

MÓDULO 4

4.8.2 - PROCEDIMENTOS DE TESTES DE ESTANQUEIDADE PARA LINHAS DE POLIETILENO PARAGASES E AR COMPRIMIDO

● Normas Aplicáveis

- NBR 14.462 – Sistemas para Distribuição de Gás Combustível para Redes Enterradas – Tubos de polietileno PE 80 e PE 100 – Requisitos
- NBR 14.461 - Sistemas para Distribuição de Gás Combustível para Redes Enterradas – Tubos de polietileno PE 80 e PE 100 – Instalação em Obra
- EN 12.327 - Sistemas de Abastecimento de Gás – Procedimentos de Comissionamento, Descomissionamento e Ensaios de Pressão – Requisitos Operacionais
- BGC DIS 5.5 - Construção de Tubulações – Ensaio de Pressão de Linhas de Serviço e Distribuição

● O que exigir

- Equipamentos e instrumentos de medição calibrados e na precisão requerida;
- Equipamentos de sinalização de segurança e EPI's adequados;
- Equipe habilitada à realização de ensaios de pressão com supervisão e inspeção;
- Equipamentos de registro de pressão e relatórios adequados

● Ensaios de Estanqueidade de Tubulações Plásticas

Os procedimentos utilizados para tubos não plásticos, como aço, concreto e ferro fundido não se adequam a tubos plásticos, em especial tubos de polietileno e polipropileno, devido às suas propriedades viscoelásticas.

Sob uma carga constante o módulo de elasticidade dos plásticos vai caindo, em função do *creep*, assim o diâmetro do tubo aumenta com o passar do tempo, com isso a pressão cai concomitantemente, dificultando a avaliação do teste, pois sugerindo um vazamento.

Quanto maior o tempo de estabilização ou condicionamento, menor será a queda de pressão durante o ensaio, pois as variações (*creep*) são maiores nas primeiras horas, tendendo a estabilizar-se em longo prazo, assintoticamente.

Portanto, os ensaios devem considerar um grande tempo de estabilização, normalmente acima de 3 h, minimizando a queda da pressão durante a avaliação.

É muito difícil definir exatamente as relações entre diâmetro, volume e pressão da tubulação, dado às diversas variáveis, porém os métodos de ensaios de estanqueidade procuram estabelecer tabelas, gráficos, ou fórmulas com valores práticos satisfatórios.

Outros fatores ainda, como variação de temperatura, presença de ar, movimento relativo de juntas mecânicas e eficiência da compactação podem afetar ou confundir o resultado de ensaio de estanqueidade.

Nos tubos enterrados e com menores níveis de pressão de ensaio em relação à pressão nominal do tubo, certamente as variações são menores, por vezes desprezíveis.

Algumas companhias de gás possuem procedimentos próprios, que consideram os princípios apresentados a seguir.

● Ensaio de Estanqueidade de Ramais Prediais de Gás

Em ligações soldadas, não se deve fazer o ensaio antes do tempo mínimo de resfriamento para aplicar pressão definido nos procedimentos de soldagem.

Devido ao pequeno comprimento da linha, permitindo fácil avaliação visual, estes ensaios são realizados em curtíssimo tempo, tornando desprezíveis as variações dimensionais, e não demandando tempo de estabilização longo.

Antes de furar a rede, conectar um compressor de ar, ou cilindro de nitrogênio, na junta de transição que ligará o tubo do ramal ao medidor de gás e pressurizar o ramal com 1,5 vezes a pressão nominal da tubulação. Mantenha a pressão por pelo menos 5 minutos e verificar se há vazamentos. Os Tês de Serviço de eletrofusão atuais vêm com a faca (punção) de corte furada, permitindo tirar sua tampa, acoplar um adaptador com bico de ar no lugar da tampa, permitindo a pressurização do ramal através do Tê de Serviço, antes da furação da rede. Nesse caso, ramal pode estar conectado ao medidor de gás.

Desacoplar o compressor (ou nitrogênio). Conectar o ramal ao medidor de gás. Furar a rede e verificar se há vazamentos no conjunto de medição ou na ligação do Tê de Serviço à rede.

● Ensaio de Estanqueidade Pneumático em Redes de Gás Natural e Ar Comprimido

Nos ensaios típicos de tubulações para distribuição de gás, as pressões de operação e consequentemente de teste são bem menores que as utilizadas para as tubulações de água para o mesmo tubo (material e SDR), pois, devido aos diferentes fatores de segurança (dimensionamento) utilizados nessas aplicações, um mesmo tubo, por exemplo de PE 80 SDR 11, será aplicado em água para 12,5 bar e em gás para 4 bar. Com pressão de teste de 1,5 x PN resultam pressões de ensaio respectivas de 18,75 bar e 6 bar. Ou seja, tensões circunferenciais de 9,375 MPa e 3 MPa. Dessa forma, as variações de pressão ao longo do teste em tubulações de gás são bem menores que as observadas nos tubos de água.

Os testes **não** devem ser realizados em tubulações com temperatura acima de 40°C.

Os testes devem ser realizados de forma a garantir a segurança dos funcionários e público em geral. Durante o período de pressurização, **nenhuma** pessoa que não participe dos trabalhos deve permanecer próxima à vala. O local deve estar bem sinalizado e isolado.

O ensaio **não** deve ser iniciado antes do tempo mínimo para aplicar pressão, estabelecido no procedimento de soldagem.

Em alguns casos a pressão de trabalho ou operação da linha é muito menor que a pressão nominal da tubulação, por isso se recomenda o ensaio baseado na pressão nominal, permitindo o aumento futuro da pressão de trabalho com segurança.

A pressão de ensaio deve ser de 1,5 vezes a máxima pressão da tubulação, desde que não ultrapasse o limite de pressão pneumática para o material, em função da resistência do material à propagação rápida de ruptura (normalmente SDR11: PE 80 ≤ 16 bar e PE ≤ 24 bar).

Para pressões acima do limite de pressão pneumática admitida deve-se executar o ensaio hidrostático. A British Gas limita seus ensaios pneumáticos a 7 bar.

O fluido de teste pneumático deve ser ar ou nitrogênio.

A temperatura ambiente, e se possível a do solo ao redor da tubulação, devem ser registradas durante todo o período do ensaio.

PROCEDIMENTO:

- O trecho a ser testado deve ser isolado com dispositivos de fechamento específicos ou conexões, tais como caps, flanges cegos e colarinhos soldados ao tubo, adequadamente dimensionados e ancorados para suportar as pressões. Se possível, registradores de pressão são aconselháveis.
- A linha deve estar enterrada e preferencialmente com as juntas expostas.
- Pressurizar a tubulação com ar comprimido ou nitrogênio entre 100 mbar a 350 mbar.
- Verificar todas as juntas, válvulas e acessórios com solução de água e sabão, quanto à existência de vazamentos. O sabão utilizado não deve ser agressivo ao polietileno. Reparar os vazamentos detectados, limpar as superfícies em que se utilizou água e sabão e reiniciar o ensaio.
- Aumentar a pressão até atingir a pressão final de teste (1,5 x PN). Aguardar a estabilização da pressão por um período entre 2 e 24 horas. Quanto maior a extensão da linha e o período de teste, maior deve ser o tempo de estabilização.
- Normalmente, o período de teste é estabelecido em função do volume da tubulação (**V**) e da pressão de ensaio. A British Gas, em sua especificação para teste de estanqueidade de tubulações - DIS 5.5 – Section 5 – Module 5.5 define as relações para o tempo de ensaio (**t**) apresentadas na Tabela abaixo, com o mínimo de 0,25 h (15 minutos). Na mesma especificação também encontram-se tabelas com as perdas de pressão previstas em função do tempo de condicionamento e pressão de ensaio, que são da ordem de 8 mbar, para 2-3 horas de estabilização e de 1 mbar para períodos de até 24 horas.

Tempo de Ensaio de Pressão Pneumático

Pressão de Operação	Pressão de Ensaio	Tempo de Ensaio (h)
75 mbar (SDR17,6)	350 mbar	$t = 1,0158 \cdot V$
2 bar (SDR 17,6)	3 bar	$t = 0,877 \cdot V$
4 bar (SDR 11)	6 bar	$t = 0,837 \cdot V$
5,5 bar (SDR 11)	7 bar	$t = 1,121 \cdot V$

- Os instrumentos de medição devem ser de classe de erro adequada à leitura, normalmente de classe 1% ou melhor. À perda de pressão devido ao creep deve ser somada a perda de pressão admissível nos instrumentos e em todo o conjunto de ensaio, geralmente da ordem de 3 a 10 mbar. Assim, a pressão de ensaio deve ser acrescida das perdas de pressão devidas ao creep (expansão do tubo) e fugas nos acoplamentos dos instrumentos, aumentando a pressão de ensaio em 4 a 20 mbar.
- O teste é considerado aprovado se a pressão não cair abaixo da estabelecida durante o período de ensaio. Em função da classe de precisão e resolução dos instrumentos de medição, as variações devido ao creep são praticamente imperceptíveis nos ensaios padrões de linha de gás, com pressões até 7 bar, desde que mantido um período de estabilização adequado.

● Ensaio de Estanqueidade Hidrostático em Redes de Gás Natural e Ar Comprimido**PROCEDIMENTO:**

- O trecho a ser testado deve ser isolado com flanges cegos e colarinhos soldados ao tubo, ou outros tipos de dispositivos de fechamento mecânicos específicos, adequadamente dimensionados e ancorados para suportar as pressões de ensaio. As extremidades do tubo deverão possuir dispositivos para purga de ar, enchimento de água e medição de pressão. Se possível, registradores de pressão são aconselháveis.
- A linha deverá estar enterrada e com o aterro adequadamente compactado. As juntas mecânicas deverão estar expostas. Recomenda-se que, se possível, as juntas soldadas também fiquem expostas durante o ensaio.
- Pressurizar a tubulação com ar comprimido ou nitrogênio a 350 mbar.
- Verificar todas as juntas, válvulas e acessórios com solução de água e sabão, quanto à existência de vazamentos. O sabão utilizado não deve ser agressivo ao polietileno. Reparar os vazamentos detectados, limpar as superfícies em que se utilizou água e sabão e repetir o ensaio. Não observando mais vazamentos, esvaziar a linha.
- Iniciar o ensaio Hidrostático.
- Sempre que possível, a pressurização deve ser no ponto mais baixo da linha para facilitar a expulsão de ar durante o enchimento da mesma. Esta posição também registra a máxima pressão e facilita o controle se necessária alguma liberação de água. Quando não for possível aplicar a pressão pelo ponto mais baixo, descontar da pressão de ensaio a altura manométrica entre o ponto mais baixo da linha e o de entrada de pressão.
- Se o trecho possuir *venting*/purgas ou outros dispositivos de ventilação/proteção, durante o enchimento da linha esses dispositivos devem estar abertos para permitir a purga de ar.
- Proceder ao enchimento da linha lentamente. Deve-se cuidar para expulsar todo ar da linha.
- Quando a linha estiver completamente cheia, fechar os dispositivos de purga de ar.
- A seguir, **eleva a pressão à pressão de ensaio da tubulação (1,5 xPN)** e iniciar o procedimento de estabilização da linha, para minimizar o efeito do *creep* da tubulação.
- Esse período pode chegar a 48 h. Repressurizar a linha sempre que a pressão cair a aproximadamente 80% a pressão de ensaio. Anotar o tempo entre repressurizações até que a taxa de queda de pressão se mantenha constante ou venha diminuindo, sendo menor que 5% da pressão de ensaio.
- Quando atingir essa condição iniciar o ensaio de pressão com 2 horas de duração.
- Anotar pressão e temperatura a intervalos regulares, aprox. 15 min, durante as duas horas.
- **A linha é considerada aprovada se:**
 - a) Não há perda de pressão, ou
 - b) A taxa de queda de pressão vem diminuindo com o passar do tempo e é menor que 5% da pressão de ensaio por hora de ensaio;
- Se a taxa de queda de pressão for menor que 5% da pressão de ensaio, mas se mantém constante nos intervalos regulares de tempo, a **Linha é Duvidosa** e deve ser melhor investigada, aumentando-se, por exemplo, o tempo de ensaio.
- Alternativamente pode-se fazer o ensaio hidrostático para linhas de água, descrito no módulo 4.8.1.

**MODELO DE RELATÓRIO DE ENSAIO DE
ESTANQUEIDADE PNEUMÁTICO**

papel timbrado do executor

Obra: _____

Data do Ensaio: __/__/__

Descrição do trecho: _____

Material: _____ DE: _____ SDR: _____

Pressão Nominal da linha: _____

Pressão de Ensaio: _____

Fonte de Pressão: _____

Data Início de ensaio: __/__/__ Hora Início de ensaio: __:__

Hora Término de operação de purga e enchimento da linha: __:__

Tempo de estabilização da linha: __:__

Comprimento da Linha: _____ m Volume Interno da Linha (V): _____ m³

Tempo de Ensaio (t): _____ h

Data Início pressurização: __/__/__ Hora Início pressão: __:__

Hora	Pressão (bar)	Temperatura (°C)

Conclusão: _____

Responsável pelo ensaio:

Nome

Assinatura

Inspetor:

Nome

Assinatura