



# **Curso de Refrigeração Residencial**

## **Módulo 9 Soldagem de Tubos**

***TREINATEC-BH***  
CURSOS

# INTRODUÇÃO

A brasagem de tubos é uma etapa que faz parte do procedimento de instalação de compressores em novos produtos ou do procedimento de troca de compressores quando da manutenção de um sistema de refrigeração. A boa qualidade das brasagens é de fundamental importância para evitar eventuais reprocessos devido a vazamentos e/ou entupimentos nos pontos de brasagem.

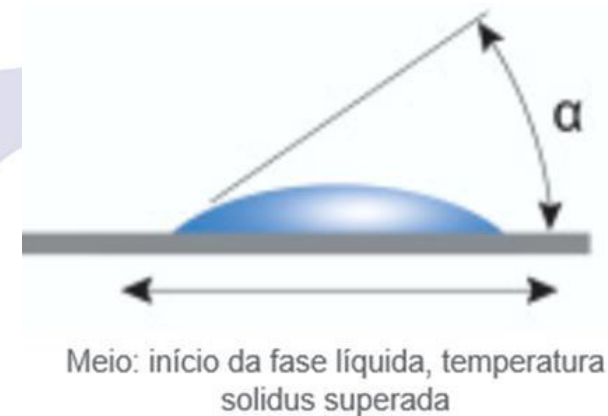


# MATERIAIS DE ADIÇÃO

A maioria dos metais de adição não são ligas eutéticas, ou seja, não tem ponto de fusão definido como os metais puros, mas sim um intervalo de fusão compreendido entre as temperaturas de *solidus* e *liquidus*.

**TREINATEC-BH**  
CURSOS

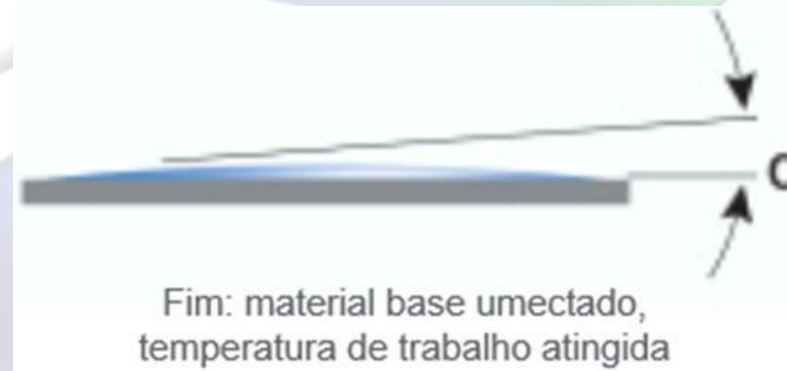
# MATERIAIS DE ADIÇÃO



Temperatura de *solidus* é a mais alta temperatura na qual o metal de adição está totalmente sólido.

Temperatura de *liquidus* é a mais baixa temperatura na qual o metal de adição está totalmente líquido.

# MATERIAIS DE ADIÇÃO



Quando as folgas são regulares e adequadas para a brasagem, deve se utilizar metal de adição eutético ou com pequeno intervalo de fusão, para se obter um rápido e total preenchimento assim que a temperatura liquidus é alcançada. Essa alta velocidade de operação permite obter altos índices de produtividade e baixa probabilidade de defeitos na junta.



# MATERIAIS DE ADIÇÃO



**Destacam-se pelo vasto campo de aplicação na produção de materiais elétricos, eletrodomésticos, refrigeração, ar condicionado, óculos, aparelhos odontológicos e médico-cirúrgicos, instrumentos musicais, jóias e bijuterias, tubulações e aplicações na indústria em geral.**

**TREINATEC-BH**  
CURSOS

# LIGAS DE SOLDA PRATA SEM CÁDMIO

As ligas mais utilizadas apresentam excelentes características, atendendo a maioria das aplicações. Esses metais de adição são ideais para aplicação em componentes que entram em contato direto ou indireto com o organismo humano, devido à ausência do Cádmio, metal nocivo à saúde.

# LIGAS DE SOLDA PRATA COM CÁDMIO

As ligas são muito utilizadas na indústria de fios e cabos de cobre, na forma de pó ou vareta, para emendas durante o processo de trefilação ou brasagem. O Cádmio é um metal tóxico, e seu uso indiscriminado na fabricação de objetos que possam entrar em contato direto ou indireto com o organismo humano pode causar problemas à saúde.

# LIGAS FOSFOROSAS PARA BRASAGEM

São metais de adição constituídos de cobre e fósforo no caso de Foscooper e cobre fósforo e prata no caso de Silfoscooper. Proporcionam uma solução eficaz e de custo relativamente baixo nas brasagens de cobre e suas ligas.

Utilizadas em grande escala nas indústrias de refrigeração e ar condicionado, pois suportam ao trabalho em temperaturas entre aproximadamente  $-50^{\circ}\text{C}$  e  $200^{\circ}\text{C}$ .

Tabela: Uso de fluxo

Metal base	Metal de adição	Tipo de chama	fluxo
Alumínio	Alumínio	FRACAMNETE REDUTORA	SIM
Bronze	Bronze	FRACAMNETE OXIDANTE	SIM
Cobre	Cobre	NEUTRA	NÃO
Ferro fundido	Ferro fundido	NEUTRA	SIM
Níquel	Níquel	FRACAMNETE REDUTORA	NÃO
Aço de baixo carbono	Aço	NEUTRA	NÃO

Todos	Bronze	FRACAMENTE OXIDANTE	SIM
Aço de baixo carbono	Aço	REDUTORA	NÃO
Aço inoxidável	Aço inoxidável	NEUTRA	SIM



# TIPOS DE CHAMA

A fonte de calor neste processo é de origem química, formada por dois gases:

**Oxigênio:** gás que ativa a combustão (comburente);

**Acetileno:** gás combustível.

A mistura oxiacetilênica é obtida pela combinação de dois gases (oxigênio e acetileno) através de um maçarico onde, após ignição, se obtém a chama.

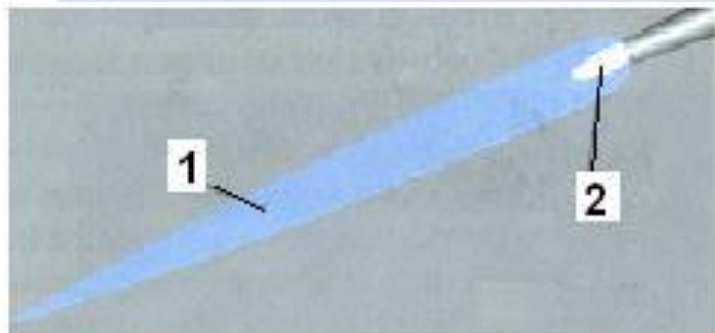
**TREINATEC-BH**  
CURSOS

# TIPOS DE CHAMA

## Chama oxidante

É uma chama obtida por uma mistura com excesso de oxigênio e caracteriza-se por ser uma chama mais quente que a chama neutra (atinge uma temperatura de  $3150^{\circ}\text{C}$ ), apresenta em seu visual duas zonas bem distintas: o cone e o envoltório, outra característica é o som sibilante emitido pelo bico.

É indicada principalmente para a soldagem de materiais que contenham zinco em sua composição química, como por exemplo: o latão.



## Características visuais da chama neutra

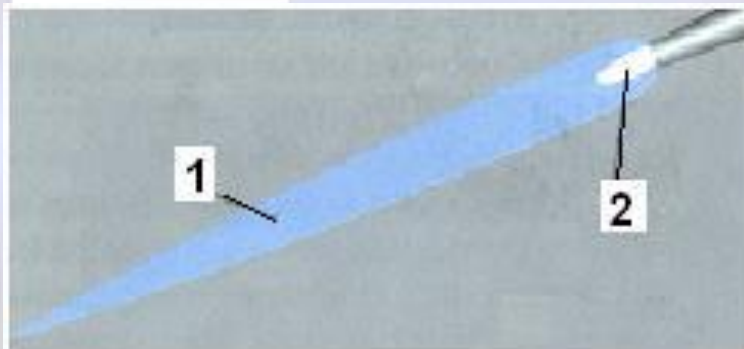
**1 – Chama azul celeste**

**2 – Dardo azul claro brilhante com brilho concentrado menor que a da chama neutra**

# TIPOS DE CHAMA

## Chama neutra ou normal

É a chama de maior utilização para o processo de soldagem incombustível, é obtida através da mistura de volumes iguais de oxigênio e acetileno (daí a origem do nome de neutra); apresenta duas zonas bem definidas que são o cone e o envoltório. A chama neutra é de particular importância para o soldador, não só por seu uso em soldagem e corte, como também por fornecer uma base para regulagem de outros tipos de chamas.



**Características visuais da chama neutra**

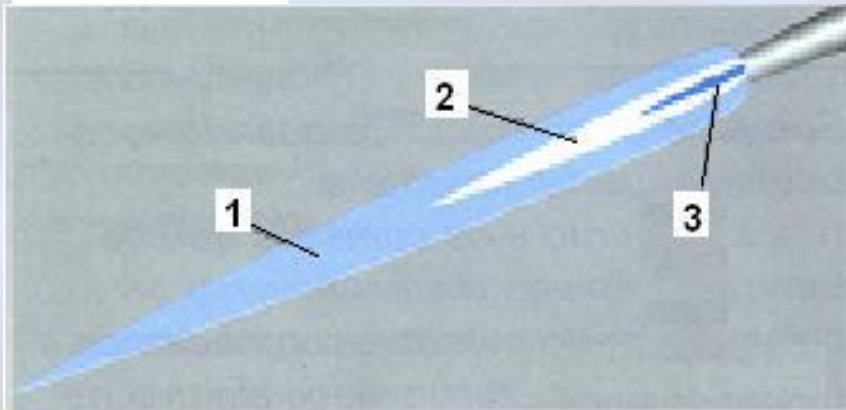
**1 – Chama azul celeste**

**2 – Dardo azul claro brilhante**

# TIPOS DE CHAMA

## **CHAMA REDUTORA OU CARBURANTE**

Trata-se de uma chama com excesso de acetileno, nesta chama as três regiões apresentam-se bem distintas: cone, envoltório e o véu. O véu apresenta-se muito brilhante e este brilho é devido a partículas de carbono incandescentes sob alta temperatura.



*Características visuais da chama redutora*

**1 – Chama azul celeste**

**2 – Dardo azul claro sem brilho**

**3 – Dardo azul claro brilhante**

# EQUIPAMENTO OXIACETILÊNICO

Como profissional da refrigeração, frequentemente você vai precisar fazer uma solda oxiacetilênica. É o caso, por exemplo, da reoperação de uma unidade selada, que assim pode ser descrita:

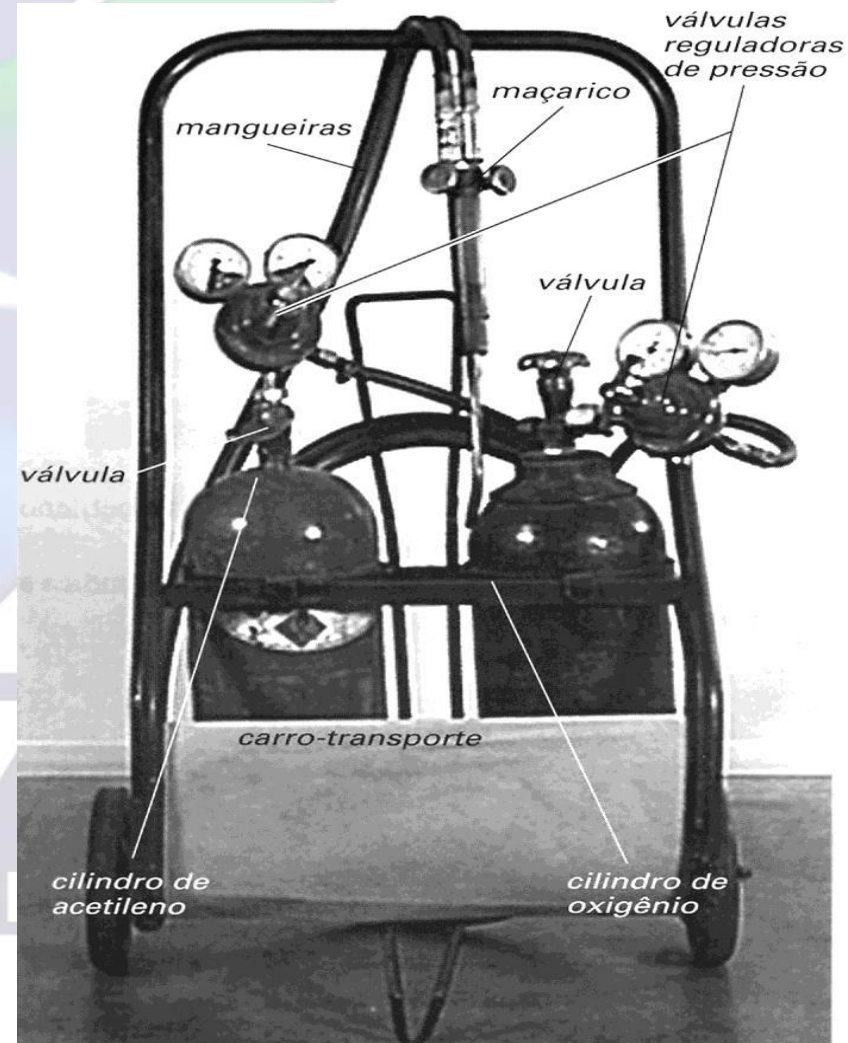
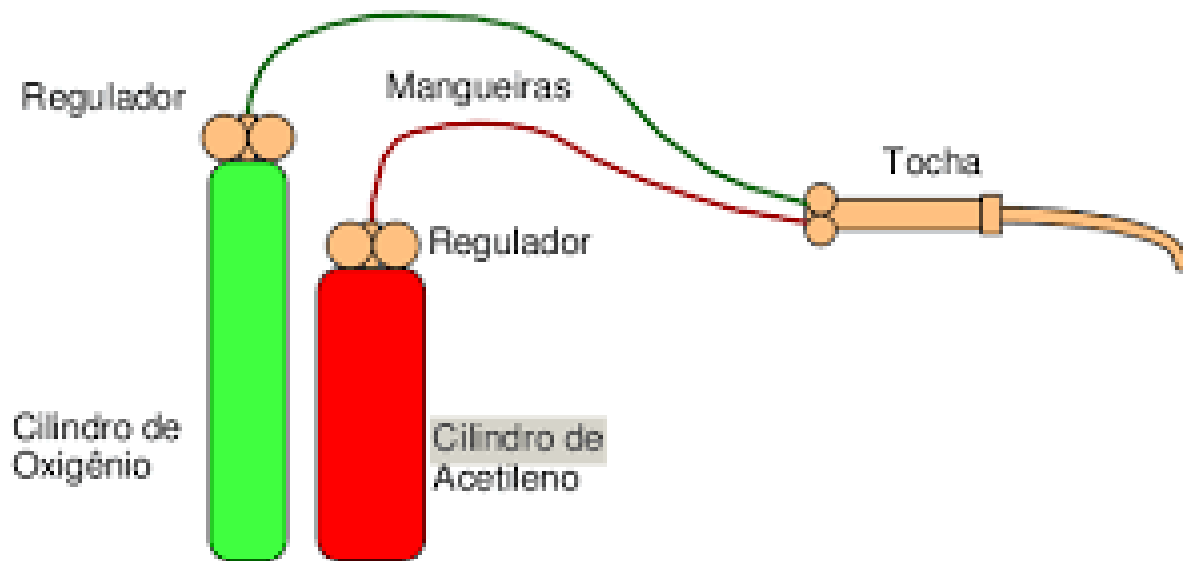
Reoperar uma unidade selada consiste em substituir o componente defeituoso, reaproveitando os demais componentes que estiverem em bom estado.

O aparelho de solda oxiacetilênica é popularmente conhecido simplesmente como maçarico.

A boa qualidade da solda vai depender do conhecimento do aparelho, da concentração e habilidade no manuseio do maçarico, do capricho e paciência do operador em seguir processos corretos de soldagem.



# EQUIPAMENTO OXIACETILÊNICO



# FICA A DICA ???

Sugerimos a quem ainda não tenha prática de solda que visite uma oficina e observe como se prepara um maçarico e como deve ser manuseado durante o processo de soldagem. Procure acompanhar o processo de soldagem, o tipo de chama utilizada, o material a ser soldado, as precauções e cuidados para evitar acidentes.

O maçarico deve ser usado só por quem conheça perfeitamente seu funcionamento.

**TREINATEC-BH**  
CURSOS

# PROCESSO OXIACETILÊNICO

## Passo a passo:

- Para instalar os **reguladores de pressão** nos cilindros de oxigênio e acetileno, proceda da seguinte maneira:
  1. Retire os capacetes (tampas) e os lacres dos cilindros de acetileno e oxigênio. O cilindro de cada gás tem cor própria: o cilindro de oxigênio industrial utilizado na solda é de cor preta; e o acetileno é de cor bordô. É obrigatório o uso de capacete protetor dos cilindros para transporte.
  2. Devido à alta periculosidade, é expressamente proibida a transferência de gases de um cilindro para outro.

3. Coloque os reguladores nos respectivos cilindros. Mantenha os cilindros fixos e na posição vertical. As válvulas de regulação devem ser fechadas para diminuir a alta pressão dos gases nos cilindros e obter assim a pressão de trabalho:

Exemplo 2: se a pressão do cilindro de acetileno for 10bar ou 145psi, podemos regular a saída para 0,5bar ou 7,2psi constante.

**TREINATEC-BH**  
CURSOS

# PROCESSO OXIACETILÊNICO

## Passo a passo:

4. Instale as válvulas corta-fogo junto ao regulador de pressão ou junto ao cabo do maçarico. As válvulas corta-fogo servem para evitar que o maçarico engula a chama, o que é conhecido como “retrocesso”. Normalmente este importante acessório não acompanha o aparelho de solda de oxiacetilênica, sendo necessário adquiri-lo.

5. Verifique se as juntas das conexões dos reguladores estão corretamente fixadas e rosqueie as conexões dos reguladores nas válvulas dos respectivos cilindros.



# AÇÃO DE CAPILARIDADE

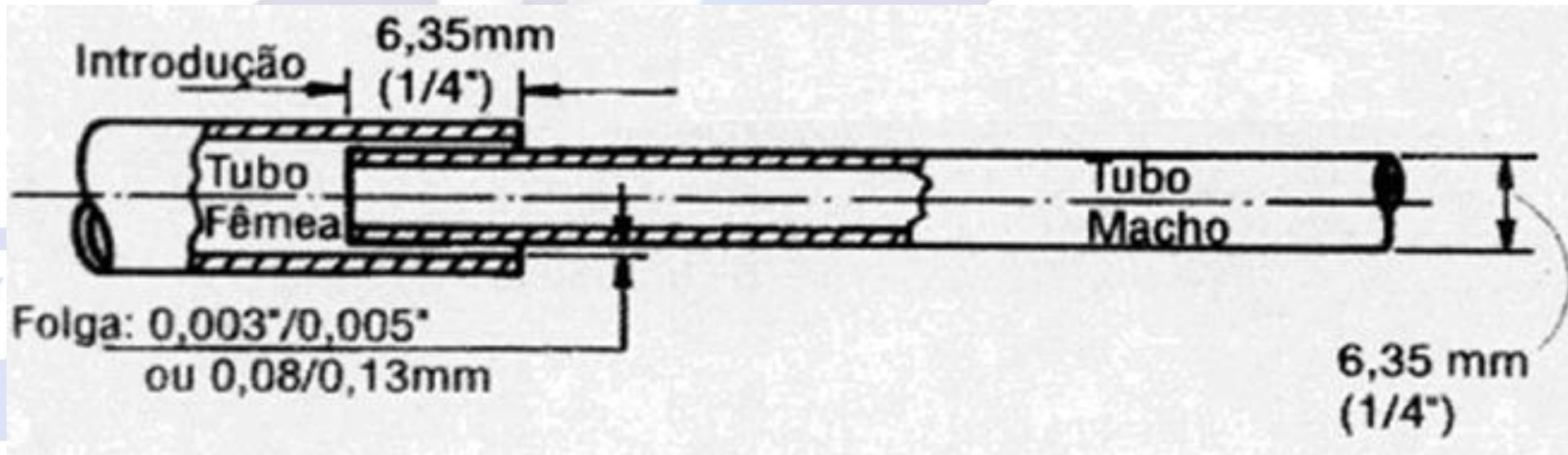
Este é o fenômeno pelo qual o material de adição penetra na junção a ser brasada, pela atração das moléculas material base.

Após o aquecimento adequado, o material de adição se funde e tende sempre fluir para o ponto mais quente da junta aquecida, porém, isto só ocorre quando: a superfície a ser brasada está limpa, a folga entre as partes a serem brasadas está correta e a área das partes a serem brasadas está suficientemente aquecida para fundir o material de adição.

**TREINATEC-BH**  
CURSOS

# FOLGA DE INTRODUÇÃO DE TUBOS

A folga entre os tubos a serem brasados, bem como o comprimento mínimo a ser introduzido para garantir uma brasagem perfeita, devem ser conforme figura a seguir.



## IMPORTANTE:

Nunca dirija a chama diretamente sobre a vareta. Deixe que ela funda pela transmissão de calor dos tubos.

Retire a chama do local da brasagem e mantenha a vareta encostada ao ponto da brasagem, durante alguns segundos (enquanto a temperatura no local for suficiente para fundir o material de adição).

Em caso de suspeita ou identificação de poros, aqueça novamente movimentando o maçarico do ponto A para o ponto B e vice-versa. Se necessário, acrescente o mínimo possível de material de adição.

**TREINATEC-BH**  
CURSOS

# REGRAS DE SEGURANÇA

## Procedimentos quanto ao armazenamento

- Não deixar os cilindros diretamente sob o sol;
- Armazenar os cilindros em locais adequados e seguros.

## Procedimentos quanto ao transporte

- Somente transportar o cilindro com a capa protetora da válvula corretamente colocada;
- Não utilizar cilindros, cheios ou vazios, como roletes ou suportes;
  - Evitar quedas ou choques entre cilindros;
  - Evitar contato com eletricidade.

# REGRAS DE SEGURANÇA

## Procedimentos quanto a utilização

- Utilizar sempre cilindros testados e identificados pelo fornecedor;
- Evitar que respingos, escória ou a própria chama atinjam o cilindro;
  - Evitar abrir a válvula do cilindro rapidamente;
  - Fechar a válvula quando terminar o serviço;
- Retornar imediatamente os cilindros vazios ao fornecedor;
- Evitar o contato de óleo ou graxa com qualquer parte do cilindro de oxigênio e seus acessórios. Esses materiais podem queimar violentamente na presença de oxigênio puro;
- Somente utilizar o oxigênio com o regulador de pressão adequado.