

MÓDULO 3

3.2 - QUALIFICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE INSTALAÇÃO

O INSTALADOR, ou empresa instaladora, deve utilizar equipamentos e ferramentas de soldagem e estrangulamento qualificados conforme os requisitos a seguir.

Os documentos de qualificação dos equipamentos e ferramentas devem ser exigidos pela Contratante para assinatura do Contrato de Serviços.

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

Os equipamentos devem atender às especificações aqui descritas e conforme ISO 12.176 ou DVS 2208-1 e seus métodos de ensaio, onde aplicáveis. Devem ser certificados por organismo reconhecido e, antes de sua utilização, o Contratante dos serviços de soldagem deve assegurar-se de suas boas condições de operação com base nas Listas de Verificação sugeridas neste documento.

● Normas Aplicáveis

- ABPE E 006 – Tubos de Polietileno PE e Conexões – Equipamentos e Ferramentas de Soldagem e Instalação;
- DVS 2208-1 – Soldagem de Termoplásticos – Máquinas e Ferramentas
- ISO 12.176 - 1/2 – Tubos e Conexões Plásticas – Equipamentos para Soldagem de PE. Parte 1 – Solda de Topo. Parte 2 – Eletro fusão

● Equipamento de Solda de Topo por Termofusão

O equipamento deve ser capaz de realizar soldas de topo por termofusão, conforme abpe/P004, NBR 14.464, NTS 060 e DVS 2207.

O equipamento deve ser provido de:

- a) **estrutura básica**, que incorpora uma ou mais abraçadeiras, ou garras, móveis e uma ou mais abraçadeiras, ou garras, fixas, onde os tubos e/ou conexões a serem soldados são fixados de maneira a garantir seu alinhamento durante a soldagem. Deve ser suficientemente robusta para suportar as condições de uso em campo e as forças torcionais e axiais decorrentes, com o mínimo de manutenção. Deve contemplar:



Fig.– Estrutura básica

- Para uso em campo deve ter ao menos 4 abraçadeiras, 2 fixas e 2 móveis. Para soldagem de conexões curtas, pode permitir retirar uma das abraçadeiras para que a conexão seja fixada em apenas uma abraçadeira. Para uso em fábrica ou "pipeshop", para confecção de conexões ou isométricos, pode possuir apenas uma abraçadeira de cada lado;
- As abraçadeiras devem permitir a boa fixação dos tubos/conexões sem provocar danos a estes, minimizar ovalizações e assegurar o alinhamento da solda;
- Deve ter facilidade para a colocação da placa de aquecimento e do faceador sem que comprometa o movimento das abraçadeiras e tampouco o alinhamento da solda.

b) **Unidade de Força ou Comando**, que promove a abertura e fechamento das abraçadeiras e a aplicação controlada das forças e pressões de soldagem. Tendo as seguintes características:

- Manual - Acionamento mecânico manual através de alavanca mecânica ou sem-fim, equipado com torquímetro ou dinamômetro para a medida da força aplicada. PERMITIDA APENAS PARA SOLDAGEM EM FÁBRICA OU "PIPESHOP" PARA CONFEÇÃO DE CONEXÕES ou ISOMÉTRICOS (SPOOLS);
- Semiautomática - Acionamento por bomba eletro-hidráulica, que permite pré-ajustar e controlar as forças/pressões de solda. NÃO SÃO PERMITIDAS AS BOMBAS DE ACIONAMENTO MANUAL A PISTÃO;
- Automática – Controla automaticamente e registra os parâmetros de soldagem.



Fig.– Unidade de Comando

c) **Faceador**, que faça ou aplinaos tubos/conexões assegurando o paralelismo das faces a serem soldadas. Para soldas em campo devem ser de acionamento elétrico ou hidráulico.



Fig.– Faceador

- d) **Placa de Solda ou aquecimento** capaz de atingir e manter controladamente a temperatura de soldagem requerida. Deve ter as superfícies de contato com as peças a serem soldadas revestidas de material anti-aderente em boas condições de operação, sem haver deslocamento ou soltura de material anti-aderente durante o processo de solda, evitando que o material fundido grude às mesmas.



Fig.– Placa de solda

- e) **Casquilhos de redução** (adaptadores), montáveis às abraçadeiras para reduzir seu diâmetro interno permitindo a fixação dos tubos/conexões referentes à gama de diâmetros de soldagem do equipamento. São oferecidos dispositivos especiais para fixação de colarinhos para flanges.



Fig.– Casquilhos de redução

- e) **Dispositivos auxiliares:** Suporte para Placa de Solda e Faceador, para evitar danos e prover isolamento térmico à placa de solda, cronômetro, termômetro de contato ou por infravermelho e roletes para apoio para auxílio no alinhamento e redução da força de arraste do tubo a ser movimentado durante a soldagem.

•ESPECIFICAÇÕES DE DESEMPENHO DO EQUIPAMENTO DE SOLDA DE TOPO

Deve ser construído e atender aos requisitos da norma ISO 12.176-1, ou DVS 2208, ou similar. O fabricante do equipamento deve fornecer certificado de conformidade com essa norma.

Para a qualificação do equipamento, seja para atendimento de um programa de qualidade, com validade de 2 anos, ou a critério do cliente para a execução de obras específicas, além do certificado de conformidade com a ISO 12.176-1, ou DVS 2208, ou similar, o equipamento deve atender aos pontos de verificação descritos a seguir, resumidos na Lista de Verificação incluída neste documento.

Para qualificação, a verificação de desempenho e funcionalidade do equipamento deve ser realizada com duas barras de tubos com 6 metros de comprimento cada, tanto com o maior diâmetro e classe de pressão (menor SDR), quanto com o menor diâmetro e classe de pressão (maior SDR) da gama do equipamento.

Para aceitação e liberação para obra, ou a qualquer momento que seja necessária a comprovação do funcionamento do equipamento, as verificações devem ser feitas com o maior diâmetro e classe de pressão (menor SDR) e com o menor diâmetro e classe de pressão (maior SDR) do escopo do serviço a ser executado.

A estrutura básica da máquina de solda deve estar apoiada sobre uma base a 20 cm sobre o solo, ou sobre chassis específicos com rodas e/ou esteiras, e as barras de tubos, com 6 m de comprimento cada, devem estar livremente apoiadas no solo, sem suportação por roletes.

- **Capacidade de Arredondamento e Alinhamento**

- A estrutura básica e as abraçadeiras devem assegurar ovalização máxima de 5% da espessura do tubo e desalinhamento (*high-low*) máximo de 10% da espessura do tubo;

- **Unidade de força/pressão e comando**

- Deve ser capaz de desenvolver a força/pressão de junção máxima da soldagem (pressão de arraste mais pressão de soldagem) para o maior tubo e classe de pressão (SDR) especificados para o equipamento;
- Deve ter instrumento ou dispositivo para medir a força/pressão de solda com precisão de 1% do fundo de escala (classe A1). O instrumento deve ter escala tal que a força/pressão de junção, em todos os diâmetros e classes de pressão especificados para o equipamento, fique compreendida entre 20 e 80% do fundo de escala. DEVE SER CALBRADO A CADA 12 MESES;
- Deve ter tabela de soldagem que apresente a correlação entre a pressão de solda e a pressão a ser aplicada nos cilindros da máquina, fornecendo o fator de correlação. Se necessário, medir e calibrar a pressão real aplicada para conferir o fator de correlação;
- A força de atrito intrínseca da máquina (COM A MÁQUINA LIVRE, SEM TUBOS OU CONEXÕES FIXADOS) não deve ultrapassar a 20% da máxima força de solda definida para o maior diâmetro e SDR de tubo especificado para o equipamento, não devendo ser maior que 800 N, para tubos até 250 mm e 1200 N para tubos maiores que 250 mm e até 630 mm. Em qualquer ponto do percurso de abertura e fechamento da máquina a força de atrito não deve variar mais de 10%;
- Deve ser capaz de manter a força/pressão em cada etapa da solda pelo tempo necessário. No caso de alavancas de acionamento de pressão e movimento, a alavanca deve ser mantida acionada pelo tempo necessário à estabilização da pressão (aprox.. 15 s). Durante o tempo em que a pressão deve ser mantida, admite-se uma queda máxima de 10% da pressão inicial aplicada;
- No caso de equipamentos manuais, deve dispor de dispositivo que permita travar e manter a força aplicada durante o tempo necessário.

• Faceador

- Deve facear os dois lados simultaneamente e ter capacidade de facear o menor e o maior diâmetro de tubo e classes de pressão (SDR) especificados para o equipamento, tal que a fresta máxima após o faceamento (*gap*) não ultrapasse os seguintes valores:

0,5 mm para tubos de $DE \leq 355$;

1,0 mm para tubos de $400 < DE \leq 630$;

1,3 mm para tubos de $630 < DE \leq 800$;

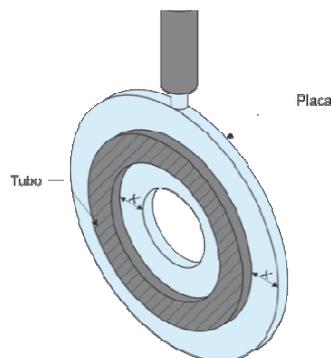
1,5 mm para tubos de $800 < DE \leq 1000$;

2,0 mm para tubos de $DE > 1000$ -

- As lâminas devem ser substituíveis e assegurar que o material cortado seja direcionado para fora da superfície de corte, do furo do tubo e do próprio faceador;
- Deve ter chave de segurança (*switch*) que só permita seu funcionamento quando alojado na estrutura básica da máquina de solda.

• Placa de Aquecimento

- Deve ter indicador visível de que a placa está ligada e aquecendo e não permitir mudanças acidentais da temperatura pré-ajustada;
- Deve apresentar diferenças de temperatura $< 7^{\circ}\text{C}$ dentro da área útil de soldagem;
- A temperatura da placa de aquecimento deve ser controlada por dispositivo capaz de manter o valor ajustado com variação máxima de $\pm 2^{\circ}\text{C}$. DEVE SER CALIBRADO A CADA 12 MESES NO MÁXIMO;
- Deve ter um termômetro que indique a temperatura da placa de solda com diferença máxima de $\pm 5^{\circ}\text{C}$. DEVE SER CALIBRADO A CADA 12 MESES NO MÁXIMO;
- Após 4 horas à temperatura de trabalho, o cabo de suporte da placa deve apresentar temperatura $\leq 50^{\circ}\text{C}$;
- A zona de aquecimento deve ter sobre (X) em relação aos diâmetros externo e interno do tubo de pelo menos 10 mm para $DE \leq 250$ e 15 mm acima de $DE 250$;

**• Características elétricas**

Deve prover segurança ao operador, com adequado isolamento elétrico de cabos e carcaças e proteções contra curtos circuitos e operar normalmente sob variações de tensões de pelo menos $\pm 15\%$ da tensão nominal de alimentação, e em condições de distorções harmônicas, indutância e reatância aceitáveis para geradores elétricos de uso profissional.

Lista de verificação de Máquinas de Solda de Topo por Termofusão

Máquina instalada sobre base, tal que fique a 20 cm de altura sobre o solo, ou sobre chassis específicos com rodas e/ou esteiras, e barras de 6 m de tubo de cada lado, livremente apoiadas no solo, sem roletes ou qualquer suportes.

As soldas executadas devem atender aos ensaios e requisitos descritos no módulo 3.1.

	ESPECIFICAÇÃO
Conjunto	<ul style="list-style-type: none"> - Possui certificado fornecido pelo fabricante de que está em conformidade com a norma ISO 12.176-1, ou DVS 2208, ou similar - Apresenta todos componentes e acessórios necessários ao trabalho (DE e SDR) e Tabela de Solda específica do equipamento
Estrutura básica	- Cilindros e pistões sem vazamento de óleo e danos nos eixos, como empenamentos, poros e ranhuras
	- Abraçadeiras e Casquilhos adequados e assegurando ovalização dos tubos < 5% da espessura e alinhamento dentro da tolerância (high-low < 10% da espessura)
	- Abertura e Fechamento completos e adequados
Unidade de Controle e Pressão	- Livre de vazamentos de óleo e no nível especificado para o reservatório
	- Manômetro calibrado na validade e na classe de precisão requerida
	- Funcionamento adequado e capaz de aplicar pressão máxima de solda especificada para o equipamento
	- Capaz de aplicar a máxima pressão de soldagem mais arraste necessárias ao serviço e manter pelos tempos respectivos. Obs: manter a pressão acionada por aprox 15 s, e admitir max queda de 10%
	- Atrito (arraste) em vazio dentro da especificação (< 20% da pressão máxima de solda e variação < 10% ao longo do percurso total)
Faceador	- Lâminas em bom estado
	- Chave de segurança OK (switch)
	- Faceamento dentro das tolerâncias para a gama de tubos a soldar (máximo gap admissível)
Placa de Aquecimento	- Dimensões e área útil corretas à gama da máquina (distância X)
	- Revestimento antiaderente em bom estado e sem grudar no tubo/conexão
	- Termômetro e Controlador de temperatura calibrados e na validade
	- Temperatura da área útil de solda correta e dentro das tolerâncias (< 7°C)
	- Condições elétricas e de manuseio adequadas (temperatura de cabo de suporte ≤ 50°C)
Operação	- Executar solda adequada para maior e menor diâmetro da faixa de trabalho a ser executada, conforme DVS 2207 e NBR 14.464

Nota.: As calibrações devem ser executadas pelo fabricante ou por entidades habilitadas

● Equipamento de Solda Soquete por Termofusão (Polifusor)

O equipamento deve ser capaz de realizar soldas tipo soquete por termofusão, conforme ABPE/P005 e DVS 2207.

O equipamento deve ser provido de:

- a) **Placa de aquecimento** capaz de atingir e manter controladamente a temperatura de soldagem requerida;
- b) **Conjunto de gabaritos** de aquecimento macho, e conjunto de gabaritos de aquecimento fêmea, correspondentes aos diâmetros dos tubos e conexões a soldar, fixáveis à placa de aquecimento adquirindo a temperatura de soldagem requerida. Os gabaritos de aquecimento devem ser revestidos com material anti-aderente, evitando que o material fundido grude aos mesmos;
- c) **Corta-tubo**, ou corta-frio, capaz de cortar o tubo perpendicularmente, com desvio máximo de perpendicularidade de 0,5 mm para tubos de DE 20 a 40 e de 1,0 mm para tubos de DE 50 e 63;
- d) **Máquina ou dispositivos de solda para alinhar e soldar tubos acima de DE 63**, sendo opcional para diâmetros menores.
- e) **Acessórios Opcionais: Dispositivos de arredondamento dos tubos (cold-rings)** correspondentes aos diâmetros dos tubos e conexões a soldar, para minimizar ovalização e que tenham a função complementar de servir como limitador da profundidade de penetração do tubo na conexão. **Gabaritos de calibração de profundidade de penetração** do tubo na conexão, correspondentes aos diâmetros dos tubos e conexões a soldar.

● ESPECIFICAÇÕES DE DESEMPENHO DO EQUIPAMENTO DE SOLDA SOQUETE

O equipamento deve ser fabricado segundo a norma DVS 2208-1, ou similar, e com certificado de conformidade emitido pelo fabricante.

Para a qualificação do equipamento, com validade de 2 anos, devem ser executadas soldas com o maior e o menor diâmetro da gama do equipamento e atender às especificações descritas a seguir e resumidas na Lista de Verificação incluída neste documento. Para a verificação de sua funcionalidade para liberação de serviços específicos, devem ser avaliados todos os diâmetros a serem empregados.

● Placa de Aquecimento

- Deve ter indicador visível de que a placa está ligada e aquecendo e não permitir mudanças acidentais da temperatura pré-ajustada;
- Deve apresentar diferenças de temperatura < 7°C dentro da área útil de soldagem;
- A temperatura da placa de aquecimento deve ser controlada por dispositivo capaz de manter o valor ajustado com variação máxima de $\pm 5^\circ\text{C}$. DEVE SER CALIBRADO A CADA 12 MESES NO MÁXIMO;
- Deve ter um termômetro que indique a temperatura da placa de solda com diferença máxima de $\pm 5^\circ\text{C}$. DEVE SER CALIBRADO A CADA 12 MESES NO MÁXIMO;

- Após 4 horas à temperatura de trabalho, o cabo de suporte da placa deve apresentar temperatura $\leq 50^{\circ}\text{C}$;

• **Gabaritos de Aquecimento**

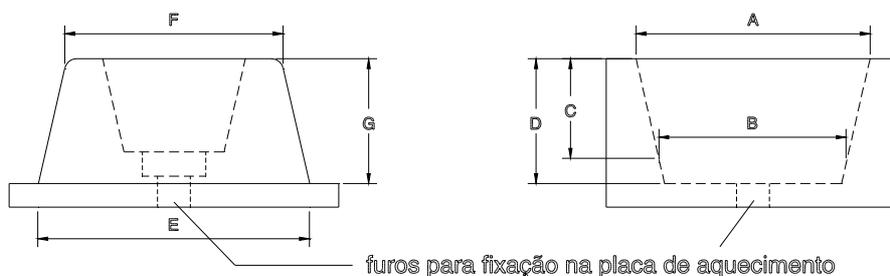
- O revestimento anti-aderente (PTFE ou similar) deve ser adequado, resistente à temperatura de solda e apresentar boas condições, evitando que o material fundido grude na placa, e não introduzindo marcas, tampouco se transferindo à massa fundida. Não deve ser utilizado nenhum spray anti-aderente durante a solda. Não deve apresentar ranhuras, poros ou outros defeitos aparentes. Alternativamente pode ser utilizado cromo duro ou aço inoxidável;
- O revestimento deve suportar ao menos 1 h à 270°C e após ser resfriado à temperatura ambiente e reaquecido à temperatura de solda deve manter as propriedades antiaderente sem soltar-se ou grudar material.
- Durante o tempo de aquecimento, a temperatura dos gabaritos de aquecimento medida o mais próximo possível da área de contato com o tubo/conexão não deve variar mais que $\pm 5^{\circ}\text{C}$ em relação à temperatura dos gabaritos medidas nos mesmos pontos quando em repouso, sem o tubo/conexão.

Os gabaritos devem ter dimensões conforme Tabela abaixo (DVS 2208-1).

Dimensões dos Gabaritos de Aquecimento para solda tipo soquete por termofusão

Diâmetro do tubo	Gabarito Fêmea (mm)				Gabarito macho (mm)		
	A	B	C	D	E	F	G
20	20,15	19,94	12	14	19,65	19,4	14,5
25	25,15	24,92	13	15	24,65	24,37	16
32	32,15	31,9	14,6	16,5	31,65	31,34	18,1
40	40,2	39,9	17	19	39,65	39,3	20,5
50	50,2	49,84	21	23	49,65	49,22	24,5
63	63,2	62,78	24	26	62,7	62,22	27,5

Nota: As tolerâncias nos diâmetros devem ser de $\pm 0,04$ para tubos até DE 32 e de $\pm 0,06$ para tubos de DE 63;
 As tolerâncias de profundidade devem ser de (-0, +0,15)mm;
 As bordas do gabarito macho devem ter um raio de $(2,5 \pm 0,5)$ mm para tubos de até DE 32 e de (4 ± 1) mm para tubos maiores;
 Os valores de F são apenas referenciais;
 As dimensões são definidas quando em temperatura de 270°C .



Dimensões dos gabaritos de aquecimento para solda soquete

Lista de verificação de Equipamento de Solda Soquete (polifusor)

	ESPECIFICAÇÃO
Conjunto	- Possui certificado fornecido pelo fabricante de que está em conformidade com a norma DVS 2208-1 ou similar - Apresenta todos componentes e acessórios necessários ao trabalho (DE e SDR) e Tabela de Solda específica do equipamento
Placa de Aquecimento	- Dimensões e área útil corretas à gama da máquina
	- Termômetro e Controlador de temperatura calibrados e na validade
	- Variações de temperatura dentro das tolerâncias
	- Condições elétricas e de manuseio adequadas (temperatura de cabo de suporte)
Gabaritos de Aquecimento	- Dimensões dos gabaritos OK
	- Revestimento antiaderente em bom estado e sem grudar no tubo/conexão. Teste a 270°C
	- Variações de temperatura dentro das tolerâncias
Corta-tubos	- Verificação de capacidade de corte dentro das tolerâncias
Máquina de Solda (para tubos > DE 63)	- Verificação da operação e adequado alinhamento de tubo/conexão

Nota.: As calibrações devem ser executadas pelo fabricante ou por entidades habilitadas

- **Equipamento de Solda por Eletrofusão**

O equipamento deve ser capaz de realizar soldas de sela por Eletrofusão, conforme NBR 14.465 ou DVS 2207.

Os Equipamentos de Solda de Eletrofusão são, basicamente, Transformadores de Tensão (Voltagem), com controle da tensão de saída (rebaixando a tensão da rede de 110 ou 220 V para valores entre 8 e 48 V, alguns equipamentos com saída em corrente alternada outros em contínua), que possuem incorporados dispositivos eletrônicos com a função de controlar o tempo de descarga elétrica na conexão e a energia aplicada à solda.

Os **Equipamentos devem ser Automáticos** controlados por microprocessador, que permitem a sua programação através da leitura de código de barras da conexão e ainda lhes conferem a capacidade de controlar a energia aplicada na peça durante a soldagem e detectar erros ou defeitos das peças e das soldas.

Os **Equipamentos devem ser Universais**, isto é, podem soldar conexões de quaisquer fabricantes.

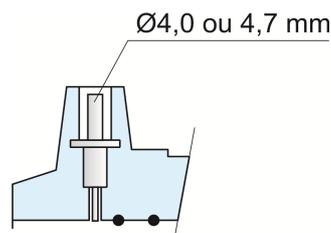
É desejável que possuam a capacidade de registrar digitalmente todas as soldagens executadas e seus parâmetros, incluindo código do operador, e, assim, poder resgatar estas informações através de impressão em papel ou por conexão a um microcomputador ou "pendrive". Esta capacidade facilita muito o controle de Qualidade das Soldas, aumentando a confiabilidade do Sistema.

- **CARACTERÍSTICAS E ESPECIFICAÇÕES DO EQUIPAMENTO DE ELETROFUSÃO**

Os equipamentos devem ser fabricados conforme ISO 12176 parte 2, e ter certificado de conformidade emitido pelo fabricante.

Para qualificação, com validade de 2 anos, ou verificação de sua funcionalidade para liberação para obra específica, deve atender aos requisitos a seguir, resumidos na Lista de Verificação.

- a) **Unidade de controle eletrônica** capaz de fornecer a tensão elétrica aos terminais da conexão de eletrofusão pelo tempo requerido de soldagem. Deve ter capacidade para soldar conexões de 8 Volts a 42 ou 48 Volts;
- b) **Capacidade de ler e mostrar o valor ôhmico** da conexão e determinar se a peça está adequada para a solda, caso contrário não permitir a sua soldagem;
- c) **Capacidade de medir e monitorar a energia de soldagem** (Joules), interromper a soldagem em caso de defeitos e apresentar o tipo de erro da soldagem;
- d) **Capacidade de medir a temperatura ambiente e corrigir** o tempo de soldagem em função daquela;
- e) **Entrada manual de parâmetros de solda bloqueável** por senha, ou código de barras;
- f) **Isolamento elétrico e a prova de umidade e pó** (IP54);
- g) **Isolação galvânica da tensão de alimentação**, ou seja, mesmo em condições de defeito a tensão de alimentação (normalmente 110 ou 220 V) não deve ser transmitida ao cabo de solda (secundário), protegendo o soldador;
- h) **Potência adequada à soldagem da conexão** (verificar com o fabricante da conexão). Deve informar a máxima capacidade de energia de solda (potência pelo tempo de solda máximo), bem como a máxima corrente e o menor valor ôhmico da conexão admitidos pelo equipamento;
- i) **Proteções contra curtos circuitos** e operar normalmente sob variações de tensões de pelo menos $\pm 15\%$ da tensão nominal de alimentação, e em condições de distorções harmônicas, indutância e reatância aceitáveis para geradores elétricos de uso profissional. Deve interromper a soldagem e indicar erro quando as condições de alimentação elétricas estiverem fora dessas tolerâncias;
- j) **Calibração** de tensão, de medição de temperatura ambiente e de valor ôhmico da conexão, a cada 12 meses no máximo;
- k) **Leitor de código de barras** apto a códigos padrão ISO/TR 13950, tipo 2/5 intercalado;
- l) **Cabos** de alimentação com comprimento mínimo de 3 m e secundário (solda) com no mínimo 2,5 m. Facilidade para enrolar e guardar os cabos;
- m) **Conectores elétricos** adequados ao tipo da conexão (bornes de $\varnothing 4,0$ e $4,7$ mm);



- n) **Memória** para registrar no mínimo 250 soldas (OPCIONAL).

o) **Dispositivos e Acessórios** obrigatórios:

- **Raspadores** para eliminar a camada oxidada do tubo. Deve poder retirar camadas da ordem de 0,2 mm. Para tubos PE 100 e de diâmetros acima de 63 mm deve ser preferencialmente do tipo rotativo.



- **Alinhadores**, para alinhar tubos e conexões e manter o conjunto imóvel durante a soldagem.



- **Desovalizadores e endireitadores**, para assegurar que os tubos estejam dentro das tolerâncias admitidas para a ovalização máxima de 1,5% do DE e menor que 3mm.



- **Corta-tubo**, ou corta-frio, capaz de cortar o tubo perpendicularmente, com desvio máximo de perpendicularidade de 0,5 mm para tubos de DE 20 a 40 e de 1,0 mm para tubos de DE ≥ 50 .



Lista de verificação de Equipamento de Solda de Eletrofusão

Executar soldas para o maior e menor diâmetros admitidos para o equipamento, ou para o serviço a ser executado. A soldas devem atender aos ensaios e requisitos do Módulo 3.1.

	ESPECIFICAÇÃO
Máquina de Solda	- Possui certificado fornecido pelo fabricante de que está em conformidade com a norma ISO 12.176-2
	- Apresenta as calibrações na validade (12 meses no máximo)
	- Atende aos requisitos e características exigidos para o equipamento, vide este texto, itens a) até o)
	- Tem potência adequada às dimensões dos tubos/conexões. Vide item h)
	- Condições elétricas, de conservação e de operação adequadas
Dispositivos auxiliares obrigatórios	- Raspadores OK
	- Alinhadores OK
	- Corta-tubos OK
	- Desovalizadores e endireitadores, se necessários OK

Nota.: As calibrações devem ser executadas pelo fabricante ou por entidades habilitadas

● Estrangulador de Vazão

Dispositivo utilizado para estancar o fluxo de fluidos da tubulação de polietileno, provido de roletes e limitadores de esmagamento e unidade de força mecânica, pneumática ou hidráulica.

O equipamento deve ter certificado emitido pelo fabricante que está em conformidade com a NBR 14473e NBR14.303, e deve cumprir com as seguintes especificações:

Para sua qualificação, válida por 2anos, ou para verificação para liberação para obras, deve ainda atender aos requisitos a seguir. Deve ser testado para o maior e o menor diâmetro de tubos, ambos com o maior e o menor SDR de cada de sua gama ou serviço a executar.

● Capacidade de Força

Ser capaz de estrangular tubo de polietileno PE de maior diâmetro e classe de pressão especificada pelo equipamento, até que a distância entre os cilindros de esmagamento atinja a 80% do dobro da espessura nominal do tubo, com fator de segurança de ao menos 1,5 a máxima força necessária.

Se for de acionamento hidráulico ou pneumático, deve possuir uma trava mecânica, que impeça o retorno do pistão hidráulico em caso de falha durante a operação.

● Limitação de Esmagamento

O estrangulador deve possuir limitadores de esmagamento ajustáveis em função do diâmetro e espessura do tubo (SDR) para que o esmagamento não ultrapasse a 20% do dobro da espessura do tubo, ou seja, o esmagamento deve ser interrompido quando a distância entre os roletes de esmagamento atingir a 80% do dobro da espessura. Por exemplo, se o tubo tem espessura de 10 mm, a distância entre os roletes de esmagamento não deve ser menor que 16 mm (80% de 20 mm);

- Os roletes de esmagamento devem ter os diâmetros mínimos apresentados na Tabela abaixo e não devem deformar-se sob a ação da força de esmagamento;

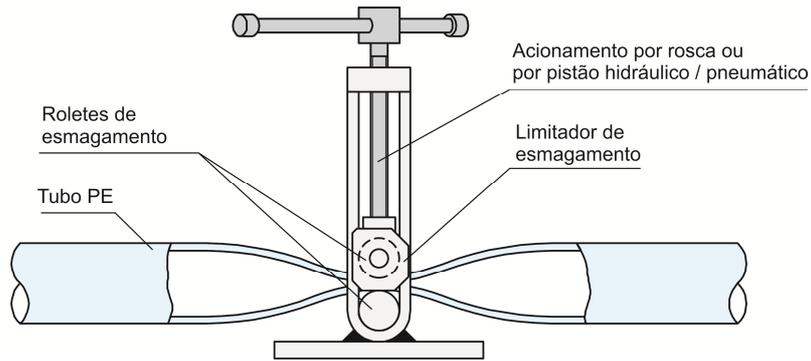


Fig.: Estrangulador de vazão

Diâmetros mínimos dos roletes de esmagamento

(DE)	Diâmetros mínimos dos roletes (mm)
20	25
25	25
32	32
40	32
50	32
63	32
75	38
90	38
110	38
125	38
140	38
160	38
180	38
200	38
225	38
250	38
280	38
315	50
355	50
400	50

- O estrangulador de vazão deve poder ser facilmente operado dentro de vala por não mais do que duas pessoas.

Lista de verificação de Estrangulador de Vazão

	ESPECIFICAÇÃO
Estrangulador de Vazão	- Possui certificado fornecido pelo fabricante de que está em conformidade com a norma NBR 14.473 ou similar
	- Possui capacidade de força $\geq 1,5$ vezes a força necessária para o máximo DE e SDR especificados Nota : Efetuar previamente teste prático em amostra do tubo para comprovação da capacidade do dispositivo
	- Dimensões dos roletes de esmagamento OK
	- Possui limitadores de esmagamento adequados aos SDRs especificados (maxesmagamento de 20% da esp.)
	- Condições de conservação e operação adequadas

Após estrangulamento do tubo, submeter ao ensaio de pressão a 165h x 80°C, conforme NBR 15.561, item 4.3.11 e NBR 14.303.