

# P113 - Estudo sobre a utilização de Soldagem Capilar em Sistemas de Tubos de Cobre para pressões superiores a 7,5 kPa – Ciclo 2010/2011

Murilo Fagá<sup>1</sup>, Bruno S. Burghetti<sup>1</sup>

## 1 ABRINSTAL

**Resumo** – Com o crescimento do consumo de gás natural criou-se a constante preocupação quanto à segurança das instalações de distribuição. Atualmente, tais instalações contam com o respaldo estabelecido pelos requisitos de Normas Técnicas, sendo o modelo de produção realizado por meio de tubulações de cobre normalmente conectadas através dos processos de soldagem ou brasagem capilar. Dado tal fato, há o contínuo questionamento por parte dos engenheiros sobre os requisitos incorporados nas práticas de soldagem em sistemas de tubos de cobre até então estabelecidos, incentivando-se sempre a busca de produtos e processos que tragam a melhor relação entre o custo e a qualidade, e alcancem um ponto-final “ótimo”, que satisfaça aos interesses gerais sem colocar em risco a segurança do patrimônio e das pessoas.

Palavras-chave: Normas técnicas, NBR 15526, soldagem, brasagem capilar.

### Introdução

A problemática levantada no presente trabalho envolve a aplicação das Normas Técnicas, que normalmente baseiam-se em textos internacionais, de forma a agregar experiências de mercados consolidadas, mas que não necessariamente estão claramente vinculadas à realidade nacional. Deste modo, percebe-se a existência de requisitos mais rigorosos do que aqueles que deveriam ser estabelecidos para o uso pretendido: conforme determinado atualmente pela NBR 15526:2009, o processo de soldagem (definido pela temperatura de fusão do metal de enchimento superior a 200°C) aplica-se em acoplamentos com pressão máxima de 7,5 kPa. No caso de pressões superiores a este valor, o processo de brasagem (já definido pela temperatura de fusão do metal superior a 450°C) deve ser utilizado. Contudo, tanto um processo quanto outro oferecem resistência adequada aos requisitos de suportabilidade de pressão estabelecido para a rede de distribuição interna de 150 kPa, o que sugere uma limitação rigorosa imposta para a soldagem capilar.

Sendo assim, o objetivo do projeto é desenvolver um estudo sobre a realização de acoplamento em sistemas de tubulação de cobre através dos processos de soldagem e brasagem capilar. Para isto, observou-se que os requisitos de desempenho dos sistemas prediais relacionam diretamente a

possibilidade de compatibilização às exigências do usuário, independentemente dos materiais e componentes a serem usados, determinando assim, uma metodologia básica resumida em identificar os usuários do sistema, levantar as exigências e necessidades dos usuários, definir as condições de exposição do sistema, estabelecer os requisitos de desempenho (qualitativos), estabelecer critérios de desempenho (quantitativos) e definir métodos de avaliação (ensaios, medidas, cálculos).

De modo geral, o estabelecimento de critérios e métodos de avaliação são bastante complexos, não entrando ao mérito deste projeto abordar todos os aspectos vinculados diretamente à rede de distribuição interna de gases combustíveis, mas sim possibilitando a identificação de alguns requisitos específicos de resistência mecânica a que os tubos e conexões de cobre devem atender para um perfeito funcionamento dentro das instalações de gases combustíveis.

### Desenvolvimento

Foi necessária a definição de critérios de desempenho e métodos de avaliação para elaboração deste estudo. Os critérios de desempenho normalmente estão associados a valores específicos aos quais os elementos em análise devem atender. Os métodos de avaliação normalmente estão associados a ensaios realizados para verificação objetiva

dos valores vinculados aos critérios de desempenho.

Em uma abordagem preliminar de tais etapas, foi considerada importante a análise dos produtos componentes dos sistemas de tubos de cobre soldados. Para isso, levantou-se dados com base em ensaios mecânicos e não destrutivos, bem como realizaram-se observações pertinentes sobre os possíveis critérios de priorização de desempenho e avaliação.

#### A) Quanto aos critérios de desempenho.

Nesta etapa houve o levantamento dos tipos de solda utilizados nas experimentações, a seleção das bitolas dos tubos, e a formatação dos ensaios de envelhecimento, mecânicos e de pressão. Para a finalização da elaboração de critérios de desempenho, planejou-se os ensaios de forma a otimizar a estrutura laboratorial e o tempo de análise. É importante destacar que, para a condução dos ensaios de maneira satisfatória, todas as peças foram montadas em condições semelhantes de operação, não havendo diferenciação de processos para uma mesma classe de tubos e soldas.

#### B) Quanto aos métodos de avaliação.

Trata-se da realização dos ensaios aplicáveis aos sistemas de tubos e conexões de cobre soldados. Com relação ao tipo de solda, teve-se como amostras soldas brandas e soldas fortes, de maneira a estabelecer uma comparação entre os tipos e verificar a integridade e estanqueidade de ambas.

Segue uma breve descrição da metodologia aplicada em cada um dos ensaios realizados neste trabalho:

- Resistência ao esmagamento e pressão hidrostática: realizado em um aparelho de compressão, com carga de 90 Kg aplicada através de uma placa metálica, com velocidade aproximada de 13 mm/min e mantida por 5 minutos com objetivo de verificar a resistência à pressão hidrostática interna dos tubos e suas conexões após serem submetidos ao esforço de esmagamento;

- Resistência à flexão e pressão hidrostática: as amostras foram inicialmente preenchidas com água, colocadas entre dois apoios distanciados de 3,4 m e submetidas a um esforço de compressão pontual no centro com carga de 3 kgf, durante o período de 1 minuto;

- Resistência ao impacto e pressão hidrostática: as amostras foram inicialmente submetidas aos ensaios de impacto por uma peça cilíndrica de Ø 31,7 mm com massa de 0,90 kg de uma altura de 2,30 m;

- Ensaio de tração e pressão hidrostática: as experimentações das amostras são submetidas a uma carga de tração de 900 N, por um período de 5 minutos;

- Ensaio de tração a ruptura: as amostras são fixadas na máquina de ensaios e submetidas ao esforço de tração, até a carga máxima de resistência;

- Resistência a pressão hidrostática de curta duração: as amostras são submetidas à pressão hidrostática interna tendo sua pressão interna elevada gradualmente até que se obtenha uma ruptura. Tem-se como objetivo verificar a ocorrência de rupturas, separações ou vazamentos ao submeter o tubo e as conexões a uma pressão hidrostática interna;

- Ensaio de ciclo térmico: as amostras foram inicialmente submetidas a 5 ciclos térmicos, com exposição a temperatura de 150° C e 20° C, por 24 horas;

- Ensaio de envelhecimento acelerado por névoa salina: as amostras foram expostas à névoa salina por um período de 720 horas;

- Resistência ao fogo: as amostras foram expostas a aplicação de fontes direta e indireta de calor para diversas faixas de temperatura entre 200°C e 1000°C, observando-se a ocorrência de anomalias, deformidades, vazamento ou ruptura dos corpos de prova.

Em suma, para avaliar se as agressões realizadas são capazes de fragilizar a estrutura das amostras, os estudos basearam-se na verificação do comportamento destas quando submetidas ao ensaio de pressão hidrostática, até a ruptura, sem que o conjunto tenha sofrido qualquer tipo de agressão e nos resultados alcançados quando submetidas ao ensaio de pressão hidrostática, até a ruptura, após as agressões.

## Resultados

Com a realização deste projeto, destaca-se que a pressão declarada pela Normas Técnicas (150 kPa) é 5 vezes menor do que a necessária para levar o tubo à ruptura.

No que se refere à análise de resistência a pressão, é possível observar que o comportamento dos tubos e conexões, após sofrerem agressões químicas ou mecânicas, não se modificou e que os resultados permanecem na mesma faixa do resultado

obtido quando da realização do ensaio de pressão hidrostática sem agressões.

Por fim, na análise de resistência ao fogo, verifica-se que as soldas das amostras se mantiveram íntegras até atingirem as temperaturas próximas de fusão das próprias soldas (forte 750°C e branda 250°C), demonstrando que o efeito do aumento da pressão interna, em decorrência do aumento da temperatura, não gera impacto na integridade das soldas.

Observa-se ainda que o vazamento nas amostras (ou perda de pressão evidenciada através dos manômetros) ocorreu devido exclusivamente à temperatura limite de fusão da solda.

### **Conclusões e Contribuições**

As agressões mecânicas e químicas nos sistemas compostos por tubos e conexões soldados, tanto com solda branda, quanto com solda forte, não interferiram nos resultados das pressões de ruptura.

Destaca-se que os resultados dos ensaios de ruptura à pressão hidrostática, sem ou com agressão (mecânica ou química), quando comparados aos níveis de pressão de serviço para redes de distribuição interna de gases conforme ABNT NBR15526, são significativamente maiores.

Conclui-se da análise desses resultados que, independentemente do tipo de solda (forte e branda), os sistemas compostos por tubos e conexões soldadas suportam valores superiores à máxima pressão de serviço especificado pela ABNT NBR15526.

Não se identifica obstáculos para a utilização de qualquer um dos tipos de solda nas instalações internas de gases combustíveis, sob a ótica das resistências mecânicas e químicas avaliadas neste projeto e que pretendem representar a realidade da média das instalações de gases combustíveis existentes.

Já referente à resistência térmica, de fato foram confirmados os vínculos com a característica de temperatura inerente de cada uma das soldas testadas. Assim, a solda forte resiste a temperaturas superiores à da solda branda. Não se identificaram requisitos específicos de resistência a temperatura na NBR 15526. Destaca-se que a investigação sobre tal requisito deveria abranger o conjunto mais importante de materiais, equipamentos e aparelhos a gás utilizados nas instalações de gases combustíveis.

### **Referências**

ABNT NBR 15526: instalações internas para uso alternativo dos gases GN e GLP – projeto e execução. Rio de Janeiro. ABNT 2000.

EPUSP. Processos de Fabricação: Junção, Soldagem e Brasagem. Apostila de Introdução a Manufatura Mecânica. São Paulo, 2011.

FRANÇA, B.H.C. Dossiê Técnico Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Qualidade de Soldagem, Rio de Janeiro, 2007.

INFOSOLDA - O Portal Brasileiro de Soldagem. Disponível em: <<http://www.infosolda.com.br/>>. Acesso em: 4 setembro 2011.

MODENESI, P.J. et al. Introdução aos Processos de Soldagem. Belo Horizonte, 2006.

TIBURI, F. Dossiê Técnico Senai-RS: Qualidade em Soldagem. Porto Alegre, 2007.