedo-petroleo-e-gas.com.br) e [www.petroquimica.com.br](http://www.petroquimica.com.br)



## Manutenção Corrosão Vedação

Equipamentos: elétrica e instrumentação



metálica. A detecção é feita através de medidas de impedância eletroquímica.

Segundo os pesquisadores, além do tempo de respostas mais curtos, outras vantagens do sistema são a facilidade de instalação deste tipo de sensor, que pode ser implantado no material sem a necessidade de abrir uma janela de inspeção.

Estas conclusões foram realizadas após a primeira etapa de testes. Os ensaios eletroquímicos, que simularam as condições do processo em refinarias, foram realizados durante 30 dias em operação contínua no laboratório de corrosão da faculdade de engenharia mecânica da Unicamp.

A etapa atual de testes, que está sendo realizada no departamento de engenharia de materiais da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp, pretende confirmar qual a menor variação da quantidade de hidrogênio é possível detectar a presença do hidrogênio.

Segundo Margarita, a quantidade mínima de hidrogênio possível

de ser detectada já foi determinada em testes de laboratório: fluxo de hidrogênio maior do que 20 micro ampères por centímetro quadrado, que corresponde a uma taxa de corrosão aproximada de 0,2 mm por ano em aço carbono.

Mas a confirmação depende de uma comprovação em campo, o que só será

possível com a construção de um protótipo. Como a pesquisa depende de verba externa para desenvolver o projeto, ainda não há previsão de quanto tempo será necessário para a conclusão. “O circuito eletrônico e a sonda estão na fase final, mas faltam recursos para construção de um protótipo. Estamos aguardando a resposta da Fapesp há quase três meses.



Testes em laboratório: sistema acusa o problema em até 90 minutos

Submeteremos um pedido ao CNPq no início de agosto”, diz a pesquisadora.

Após a conclusão dos testes, os pesquisadores devem disponibilizar o sistema no mercado. “Estamos planejando o sensor para a sua construção em escala comercial a um custo baixo, e com possível monitoramento à distância”, finaliza Margarita.

# Sem perdas

## Braskem reduz perdas de vapor com novos procedimentos para engaxetamento de válvulas

**A** adoção de procedimentos para controle de aperto de gaxetas em válvulas permitiram à Braskem sanar um problema comum à indústria petroquímica: a estanqueidade dos engaxetamentos. Desde que a empresa reviu os procedimentos de instalação de gaxetas nas válvulas, praticamente eliminou as perdas por vazamentos nas linhas de geração e transmissão de vapor de alta pressão – estimada em mais de 2.000 toneladas por ano com vazamentos. Em mais de três anos de operação, nenhum reaperto foi necessário e a aplicação de selante foi praticamente eliminada. Também adotado nas áreas de pro-

cesso, para vedação de hidrocarbonetos, o procedimento contribuiu para redução de emissões fugitivas – posicionando a empresa em níveis de excelência.

O trabalho realizado pela Teadit na Unidade de Insumos Básicos do Pólo de Triunfo – antiga Copesul – mostrou que é possível ter um procedimento de instalação com controle de aperto na instalação de gaxetas em válvulas. “Os resultados obtidos são superiores aos dados consolidados de todas as campanhas das caldeiras desde o início de suas atividades, em 1982 – fato este que fez com que a Engenharia de Avaliação da Cope-

sul criasse indicadores de benchmarking no sistema de vedação de válvulas de vapor, fato inédito no segmento petroquímico mundial”, conta o supervisor de Desenvolvimento de Mercado da Teadit, Leandro de Vargas.

Normalmente o engaxetamento de válvulas é realizado sem nenhum tipo de controle de aperto nos parafusos do preme-gaxeta – nem mesmo as normas API ou da Fluid Sealing Association – FSA e European Sealing Association – ESA indicam procedimentos para instalação de gaxetas em válvulas. Só que, quando há o que os engenheiros chamam de sobre-torque, o

giro da haste da válvula fica prejudicado, impedindo a operação. Em caso de sub-torque, a consequência é o vazamento – porque o vapor de alta pressão cria fluxos que são praticamente impossíveis de vedar somente com apertos na sobreposta da válvula. Se o funcionamento da válvula não for tão crítico ao processo, ainda é possível injetar um selante para estancar o vazamento – mas a válvula vai ficar inoperante até a próxima parada da planta. Caso contrário, será necessário parar a unidade para trocar as gaxetas – o que, em condições severas de operação, não é possível.

Mais do que a economia gerada com a operação sem vazamentos e paradas imprevistas, a busca por procedimentos para instalação de gaxetas também se mostrou eficiente no controle das emissões fugitivas. O procedimento é similar ao utilizado para instalação de juntas, onde um coeficiente de aperto mínimo é calculado para garantir o funcionamento com vazamento mínimo admissível – no trabalho, a Teadit utilizou o software próprio Teadit Mechanical Packing Bolting Calculation. “Informamos o diâmetro e o software calcula o coeficiente de aperto mínimo. Essa experiência tem um valor enorme, e que o Asme deveria publicar como orientação”, conta o engenheiro Fabio Castro, da Braskem.

O primeiro passo foi dado nos laboratórios da Engenharia de Desenvolvimento de produtos da Teadit: um dispositivo de teste que determinasse o aperto mínimo necessário para garantir a selabilidade

do engaxetamento. Dois testes de laboratório foram realizados com gaxetas feitas com diferentes materiais e três válvulas de bloqueio e controle. Outros dois testes em campo – em linhas de vapor de alta pressão e linhas de hidrocarbonetos – com 46 válvulas de ½ polegada até 16 polegadas. Nos três anos de operação, a petroquímica não precisou injetar selante nem parar a planta para troca das gaxetas instaladas nas linhas de vapor. Na última parada geral de manutenção – em abril deste ano – todas as válvulas foram inspecionadas – nenhuma gaxeta foi substituída, e os técnicos tomaram o cuidado de ajustar as sobrepostas para garantir que todas as gaxetas possuíssem o aperto de instalação calculado antes que a planta voltasse à operação.

Nas linhas de hidrocarbonetos, 94% das válvulas tinham vazamento inferior a 500 ppmv – antes da aplicação do torque controlado, 54% das 17 mil válvulas apresentavam vazamentos superiores a 500 ppmv.

Vargas apresenta um cálculo que estima entre 300 toneladas e 500 toneladas a quantidade de hidrocarbonetos liberados por ano em um cracker de nafta, agravando os Agentes Ambientais Ocupacionais Monitorados e elevando os custos de produção e manutenção das unidades. “Nas linhas de geração e transmissão de vapor, a eliminação de pontos críticos de vazamentos possui impacto ambiental significativo. Na Copesul, a eliminação de vazamentos da ordem de aproximadamente 28 mil toneladas por ano, significa a redução de consumo igual de água e aproximadamente 30% no consumo de carvão, gás e óleo por ano utilizados na queima, reduzindo significativamente os índices críticos dos Agentes Ambientais Ocupacionais Monitorados”.

O trabalho já começa a ser desdobrado na investigação do número máximo de anéis aceitos nas válvulas.



Engaxetamento de válvulas: coeficiente de aperto mínimo calculado

# Tensão de instalação de gaxetas para válvulas

*José C. Veiga, Carlos Cipollati, Carlos Girão, Leandro Ascenco  
Teadit Industria e Comercio Ltda.*

*Fabio Castro  
Copesul*

## Resumo

Este artigo estuda a tensão de instalação necessária para garantir a selabilidade em hastes de válvulas para vapor de alta pressão. São propostos um dispositivo de testes que simula uma caixa de gaxeta para válvulas e um protocolo de testes. Experiências realizadas no campo, obedecendo ao procedimento desenvolvido em laboratório, também são demonstrados.

## Introdução

Tradicionalmente, o engaxetamento de válvulas é realizado sem nenhum tipo de controle de aperto. Órgãos normatizadores como o American Petroleum Institute (API), não possuem um procedimento de instalação de gaxetas<sup>[1,2]</sup> em suas normas de válvulas ou mesmo em documentos separados. As gaxetas normalmente são instaladas apertando os parafusos da sobreposta até o momento que a “chave começa a pesar”. Em seguida, a haste da válvula é girada pra frente e para trás para determinar a facilidade de acionamento. A principal preocupação é evitar um sobre-torque que impeça a haste de ser girada. Este método depende totalmente da percepção do funcionário que está realizando o engaxetamento, não garantindo a constância dos apertos de um funcionário para o outro. Esta situação é muito comum em paradas gerais, quando centenas e, às vezes, milhares de válvulas precisam ser engaxetadas num período curto de tempo. Conseqüentemente, pode ser facilmente observado no campo que válvulas do mesmo tipo e tamanho utilizando uma mesma gaxeta apresentam torques para abrir e fechar distintos, indicando que as gaxetas foram apertadas com tensões distintas.

O comprometimento da estanqueidade dos engaxetamentos traz conseqüências, especialmente, em serviços de vapor de alta pressão, onde uma vez iniciado o vazamento, é extremamente difícil saná-lo. O fluxo do vapor de alta pressão cria caminhos que são praticamente impossíveis de ve-

dar somente apertando a sobreposta. Na maioria dos casos, quando uma parada para re-engaxetar a válvula não é permitida, selante tem que ser injetado para sanar o vazamento, fazendo com que a válvula fique inoperável até a próxima parada da planta.

Fabricantes e entidades como a Fluid Sealing Association (FSA) e a European Sealing Association (ESA) publicaram o Procedimento de Instalação para Válvulas e Bombas onde existe a recomendação de “consultar o fabricante da gaxeta e/ou o departamento de engenharia da fabrica para orientação na especificação de torque ou percentual de contração”. No entanto, não existe um procedimento publicado, até hoje, que determine o torque de instalação necessário.

Com o intuito de assegurar selabilidade e evitar os altos custos de injetar selante ou parar uma linha para re-engaxetar válvulas, decidiu-se investigar a possibilidade de desenvolver um procedimento, similar aos utilizados para juntas, onde um aperto inicial é calculado para garantir o funcionamento com vazamento mínimo.

## Dispositivo de selabilidade

Um dispositivo de teste foi desenvolvido para determinar o aperto mínimo necessário para garantir a selabilidade do engaxetamento. Este aperto é a força aplicada pela sobreposta, necessária para assentar a gaxeta de modo que todos os vazios entre a haste e a caixa de gaxeta sejam preenchidos. Este dispositivo de teste simula uma caixa de gaxeta, com um eixo e uma sobreposta. Cinco anéis são utilizados em cada teste. A Figura 1 apresenta um diagrama esquemático do dispositivo de teste.

O gás de teste é introduzido na parte inferior do dispositivo e o vazamento é monitorado na sobreposta com um espectrômetro de massa. Para este estudo foi utilizado Hélio; no entanto, outro gás, ou até mesmo vapor, pode ser usado para simular uma situação real vista no campo.

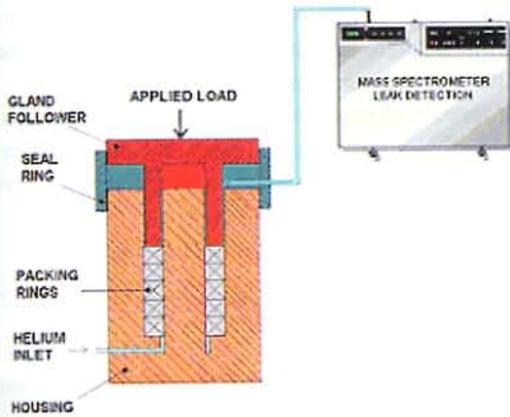


Figura 1 – Dispositivo de selabilidade

A carga é aplicada com uma prensa hidráulica e a força é monitorada por uma célula de carga. A Figura 2 mostra o dispositivo na prensa e o espectrômetro utilizado para medir o vazamento de Hélio.



Figura 2 – Dispositivo, prensa e espectrômetro de massa

### Procedimento de teste – aperto mínimo

A norma EN13555 define o aperto mínimo para juntas,  $Q_{min(L)}$ , como: “a pressão mínima de aperto, na temperatura ambiente, exercida entre as superfícies da junta e do flange necessária para fechar todos os canais internos de vazamento e atendendo a classe de vazamento L desejada”. Baseado neste conceito um procedimento similar foi desenvolvido para gaxetas.

Os diferentes níveis de vazamento estão alocados em classes na DIN e EN 13555<sup>[1]</sup>. Para este estudo decidiu-se

utilizar a classe  $L_{0,01}$  que é a menor especificada. A  $L_{0,01}$  corresponde a uma taxa de vazamento de 0,001mg/(s-m) de Nitrogênio ou 0,001mbar-l/s de Hélio (já ajustado para o dimensional da gaxeta)

Para a determinação do aperto mínimo de assentamento para gaxetas,  $S_{min(0,01)}$ , a pressão foi estabelecida em 7bar e o Hélio foi o fluido de teste escolhido. O procedimento abaixo foi desenvolvido para esta determinação utilizando gaxetas com bitola de 6,4mm.

Passos :

1. Cortar os anéis de gaxeta em ângulos de 45°;
2. Instalar 5 anéis no dispositivo com seus cortes defasados em 90°;
3. Instalar o dispositivo na Prensa Hidráulica;
4. Aplicar uma tensão de aperto inicial de 5MPa;
5. Pressurizar o dispositivo com 7bar de Hélio e monitorar o vazamento;
6. Elevar a tensão de 5 em 5MPa e registrar os valores de vazamento;
7. Quando o vazamento for igual ou inferior a 0.001mbar-l/sec registrar a tensão de aperto e encerrar o teste.

### Gaxetas testadas

Dois testes foram realizados para cada tipo de gaxeta descrito abaixo e seus apertos mínimos,  $S_{min(0,01)}$ , estabelecidos.

Style A – Gaxeta feita com fio de grafite flexível reforçado com malha de Inconel (Gaxeta Quimgax 2235 – Teadit).

Style B – Gaxeta feita com fio de grafite flexível reforçado com filamento de Inconel.

Style C – Gaxeta de carbono e grafite flexível com impregnação de grafite.

Style D – Gaxeta de PTFE expandido com núcleo de sulfato de bário.

Figuras 3, 4, 5 e 6 mostram os resultados dos testes.

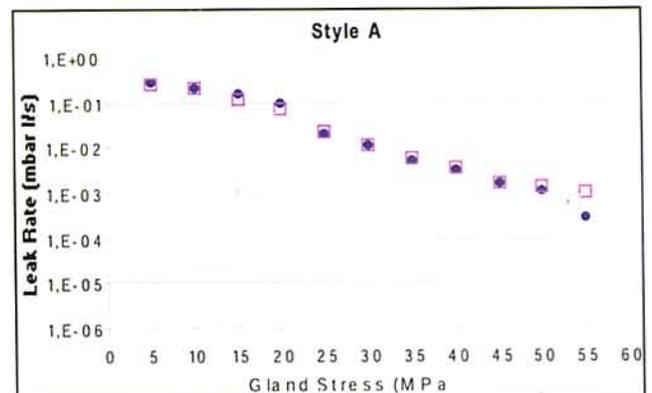


Figura 3 – Style A: Taxa de Vazamento X Aperto

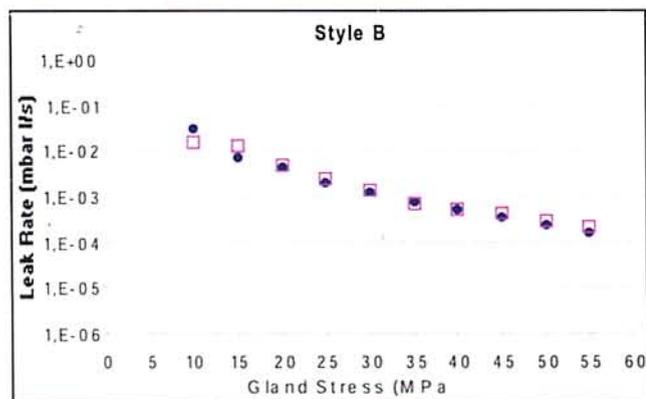


Figura 4 – Style B: Taxa de Vazamento X Aperto

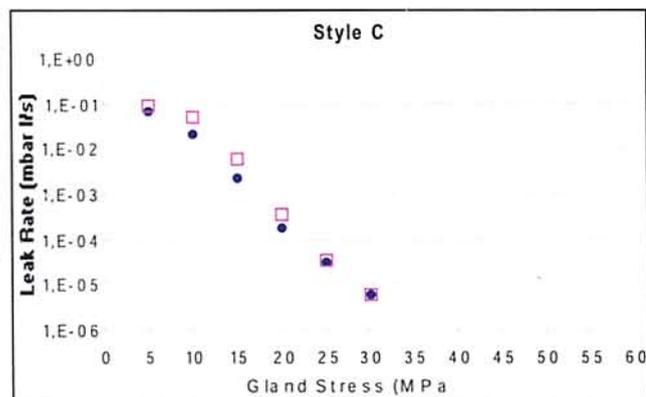


Figura 5 – Style C: Taxa de Vazamento X Aperto

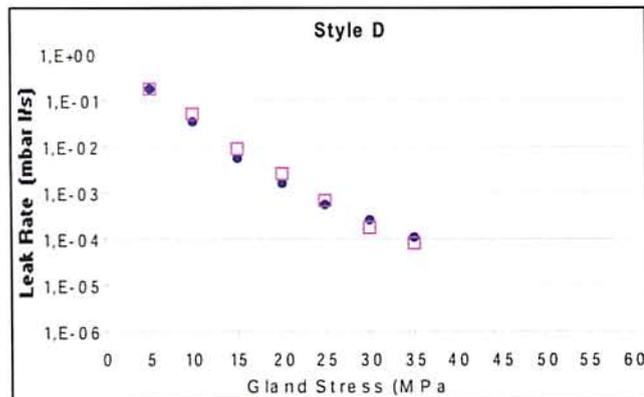


Figura 6 – Style D: Taxa de Vazamento X Aperto

Os valores de  $S_{\min(0,01)}$  foram determinados a para todos os quatro estilos partir dos gráficos acima e estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de  $S_{\min(0,01)}$

Style	$S_{\min(0,01)}$	
	MPa	psi
A	55	7975
B	35	5075
C	20	2900
D	25	3625

### Aperto de instalação

Uma vez que o aperto mínimo foi estabelecido o próximo passo é determinar o aperto de instalação.

Para este teste, analisando também o torque gerado pelo aperto na haste, foram utilizadas válvulas de comum utilização disponíveis no mercado nacional. As seguintes válvulas foram utilizadas:

- Globe Valve, 3in, Class 150psi;
- Globe Valve, 8in, Class 300psi;
- Gate Valve, 4in, Class 300psi.



Figura 7 – Válvulas testadas

Inicialmente o aperto mínimo ( $S_{\min(0,01)}$ ) foi aplicado e a pressão interna de Hélio elevada enquanto o comportamento da gaxeta era monitorado. O vazamento aumentou consideravelmente quando a pressão de Hélio foi elevada. Os resultados não foram considerados satisfatórios.

Outro teste realizado consistiu em manter o vazamento constante, aumentando o aperto enquanto a pressão de Hélio era elevada. Esse teste gerou valores de aperto muito elevados com torques na haste impraticáveis em condições reais de operação.

O resultado satisfatório foi obtido quando o aperto mínimo ( $S_{\min(0,01)}$ ) foi aplicado e elevado pelo mesmo valor da pressão de teste. A Figura 8 mostra as taxas de vazamento quando isto é realizado.

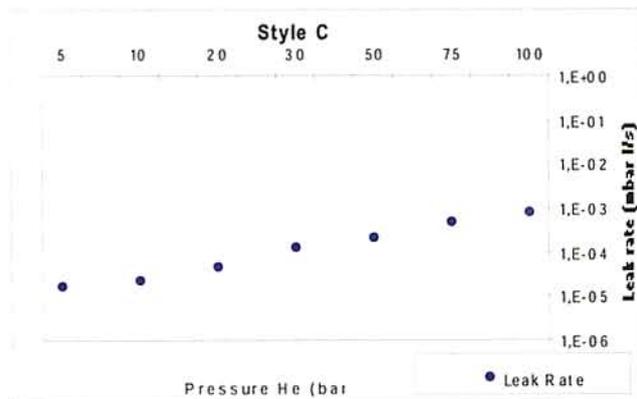


Figura 8 – Elevando aperto e pressão de Hélio

Os testes de laboratório indicam que o aperto de instalação deve ser dado seguindo a seguinte fórmula:

$$S_s = S_{\min(0,01)} + P$$

Onde:

$S_s$  = aperto de instalação

$S_{\min(0,01)}$  = aperto mínimo

P = pressão do fluido

### Testes de laboratório com válvulas

Para avaliar a eficiência do aperto de instalação ( $S_s$ ) determinado para as gaxetas, uma série de testes laboratoriais foram realizados com válvulas de bloqueio e de controle. Estes testes simulavam condições reais de aplicação, incluindo ciclagem térmica e mecânica.

Para estes testes, o vazamento foi monitorado utilizando um Analisador de Vapores Tóxicos - TVA1000 e Metano como gás de teste. Este método de medição foi adotado para minimizar as diferenças entre laboratório e campo.

### Testes em válvula de bloqueio

As gaxetas foram testadas obedecendo aos seguintes parâmetros:

- Válvula de Teste: Válvula Gaveta, 4", Classe 300 psi;
- Bitola da Gaxeta: 6.4mm (1/4");
- Número de anéis: 05;
- Aperto de Instalação:  $S_{\min(0,01)} + P$ ;
- Fluido de Teste: Metano;
- Pressão de Teste: 4,1MPa (600 psi);
- Temperatura de Teste: 260°C (500°F);
- Taxa de Aquecimento: 21°C (70°F) até 177°C (351°F), 46°C (115°F) por hora, 177°C (351°F) até 260°C (500°F), 28°C (82°F) por hora;
- N°. de Ciclos: (abrir/fechar): 2.000;
- Vazamento Máximo: < 500 ppmv;
- Torque Máximo na Haste: < 160 N.m (118 lbf.ft).



Figura 9 – Bancada de testes: válvula de bloqueio

Os resultados dos testes para a gaxeta Style A estão ilustrados na Figura 10.

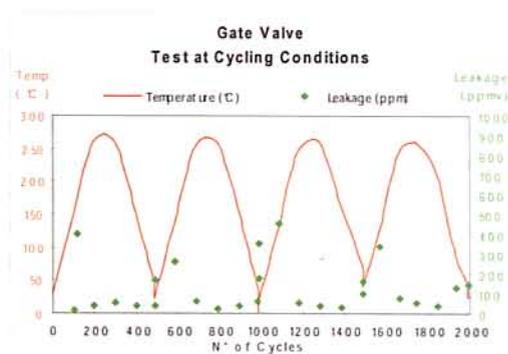


Figure 10 – Válvula de bloqueio: Style A

A gaxeta atendeu ao critério proposto. O vazamento não atingiu 500ppmv nos 2.000 ciclos, permanecendo baixo nas fases quentes. Nenhum re-aperto foi necessário.

As gaxetas B e C também foram testadas, apresentando resultados semelhantes.

A gaxeta, Style A, foi testada, também, por um laboratório independente nos EUA apresentando resultados semelhantes.

### Testes na válvula de controle

As gaxetas foram também testadas em válvula de controle (2", classe 300psi) seguindo um protocolo que representa uma aplicação crítica. O teste consiste em ciclos térmicos de 25°C (77°F) até 235°C (455°F), a pressão constante de 7bar (102psi), com a válvula completando 180 abre-fecha ciclos por hora.



Figura 11 – Bancada e testes: válvula de controle

As gaxetas foram montadas com o aperto de instalação ( $S_s$ ) e tiveram seu comportamento monitorado. Os resultados da Style C com  $S_s$  de 21Mpa podem ser analisados na Figura 12.

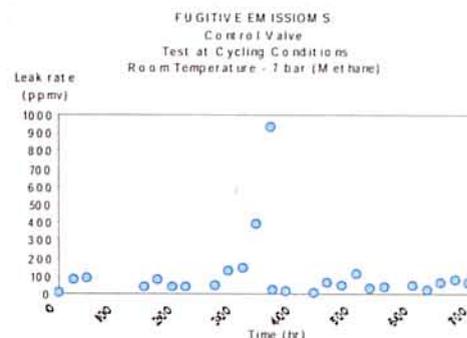


Figura 12 – Válvula de controle – Style C sem Mola Prato

Devido ao desgaste da gaxeta, o aperto de instalação foi reduzido e após 350 horas de teste (63.000 ciclos) altos vazamentos foram medidos. A gaxeta foi re-apertada elevando a tensão ao aperto de instalação e mais uma vez selabilidade foi atingida.

Para garantir que o aperto de instalação ( $S_s$ ) seria mantido constante e avaliar se era realmente capaz de controlar Emissões Fugitivas, uma nova bateria de testes foi realizada usando molas prato.

Os resultados para a gaxeta Style C, com  $S_s$  de 21Mpa estão expressos na Figura 13.

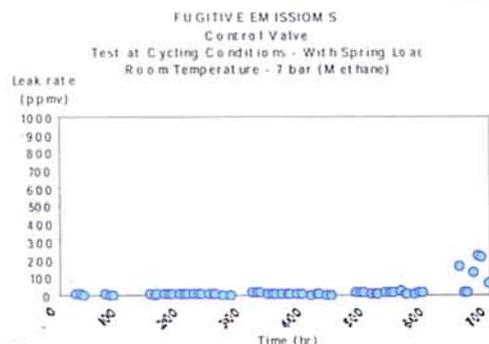


Figura 13

- Válvula de controle - Style C com Mola Prato

Os resultados acima demonstram que, após 700 horas (126.000 ciclos), a gaxeta Style C, com molas prato assegurando que o aperto de instalação ( $S_s$ ) fosse mantido, manteve o vazamento do sistema abaixo de 220ppmv. Os resultados foram considerados satisfatórios. Eles mostram que quando o valor do aperto de instalação determinado é mantido o vazamento é mantido em níveis baixos.

As gaxetas A e B não foram testadas na válvula de controle uma vez que seus filamentos possuem reforço de Inconel, o que poderia danificar a válvula devido a sua alta dureza. Fios com reforço de Inconel não são indicados para aplicações com altas ciclagens.

## Teste piloto de campo

Dois testes de campo foram realizados para verificar se os resultados de laboratório poderiam ser reproduzidos na prática: linhas de vapor de alta pressão e linhas de hidrocarbonetos foram selecionadas para os testes de campo.

A aplicação desse teste se deu na planta de geração de energia de importante indústria petroquímica, no Brasil. Essa planta foi escolhida devido ao seu histórico de vazamento, de rigoroso monitoramento e de inquietação técnica no desenvolvimento e implementação de melhorias.

Uma vez iniciado um vazamento de vapor de alta pressão, não é possível reapertar ou reengaxetar as válvulas sem parar a linha inteira. Esta planta apresentava altos custos causados por constantes vazamentos e pelas diversas intervenções que se faziam necessárias. Mais de 2.000 toneladas de vapor eram perdidas em vazamento, todo ano.



Figura 14 - Válvula vazando

Por causa das condições severas de operação da planta, onde válvulas são submetidas a pressões de 140 bar e temperaturas acima de 550°C, tornou-se imprescindível o uso de um procedimento de instalação adequado para gaxetas.

Antes de iniciar as novas instalações, as gaxetas antigas, bem como o selante, foram removidas com hidrojateamento. Buchas de carbono foram introduzidas no fundo das caixas de gaxeta, sempre que necessárias, para manter um número máximo de seis anéis<sup>[1]</sup> de gaxeta.

Um total de 46 válvulas de vapor, com tamanho variando de 1/2" até 16" foram engaxetadas com a Style A (Gaxeta Quingax 2235 - Tedit) obedecendo ao Procedimento de Instalação para Válvulas e Bombas<sup>[3]</sup> e utilizando o aperto de instalação seguindo a seguinte fórmula:

$$S_s = S_{\min(0,01)} + P = 69\text{MPa}$$

Onde

$$S_{\min(0,01)} = 55\text{Mpa (7975psi)}$$

$$P = 140\text{bar} = 14\text{MPa (2030psi)}$$

O comportamento da gaxeta vem sendo monitorado há mais de 36 meses. Até este momento, neste período, nenhuma interferência se fez necessária, nenhum retorque foi aplicado e a, até então, habitual necessidade de injetar selante foi completamente eliminada.

A planta teve, recentemente, uma parada geral e todas as válvulas foram inspecionadas. As sobrepostas foram ajustadas para garantir que todas as gaxetas possuíssem o aperto de instalação calculado antes da planta entrar em operação novamente. Nenhuma das gaxetas foi substituída e nenhuma das válvulas apresentou vazamento na partida ou na operação. O mesmo procedimento foi aplicado nas linhas de hidrocarbonetos, utilizando a gaxeta Style C, para controlar



Figura 15 - Válvulas livres de vazamento, após o aperto utilizando SS

emissões fugitivas. Antes da aplicação do torque controlado, 54% das 17.474 válvulas apresentavam vazamentos superiores à 500ppmv. Depois da aplicação do aperto de instalação calculado ( $S_c$ ), 92,5% das válvulas tinham vazamento inferior à 250ppmv e um total de 94,2% inferior a 500ppmv. Os resultados encontram-se na Figura 16.

Embora o *Teste de Aperto Mínimo* tenha sido desenvolvido com gaxetas de 6,4mm o conceito se mostrou válido para outras bitolas como verificado no Teste Piloto de Campo

**Conclusões**

Testes de laboratório e subseqüentes testes de campo realizados com diferentes tipos de gaxetas, válvulas e fluidos mostraram que, assim como para juntas de vedação, é possível ter um procedimento de instalação com controle de aperto para a instalação de gaxetas em válvulas.

As melhorias observadas mostram que é possível determinar um aperto mínimo de assentamento em testes de laboratório para cada tipo de gaxeta, calcular o aperto de instalação de acordo com o critério proposto e se ter uma partida e operação livres de vazamentos.

Partidas e operação sem vazamentos geram economia, reduzindo o desperdício de produto, os custos de mão de obra em intervenções não previstas, de perdas de produção e da injeção de selante, além de aumentar a segurança dos funcionários da planta.

**Fugitive Emissions**

	Angular	Butterf.	Ball	Gate	Globe	Plug	Mach	Others
☐ <250 ppmv	242	24	820	11.176	1.574	155	7	63
▨ >250 / <500 ppmv	11	1	29	195	23	-	-	-
▩ >500 ppmv	54	5	181	527	104	1	-	3

O aperto de instalação de gaxetas calculado também se mostrou eficiente no controle de emissões fugitivas, reduzindo poluição e custos.

**Referencias Bibliográficas**

1. American Petroleum Institute – API RP 621 - Reconditioning of Metallic Gate, Globe, and Check Valves
2. American Petroleum Institute - API STD 622 - Testing of Process Valve Packing for Fugitive Emissions
3. Pump & Valve Installation Procedures, The Fluid Sealing Association/European Sealing Association, 2003
4. DIN EN 13555 – Gasket parameters and test procedures relevant to the design rules for gasketed circular flange connections.

**Marte**  
Marte Balanças e Aparelhos de Precisão Ltda  
Desde 1950

**OAKION**      **WTW**      **SCHOTT Instruments**

**SECOMAM**      **NIVUS**      **ATAGO**

**Medidores de Nível e Vazão**

Spectrofotômetro      NivuSonic      PCM Pro-Ex      Medidores on-line      Medidor de DBO e Biodegradabilidade      Medidor de Bancada

Viscosímetro      Titulador Karl Fischer      Titulador KF Multi-Funções      Chapa de Aquecimento e Agitação      Soluções de Calibração      Medidor Portátil Multiparâmetro IP68

**FILIAIS**

S/Canoas      SP/Ribeirão Preto      RJ/Rio de Janeiro  
Tel: (51)3466-5300      Tel: (16)3625-9337      Tel: (21)2673-4649

C/Florianópolis      SP/Campinas      MG/Belo Horizonte  
Tel: (48)3222-6721      Tel: (19)3421-4100      Tel: (31)3413-6706

P/Marília/Norte do Paraná      SP/Piracicaba      PE/BA/AL/SE/PB/RN/CE  
Tel: (14)3413-7886      Tel: (19)3421-4100      Tel: (81)3328-6114

Marte Balanças e Aparelhos de Precisão Ltda  
Desde 1950

PABX: (11)3411-4500  
FAX: (11)3411-4510  
atendimento@martebal.com.br  
www.martebal.com.br

Medidor Multiparâmetro