



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA**

Soldagem MIG - MAG

Processo, Consumíveis, Técnicas e Parâmetros,
Defeitos e Causas

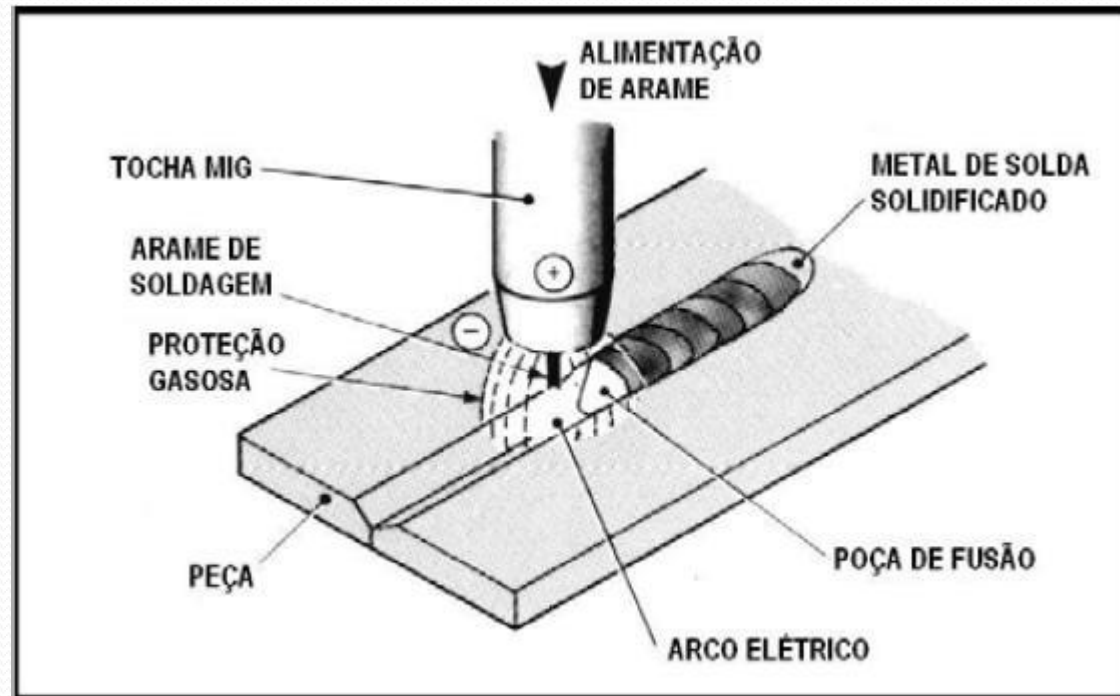
Professor: Anderson Luís Garcia Correia

Unidade Curricular de Processos de Soldagem

05 de abril de 2017

Processo MIG/MAG – Metal Inert/Active Gas

- Definição: soldagem a arco com eletrodo consumível (arame) e proteção gasosa (Gas Metal Arc Welding – GMAW)
- Proteção gasosa feita por gás inerte (MIG) ou ativo (MAG)
- Uso de eletrodo metálico consumível alimentado automaticamente



Processo MIG/MAG – Metal Inert/Active Gas (vantagens)

- Indicada para a soldagem de todos os metais (aço carbono, aço inox, aço liga, alumínio, cobre, níquel, etc.) e em todas posições de soldagem
- Solda peças com espessura acima de 0,76mm
- Ótimo acabamento (dispensa a limpeza)
- Elevada produtividade (alta taxa de deposição) e baixo custo
- Permite o preenchimento de grandes aberturas e vazios (reparos)
- Exige menor habilidade do soldador

Processo MIG/MAG – Metal Inert/Active Gas (desvantagens)

- Acessibilidade e Mobilidade
- Falhas de Fusão
- Limitado a espessuras até 50 mm
- Risco de Inclusões com CO₂
- Grande sensibilidade às correntes de ar
- Custos dos Gases de Proteção

Soldagem MIG/MAG

- Uso da polaridade reversa (eletrodo positivo). A polaridade direta é menos utilizada
- Faixa de corrente: 50 a 600A
- Faixa de voltagem: 15 a 32V
- Gases mais utilizados: argônio (inerte) e dióxido de carbono (ativo)
- Alimentação contínua e em velocidade constante (ajustável) do eletrodo (arame)

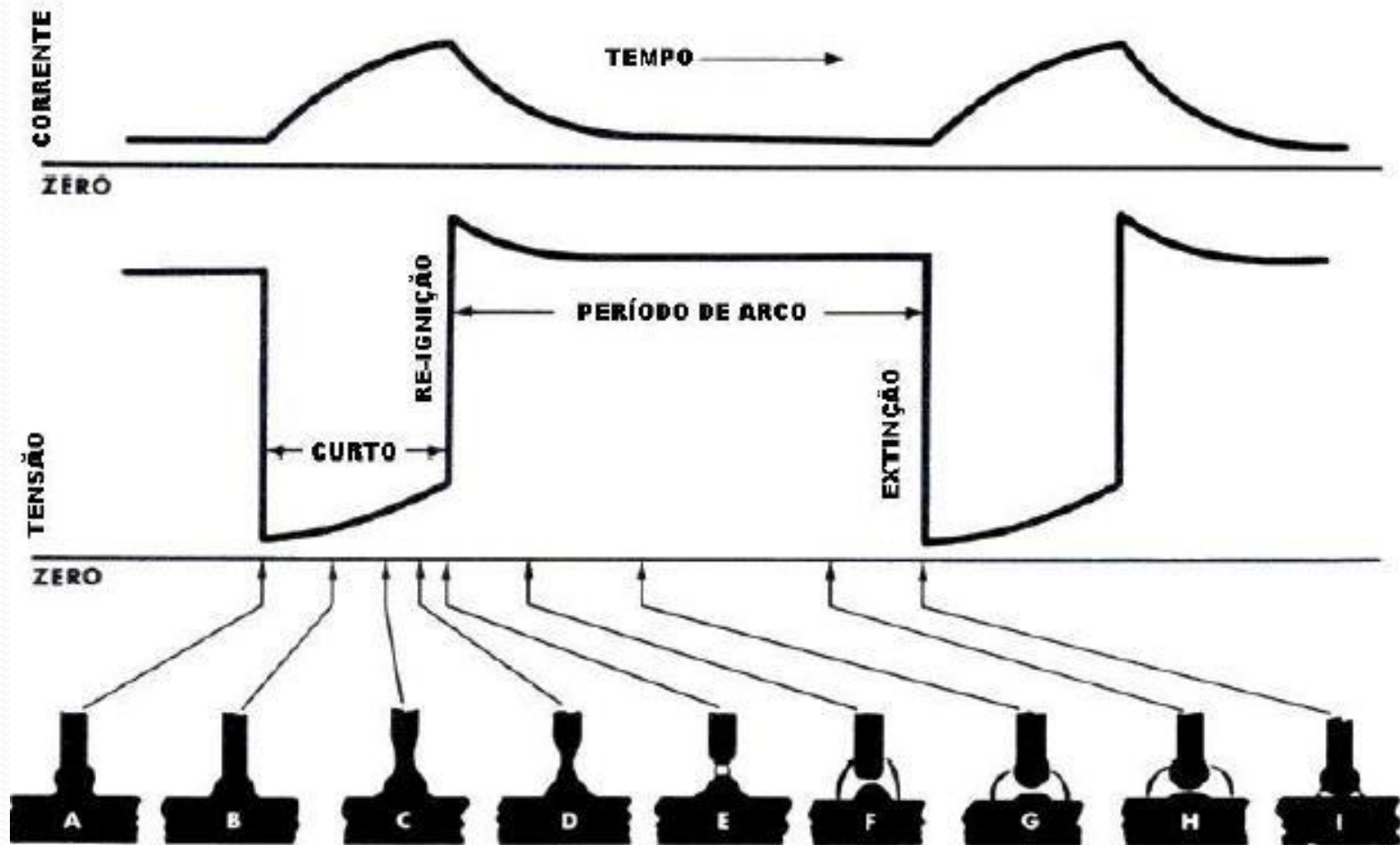
Soldagem MIG/MAG

- Deposição do metal de três maneiras:
 - Curto circuito (short arc) – toque do arame na poça de fusão
 - Globular – transferência do metal em gotas grandes atraídas pela gravidade
 - Aerosol (spray arc) – transferência do metal em gotículas que são atraídas por forças magnéticas
- Fatores que influenciam a transferência: corrente, comprimento do arco, gás de proteção, diâmetro do arame, fonte de energia.

Curto circuito

- Diâmetro do arame entre 0,8 e 1,2mm
- Pequenos comprimentos de arco
- Baixas tensões e baixas correntes
- Provoca pouca distorção na peça
- Indicada para peças de pequena espessura ou para soldagem na posição vertical ou sobrecabeça

Diâmetro do arame		Corrente de soldagem (A)	
pol (")	mm	Mínima	Máxima
0,030	0,76	50	150
0,035	0,89	75	175
0,045	1,10	100	225

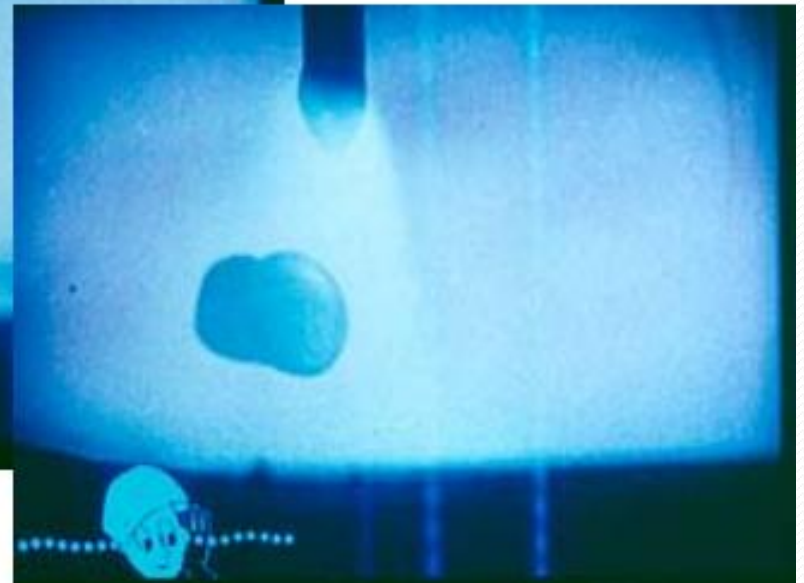
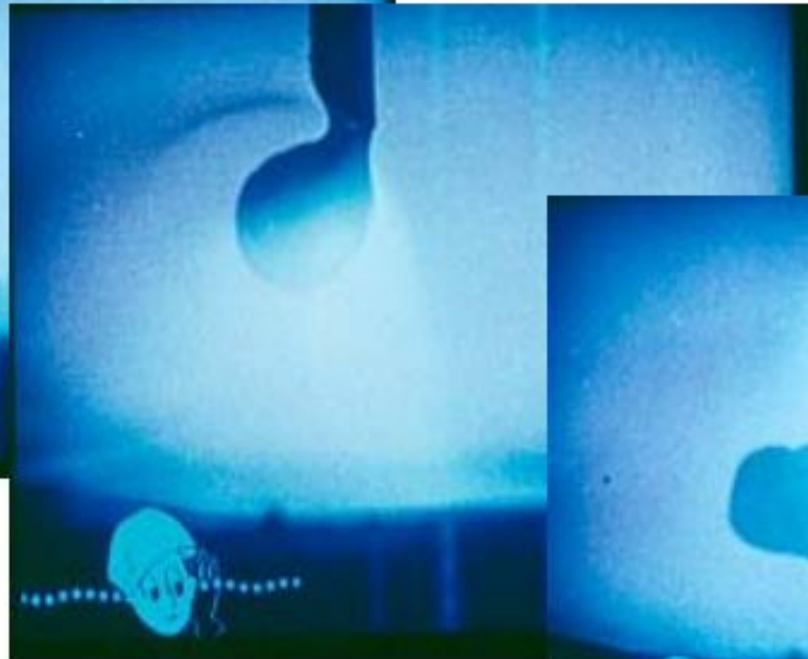
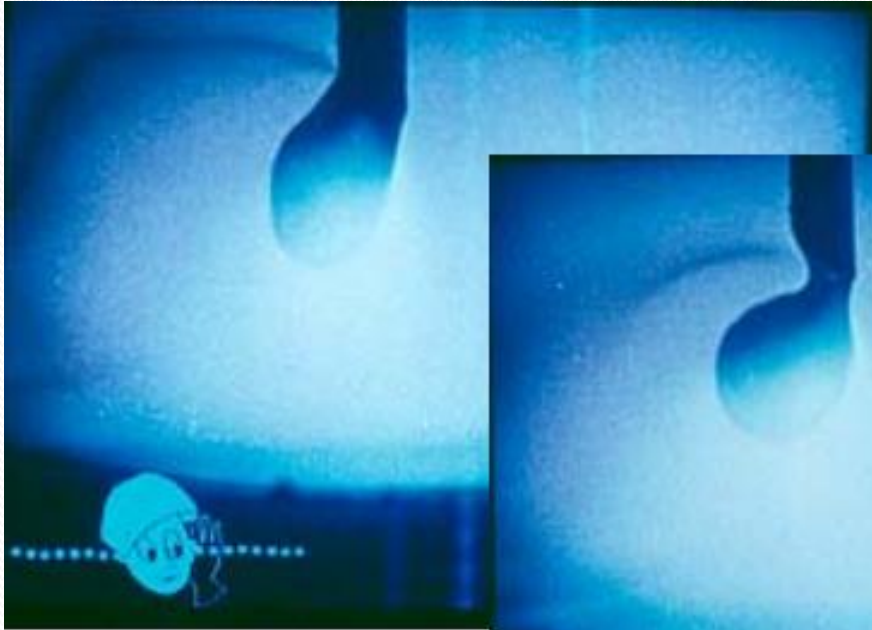


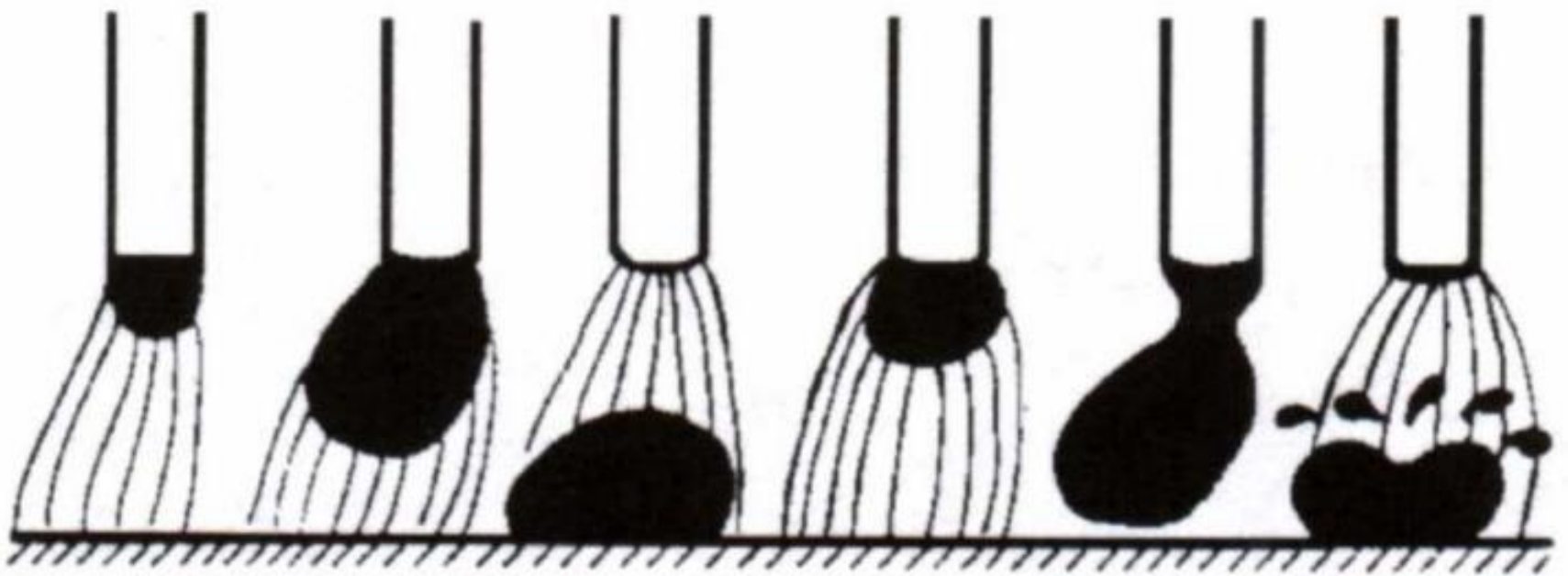
Fonte: Apostila ESBA de solda MIG/MAG

Globular

- Aumento de corrente provoca a mudança na transferência de material
- Muitos salpicos e pode originar curto-circuitos







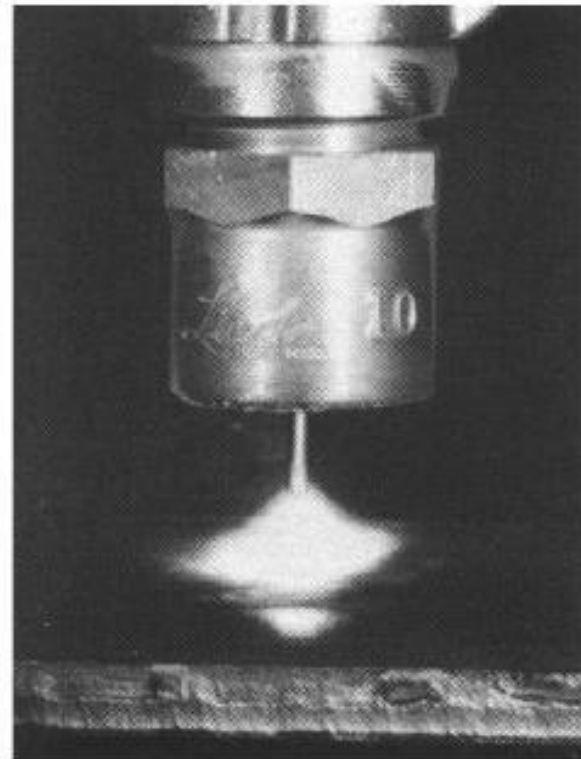
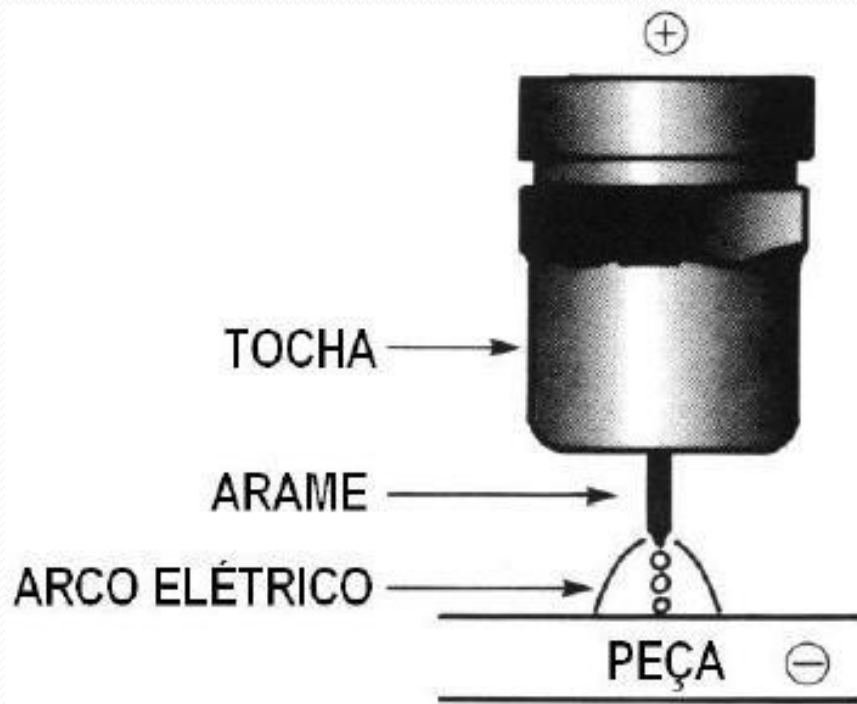
Aerosol

- Aumento de corrente provoca a mudança na transferência de material
- Valores acima da corrente de transição permitem a transferência por aerosol (spray)
- Para gases de proteção com mais de 15% de CO₂, não haverá transferência por aerosol na solda de aço carbono

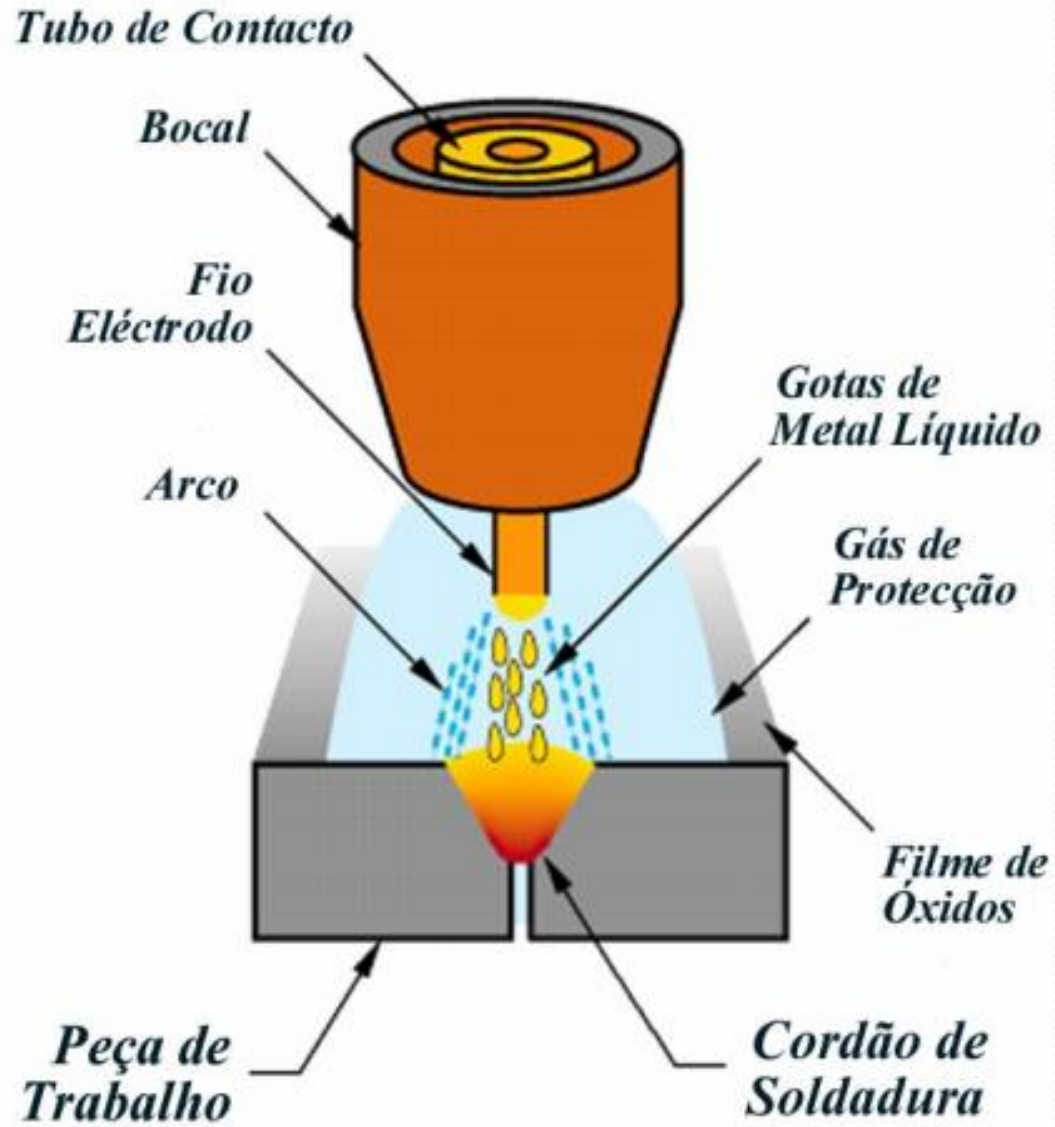
- Arco mais estável, poucos respingos e alta taxa de deposição
- Utilizada para soldas em peças com mais de 2,4mm de espessura e normalmente na posição plana (exceto Cobre e Alumínio)
- Técnica pulsada permite soldar espessuras menores com baixa corrente e arames de maior diâmetro

Tipo de arame	Diâmetro do arame		Gás de proteção	Corrente mínima de aerossol (A)
	pol (")	mm		
Aço carbono	0,030	0,76	98% Ar / 2% O ₂	150
	0,035	0,89		165
	0,045	1,10		220
	0,052	1,30		240
	0,062	1,60		275
Aço inoxidável	0,035	0,89	98% Ar / 1% O ₂	170
	0,045	1,10		225
	0,062	1,60		285
Alumínio	0,030	0,76	Argônio	95
	0,046	1,19		135
	0,062	1,60		180

Fonte: Apostila ESAB de solda MIG/MAG



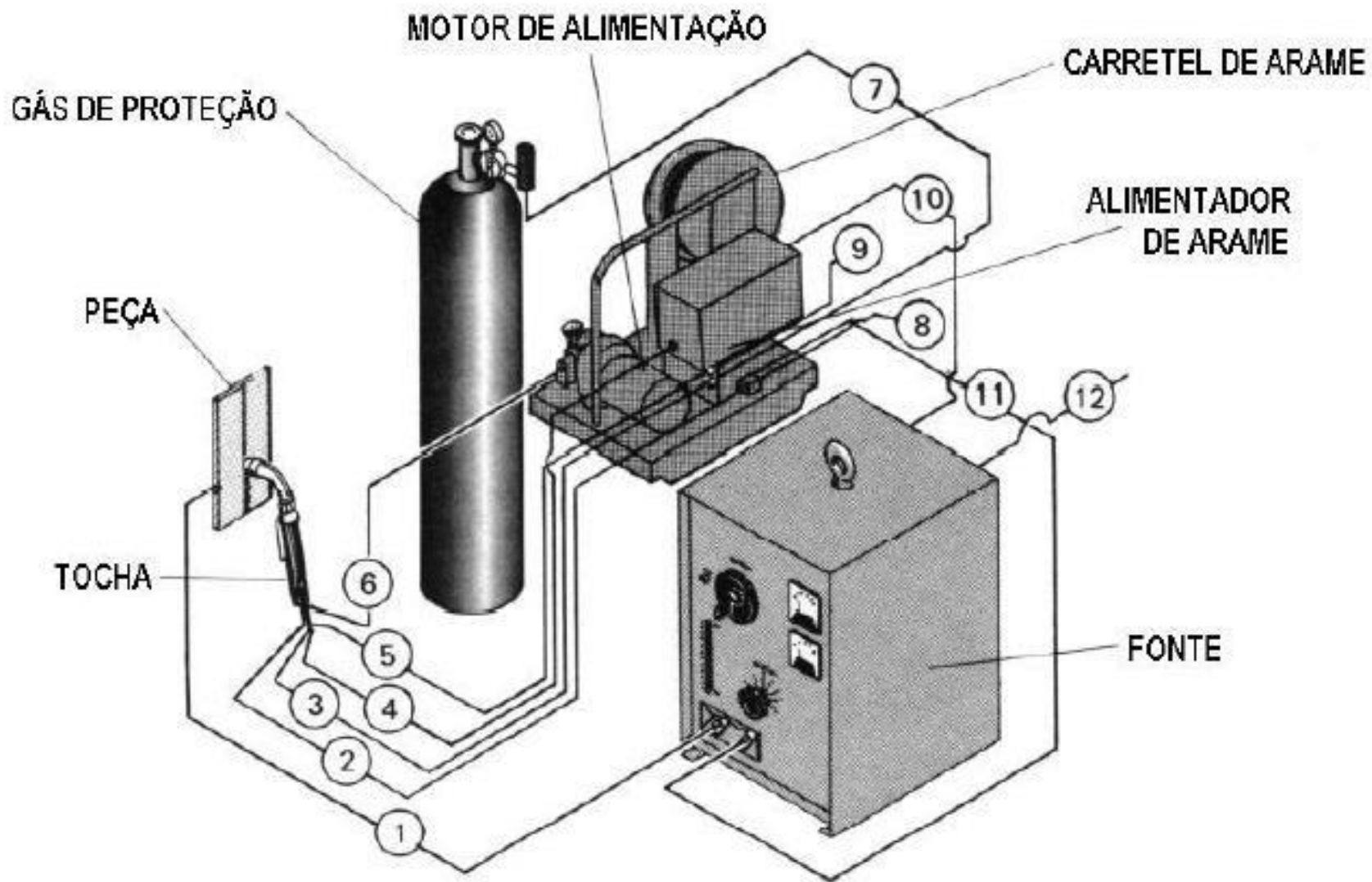
Fonte: Apostila ESAB de solda MIG/MAG





Equipamento

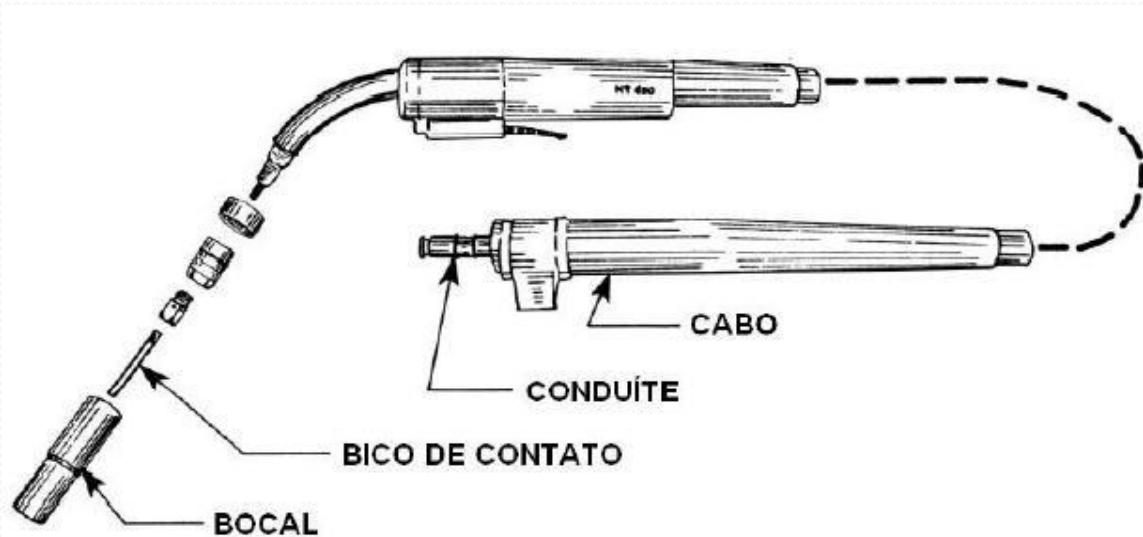
- Fonte de energia (transformador/retificador)
- Alimentador do arame
- Cilindro de gás com regulador
- Tocha de soldagem (pistola)



Fonte: Apostila ESAB de solda MIG/MAG

Tocha MIG/MAG

- Sistema de refrigeração da tocha (água) para elevadas amperagens (>150A)
- Bico de contato em cobre permitindo uso de arame sólido ou tubular
- Diferentes modelos (reta ou curva) para diferentes aplicações



Fonte: Apostila ESAB solda MIG/MAG

Fonte de energia

- Fonte composta de transformador e retificador, normalmente eletrônica
- Fornece um valor ajustável de corrente elétrica (contínua) e uma tensão constante
- Possui um ignitor para abertura e extinção do arco e controles para ajustagem do processo
- Faixa de operação: 5 a 10A (mínima) e 200 a 500A (máxima)
- Possui um alimentador de arame interno ou externo. A velocidade de alimentação do arame determinará o valor da corrente

Tipos de corrente

- Corrente contínua polaridade direta (-): Utilizada para soldagem de metais não ferrosos, sobretudo alumínio e magnésio
- Corrente contínua polaridade reversa (+): utilizada para soldar aço, aço inoxidável, níquel, cobre, aço cromo-molibdênio
- Corrente pulsada: utilizada para soldar chapas mais finas com transferência por aerosol e arames de maior diâmetro

Consumíveis

- Gás de proteção (inerte e ativo)
 - Inerte: Argônio, Hélio e Nitrogênio (puros ou em misturas)
 - Ativo: Dióxido de Carbono (puro ou em misturas), Oxigênio, Hidrogênio e Nitrogênio (em misturas)



Consumíveis

- Arame-eletrodo
 - Arame metálico sem revestimento (Aço Carbono, Aço Inoxidável, Cobre, Alumínio, Níquel, Titânio e Magnésio)
 - Arame tubular metálico preenchido com fluxo não metálico (soldagem por arame tubular)



Gases de proteção

- Os gases afetam as características do arco, a transferência de metal, a qualidade, a metalurgia da solda e alguns parâmetros de soldagem (corrente, velocidade, junta, chanfro e posição)
- A escolha do gás de proteção se dará em função de: metal de base, custo, disponibilidade, metal de adição, corrente de soldagem

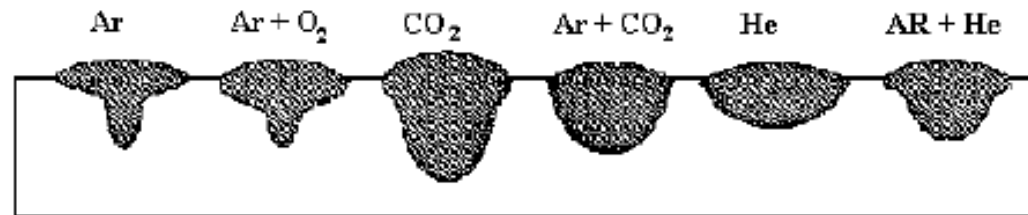


Figura 5 - Perfil de cordões de solda feitos com diferentes gases

Gases de proteção

TABELA 3 - GASES E MISTURAS UTILIZADOS NA SOLDAGEM MIG MAG

Gás ou mistura	Comportamento químico	Aplicações
Argônio (Ar)	inerte	quase todos metais (- aço)
Hélio (He)	inerte	Al, Mg, Cu e suas ligas
Ar + 20 a 50 % He	inerte	ídem He (melhor que 100% He)
Nitrogênio (N ₂)	inerte	Cobre e suas ligas
Ar + 20 a 30 % N ₂	inerte	ídem N ₂ (melhor que 100% N ₂)
Ar + 1 a 2 % O ₂	ligeiram. oxidante	aços inóx e alg. ligas Cu
Ar + 3 a 5 % O ₂	oxidante	aços Carb. e alguns b. liga
CO ₂	oxidante	aços Carb. e alguns b. liga
Ar + 20 a 50 % CO ₂	oxidante	div. aços - transf. c. circ
Ar + CO ₂ + O ₂	oxidante	diversos aços

Gases de proteção inertes

- Argônio (Ar)
 - Melhor proteção, arco mais estável
 - Menor consumo e custo, solda mais limpa com AC
 - Utilizado preferencialmente em metais não ferrosos
- Hélio (He)
 - Maior penetração e velocidade
 - Maior consumo e custo mais elevado
 - Utilizado em metais não ferrosos (preferencialmente Alumínio e Cobre) e peças de maior espessura

Gás de proteção ativo

- Gás carbônico ou dióxido de carbono (CO_2)
 - Baixo custo, indicado para solda de metais ferrosos (aço carbono e inoxidável)
 - Arco mais estável e maior quantidade de calor produzida
 - Não permite a transferência por aerosol (spray)
 - Maior penetração da solda
 - Exige elementos desoxidantes (Silício e Manganês) na composição química do arame

Defeitos Típicos

- Sobre-espessura



- Sobre-espessura

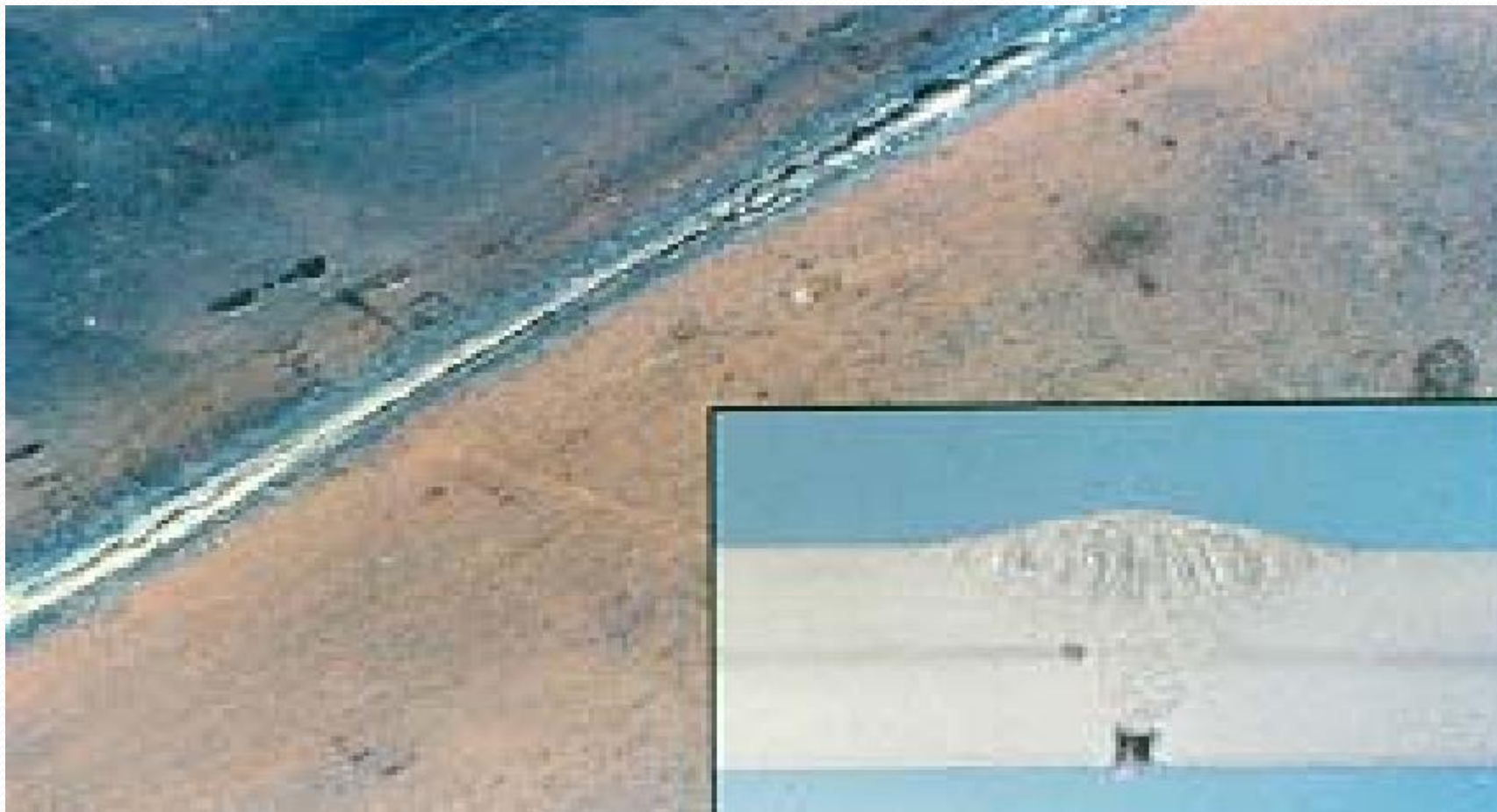
- Tensão ou corrente elétrica muito baixas;
- Eletrodo muito extenso.

- Raiz - Falta de Fusão e Sobre-espessura



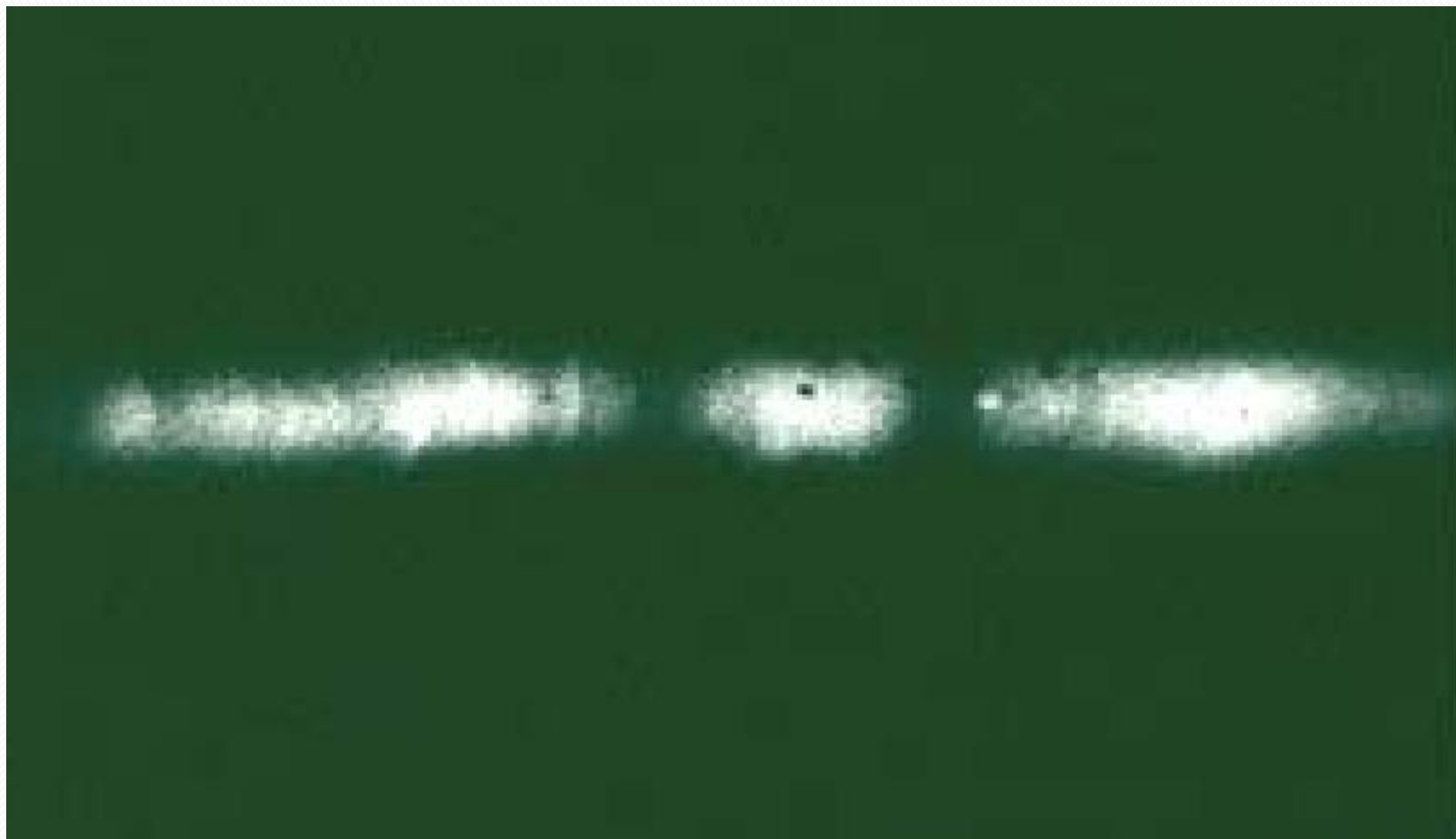
- Raiz - Falta de Fusão e Sobre-espessura
 - Tensão ou corrente muito baixas;
 - Velocidade de soldagem baixa.

- Raiz - Falta de Penetração



- Raiz - Falta de Penetração
 - Junta muito estreita;
 - Corrente elétrica muito baixa;
 - Eletrodo muito extenso.

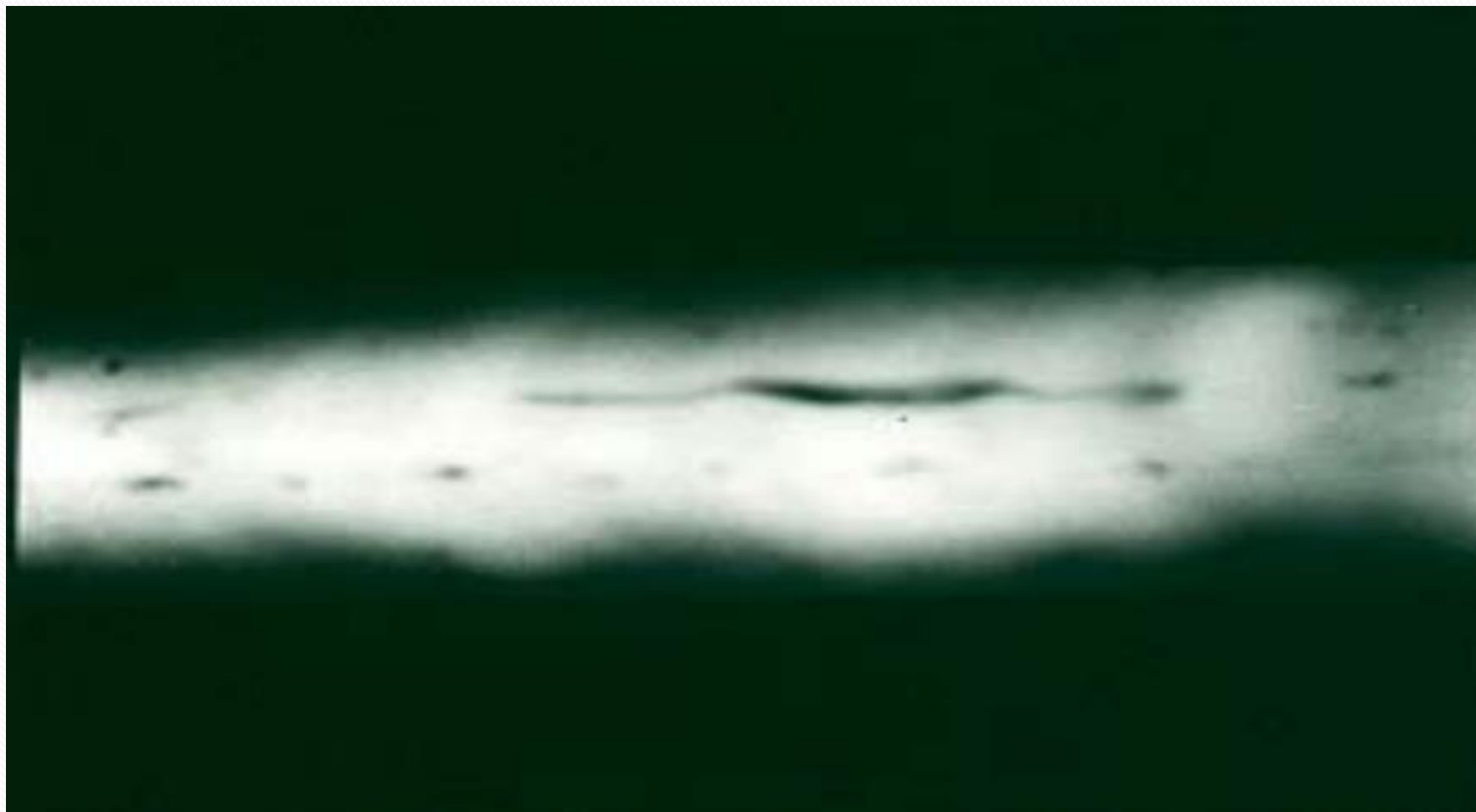
- Poros (Raio-X)



- Poros (Raio-X)

- Presença de agentes externos como óleo, óxidos e carepa;
- Deficiência na proteção gasosa.

- Inclusões (Raio-X)



- Inclusões





- Inclusões

- Má limpeza da peça.

- Falta de Fusão



• Falta de Fusão

- Tensão e/ou corrente de soldagem muito baixa;
- Polaridade errada, utilizar CC+;
- Velocidade de soldagem muito baixa;
- Soldagem sobre um cordão convexo;
- Oscilação da tocha muito larga ou muito estreita;
- Oxidação excessiva na chapa.

QUESTIONÁRIO

- 1) O que caracteriza a solda MIG e MAG?
- 2) Qual o significado da sigla MIG?
- 3) O que é polaridade reversa?
- 4) Cite duas vantagens da solda MIG
- 5) Quais os três processos de solda MIG em relação à transferência de metal?