

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais

Terminologia Usual de Soldagem e
Símbolos de Soldagem

Prof. Paulo J. Modenesi

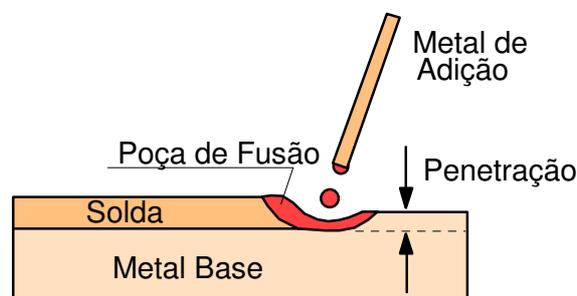
Belo Horizonte, julho de 2008

Terminologia de Soldagem

A soldagem é o mais importante processo de união de metais usado industrialmente. Apresenta aplicações muito variadas que abrangem desde a construção de itens simples, de baixa sofisticação, muitas vezes usados em aplicações de pouca responsabilidade, até estruturas e componentes sofisticados que, caso falhem, podem colocar em risco a vida humana, causar danos ao ambiente e gerar enormes prejuízos. Em muitas destas aplicações, a soldagem pode complementar ou competir com outros processos de união (união mecânica, colagem e outros) e de fabricação (como a fundição, conformação mecânica e a usinagem), sendo importante, para o sucesso da aplicação, a correta escolha e aplicação do(s) processo(s) de soldagem a ser(em) usado(s). Uma apresentação simples dos processos mais usuais de soldagem será feita posteriormente neste curso.

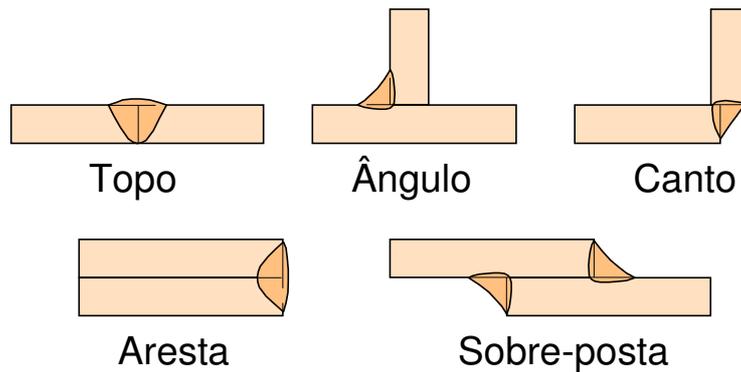
Como um processo de união e fabricação de uso extenso em diferentes áreas e com uma fama (hoje possivelmente menos justificada) de atividade eminentemente prática, mais dependente da arte do que da ciência, a soldagem possui um conjunto de termos muito próprios. A presente seção tenta apresentar alguns destes termos e suas definições, além de ressaltar alguns aspectos importantes destes termos. Deve ficar claro, contudo, que existem variações destes nas diferentes regiões do Brasil e, possivelmente, entre empresas vizinhas.

- **Soldagem** (*Welding*) é o **processo** de união de materiais, a **Solda** (*weld*) é o **resultado** deste processo. É similar, por exemplo, a **Fundição** e **Fundido** (ou **peça fundida**) e **Laminação** e **Produto laminado** (por exemplo, uma chapa). No Brasil, embora possa ser considerado como incorreto, é comum usar a palavra solda para expressar o processo, por exemplo: “A solda elétrica é um processo muito versátil...”
- **Metal Base** (*base metal*): Material da peça que passa pelo processo de soldagem. Quando possível procura-se escolher, para uma dada aplicação, o metal base mais “fácil de soldar” (de melhor **soldabilidade**) que seja adequado para a aplicação. Em alguns casos, por exemplo, na recuperação de uma dada peça por soldagem, esta escolha é impossível. De qualquer forma, o modo como uma solda será produzida (isto é, o **procedimento de soldagem** usado) deve levar em consideração as características do metal base, particularmente os seus aspectos metalúrgicos.
- **Metal de Adição** (*filler metal*): Material adicionado, no estado líquido, durante a soldagem por fusão (ou a brasagem). O metal de adição deve ser selecionado de acordo com o metal base, as características e a aplicação da junta (ver definição abaixo) a ser soldada. Metais de adição são especificados por diversos organismos nacionais e internacionais, com destaque para a *America Welding Society* (AWS) e a *International Organization for Standardization* (ISO).

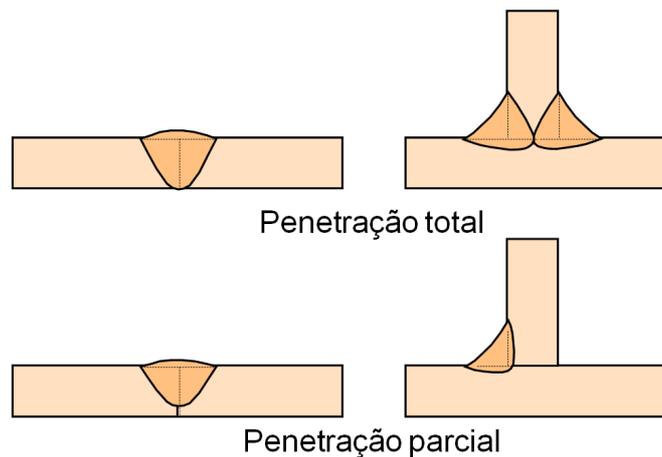


- **Poça de Fusão** (*weld pool*): Região em fusão, a cada instante, durante uma soldagem por fusão. Em alguns processos de soldagem que não usam a fusão, pode-se considerar a existência de uma **região de processamento** de características similares à poça de fusão.
- **Penetração** (*penetration*): Distância da superfície original do metal base ao ponto em que termina a fusão, medida perpendicularmente à mesma.

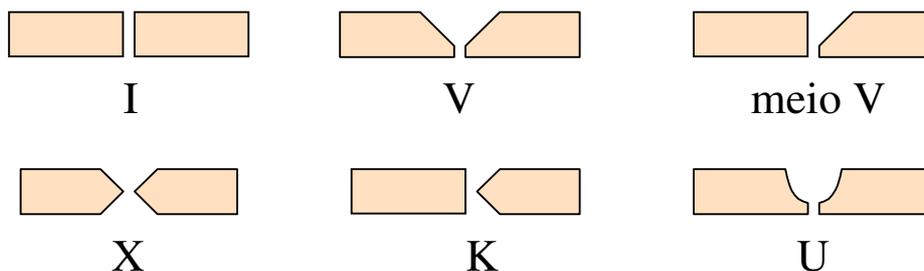
- **Junta (joint):** Região entre duas ou mais peças que serão unidas.
Tipos de Junta: Os tipos usuais de junta são: de **topo** (*butt*), de **ângulo** (*tee*), de **canto** (*corner*), **sobreposta** (*lap*) e de **aresta** (*edge*).



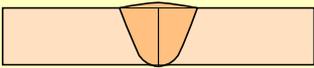
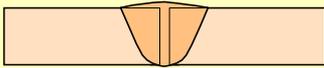
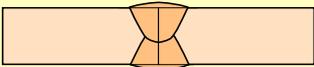
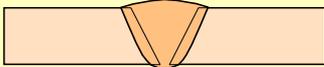
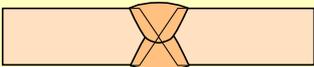
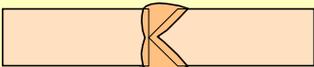
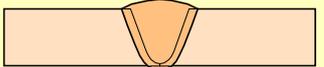
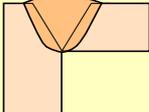
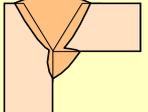
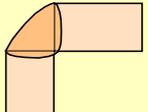
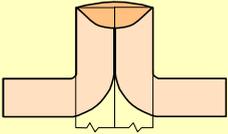
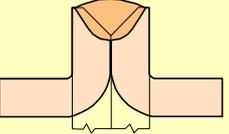
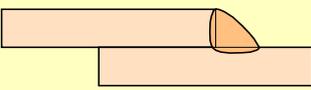
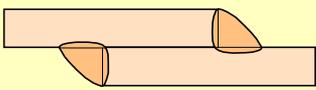
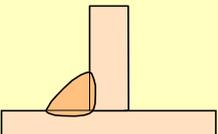
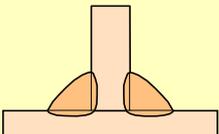
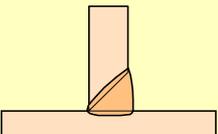
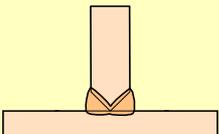
Soldas em juntas de topo e ângulo podem ser de **penetração total** (penetração em toda a espessura de um dos componentes da junta) ou **parcial**. Soldas de penetração total apresentam um melhor comportamento mecânico, contudo, tendem a ser de execução mais difícil. Assim, quando o melhor desempenho destas não for necessário, o usual é se trabalhar com soldas de penetração parcial.



- **Chanfro (groove):** Corte efetuado na junta para possibilitar/facilitar a obtenção de uma solda com a penetração desejada. É usado quando a espessura dos componentes da junta impede a obtenção da penetração desejada sem o chanfro. O uso de um chanfro diferente do tipo I (ver abaixo) implica na necessidade de se usar metal de adição. A escolha do tipo de chanfro e suas dimensões dependem de muitos fatores como a material base, sua espessura, o tipo de junta, o processo de soldagem, a possibilidade de se acessar os dois lados da junta, a posição de soldagem (ver definição abaixo) e as características desejadas para a junta.



Tipos de juntas e exemplos de chanfros:

Juntas de Topo			
			
			
			
Juntas de Canto			
			
			
Juntas Sobrepostas			
			
Juntas de Ângulo			
			
			

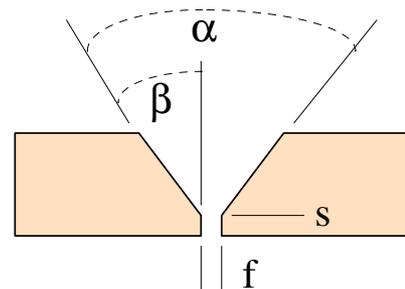
• **Elementos de um Chanfro:**

Encosto ou nariz (s) (nose, groove face): Parte não chanfrada de um componente da junta.

Abertura, folga ou fresta (f) (root opening): Menor distância entre as peças a soldar.

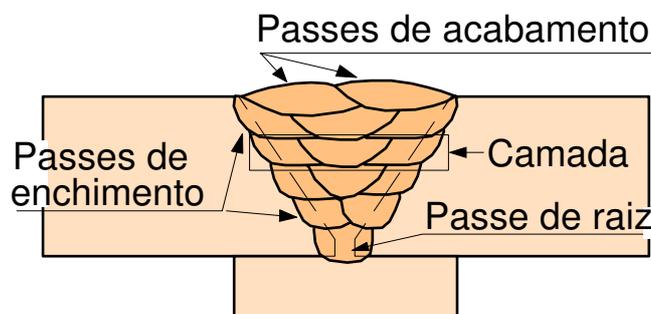
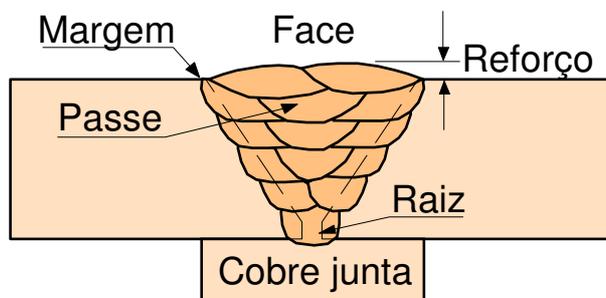
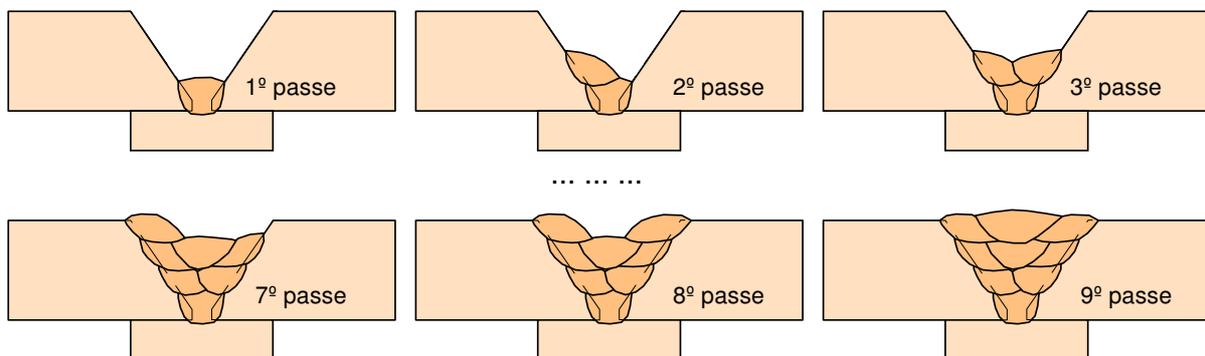
Ângulo de abertura da junta (α) (groove angle) e ângulo de chanfro (β) (bevel angle).

Os elementos de um chanfro são escolhidos de forma a permitir um fácil acesso até o fundo da junta, mas, idealmente, com a menor necessidade possível de metal de adição.



- **Raiz** (*root*): Região mais profunda do cordão de solda. Em uma junta chanfrada, corresponde à região do cordão junto da fresta e do encosto. Tende a ser a região em que a soldagem é mais difícil e, desta forma, mais propensa à formação de descontinuidades em uma solda.
- **Face** (*face*): Superfície oposta à raiz da solda.
- **Passe** (*pass*): Depósito de material obtido pela progressão sucessiva de uma só poça de fusão. Uma solda pode ser feita em um único ou em vários passes (ver figura abaixo).
- **Camada** (*layer*): Conjunto de passes localizados em uma mesma altura no chanfro.
- **Reforço** (*reinforcement*): Altura máxima alcançada pelo excesso de material de adição, medida a partir da superfície do material de base.
- **Margem** (*toe*): Linha de encontro entre a face da solda e a superfície do metal de base.

Execução de uma solda de vários passes:



- **Posições de Soldagem** (*welding positions*):

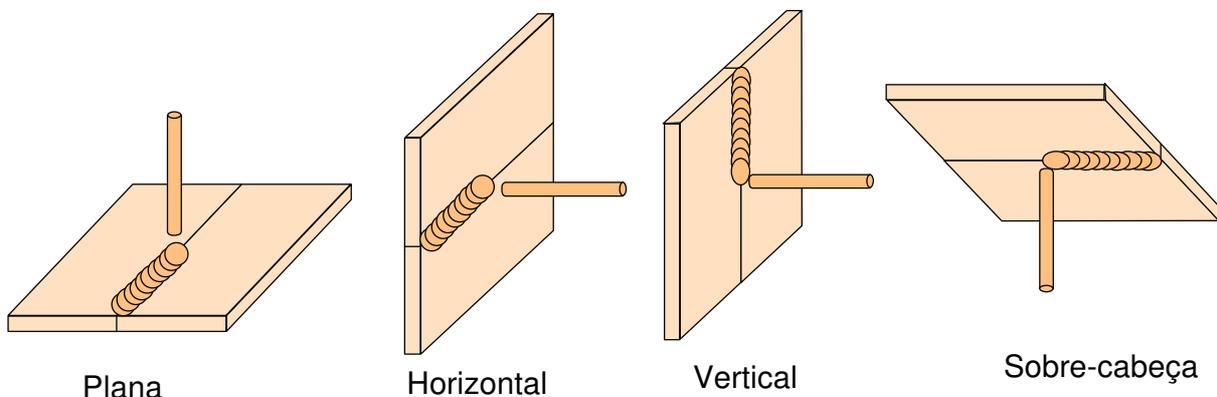
Plana (*flat*): A soldagem é feita no lado superior de uma junta e a face da solda é aproximadamente horizontal.

Horizontal (*horizontal*): O eixo da solda é aproximadamente horizontal, mas a sua face é inclinada.

Sobrecabeça (*overhead*): A soldagem é feita do lado inferior de uma solda de eixo aproximadamente horizontal.

Vertical (*vertical*): O eixo da solda é aproximadamente vertical. A soldagem pode ser “para cima” (*vertical-up*) ou “para baixo” (*vertical-down*).

Dentre as diferentes posições de soldagem, *usualmente* a posição plana é a que possibilita uma maior facilidade de execução e uma maior produtividade. Para as outras posições, a força da gravidade tende a dificultar o controle da poça de fusão e a transferência do metal de adição para a poça.



Posições de soldagem

- **Modos de Operação**: Diferentes processos de soldagem podem ser usados de diferentes formas que dependem de maior ou menor grau da atuação do ser humano.

Manual (*manual*): Soldagem na qual toda a operação (iniciação do processo, criação e controle da poça de fusão, deslocamento da poça ao longo da junta, posicionamento da tocha de soldagem, alimentação de metal de adição e término da operação) é realizada e controlada manualmente pelo **soldador** (*welder*).

Semi-automático (*semi-automatic*): Soldagem com controle automático da alimentação de metal de adição, mas com controle manual pelo soldador do posicionamento da tocha e de seu acionamento. A operação semi-automática tende a ser de mais fácil execução que a manual (isto é, exige uma menor habilidade por parte do soldador). De qualquer forma, ambas as formas dependem fortemente da habilidade do soldador, tendendo a apresentar uma maior variabilidade que as outras formas de operação. Isto não significa que soldas de excelente qualidade não possam ser obtidas com estas duas primeiras formas de operação.

Mecanizado (*machine*): Soldagem com controle automático da alimentação de metal de adição, controle do deslocamento do cabeçote de soldagem pelo equipamento, mas com o posicionamento, acionamento do equipamento e supervisão da operação sob responsabilidade do **operador de soldagem** (*welding operator*).

Automático (*automatic*): Soldagem com controle automático de praticamente todas as operações necessárias para a sua execução. Em alguns casos, a definição de um processo como mecanizado ou automático não é fácil, em outros, o nível de controle

da operação, o uso de sensores, a possibilidade de programar o processo indicam claramente um processo de soldagem automático. Os sistemas automáticos de soldagem podem ser divididos em duas classes: (a) Sistemas dedicados, projetados para executar uma operação específica de soldagem, basicamente com nenhuma flexibilidade para mudanças nos processos e (b) sistemas com robôs, programáveis e apresentando uma flexibilidade relativamente grande para alterações no processo.

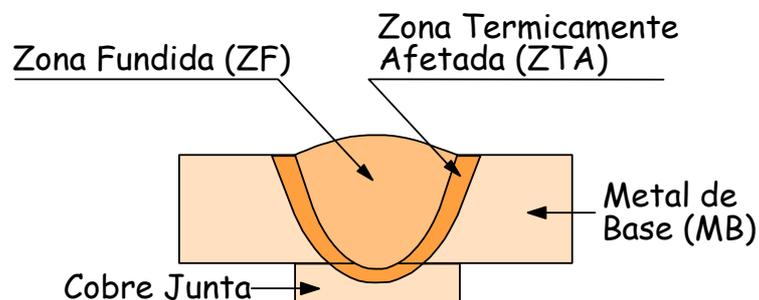
O uso de sistemas mecanizados e particularmente automáticos para soldagem tem aumentado continuamente devido a fatores com destaque para a necessidade de maiores produtividade, repetibilidade e controle da soldagem e a redução do número de soldadores em alguns países. Por outro lado, sistemas mecanizados e automáticos necessitam de um maior investimento inicial e tendem a exigir um maior controle, precisão e produtividade das operações auxiliares à soldagem como a preparação e a montagem das juntas.

- **Regiões de uma junta soldada** (soldagem por fusão): Pode-se considerar que uma junta soldada é formada por três regiões.

Metal base (já definido anteriormente).

Zona termicamente afetada (ZTA): Região do metal base aquecida durante a soldagem a temperaturas capazes de causarem mudanças na microestrutura e propriedades do material. Tende a ser a região mais crítica de uma junta soldada.

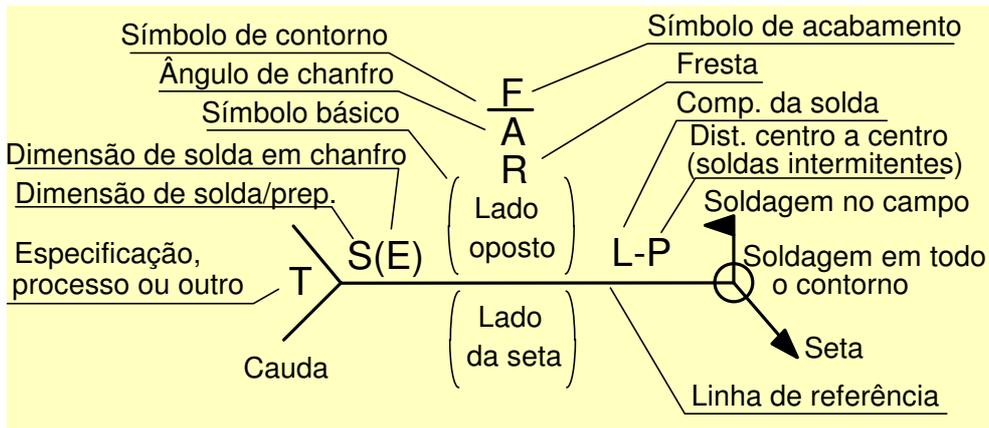
Zona Fundida (ZF): Região que, em algum momento durante a soldagem, esteve no estado líquido.



• **Símbolos de Soldagem:**

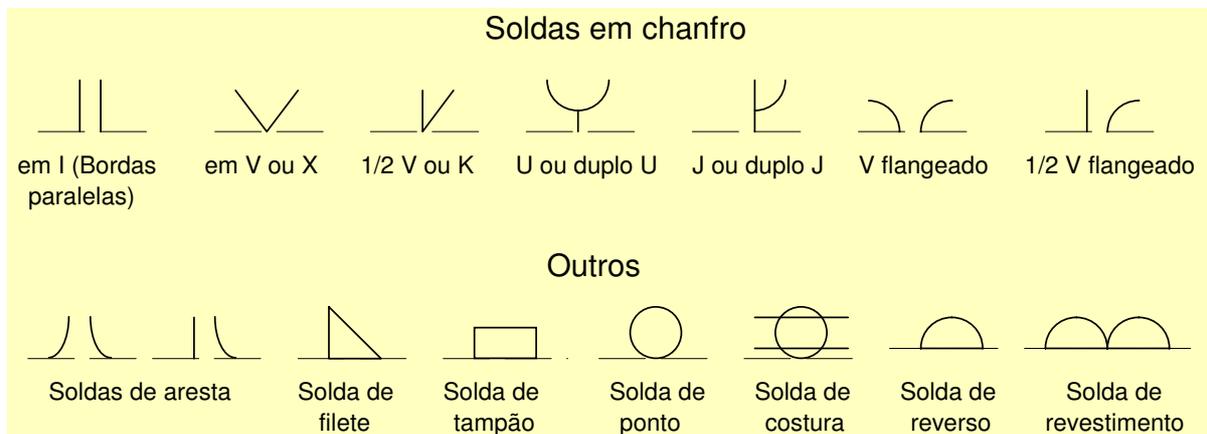
Símbolos padronizados são usados para indicar a localização, detalhes do chanfro e outras informações de operações de soldagem em desenhos de engenharia. Existem sistemas de símbolos de soldagem desenvolvidos em normas de diferentes países. No Brasil, o sistema mais usada é o da American Welding Society, através de sua norma AWS A2.4, *Symbols for Welding and Nondestructive Testing*. Contudo, símbolos baseados em normas de outros países são, também, usados. Como estes símbolos são similares aos da AWS, mas apresentam diferenças em detalhes, isto pode levar à interpretação errada de desenhos. Um símbolo completo de soldagem consiste dos seguintes elementos:

- Linha de referência (sempre horizontal),
- Seta,
- Símbolo básico da solda,
- Dimensões e outros dados,
- Símbolos suplementares,
- Símbolos de acabamento,
- Cauda, e
- Especificação de procedimento, processo ou outra referência.

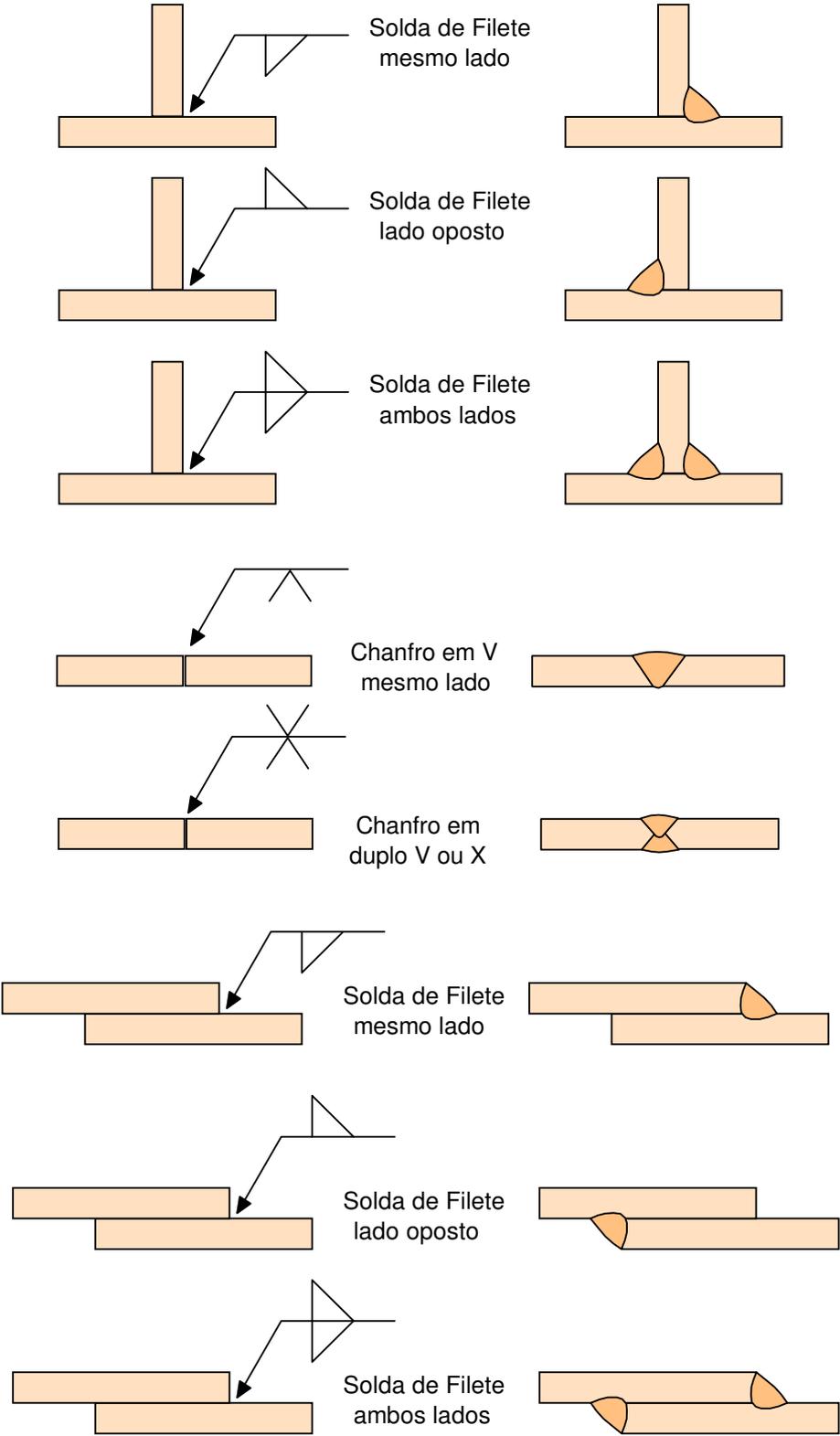


Símbolo de soldagem e alguns de seus componentes e símbolos suplementares.

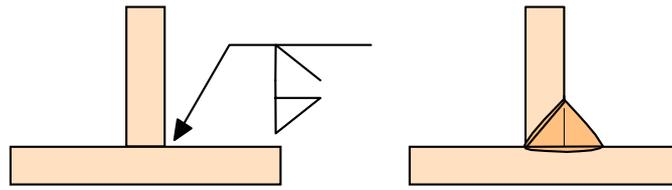
O símbolo básico da solda indica o tipo de solda e chanfro que serão usados. A figura abaixo mostra os símbolos básicos mais comuns:



A posição do símbolo básico na linha de referência indica se a solda será depositada no mesmo lado ou no lado oposto do local indicado no desenho pela seta:

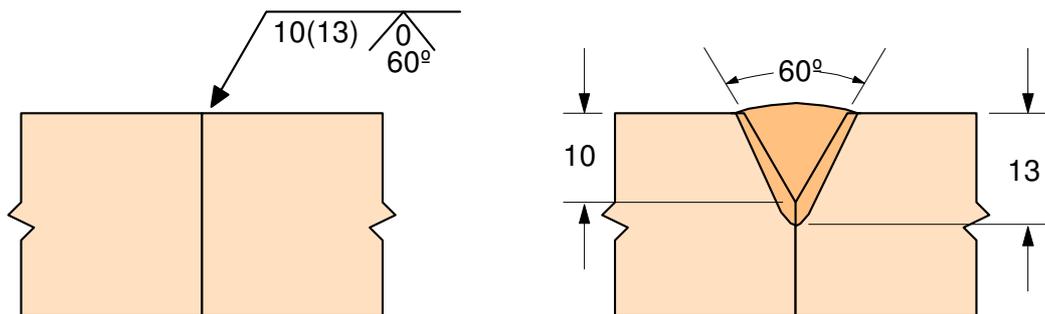


Exemplo do uso de símbolos compostos:



Chanfro 1/2 V e filete
(mesmo lado)

Exemplo de um símbolo para uma solda em chanfro de 1/2 V com dimensões:



Leitura complementar:

Marques, P. V. et al. **Soldagem – Fundamentos e Tecnologia**, Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007.