

MÓDULO 3

3.1 - QUALIFICAÇÃO DE INSTALADOR, INSPETOR, SOLDADOR E SOLDA DE TOPO POR TERMOFUSÃO E DE ELETROFUSÃO

O INSTALADOR, ou empresa instaladora, para ser qualificada como instaladora de tubos poliolefínicos deve atender aos seguintes requisitos:

- possuir equipamentos qualificados à soldagem (vide Módulo 3.2);
- possuir procedimentos de soldagem e instalação e controle de qualidade consistentes (vide Módulo 4) e registros de soldagens executadas por seus soldadores.
- possuir soldadores e inspetores qualificados, conforme descrito a seguir:

Essa documentação deve ser exigida pela Contratante para assinatura do Contrato de Serviços.

É adequado que a empresa pertença a um sistema de programa de qualidade, que assegure a sua auditoria periódica e certificação.

● Normas Aplicáveis

- NBR 14.464 - Sistemas para Distribuição de Gás Combustível para Redes Enterradas – Execução de Solda de Topo (EM REVISÃO – aguardar versão 2013);
- NBR 14.472 – Tubo de Polietileno PE 80 e PE 100 – Qualificação do Soldador;
- UNI 9737 – Classificação e Qualificação de Soldadores de Tubos e Conexões de PE por Solda de topo ou Eletro fusão para Gás, Água e Outros fluidos sob pressão;
- ABPE P 011 – Tubos de polietileno PE e conexões- Qualificação de Empresa Instaladora;
- ABPE P 009 – Tubos e conexões de polietileno PE - Qualificação de Soldas, Soldadores, Inspetores e Instaladores – Procedimento;
- DVS 2207-1 - Soldagem de Materiais Termoplásticos – Soldagem de Tubos, Conexões e Placas – Parte 1 – Procedimentos
- DVS 2202-1 - Teste de Produtos Semi-Acabados de Polietileno -Avaliação de Solda
- DVS 2203 - Ensaio de Soldas de Materiais termoplásticos – Requisitos;
- DVS 2212 - Soldagem de Materiais Termoplásticos – Qualificação de Soldadores;
- ISO 21307 - Tubos e Conexões Plásticas – Procedimentos de Solda de Topo para tubos e conexões de Polietileno (PE) para distribuição de água e gás combustível;
- DS/INF 70-2 - Tubulações plásticas – Procedimento de Solda de Termofusão de Topo
- DS/INF 70-3 - Tubulações Plásticas – Solda de termofusão de Topo – Inspeção Visual
- ISO 11.413 - Tubos Plásticos e Conexões – Preparação de Corpos-de-prova para Soldagem de Eletro fusão;
- ISO 11.414 - Tubos Plásticos e Conexões – Preparação de Corpos-de-prova para Soldagem de Topo por Termofusão;
- ISO 13.953 - Tubos e Conexões de PE – Determinação da Resistência à Tração e do Tipo de Ruptura em Solda de Topo por Termofusão.

- ISO 13.954 - Tubos e Conexões Plásticas - Teste de Resistência Coesiva por Arrancamento (Peeldecohesion) para Polietileno (PE) Soldados por Eletrofusãode Diâmetro Externo Nominal Maiorou Iguala 90 mm;
- ISO 13.955 - Tubos e Conexões Plásticas – Ensaio de Resistência Coesiva por Esmagamento (CrushingDecohesion) para conexões de eletro fusão
- ISO 21307 - Tubos e Conexões Plásticas – Procedimentos de Solda de Topo para tubos e conexões de Polietileno (PE) para distribuição de água e gás combustível;
- EN 13067 - Soldadores de Plásticos – Qualificação de Soldadores de Termoplásticos
- NBR 14.467- Conexões de polietileno PE 80 e PE 100 – Verificação da Resistência Coesiva (CrushingDecohesion);
- NBR 14.470 - Conexões de Polietileno PE 80 e PE 100 – Verificação da Resistência ao Impacto em Tês de Serviço;
- SENAI GC 02 - Guia do Candidato – Soldador de Tubos e Conexões de Polietileno.

●Qualificação do Soldador

O soldador deve ser treinado por organismos ou entidades reconhecidas, porém qualificado e certificado por organismos de certificação credenciados.

Para tanto, o soldador deve atender às seguintes premissas:

- ter feito treinamento teórico e prático na modalidade da solda;
- ser qualificado através de testes teórico e prático, demonstrando habilidade e domínio dos procedimentos de soldagem e conhecimento de tubos e conexões, sabendo avaliar espessuras, diâmetros, classes de pressão (SDR), parâmetros de soldagem e conhecimento de escalas de pressão, temperatura, dimensionais e conversão de escalas, bem como avaliação visual e dimensional de qualidade de soldas.

Alguns organismos de certificação exigem escolaridade mínima de ensino fundamental completo, outros aceitam o soldador que apresente reconhecida capacidade de ler, escrever e efetuar operações matemáticas básicas desde que com experiência comprovada.

A qualificação é válida por 2 anos, desde que não fique mais de 6 meses sem executar soldagens. A norma brasileira NBR 14.472, DVS 2212, a italiana UNI 9737, a EN 13.067e a ABPE P 009 são boas referências para a qualificação de soldadores. O guia do Candidato do SENAI GC02 apresenta referências do perfil e competências do Soldador de polietileno.

●Qualificação do Inspetor

O inspetor deve ser treinado por organismos ou entidades reconhecidas, porém qualificado e certificado por organismos de certificação credenciados.

Para tanto, o inspetor deve receber treinamento prático e teórico, com maior ênfase no teórico, não sendo necessário avaliar sua habilidade prática de execução de soldas, mas sim, na avaliação da qualidade dessas.

Seu treinamento e qualificação devem focar principalmente os seguintes aspectos:

- domínio dos procedimentos de soldagem e conhecimento de materiais e normas de tubos e conexões, EPI's, sabendo avaliar espessuras, diâmetros, classes de pressão (SDR), tolerâncias admitidas nos dimensionais de tubos e conexões, interpretar leitura de instrumentos de medição de dimensionais, conhecer requisitos e cuidados de instalação e assentamento de tubulações, carga, descarga e estocagem de materiais em obra, conhecimento de escalas de pressão, temperatura, dimensionais e conversão de escalas, bem como avaliação de parâmetros de soldagem e avaliação visual e dimensional de qualidade de soldas.

Alguns organismos de certificação exigem escolaridade mínima de segundo grau completo, ou com experiência comprovada.

A qualificação é válida por 5anos, desde que não fique mais de 6 meses sem executar inspeções. Não há normas específicas para qualificação de inspetores.

●Qualificação e Avaliação de Soldas

Normalmente o controle de qualidade de soldas em obras é realizado através da análise visual conforme descrita nos procedimentos de soldagem nas normas respectivas e no Módulo 4 desta cartilha, partindo-se da premissa da utilização de parâmetros de soldagem e materiais conhecidos e de história comprovada (Ex: DVS 2207), sendo ainda recomendado que se façam avaliações através de ensaios destrutivos ao longo da obra.

A avaliação da solda bem como a confirmação da qualificação da solda (confirmação de parâmetros e procedimento de soldagem) se faz necessária ainda nas seguintes situações:

- Falta de histórico comprovado da solda, ou soldador ou equipamento de soldagem;
- Não evidenciada a qualificação do equipamento de soldagem;
- Análise de novos materiais de tubos e/ou conexões ou devido a problemas ocorridos;
- Verificação de compatibilidade de materiais de tubos e/ou conexões, quando não há histórico comprovado;
- Auditoria de uma instalação;
- Obras de grande vulto e/ou grau de risco.

Nesses casos, além da análise visual e do adequado registro e controle dos procedimentos e parâmetros, são executados ensaios destrutivos, mais comumente os apresentados na Tabela abaixo.

Ensaio para Qualificação da Solda

ENSAIOS PARA SOLDA DE TOPO POR TERMOFUSÃO	QTDE. CP's	MÉTODO DE ENSAIO
Resistência à Pressão de longa duração – 1000h/80°C (*) ou	3	NBR 8415
Resistência à tração (*)	3	ISO 13.953

(*) Esses ensaios são alternativos, ou seja, optar pela conveniência de um ou de outro

ENSAIOS PARA SOLDA DE ELETROFUSÃO	QTDE. CP's	NORMA
Resistência à Pressão de longa duração – 1000h/80°C (1)	3	NBR 8415
Resistência Coesiva e <i>Peeling</i> (2)	3	ISO 13954/ 13955 ou DVS 2207ou NBR 14.467
Resistência ao Impacto (3)	3	NBR 14.470 ou EN 1716

(1) Para solda de termofusão ou eletrofusão. Se a conexão for do tipo Tê de serviço, o teste deve ser feito com o tubo já furado pelo punção. Para efeito de análise provisória pode-se adotar o teste de pressão a 165 horas/80°C.

(2) Somente para solda de conexões de eletrofusão ou termofusão tipo sela e soquete

(3) Somente para solda de conexões de eletrofusão ou termofusão tipo Tê de Serviço ou de Sela

•Fator de Solda

Para análise da solda, é bastante que as amostras atendam aos valores definidos nas normas para os testes da Tabela acima, entretanto, para fins de pesquisa pode ser desejável a determinação do fator de solda.

A determinação desse fator, ou seja a resistência da solda em relação ao tubo, pode ser feita pelo teste de pressão ou pelo de tração.

a) Ensaio de pressão hidrostática

Através do ensaio de pressão hidrostática, submetem-se várias amostras de tubos sem solda e de tubos com solda a diferentes níveis de pressão, normalmente a 80°C, até sua ruptura, similarmente à determinação do fator de resistência química.

Assim, o fator de solda em relação à tensão $f_{\sigma} = \sigma_{solda} / \sigma_{tubo}$ deve ser maior ou igual a 0,8. Esse fator define a tensão de ruptura da amostra com solda em relação à amostra sem solda para um mesmo tempo de vida útil.

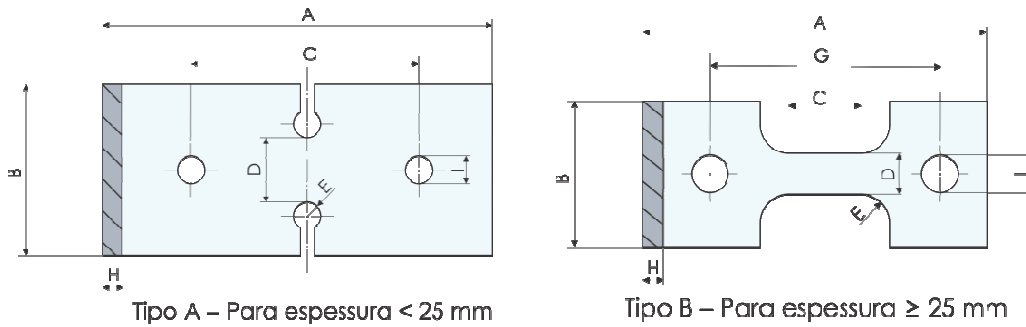
b) Ensaio de tração

Executado conforme ISO 13.953, mais aplicado à solda de topo por termofusão. Para determinação da tensão de ruptura e análise do tipo da ruptura, dúctil ou frágil.

Compara-se a tensão de escoamento à tração da solda com a do tubo.

Assim como no ensaio de pressão $f_{\sigma} = \sigma_{solda} / \sigma_{tubo} \geq 0,8$.





Dimensão	Descrição	Tipo A (mm)		Tipo B (mm)
		DE ≤ 160	DE > 160	
A	Comprimento total mínimo	180	180	250
B	Largura nas extremidades	60 ± 3	80 ± 3	100 ± 3
C	Comprimento na porção estreita paralela	Não aplicável	Não aplicável	25 ± 1
D	Largura da porção estreita	25 ± 1	25 ± 1	25 ± 1
E	Raios	5 ± 0,5	10 ± 0,5	25 ± 1
G	Distância inicial entre as garras	90 ± 5	90 ± 5	165 ± 5
H	Espessura	espessura total	espessura total	espessura total
I	Diâmetro dos furos de tração	20 ± 5	20 ± 5	30 ± 5

Fig.– corpos-de-prova para ensaio de tração

Ainda que a solda por termofusão seja considerada como uma estrutura contínua, a interface de solda apresenta diferenças em relação ao tubo, tanto na geometria (cordões de solda e diferenças de espessura e alinhamento), quanto na densidade, geralmente maior que a do tubo devido ao resfriamento mais lento da solda que o da produção do tubo, bem como no alinhamento molecular, mais radial que o do tubo original.

O ensaio de tração deve ser executado com extremo rigor na confecção dos corpos-de-prova, sob pena de erros grosseiros de avaliação.

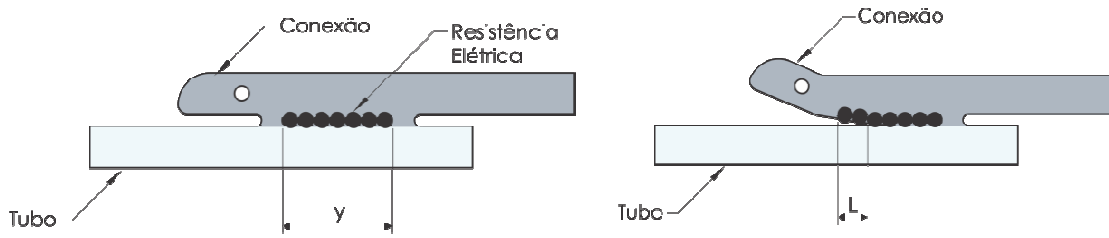
Somente a ruptura dúctil é considerada aprovada.

c) Ensaio de Resistência Coesiva de Soldas por Eletrofusão:

c.1) Por Arrancamento (Peel/Decohesion) em Conexões EFde diâmetro externo ≥ 90 mm.

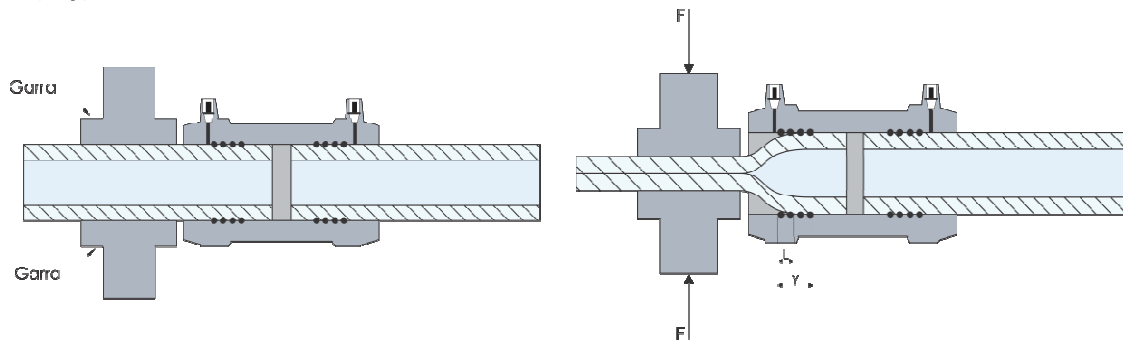
Ensaio conforme norma ISO 13.954

O objetivo do teste é avaliar a fusão da conexão com o tubo, soldados por eletrofusão, aplicando um esforço de tração, através de uma máquina de tração universal, em um trecho da solda entre o tubo/conexão, examinando a ocorrência de arrancamento ou descamação da interface fundida. A relação entre o comprimento de ruptura frágil (L) e o comprimento total da espira eletrosoldável (y) deve ser menor que 1/3 ou seja, $C = (L/y) \leq 1/3$.



c.2) Por Esmagamento (Crushing Test)

Conforme NBR 14.467 (resistência coesiva), ou ISO 13955 (crushingdecohesion). Normalmente aplicado para tubos de diâmetro menor ou igual a 90 mm, mas pode ser aplicado a diâmetros maiores também. Usa-se uma pequena prensa ou morsa de maneira a avaliar a fusão do tubo com a conexão, quando se esmaga o tubo até que as paredes opostas se encontrem. A relação entre o comprimento de ruptura frágil (L) e o comprimento total da espira eletrosoldável (y) deve ser menor que $1/3$ ou seja, $C = (L/y) \leq 1/3$.



c.3) Cisalhamento por Torção (torsionshear) e Arrancamento Radial (radial peeling)

Ensaio alternativo, para rápida avaliação, conforme DVS 2207-1, para tubos com espessura maior ou igual a 4mm.

O corpo de prova deve ser cortado longitudinalmente, de forma a ter uma largura (b) entre 3 a 6 mm, para tubos de espessura até 10 mm; e entre 5 e 6 mm para tubos de espessuras maiores. O comprimento do tubo de cada lado da solda deve ser de aproximadamente 10 mm.

Prende-se a parte da conexão em uma morsa, firmemente.

No ensaio de torsão, com uma ferramenta adequada tenta-se torcer o tubo 90° em relação à conexão, como na figura.

No ensaio de arrancamento radial, usa-se um alicate de pressão, por exemplo, para tentar arrancar o tubo da conexão girando-o radialmente.

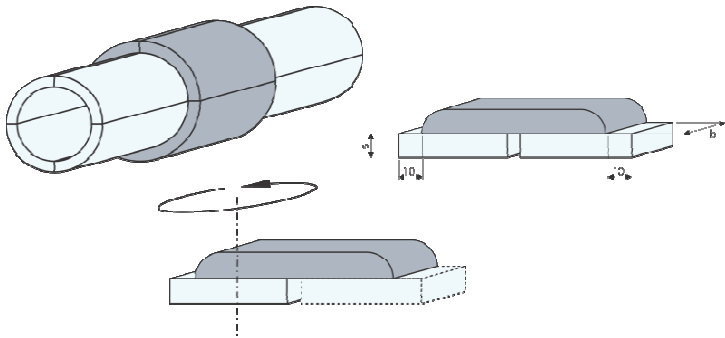


Fig. - Cisalhamento por torção

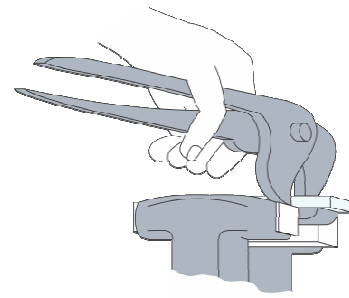


Fig. - Arrancamento Radial

Análise dos resultados:

Comportamento da Fratura	Tipo e Característica	Avaliação
Força de arrancamento alta, ruptura dúctil > 80% da zona de solda	Aparência de fratura bem estruturada com alongamentos plásticos e dúcteis	Aprovada
Zona de solda está parcial ou completamente fundida, mas somente com pontos localizados soldados	Delaminações isoladas, contaminações e desgarramento superficial inadequado	Reprovada
Fratura frágil	Zona de arrancamento porosa, com bolhas, vazios, partes queimadas e sinais de sobreaquecimento	Reprovada
	Superfície do tubo não está fundida, solda fria, folga entre tubo e conexão muito grande	Reprovada

d) Ensaio de Resistência ao Impacto para Conexões de Sela por Eletrofusão (Tê de Serviço ou Colar de Tomada)

Conforme NBR14470.

Aplica-se um impacto de 100 J sobre a peça, com um dardo de 5 kg a 2 m de altura, não devendo apresentar ruptura frágil da solda.

