



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**PMR 3301**

**- PROCESSOS DE JUNÇÃO -**

**- Parte I -**

**2020.1**

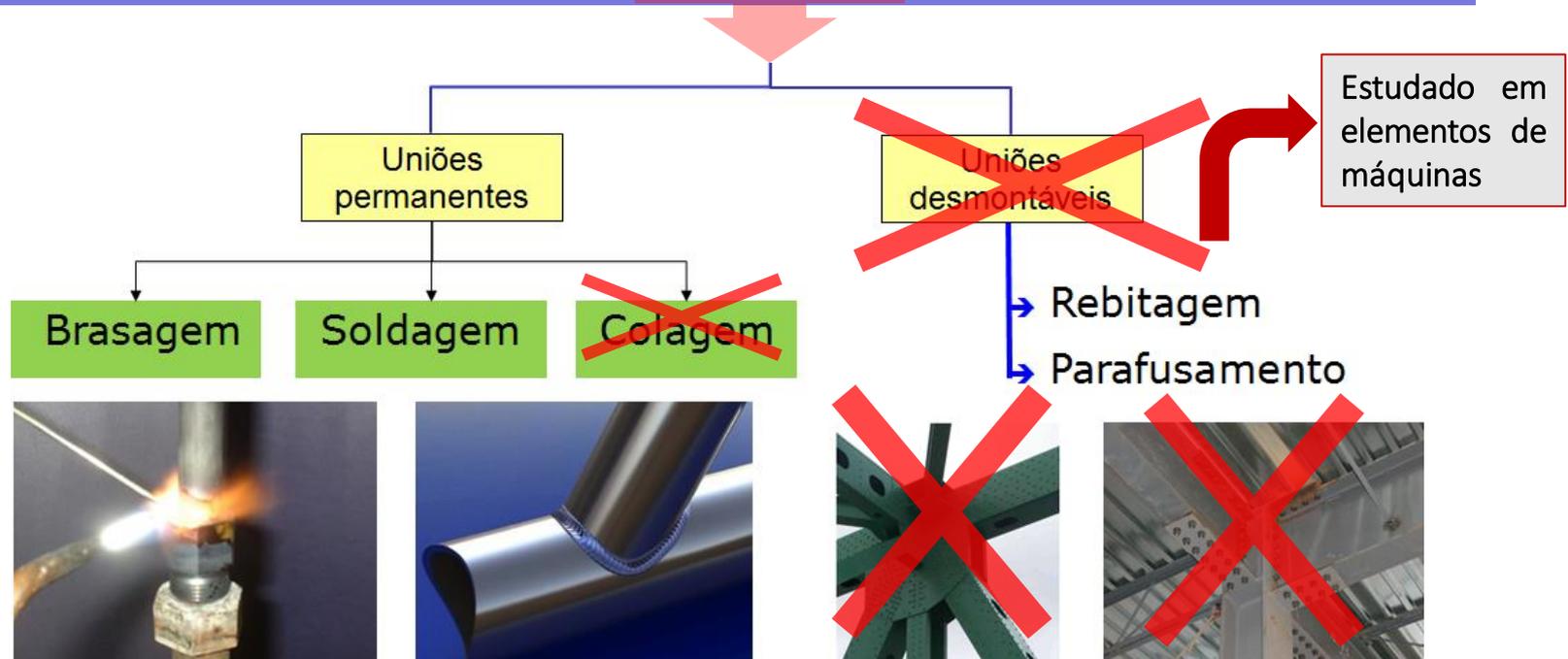


## **Tópicos**

- ▶ Processos de fabricação
- ▶ Definição
- ▶ Classificação dos processos de soldagem
- ▶ Evolução
- ▶ Soldagem - Vantagens
- ▶ Soldagem - Desvantagens
- ▶ Classificação quanto ao tipo de fonte
- ▶ Soldagem a gás
- ▶ Brasagem
- ▶ Soldagem a arco voltaico



## Divisão dos processos de fabricação



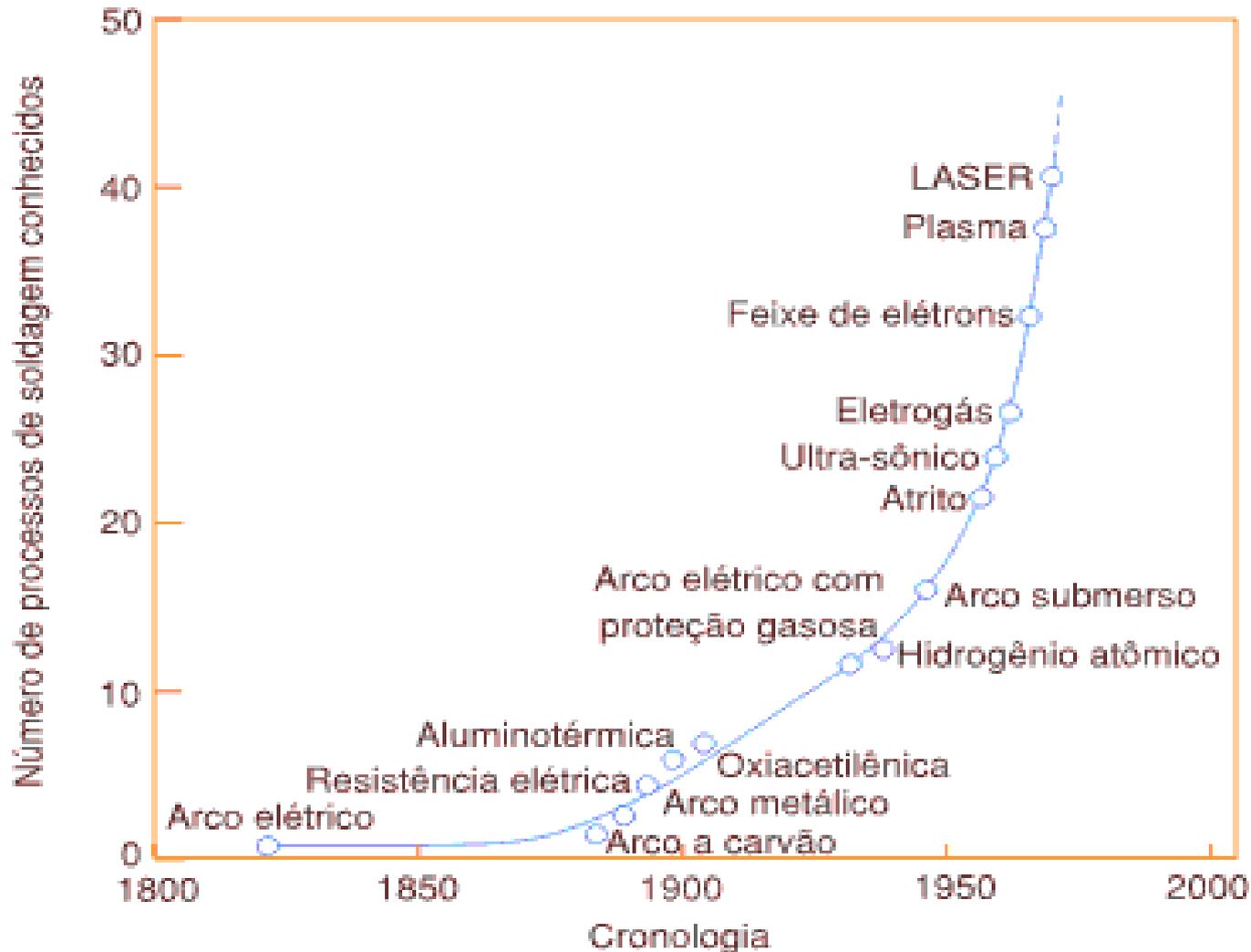


## Definição de soldagem

- ▶ soldagem é considerada um método de união permanente de duas ou mais peças através da adição de material na fase líquida, garantindo a continuidade das propriedades físicas, químicas e mecânicas ao longo da união.
- ▶ Pode ser utilizada também para deposição de materiais sobre uma superfície
- ▶ Também pode ser utilizada para obter a coalescência localizada produzida pelo aquecimento até uma temperatura adequada



## Evolução dos processos de soldagem





## Soldagem

### Vantagens:

- ▶ Quando bem realizada a união é mais resistente do que o metal de base
- ▶ O custo dos equipamentos de soldagem em geral são baixos
- ▶ Os equipamentos podem ser portáteis e permitem operação em campo
- ▶ Liberdade de projeto
- ▶ Grande variedade de materiais de adição
- ▶ A soldagem pode ser realizada em inúmeras configurações
- ▶ Pode ser automatizada



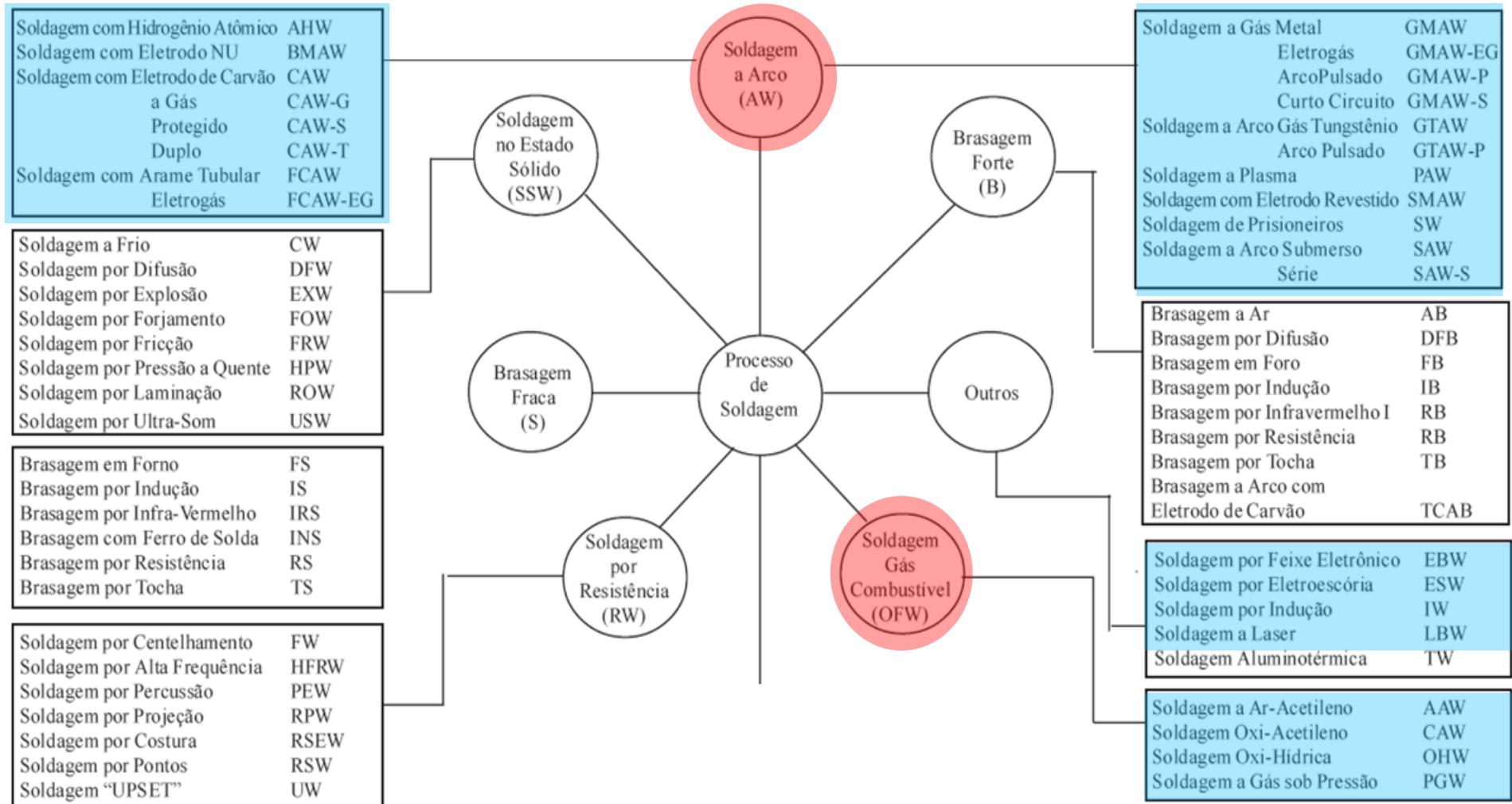
## Soldagem

### Desvantagens:

- ▶ Pode produzir radiações, fumos e salpicos prejudiciais a saúde
- ▶ Pode provocar tensões residuais e deformações na peça
- ▶ Custo de formação do operador, e necessidade de qualificações periódicas
- ▶ Alterações metalúrgicas devido ao calor gerado
- ▶ Estruturas soldadas geralmente necessitam de tratamento térmico para alívio de tensões

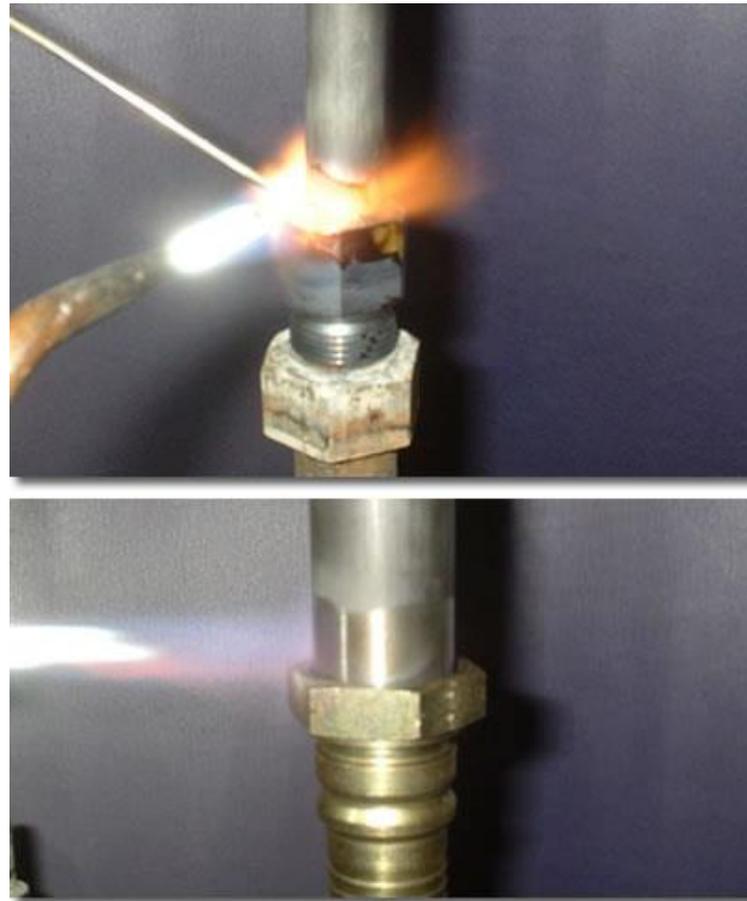


## Classificação AWS dos processos de





## Soldagem a Gás





## Soldagem a gás

- ▶ Soldagem a gás é um processo onde a fusão e união das peças é obtida pelo aquecimento proveniente de uma chama resultante da reação do gás com o oxigênio
- ▶ A variante mais comum é o processo de oxiacetileno devido a temperatura da chama
- ▶ A temperatura é na ordem de  $3.300^{\circ}\text{C}$  dependendo da regulagem da tocha/maçarico
- ▶ Material de proteção da poça de fusão (fluxo) pode ser adicionado
- ▶ O fluxo se funde e por diferença de densidade se solidifica na superfície do cordão de soldagem
- ▶ Geralmente utilizado para trabalhos de reparo
- ▶ Ideal para uso em metais de baixo ponto de fusão



## Soldagem Oxiacetileno

- ▶ O processo soldagem por oxiacetileno utiliza oxigênio a gás combustível para produzir o calor necessário a fusão do metal, e produzir a união das peças
- ▶ A união pode ser feita com ou sem material de adição
- ▶ Boa opção para unir materiais diferentes
- ▶ É um processo de reparo



## Soldagem Oxiacetileno

### Vantagens:

- ▶ Versatilidade
- ▶ O soldador tem considerável controle sobre a temperatura do metal e região de soldagem
- ▶ A taxa de aquecimento e resfriamento é relativamente lenta
- ▶ O soldador tem controle do material de adição
- ▶ O equipamento é barato
- ▶ O custo de manutenção e reposição dos gases é baixo
- ▶ O custo total é baixo



## Soldagem Oxiacetileno

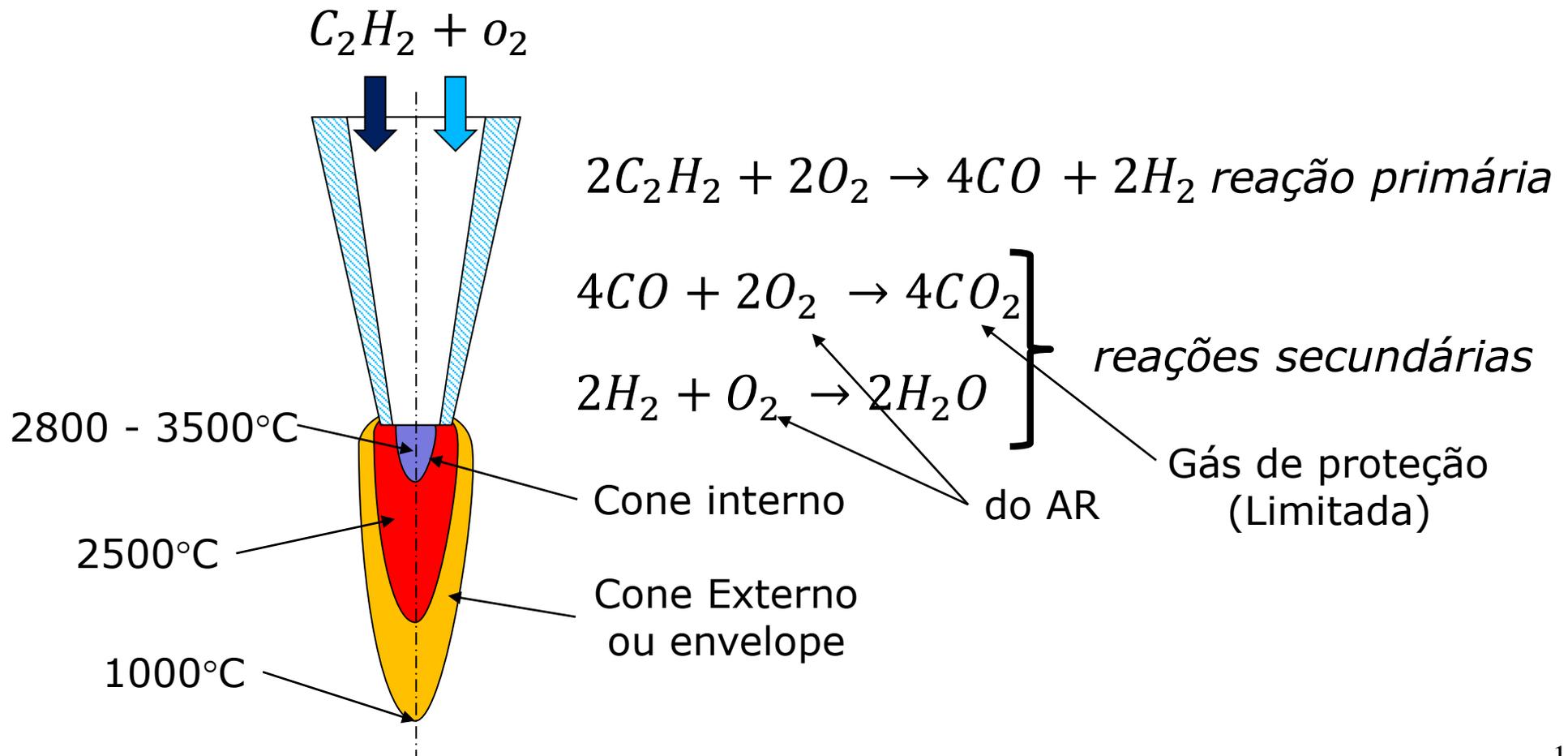
### Desvantagens:

- ▶ Seções de grades não podem ser unidas de forma econômica
- ▶ A temperatura da chama é menor do que as produzidas por arco elétrico
- ▶ O fumos produzidos pelo uso de fluxo são irritantes ao soldador
- ▶ Tempo de aquecimento é longo
- ▶ Problema de segurança associados ao armazenamento dos gases
- ▶ O fluxo utilizado para proteção não é tão eficiente quanto nos processos a arco elétrico



## Soldagem Oxiacetileno

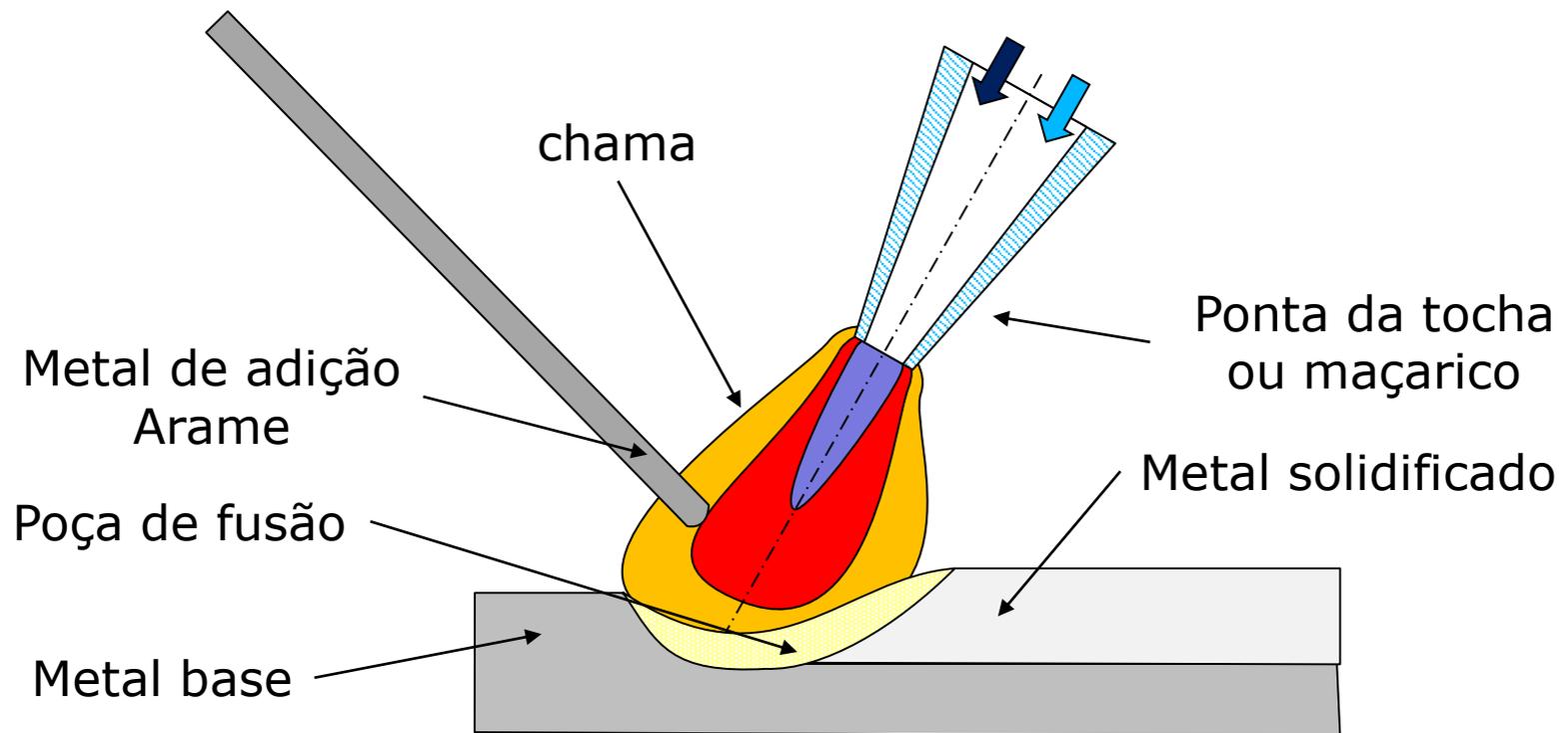
- ▶ Reação da soldagem por oxiacetileno





## Soldagem Oxiacetileno

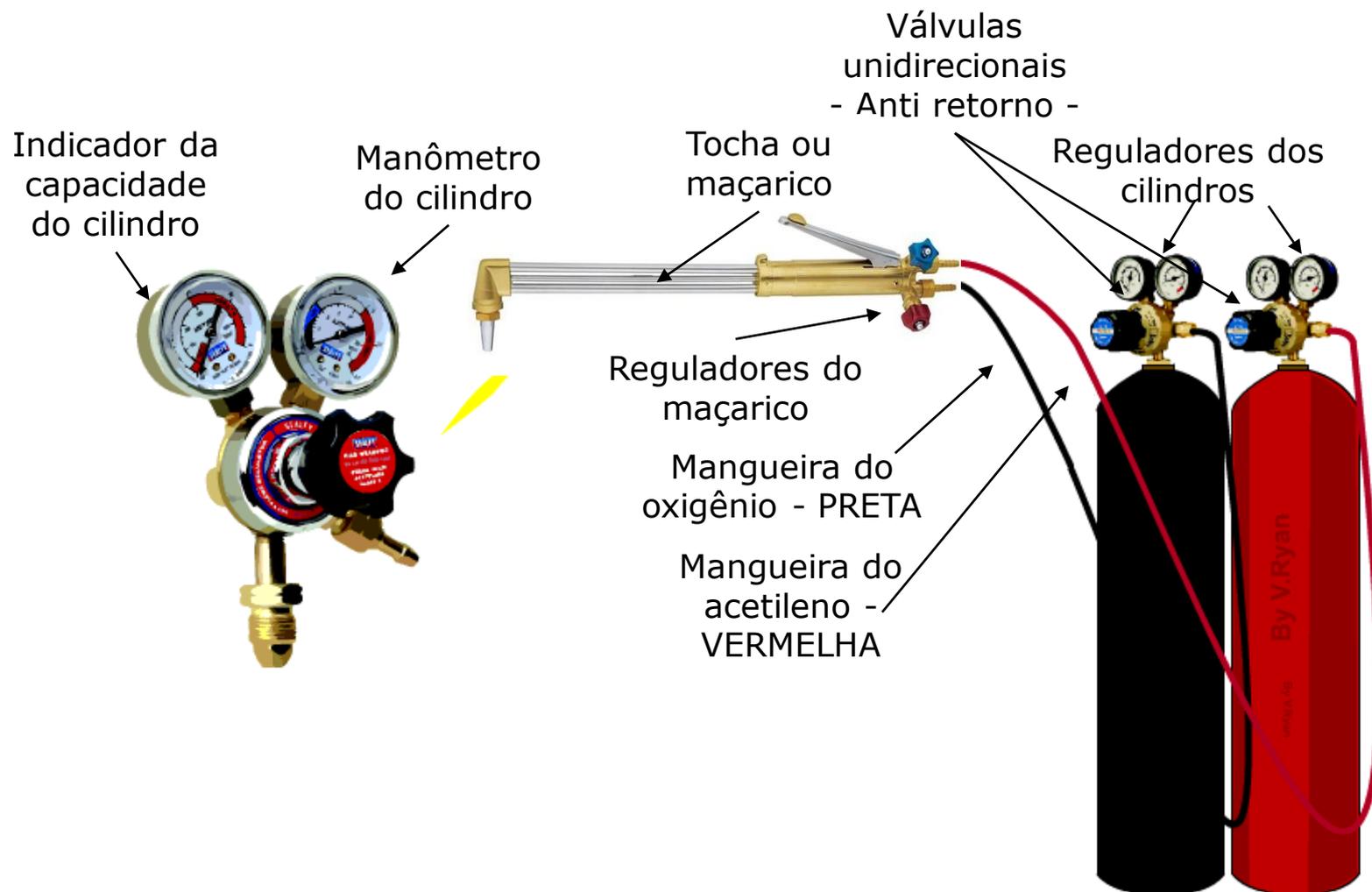
► Operação típica





## Soldagem Oxiacetileno

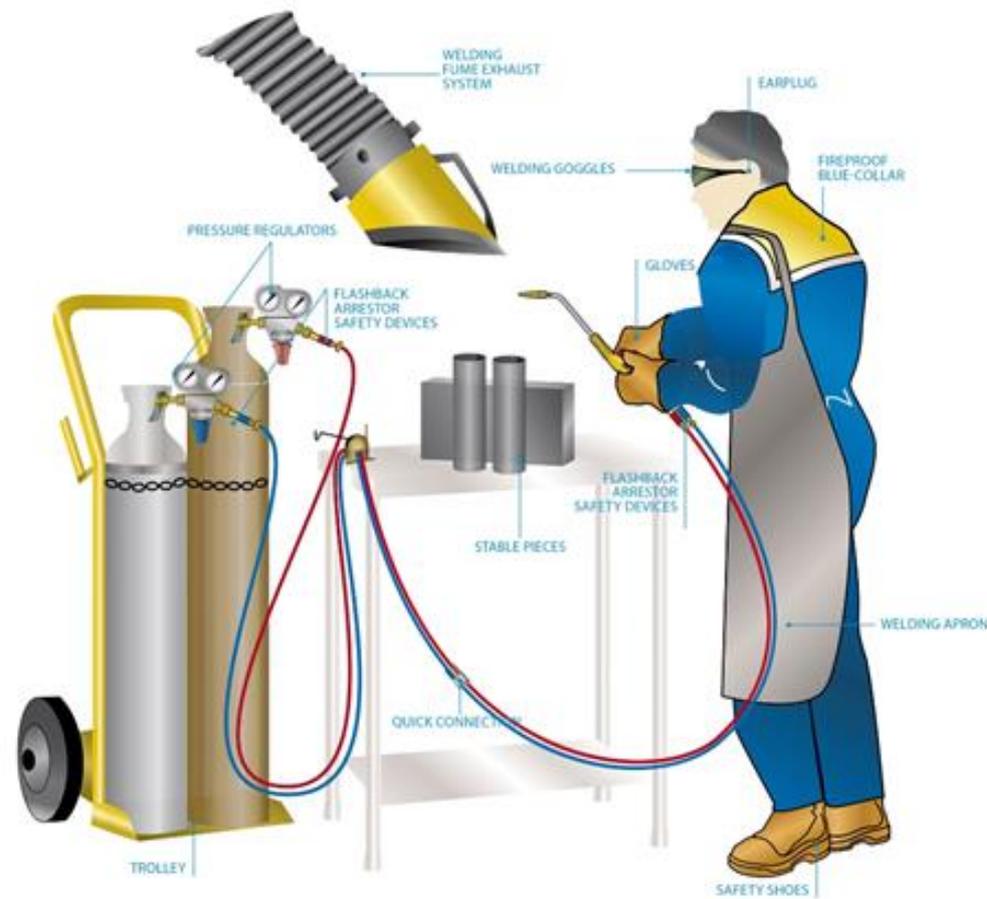
### ► Equipamento





## Soldagem Oxiacetileno

### ► Equipamento

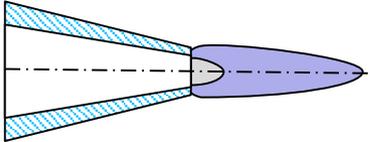




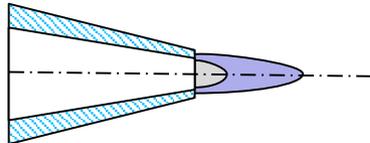
## Soldagem Oxiacetileno

► Existem três tipos de chamas

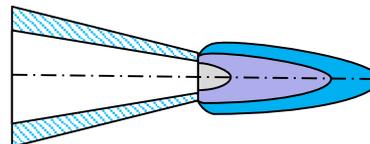
- Chama neutra – onde as proporções de acetileno e oxigênio são iguais. A queima ocorre na ponta do maçarico e o cone interno é na ordem de 2/3 da área da chama. Chama com cone interno esbranquiçado com envelope azulado e temperatura de cerca de 3000°C.



- Chama reduzida – nesta há o excesso de acetileno, e a combustão deste é incompleta, recomendada para a soldagem de alumínio, cobre e aços. Chama brilhante, com cone interno azulado e temperatura de cerca de 3200°C.



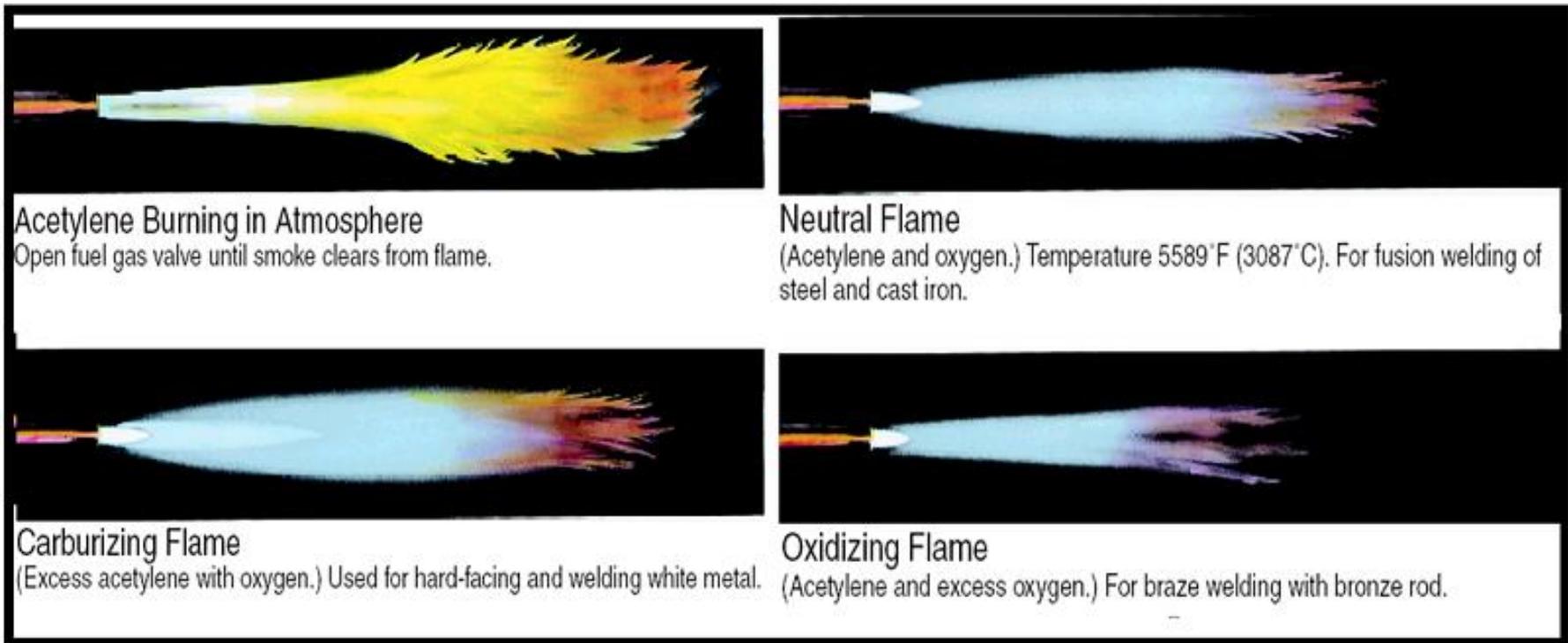
- Chama oxidante – nesta há excesso de oxigênio, recomendada para soldagem de bronze. Chama escura com cone interno curto e temperatura de cerca de 3400°C.





## Soldagem Oxiacetileno

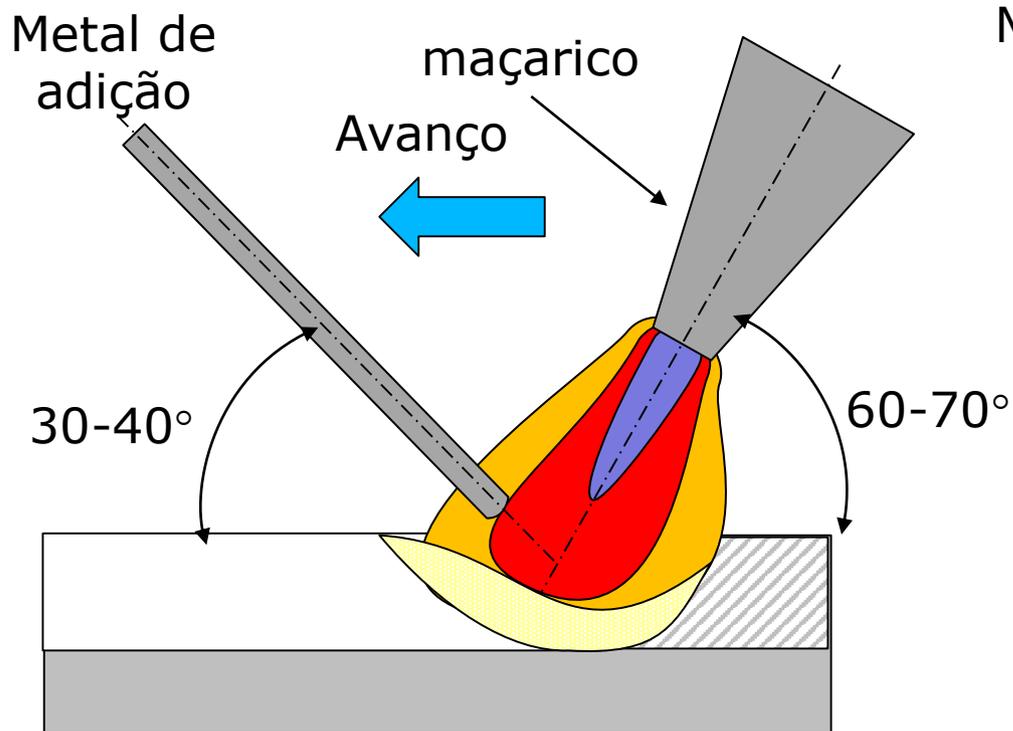
### ► Tipos de chamas



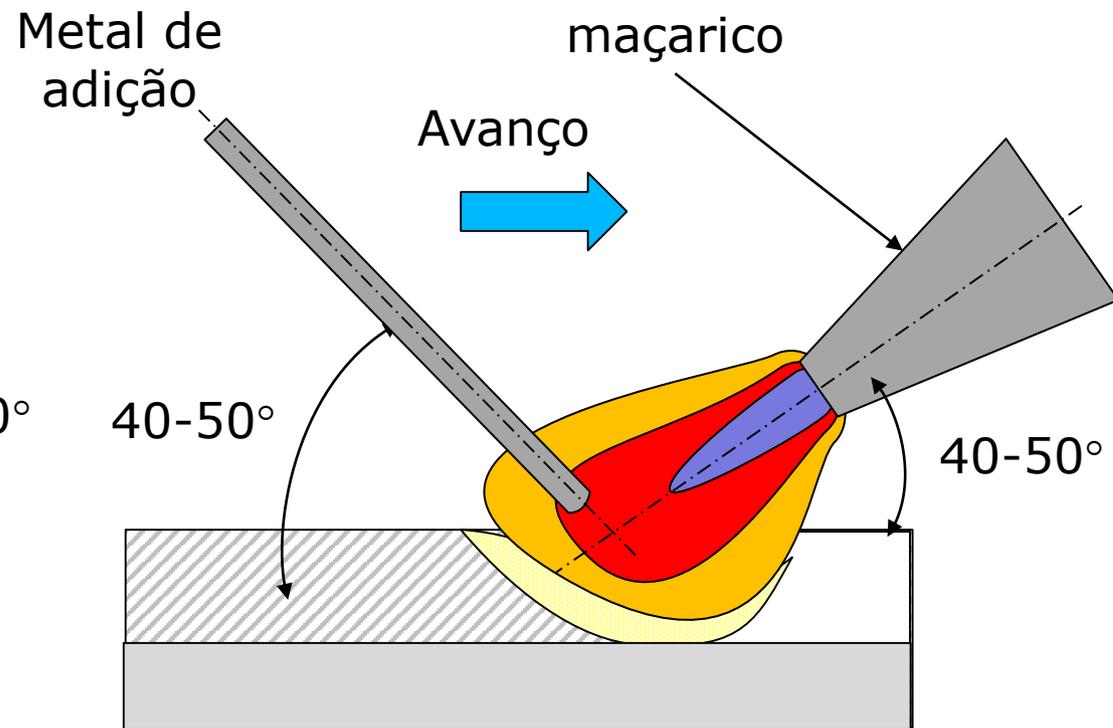


## Soldagem Oxiacetileno

### ► Técnicas de soldagem



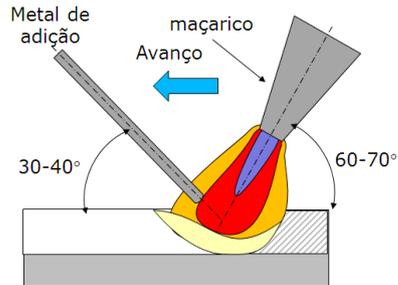
Avanço a esquerda



Avanço a direita

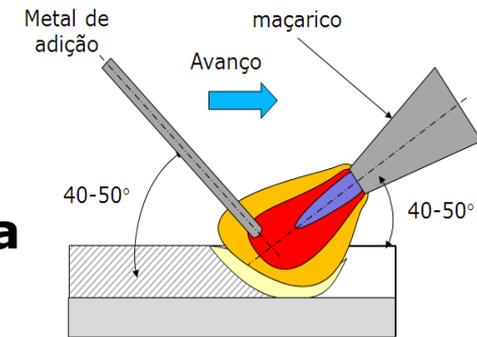


## Soldagem oxiacetileno



**Avanço a esquerda**

- ▶ O maçarico é seguro pela mão direita e a vareta (material de adição) com a esquerda
- ▶ A chama é direcionada no sentido contrário ao do cordão de solda
- ▶ A soldagem se inicia a direita e o sentido de avanço é para a esquerda
- ▶ O maçarico pode realizar um leve movimento de zig-zag, enquanto o movimento da vareta é linear
- ▶ Proporciona bom controle e o cordão é visualmente melhor
- ▶ recomendada para chapas finas com espessura inferiores a 5mm



**Avanço a direita**

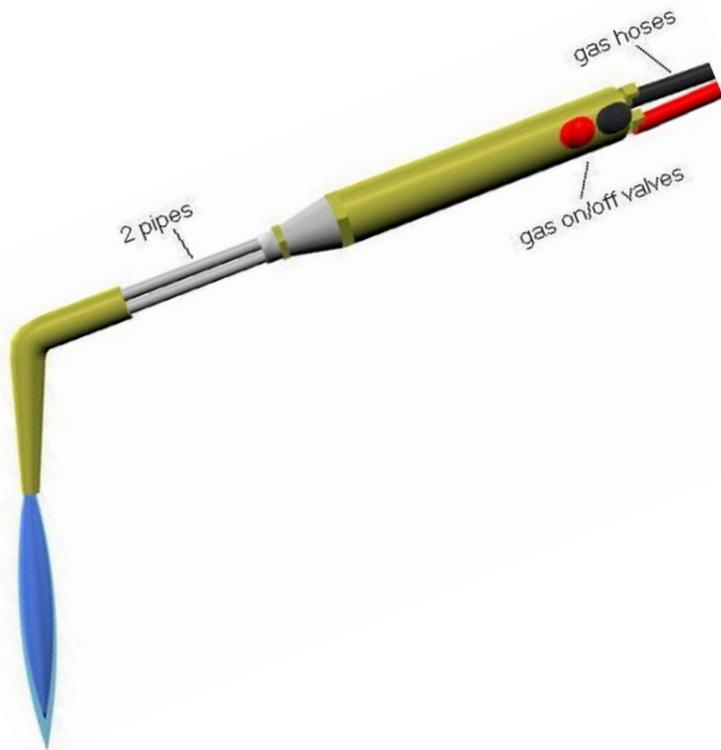
- ▶ O maçarico é seguro pela mão direita e a vareta (material de adição) com a esquerda
- ▶ A soldagem se inicia a esquerda e o sentido de avanço é para a direita
- ▶ Utilizada para espessuras superiores a 5 mm, pode-se obter penetrações de até 12 mm.
- ▶ Não há obstrução da visão da poça de fusão ou da raiz
- ▶ Necessita de menos material de deposição
- ▶ Menor dano térmico e distorções
- ▶ Melhor qualidade do cordão de solda
- ▶ Menor custo



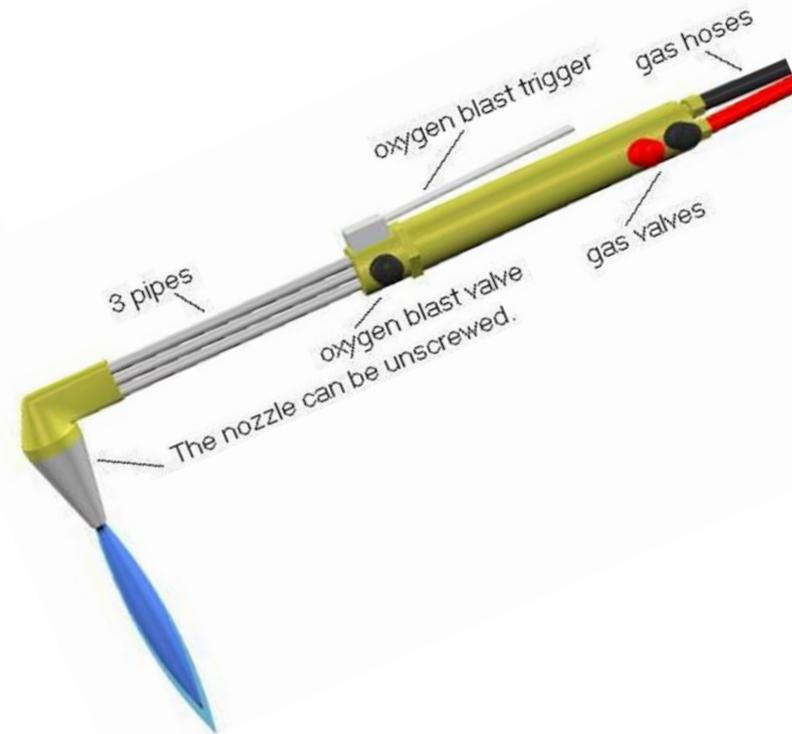
## Soldagem oxiacetileno

### ► Tipos de maçarico

#### ► de soldagem



#### ► de corte





## Soldagem oxiacetileno

### ► Vídeos exemplos

<https://www.youtube.com/watch?v=QEWEMCwSMuw>

<https://www.youtube.com/watch?v=mibENu9te20>

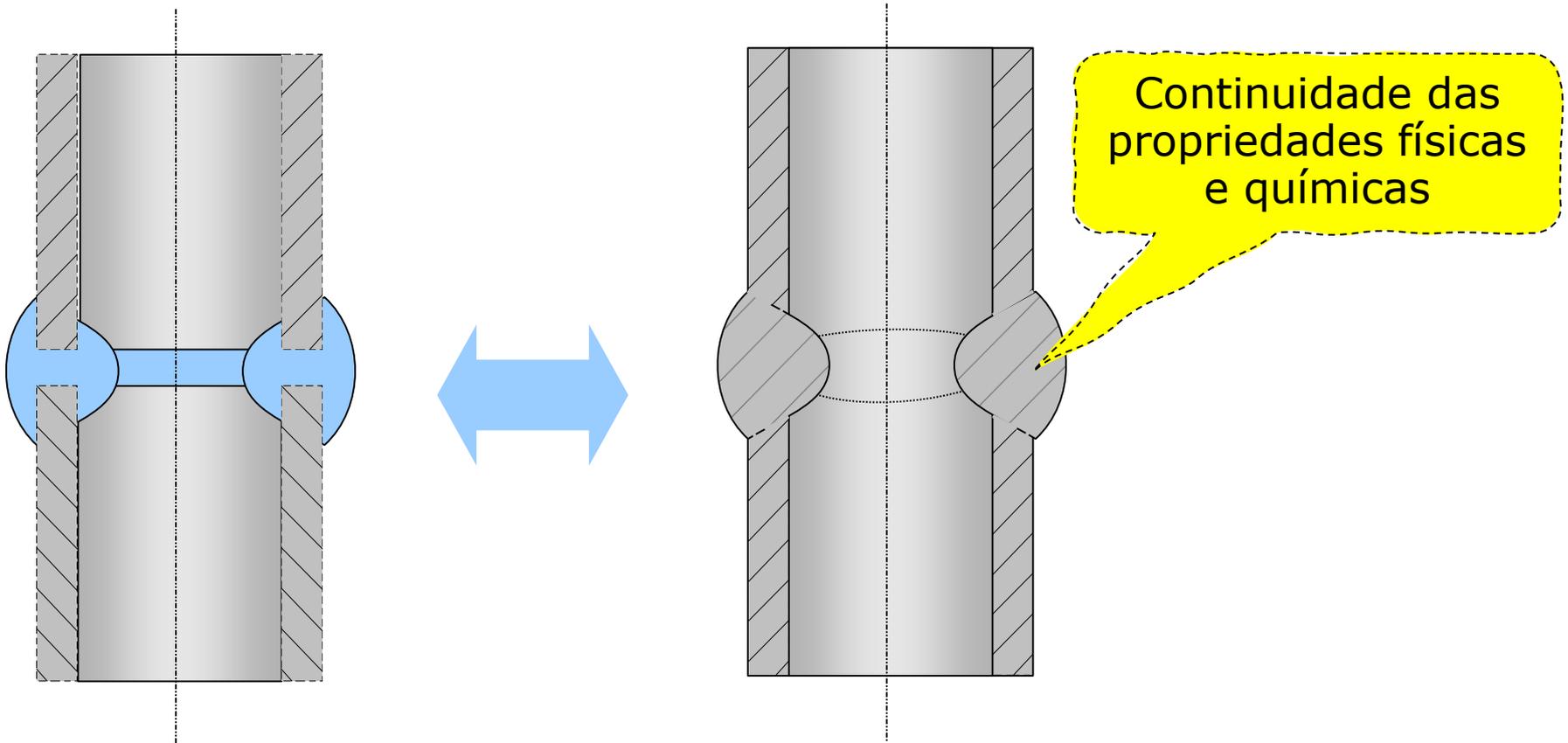


## Brasagem

- ▶ Brasagem é um processo união permanente a baixa temperatura, geralmente realizado a temperaturas inferiores a 450°C.
- ▶ A temperatura de execução do processo é bem inferior a temperatura de fusão dos metais de base
- ▶ Geralmente produz resistência inferior



## Brasagem X Soldagem





## Brasagem

### **Vantagens:**

- ▶ Materiais diferentes podem ser unidos
- ▶ Peças de pequena espessura podem ser unidas
- ▶ Peças com diferentes espessuras podem ser unidas
- ▶ As tensões térmicas resultantes nas peças unidas são pequenas

### **Desvantagens:**

- ▶ Resistência da junta soldada é inferior
- ▶ Preparação da junta deve ser mais cuidadosa



## Soldagem a arco voltaico





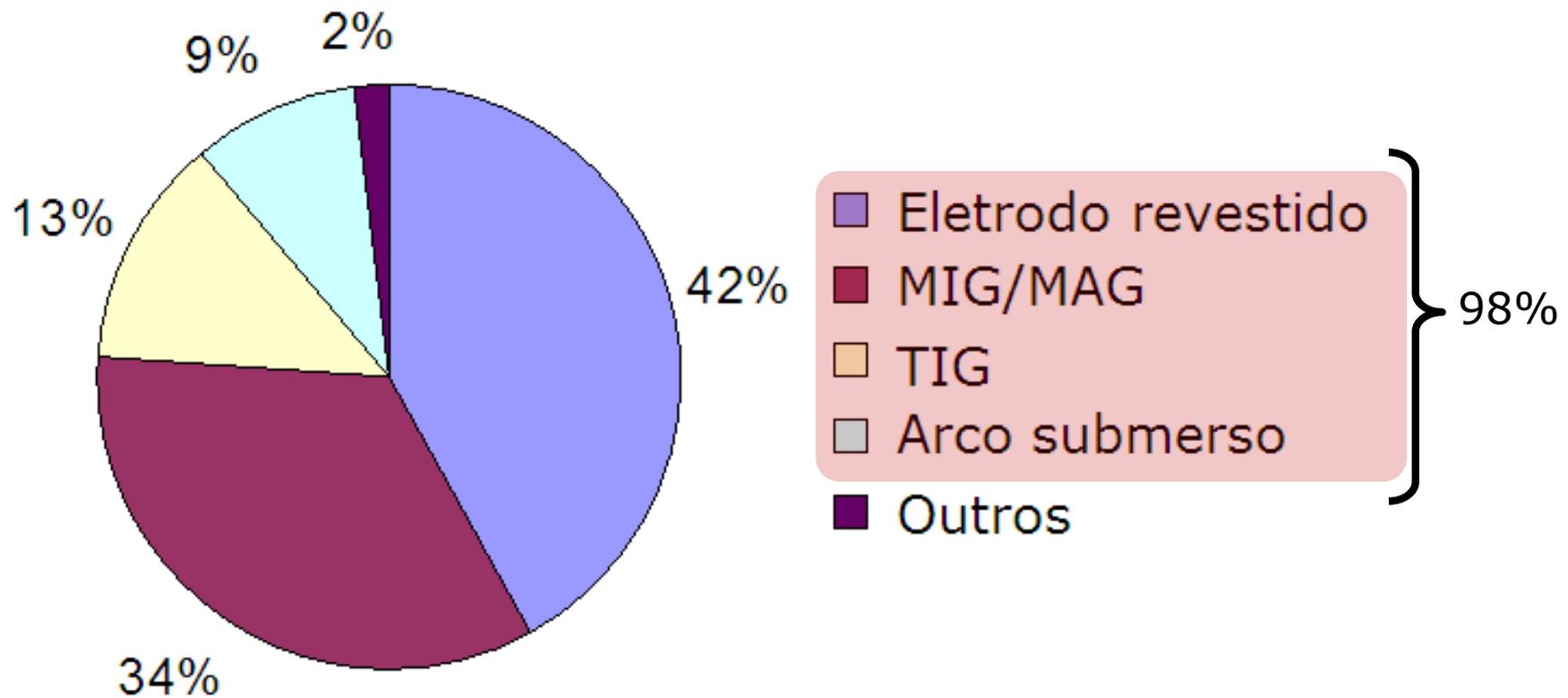
## Soldagem a arco voltaico

- ▶ Introdução
- ▶ Arco voltaico
- ▶ Fontes de soldagem
- ▶ Processo eletrodo revestido
- ▶ Processo Eletrodo tubular
- ▶ Processo Arco submerso
- ▶ Processos MIG/MAG
- ▶ Processo TIG



## Soldagem

► Principais processos de soldagem





## Arco elétrico

- ▶ O arco é uma descarga elétrica entre dois eletrodos
- ▶ Para propósitos práticos o arco elétrico deve ser tratado como um condutor gasoso, com uma impedância própria, o qual converte energia elétrica em calor
- ▶ O intensidade de calor do arco pode ser controlada através dos parâmetros elétricos (V e I)
- ▶ No processo de soldagem a arco, atua também no sentido de remover (ou quebrar) a camada de óxido superficial
- ▶ O arco atua também no sentido de controlar a transferência de material



## Arco elétrico

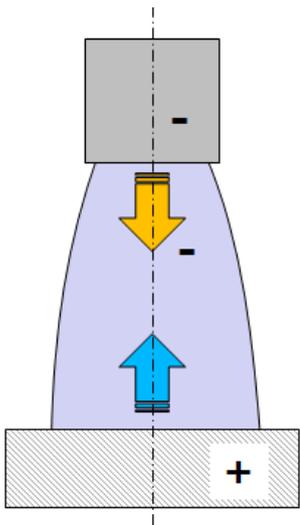
- ▶ O arco pode ser classificado como:
  - ⇒ Contínuo estacionário – descarga elétrica entre dois eletrodos
  - ⇒ Descontínuo – o arco é interrompido de virtude de curto circuito (CC) durante a transferência de material
  - ⇒ Contínuo não estacionário – ocorre em virtude da alternância da direção do fluxo de corrente
  - ⇒ Pulsado – interrupção causada pela imposição de corrente pulada para a obtenção d transferência por spray



## Arco elétrico

### ► Formação

- Tudo se inicia com o estabelecimento de fluxo de gás entre a peça e eletrodo.
- Um sinal de entrada é fornecido por uma fonte de alta frequência, o qual estabelece uma diferença de potencial entre a peça e o eletrodo
- A energia transferida pela alta frequência torna gás ionizado, e por consequência condutor de eletricidade
- A partir de um certo ponto a constante dielétrica do gás ionizado é rompida e se estabelece formação do arco

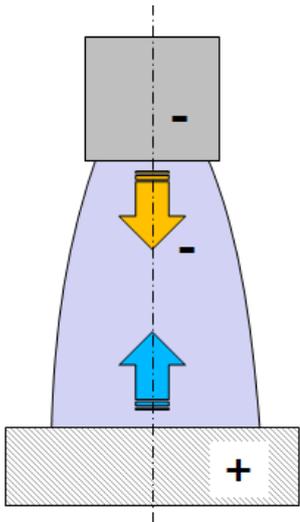




## Arco elétrico

### ► Formação

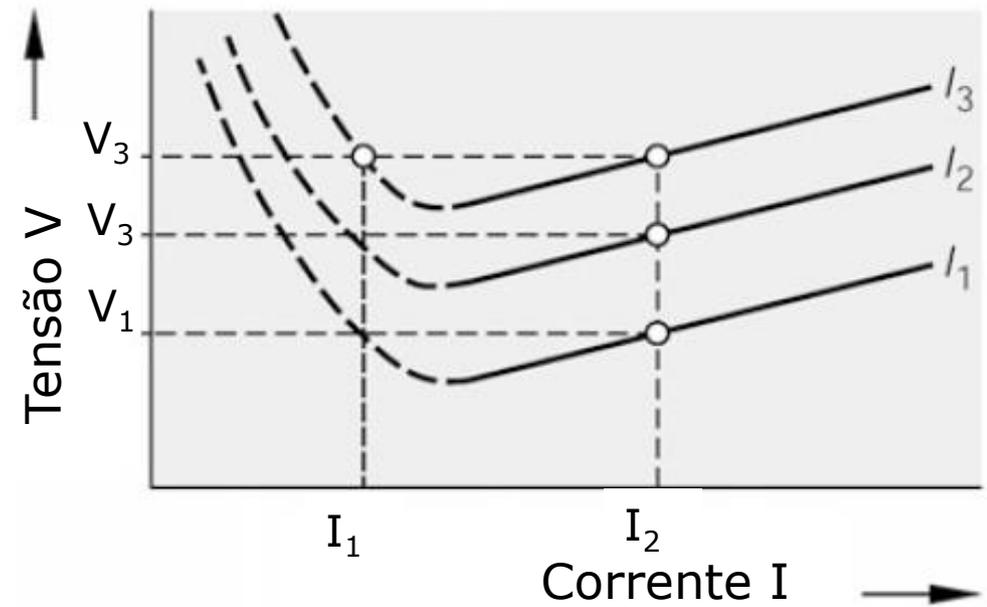
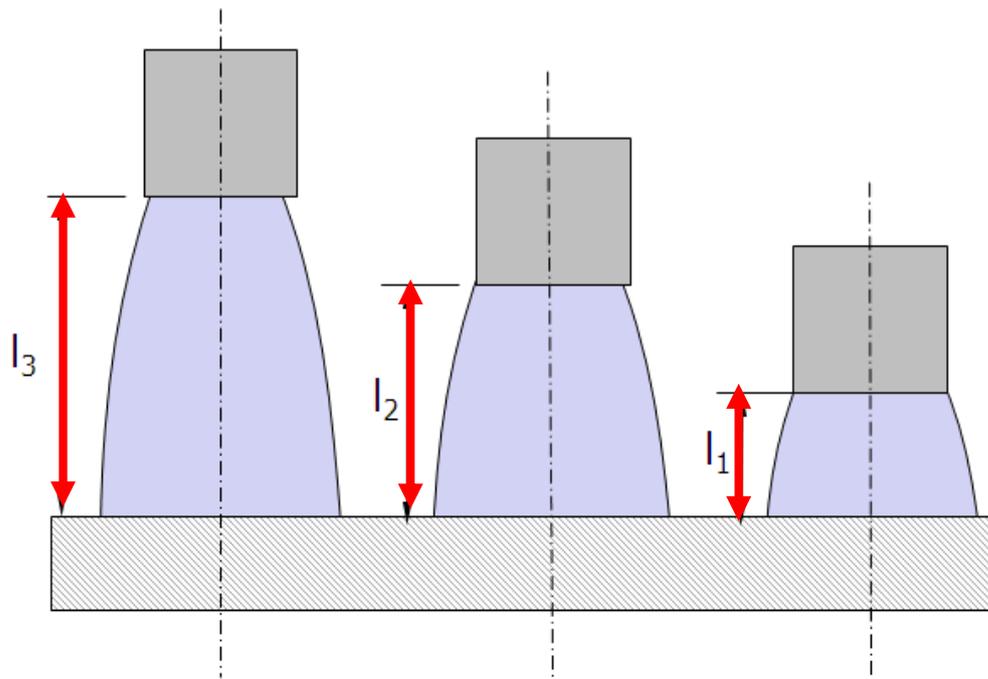
- A potência deve ser alta o suficiente para manter a temperatura do arco para permitir a passagem contínua de corrente
- A temperatura mantém a ionização do gás
- O arco elétrico tem duas funções principais
  - Fornecer calor para o processo de fusão dos materiais
  - Servir de meio de transporte para o metal fundido para a poça de fusão
- A transferência varia de acordo com as forças eletromagnéticas e as tensões superficiais





## Arco elétrico

- Distribuição de tensão e corrente no arco

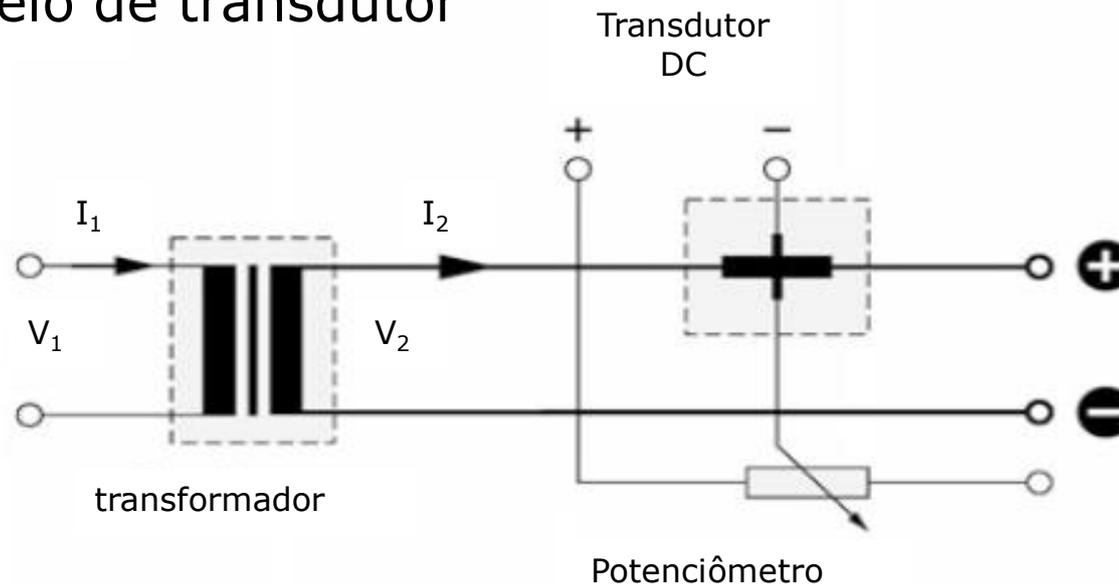




## Arco elétrico

### ► Fonte de soldagem

- Podem ser tensão constante ou corrente constante
- Transformador de soldagem com regulagem infinita por meio de transdutor



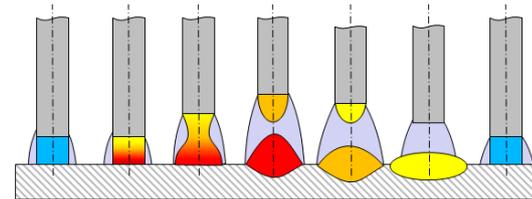


## Arco elétrico

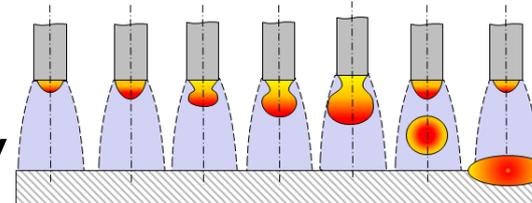
### Transferência de material

- ▶ A transferência de material está relacionada com a forma de como o metal fundido do eletrodo atravessa o arco para formar a poça de soldagem.
- ▶ Existem três formas básicas de transferência

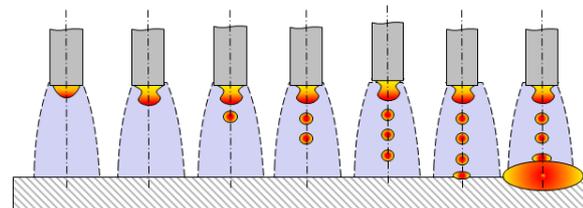
- ▶ Por curto circuito,



- ▶ Por glóbulos ou gotas,



- ▶ Por spray





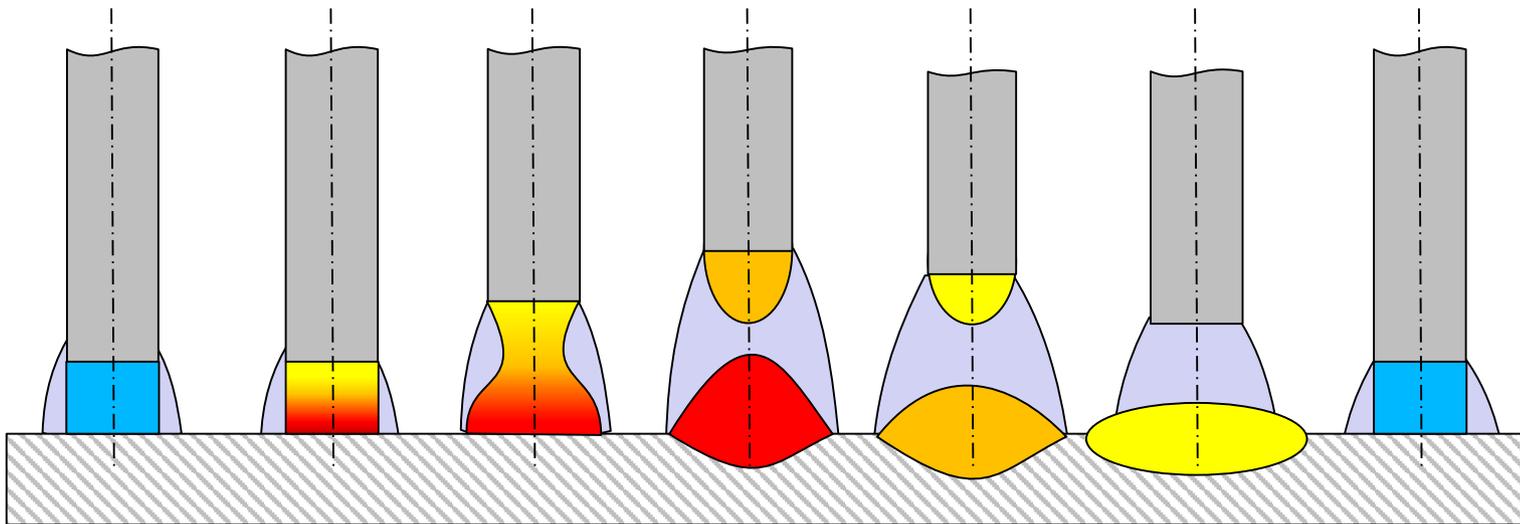
## Arco elétrico

- ▶ A transferência de material por curto circuito
  - Esta ocorre quando o arame de soldagem (material de adição) está se movendo no sentido da poça de soldagem, ocasionando o contato. Neste ponto fecha-se o curto circuito, o qual causa uma 'retração' do arame gerando um novo arco. Este ciclo torna-se repetitivo com uma frequência que depende dos parâmetros da corrente /tensão estabelecidos.
  - O método de curto circuito pode ser utilizado em todas as posições de soldagem, e é geralmente empregado na soldagem de aços. E  $\text{CO}_2$  e  $\text{CO}_2+\text{Ar}$  são utilizados como gás de proteção.



## Arco elétrico

- ▶ A transferência de material por curto circuito





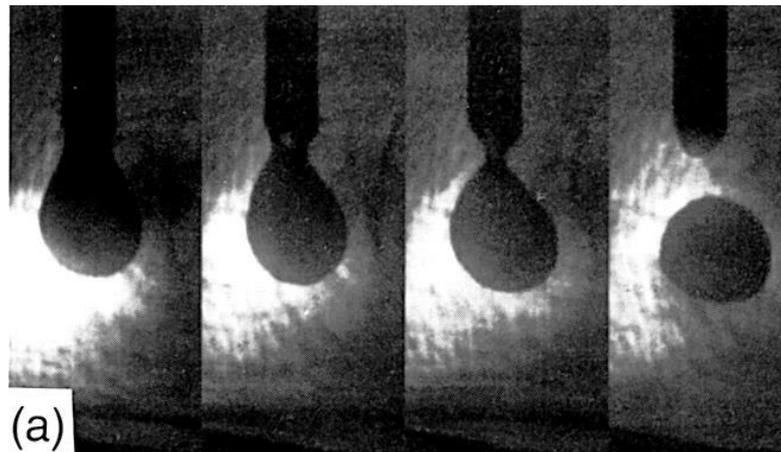
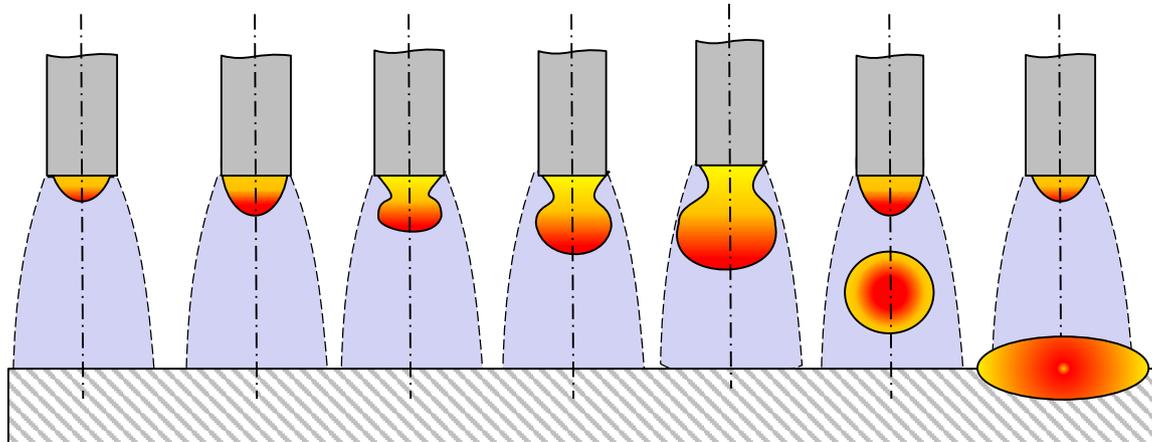
## Arco elétrico

- ▶ Transferência de material por glóbulos ou gotas
  - A transferência de material por gotejamento é similar a por curto circuito. Nesta uma gota é formada na ponta do eletrodo/arame, e continua a crescer até o ponto onde se torna maior do que o diâmetro do eletrodo. Nesta condição a gota se solta do eletrodo e percorre o arco para se depositar sobre a poça de soldagem. Devido a isto o arco é mais instável e a transferência ocorre em intervalos maiores
  - Não se usa em peças de grande espessura.
  - Seu uso está limitado a posição de soldagem horizontal



## Arco elétrico

- ▶ Transferência de material por glóbulos ou gotas



(a)



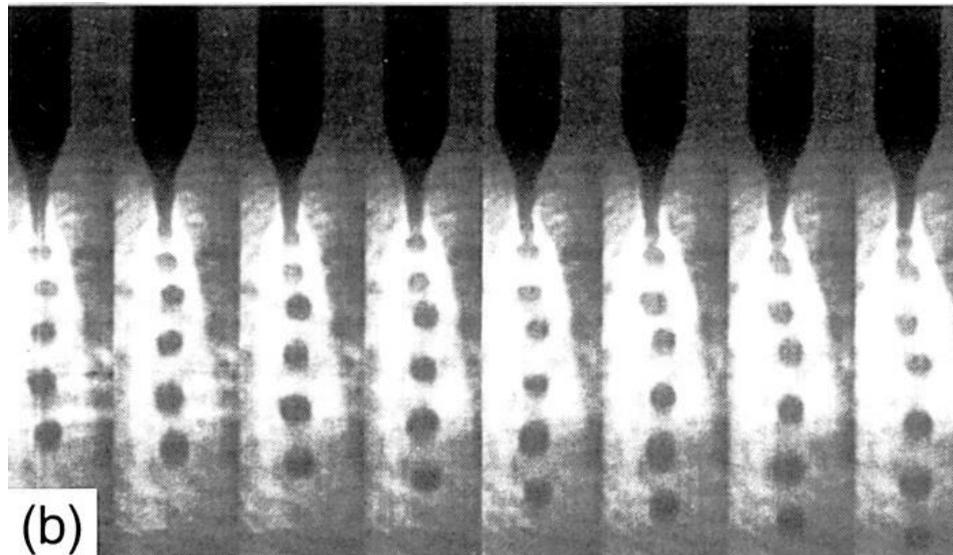
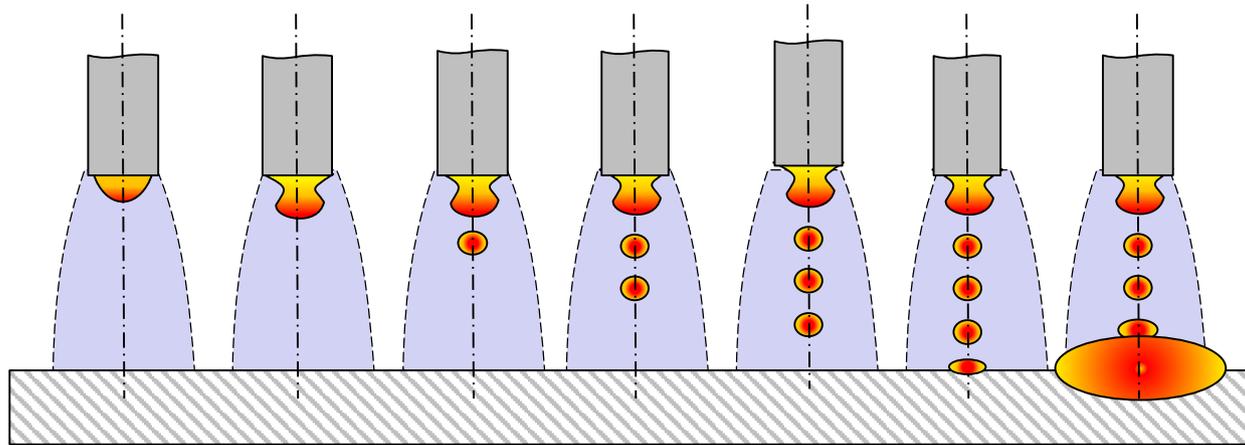
## Arco elétrico

- ▶ Transferência de material por spray
  - Esta é caracterizada por apresentar pequenas gotas que percorrem o arco. Essas gotas se forma na ponta do eletrodo e são extraídas pela ação das forças magnéticas.
  - Argônio e misturas de Ar + He são utilizados como gases de proteção.
  - A transferência por spray pode ser empregada na soldagem de aços, e sua principal vantagem está possibilidade de soldar chapas espessas.
  - E mais recomendada para soldagem plana horizontal



## Arco elétrico

- ▶ Transferência de material por spray





## Transferência de material na soldagem a arco

### ► Vídeos exemplos

[https://www.youtube.com/watch?v=F\\_xr7rTVYSU](https://www.youtube.com/watch?v=F_xr7rTVYSU)

<https://www.youtube.com/watch?v=rB9n9Mt68J0>



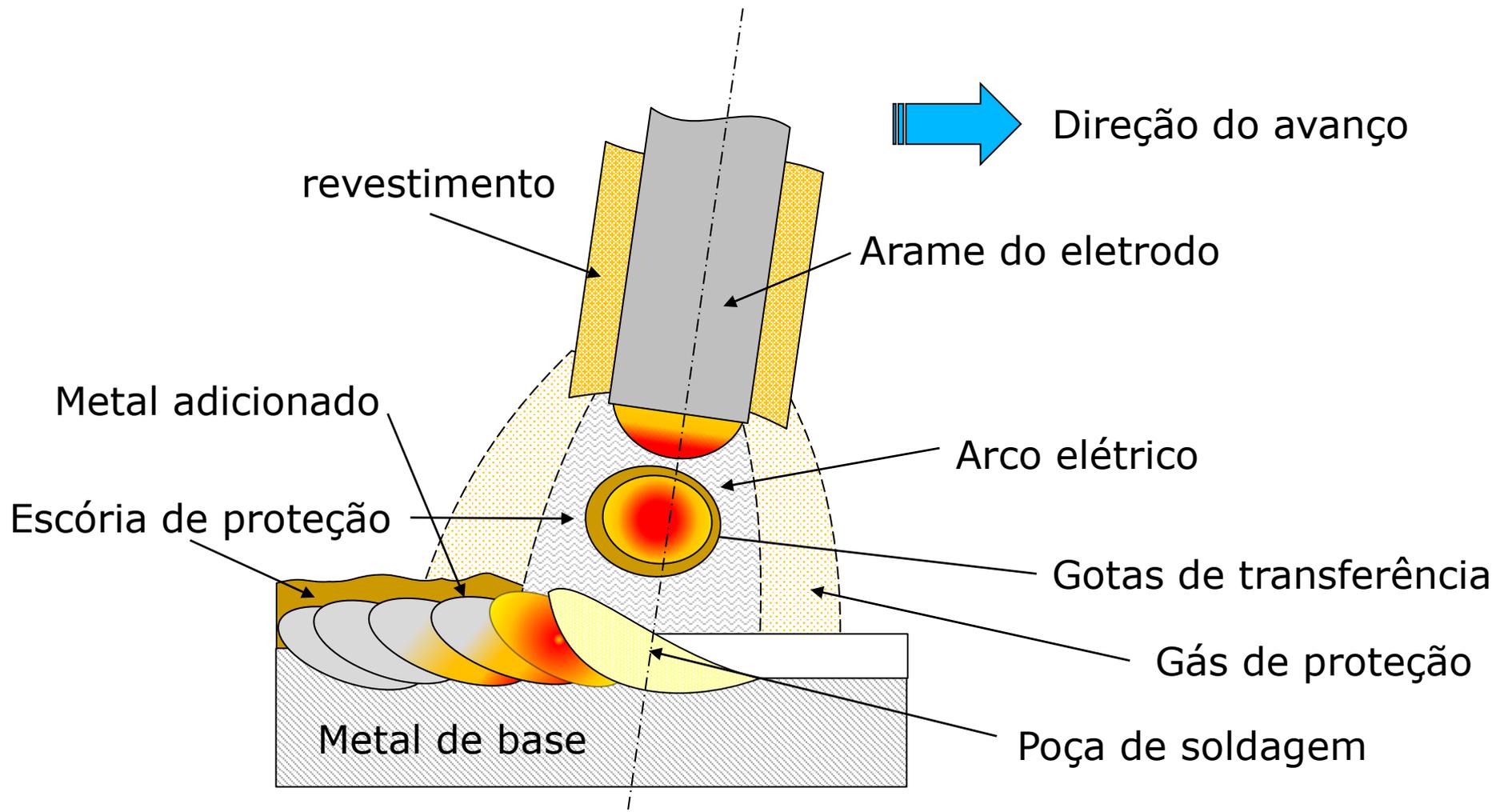
## Soldagem por eletrodo revestido

- ▶ É um dos processos de soldagem arco mais utilizados
- ▶ O arco é aberto com o contato do eletrodo com a peça
- ▶ O transferência de material é por gotejamento
- ▶ Após iniciado o arco se move junto com o eletrodo





## Soldagem por eletrodo revestido





## Soldagem por eletrodo revestido

### ► Vantagens

- Equipamento simples, portátil e barato
- Baixo custo
- Pode se realizada indoor ou ao ar livre
- Pode ser feita em qualquer posição
- Grande variedade de eletrodos, capaz de cobrir quase todo o espectro de metais metálicos
- Pouco sensível a variações geométricas das peças, sujeira, variações na folga, entre outras
- Pouco sensível ao meio ambiente (ex.: ventos)
- Adaptável a espaços pequenos



## Soldagem por eletrodo revestido

### ► Desvantagens

- Não recomendado para soldagem de materiais de baixo ponto de fusão, ex.: Alumínio (temperatura do arco muito elevada)
- Não recomendado para materiais reativos, ex.: Ti
- Baixa taxa de deposição
- Deposição deficiente
- Baixa produtividade -> trocas constantes de eletrodo
- Tamanho do eletrodo



## Soldagem por eletrodo revestido

### ► Desvantagens

- Forte dependência da habilidade do operador
- Automatização limitada
- Necessidade de remoção da escória protetora
- Descontinuidades associadas a operação manual
- Inclusão de escória no cordão de solda
- Porosidade no cordão de solda
- Inclusão de hidrogênio -> falha catastrófica
- Perda de material



## Soldagem por eletrodo revestido

### ▶ Eletrodo revestido

### Classificação dos eletrodos

Ex. **E7018**

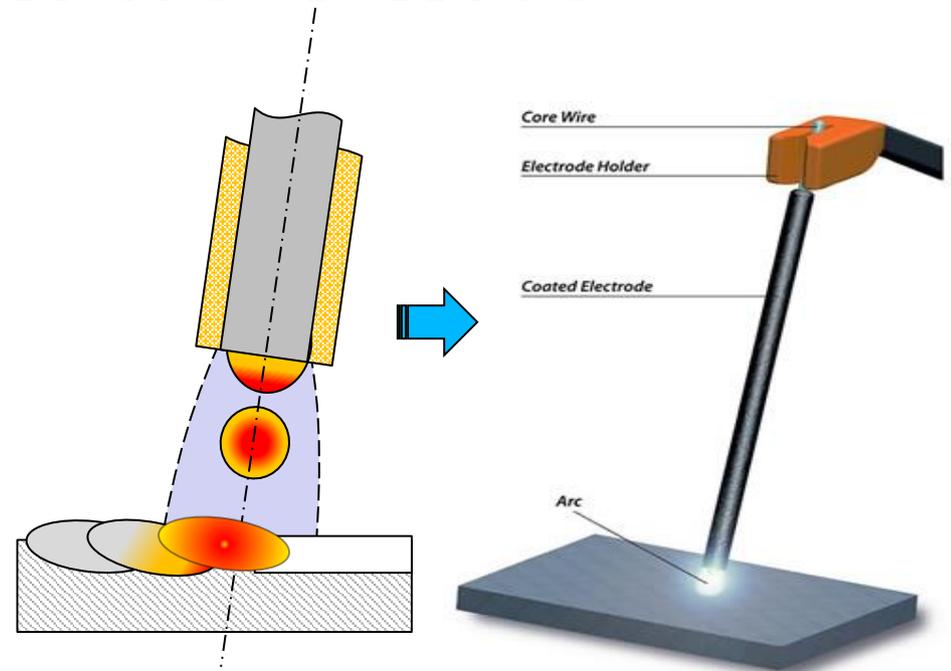
E7018-A1-H8R

8 - baixo hidrogênio

1 - posição de soldagem (1-> todas as posições)

70 - resistência a tração (70.000psi)

E - eletrodo





## Soldagem por eletrodo revestido

- ▶ Eletrodo revestido – classificação segundo a DIN EN ISO 2560
- ▶ E – Eletrodo
- ▶ Resistencia a tração e alongamento

	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	%
35	355	440 bis 570	22
38	380	470 bis 600	20
42	420	500 bis 640	20
46	460	530 bis 680	20
50	500	560 bis 720	18





## Soldagem por eletrodo revestido

- ▶ Eletrodo revestido – classificação segundo a DIN EN ISO 2560
- ▶ Posição de soldagem
  - 1: todos as posições
  - 2: todas as posições, exceto sobre cabeça
  - 3: costura de raiz, sobre cabeça; solda de filete, vertical, horizontal
  - 4: preenchimento
  - 5: preenchimento horizontal



## Soldagem por eletrodo revestido

### ► Revestimentos

- Estabilizador do arco  $\text{TiO}_2$
- Formadores de gás: serragem,  $\text{CaCO}_3$
- Formadores de escória protetiva:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$
- Agentes extrusores: Gesso, Talco, glicerina
- Ligantes: silicato de sódio, ~~Asbesto~~, açúcar, alcatrão, pixe
- Desoxidantes: Si, Al, Ti, Mn, Ni, Cr

### ► Tipos de revestimento

- A = azedo revestido,
- C = celulósico,
- R = rutilo
- RR = rutilo espesso
- RA = rutilo azedo
- RB = rutilo básico,
- RC = rutilo celulósico
- B = básico



## Soldagem por eletrodo revestido

### ► Normas

- ANSI/AWS - 5.1 : Specification for Covered Carbon Steel
- ANSI/AWS - 5.5 : Specification for Low Alloy Steel
- ANSI/AWS - 5.4 : Specification for Corrosion Resistant Steel



## Soldagem por eletrodo revestido

### ► Vídeos exemplos

<https://www.youtube.com/watch?v=CoHVA7nr82A>

<https://www.youtube.com/watch?v=rb72AT-YK0Y>



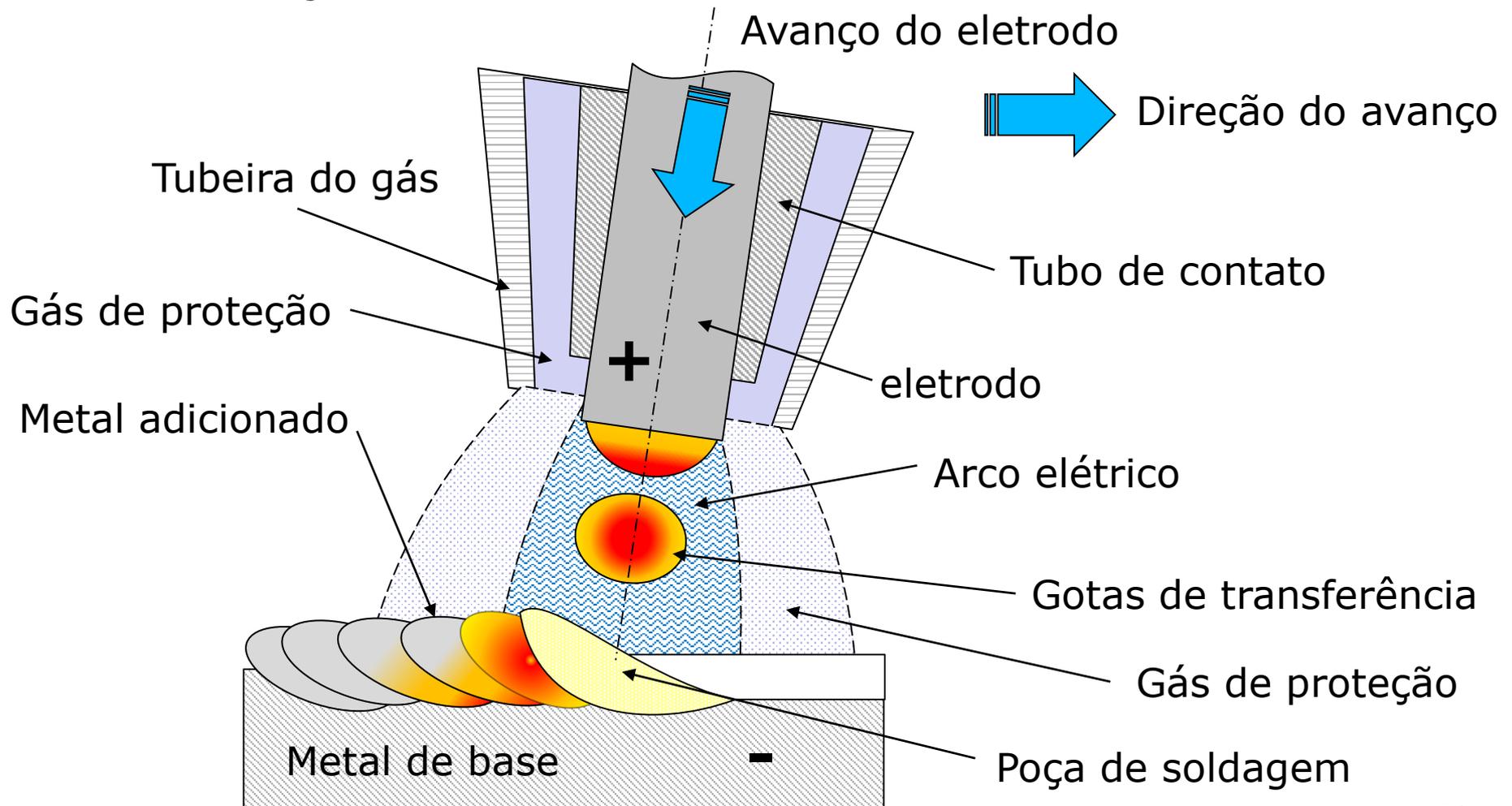
## Soldagem MIG/MAG

- ▶ Soldagem MIG/MAG - *Gas-metal arc welding* (GMAW)
  - ⇒ MIG – *Metal Inert Gas*
  - ⇒ MAG – *Metal Active Gas*
- ▶ Neste processo a proteção da poça de fusão não mais ocorre pela ação dos gases resultantes da queima do revestimento, como no processo de eletrodo revestido, mas ocorre diretamente para injeção de gás.
- ▶ Gás Inerte – Argônio, Hélio
- ▶ Gás Ativo – CO<sub>2</sub> ou mistura a base CO<sub>2</sub> de com gases inertes



## Soldagem MIG/MAG

### ► denominações





## Soldagem MIG/MAG

### ► Vantagens

- Alta taxa de deposição
- Baixo custo
- Todo material fundido do eletrodo é depositado na peça
- Não há necessidade de remoção da escória
- Pode ser utilizado em chapas finas
- Baixa contaminação por hidrogênio
- Alta produtividade
- Fácil de operar quando comparado com o ER
- Um único eletrodo (diâmetro) pode ser utilizado em várias espessuras
- Fácil automatização



## Soldagem MIG/MAG

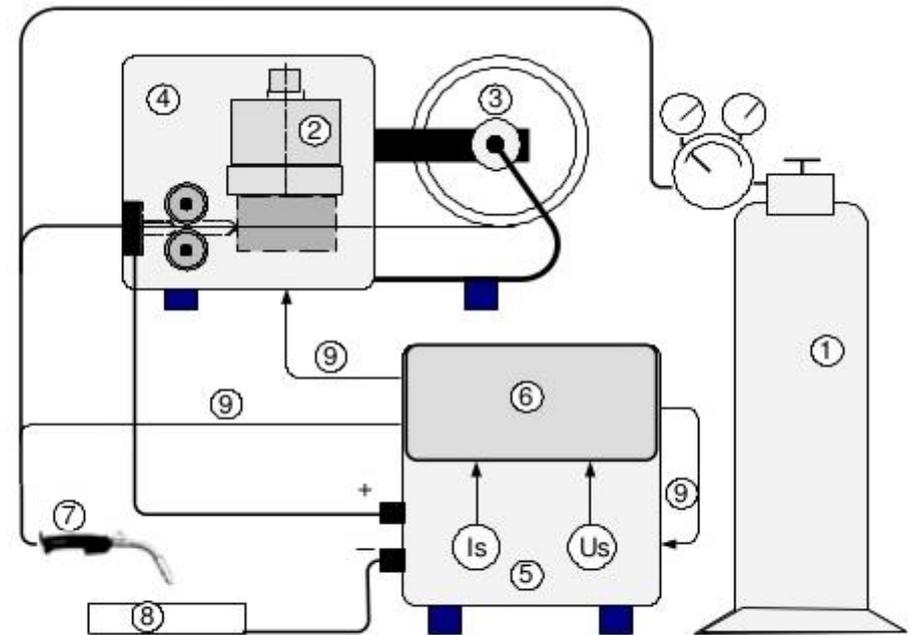
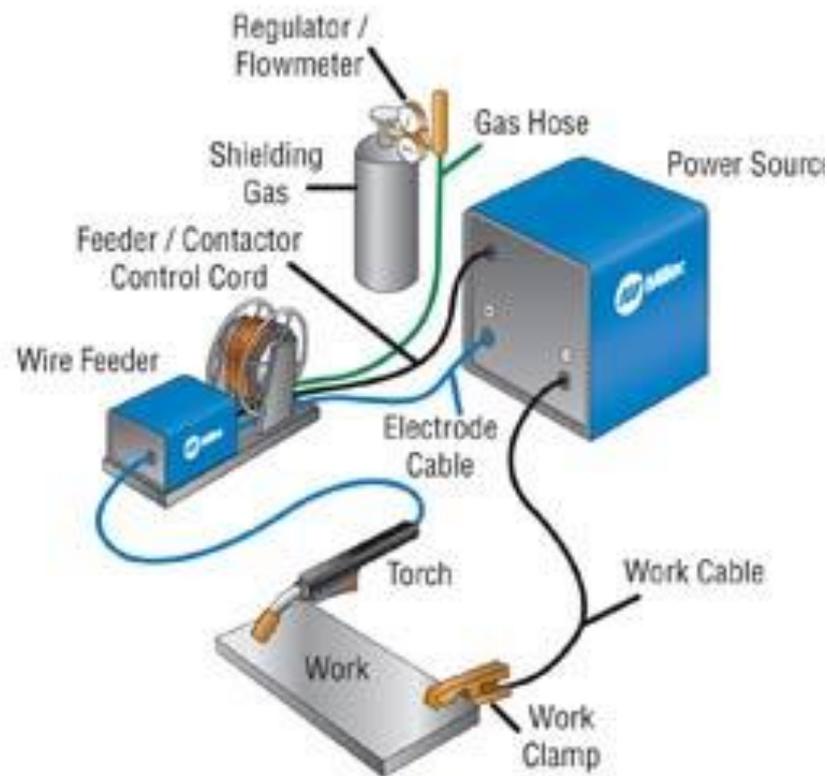
### ► Desvantagens

- Necessita de um sistema de alimentação do eletrodo
- Difícil de ser realizado em campo com presença de vento
- Necessita de gás de proteção
- Difícil de operar em determinadas posição, cada posição tem parâmetros de soldagem diferentes
- Parâmetros errados facilitam a falta de penetração
- Difícil de ser executado em lugares com pouco espaço



## Soldagem MIG/MAG

### ► equipamentos



- ① Shielding gas; ② DC motor & gear box; ③ electrode wire roll; ④ WFU; ⑤ PS-GMAW;  
⑥ Control box; ⑦ Welding gun or welding torch; ⑧ workpiece; ⑨ control cable



## Soldagem MIG/MAG

► **Vídeo exemplo**

<https://www.youtube.com/watch?v=twUAa5LWUvk>

<https://www.youtube.com/watch?v=nDWGRzfcmcw>



## Soldagem TIG

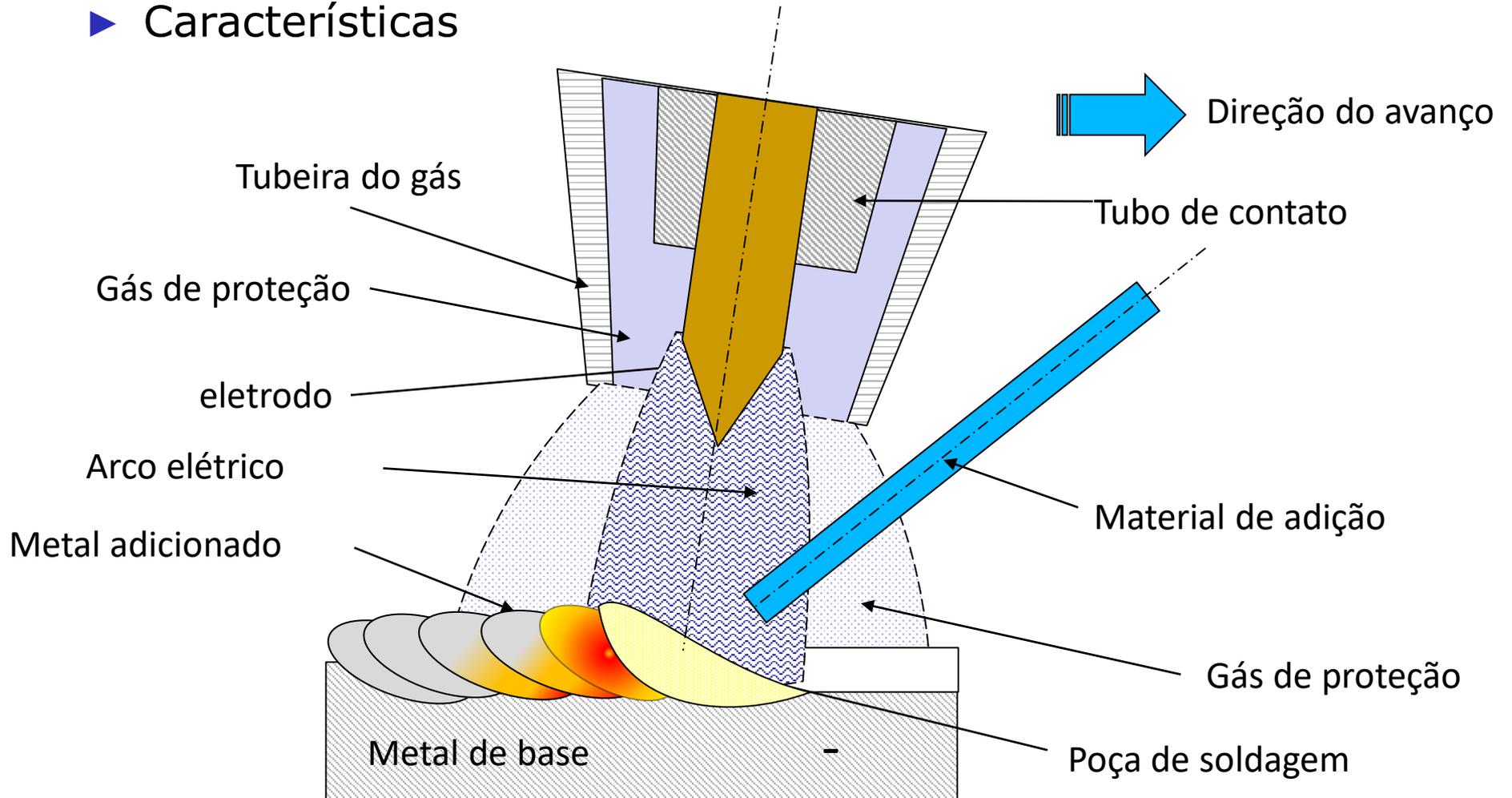
- ▶ TIG - *Tungsten Inert Gas, Gas-tungsten arc welding (GTAW)*
- ▶ Ao contrário dos processos ER, MIG e MAG onde o arco se estabelece no eletrodo e este é consumido no processo, Na soldagem TIG o arco se estabelece entre a peça e um eletrodo de Tungstênio
- ▶ O processo TIG pode operar com ou sem material de adição
- ▶ O material de adição deve ser adicionado aparte





## Soldagem TIG

### ► Características





## Soldagem TIG

### ► Vantagens

- Elevado controle da poça de fusão;
- Ótimo acabamento;
- Ótima qualidade das propriedades mecânicas;
- Não apresenta escória, respingos ou fumos de soldagem;
- Possibilidade de soldagem de chapas muito finas;
- Soldagem de inúmeras ligas metálicas (aço, níquel, inoxidáveis, titânio, alumínio, magnésio, cobre, bronze e até mesmo ouro);
- Processo que visa a estanqueidade;
- Em determinadas espessuras e preparações não necessita de material de adição.



## Soldagem TIG

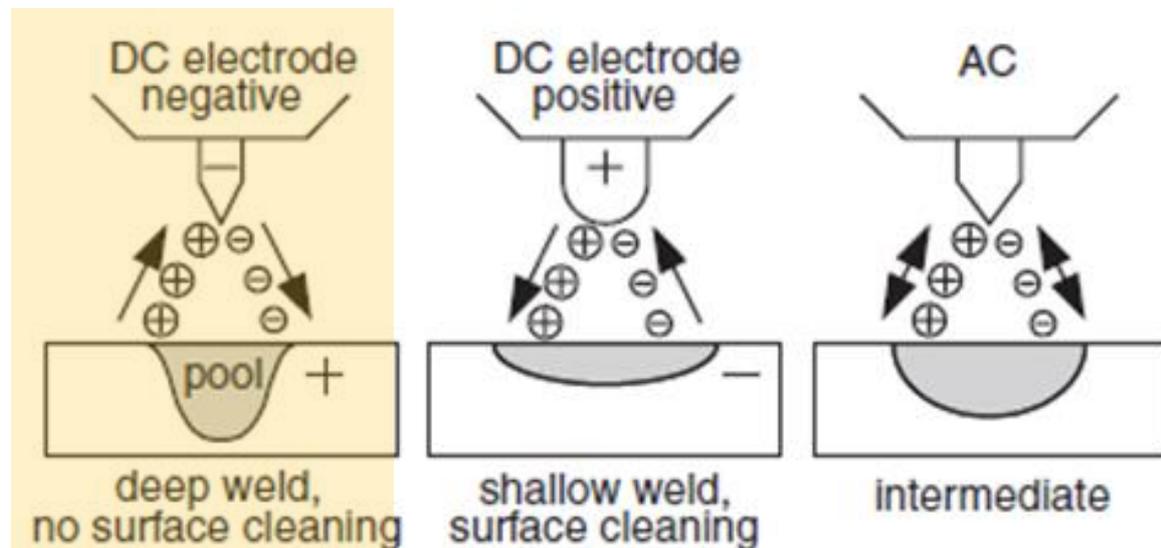
### ► Desvantagens

- Baixas taxas de deposição;
- Necessidade de maior coordenação e experiência do soldador no controle da poça de fusão;
- Dificuldade de manter proteção adequada em ambientes com vento
- Baixa tolerância a contaminantes.



## Soldagem TIG

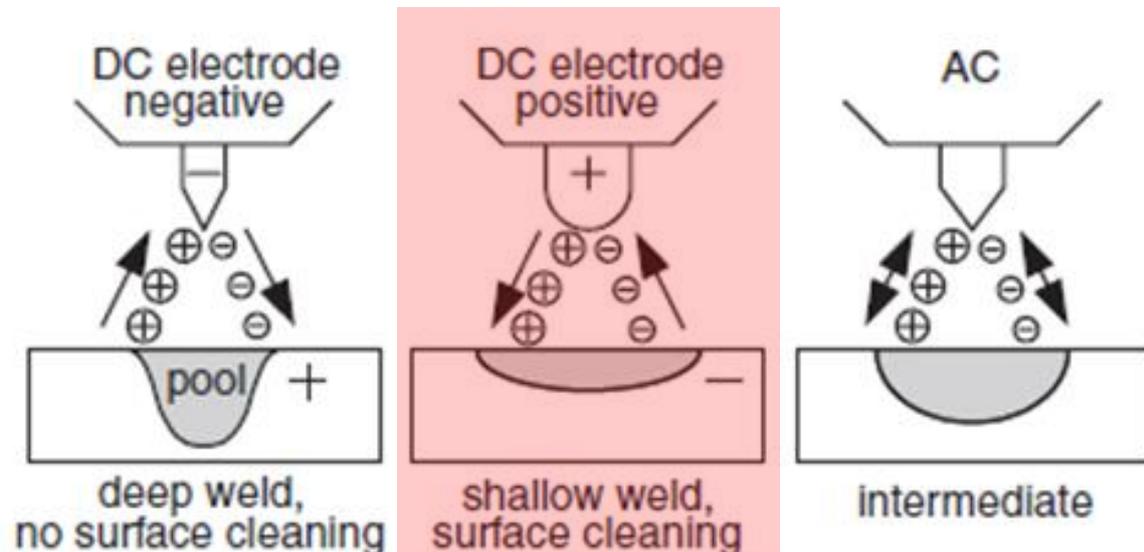
- ▶ Polaridade – Corrente contínua com eletrodo negativo
  - Também chamada de polaridade direta
  - Polaridade mais comum em soldagem TIG
  - Os elétrons são emitidos do eletrodo de tungstênio e acelerados no percurso pelo arco, parte da energia é utilizada para esta aceleração, o que consome maior potência





## Soldagem TIG

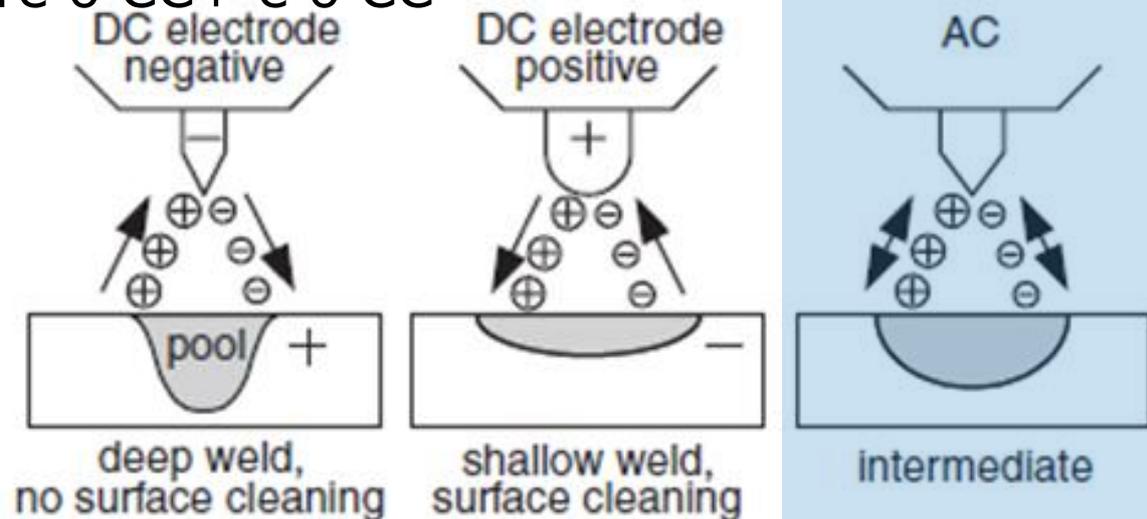
- ▶ Polaridade – Corrente contínua com eletrodo positivo
  - Também chamada de polaridade reversa
  - Os elétrons são emitidos pela peça, contra o eletrodo
  - Arco mais largo e pouco profundo
  - Eletrodo deve ser refrigerado a água, para evitar a fusão
  - Esta polaridade permite quebrar filmes de óxidos superficiais





## Soldagem TIG

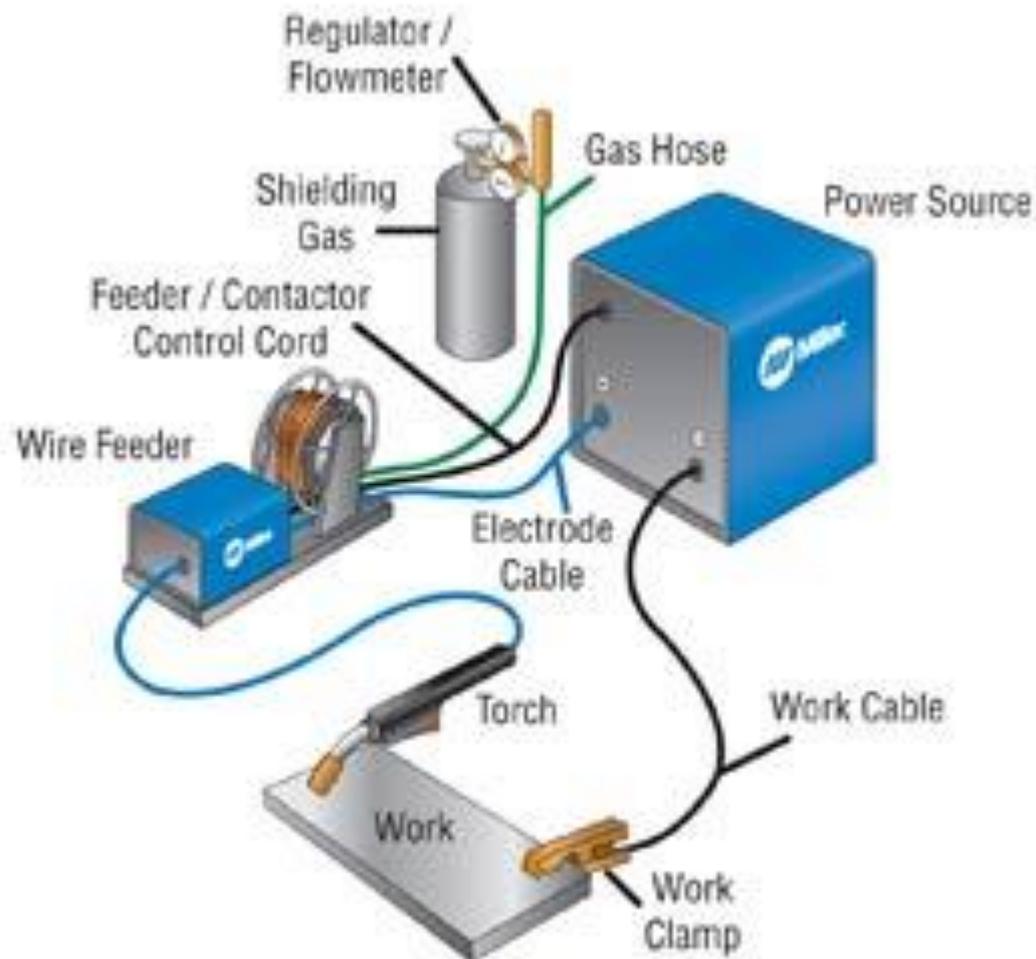
- ▶ Soldagem TIG com corrente alternada
  - O uso de CA promove a limpeza na superfície da peça e do eletrodo
  - Valores de correntes intermediários
  - Calor balanceado entre o eletrodo e o arco
  - Arco intermediário em termos de profundidade e largura entre o CC+ e o CC-





## Soldagem TIG

### ► Equipamento





## Soldagem TIG

- ▶ Gases – Áreas de aplicação dos principais gases de proteção na soldagem TIG - DIN EN ISO 14175

gás de proteção	Ação química	Aplicação
Ar (I1) He (I2)	inerte	Al, Mg, Cu, Ti (com restrições)
Ar - He (I3)		Ligas Al, Mg, Cu, Ni
Ar - O <sub>2</sub> (M13)	oxidante leve	Aços liga endurecidos
Ar - CO <sub>2</sub> (M12, M21)	oxidante	Aços, aços inoxidáveis
Ar - CO <sub>2</sub> - O <sub>2</sub> (M14, M23, M24, M25, M33, M34, M35)		Aços alta liga e inoxidáveis
CO <sub>2</sub> (C1)		Aços para alta temperatura



## Soldagem TIG

- ▶ Vídeo exemplos

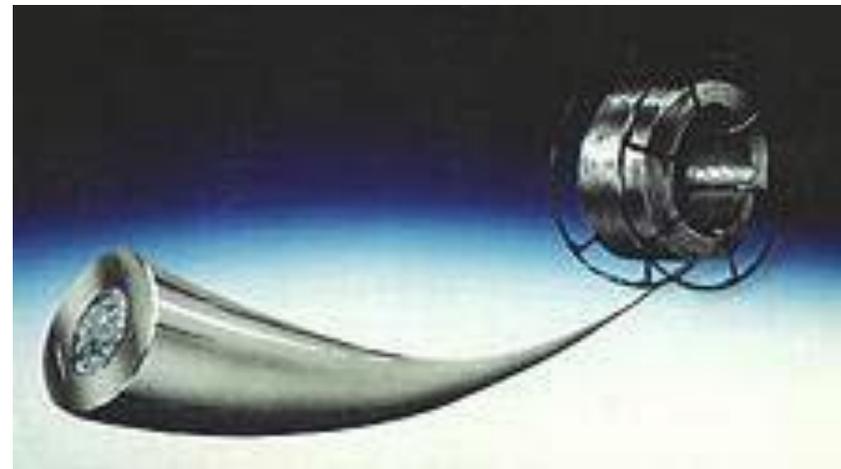
<https://www.youtube.com/watch?v=uO5pVLOAmD4>

[https://www.youtube.com/watch?v=9wG0\\_GWbjlo](https://www.youtube.com/watch?v=9wG0_GWbjlo)



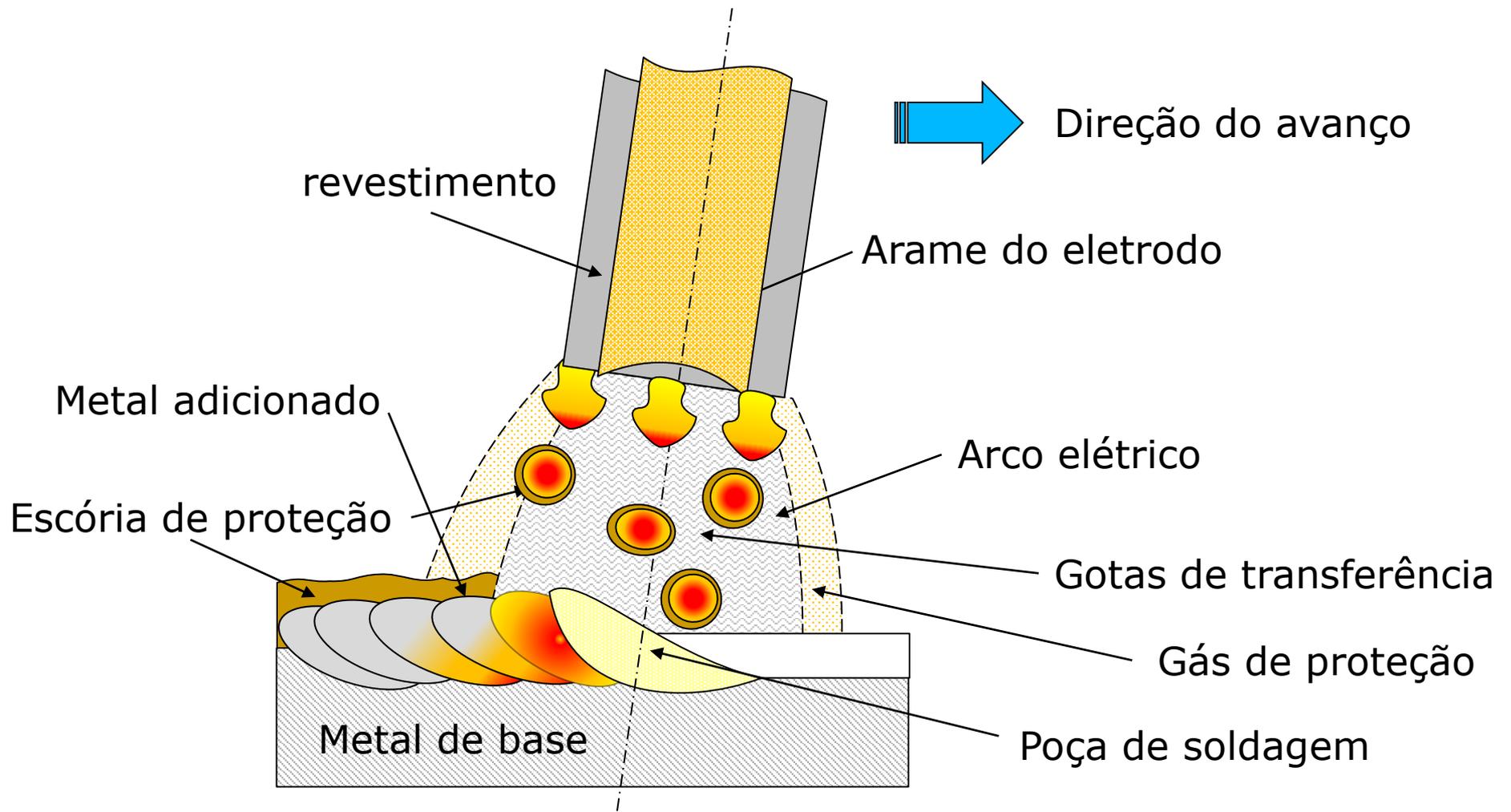
## Soldagem Eletrodo tubular

- ▶ Soldagem por eletrodo tubular - ***Flux Core Arc Welding (FCAW)***
- ▶ Este processo pode ser caracterizado por ter um eletrodo onde o elementos para geração dos gases de proteção e fluxo estão dentro de um arame tubular. Em termos gerais o eletrodo é o inverso do eletrodo revestido.
- ▶ O eletrodo é contínuo (rolo)





## Soldagem por Eletrodo tubular





## Soldagem Eletrodo tubular

### ► Vantagens

- Alta taxa de deposição
- Alta densidade de energia
- Alta taxa de penetração
- Baixa quantidade de defeitos
- Proteção do material depositado (da mesma forma que na soldagem por ER)
- Opera em todas as posições
- Pode ser realizado em campo
- Eletrodos de pequeno diâmetro
- Pode ou não usar gás protetivo



## Soldagem Eletrodo tubular

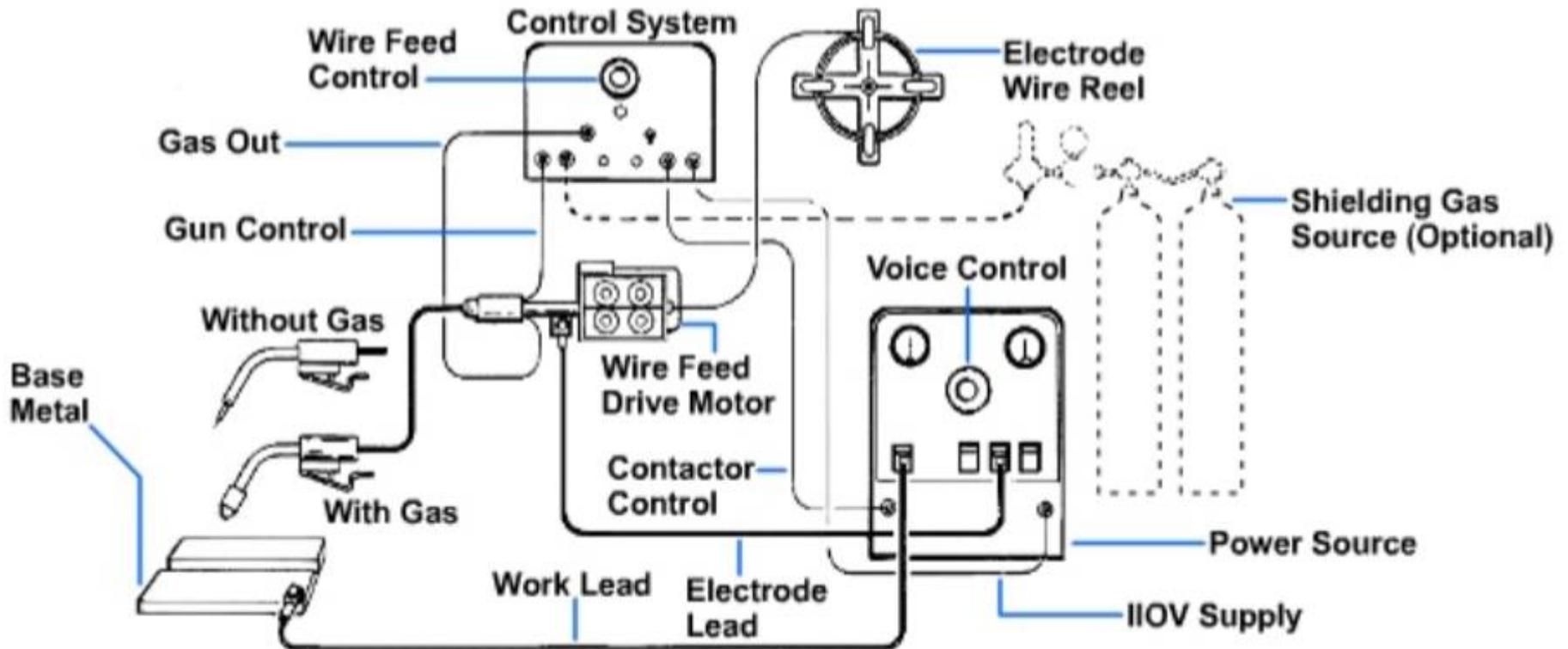
### ► Desvantagens

- Avanço do arame irregular
- Porosidade excessiva
- Custo do eletrodo é maior se comparado com o ER (GMAW)
- Necessidade de remoção da escória de proteção
- Operador de alta capacidade



## Soldagem Eletrodo tubular

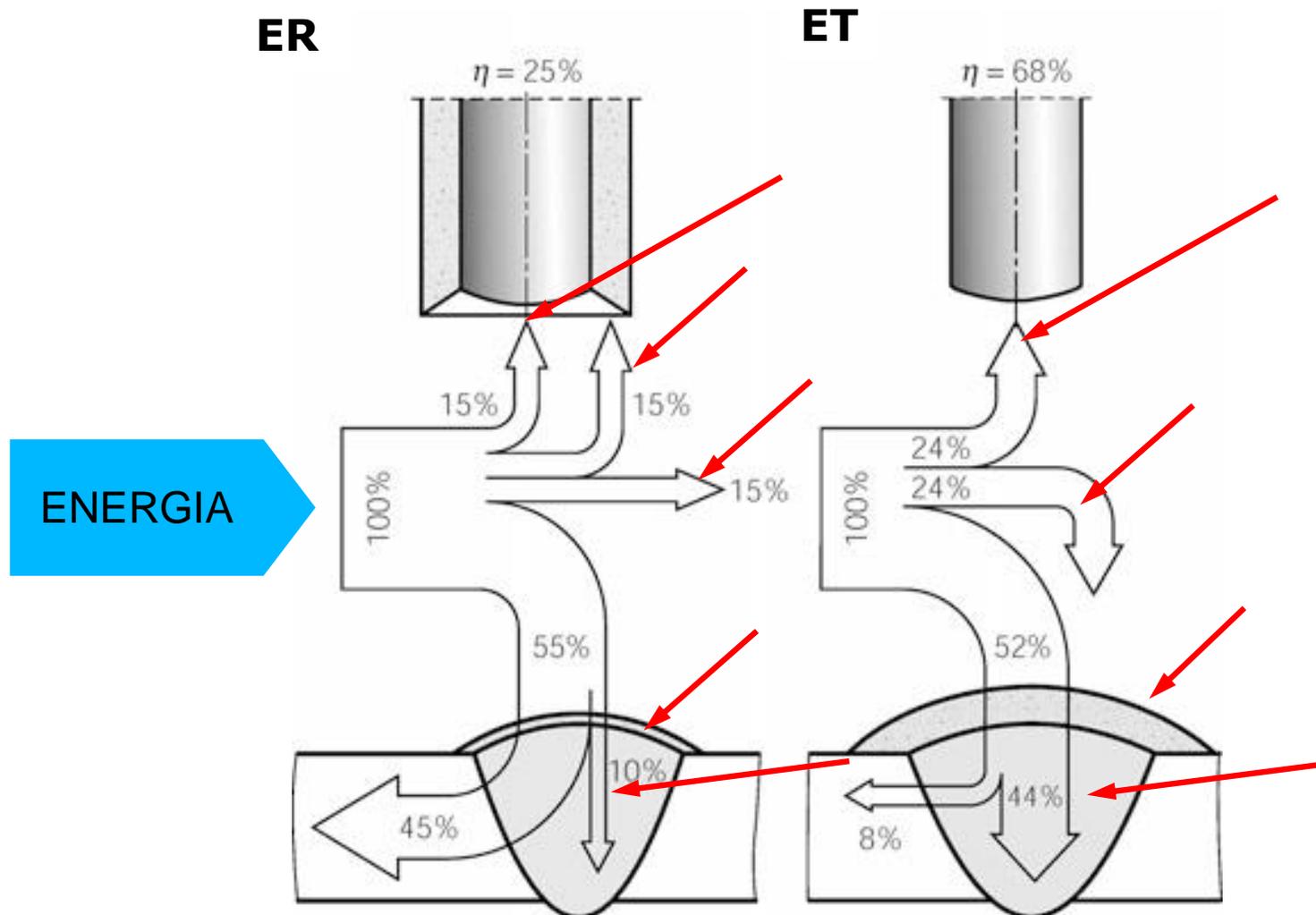
### ► Equipamentos





## Soldagem Eletrodo tubular

- ▶ Comparação entre ER e ET





## Soldagem Arco submerso

- ▶ Vídeo exemplo

<https://www.youtube.com/watch?v=TPSQJXqSwTg>

<https://www.youtube.com/watch?v=05aa3uKfNho>



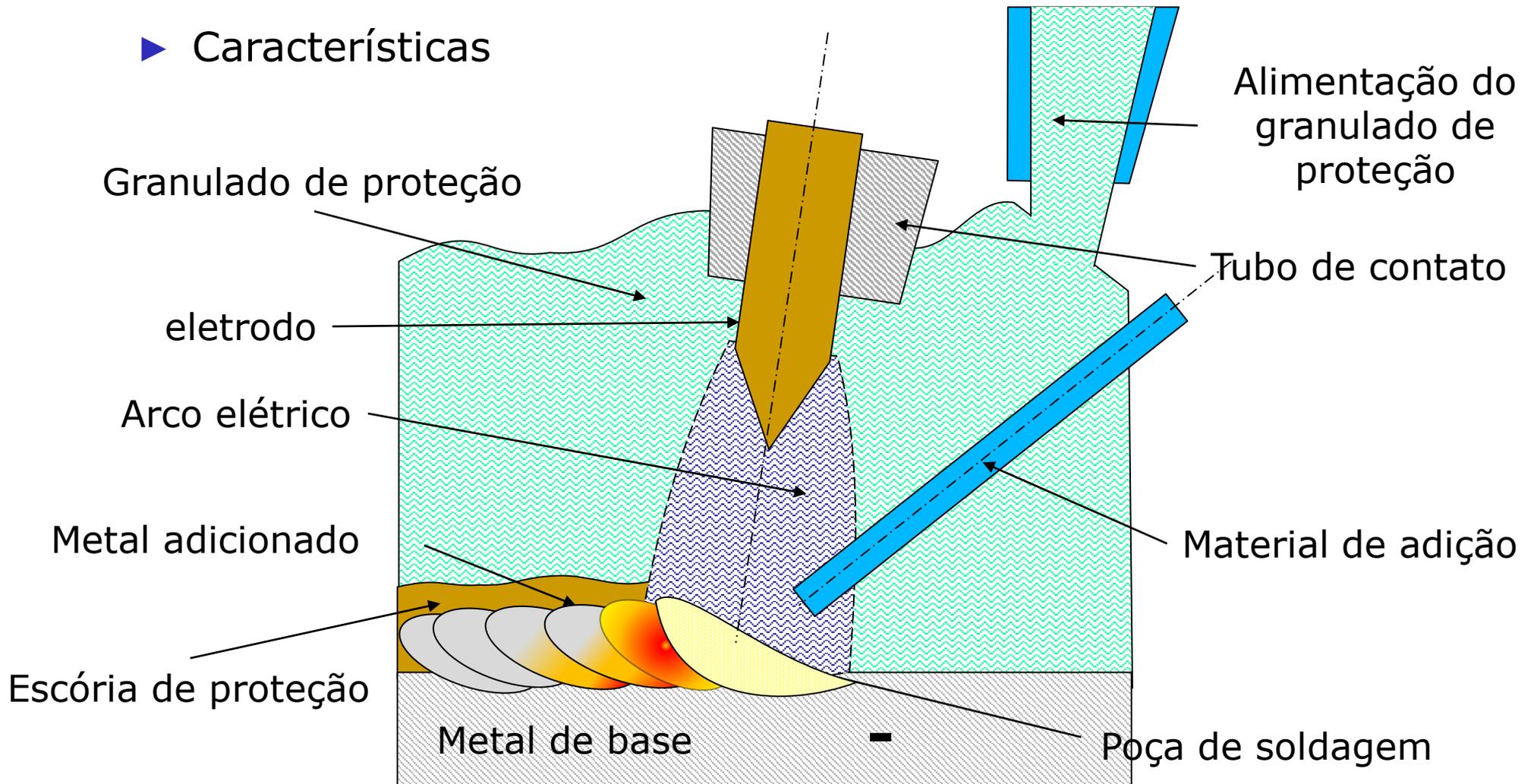
## Soldagem Arco submerso

- ▶ Processo a arco submerso ou ***Submerged Arc Welding - SAW***
- ▶ Neste processo a proteção do arco, do material depositado e da poça de material fundido é realizado por material granulado, semelhante ao utilizado nos ER, o qual é depositado na forma de pó sob a junta soldada, com o arco se estabelecendo dentro desta cobertura



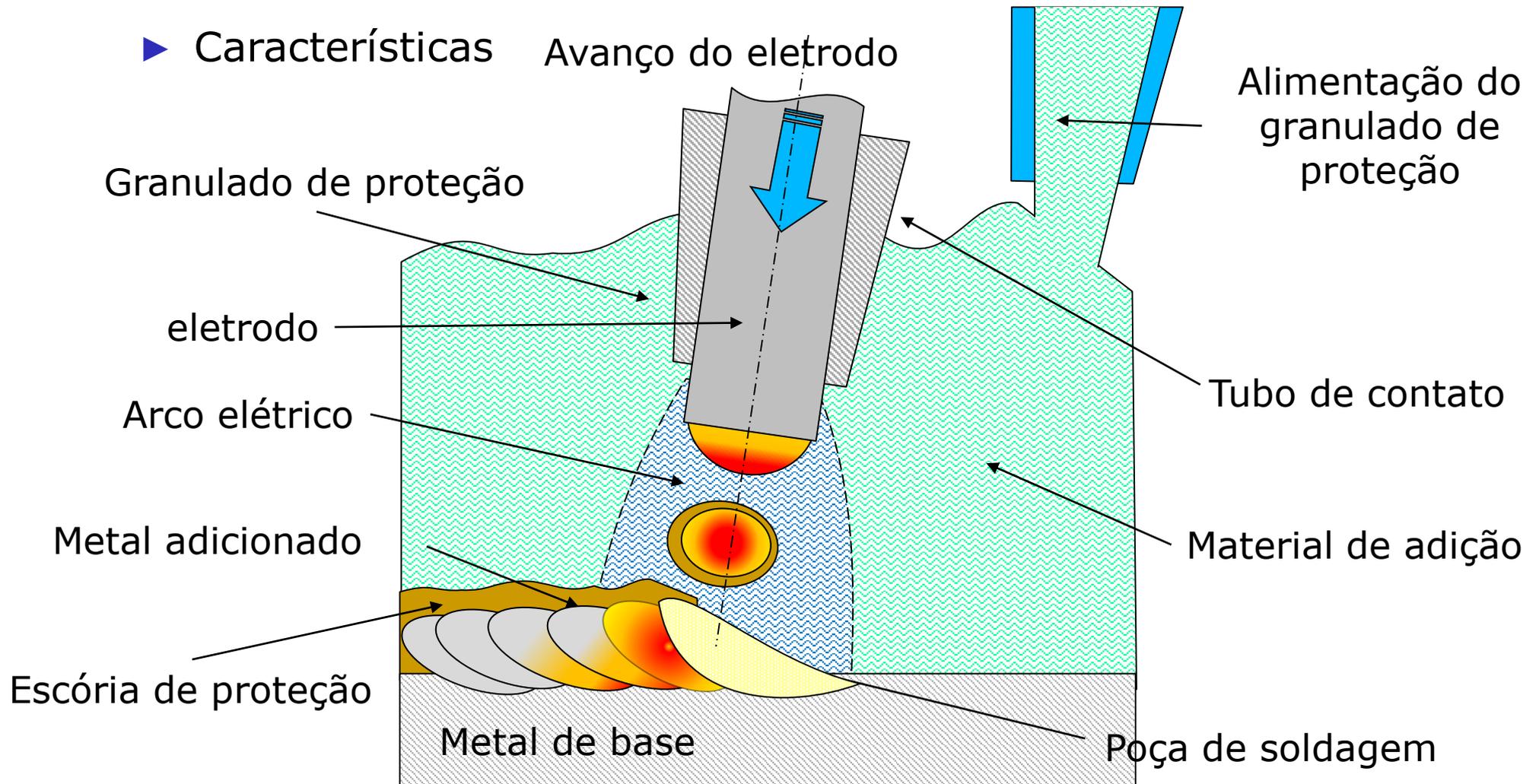
## Soldagem Arco submerso

### ► Características





## Soldagem Arco submerso





## Soldagem Arco submerso

### ► Vantagens

- Alta produtividade
- Alta taxa de deposição
- Capacidade de soldagem contínua
- Alta penetração, soldagem de chapas espessas
- Cordões mais suaves
- Menor tensão residual
- Sem salpicos
- Menor geração de gases/fumos



## Soldagem Arco submerso

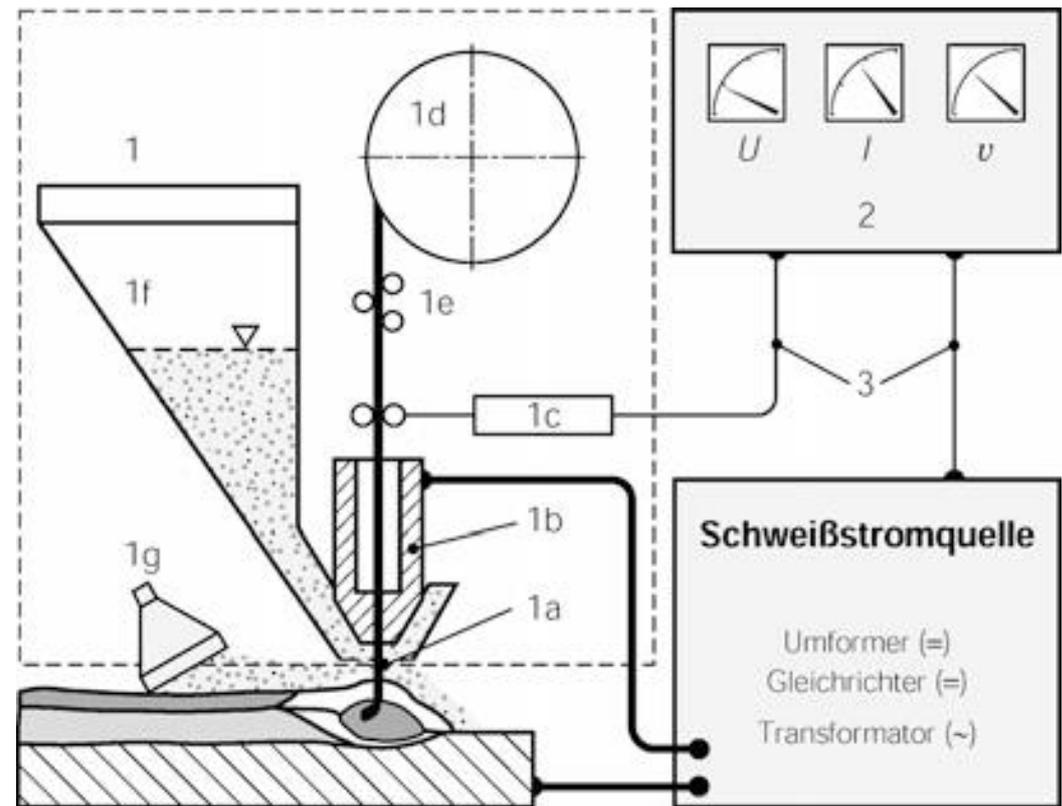
### ► Desvantagens

- Não permite acesso visual ao arco durante a soldagem
- Difícil de executar em posições que não a horizontal, o granulado escorre e expõe o processo
- Tendência do material fundido escorrer pela raiz em chapas finas
- Sempre necessitará e equipamentos automatizados (não é possível a soldagem manual)



## Soldagem Arco submerso

### ► Equipamento



- |    |                                 |    |                         |
|----|---------------------------------|----|-------------------------|
| 1  | Schweißkopf                     | 1e | Drahttrichtrollen       |
| 1a | Drahtelektrode                  | 1f | Pulvertrichter          |
| 1b | Schweißstromzuführung           | 1g | Pulverabsaugvorrichtung |
| 1c | Antrieb für Drahtvorschubrollen | 2  | Steuereinheit           |
| 1d | Drahtelektrode auf Rolle        | 3  | Steuerleitung           |



## Soldagem Arco submerso

- ▶ Vídeos exemplos

<https://www.youtube.com/watch?v=H6QGLGJ-BOE>

<https://www.youtube.com/watch?v=xo7gSbEtWIY>



**- Fim da Aula -**