

# NOÇÕES DE SOLDAGEM

## aula 3 processos

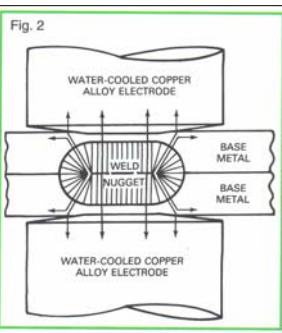
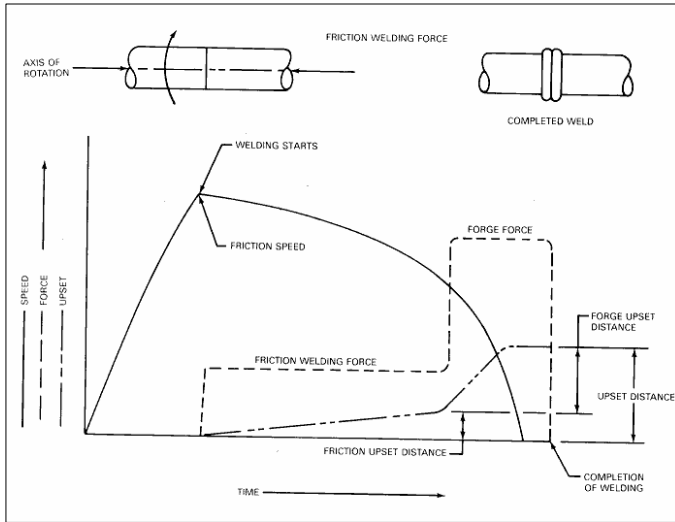
Curso Debret / 2007  
Annelise Zeemann

## TIPOS DE SOLDAGEM

tipo de soldagem	natureza	ação	processo	I (W/cm <sup>2</sup> )	
soldagem no estado sólido	energia mecânica	fricção	fricção		
		impacto	explosão		
		pressão	laminação		
			difusão		
soldagem por fusão	química	oxidação	aluminotérmica	-	
		queima de gases	oxi-combustível	10 <sup>3</sup>	
	elétrica			GTAW (eletrodo W)	
				SMAW (eletrodo revestido)	
				GMAW (eletrodo nú + gás)	
		arco elétrico	FCAW (eletrodo tubular)	10 <sup>4</sup>	
			MCAW (eletrodo tubular)	—	
			SAW (eletrodo nú + fluxo)	—	
	física	resistência	ponto, costura	10 <sup>b</sup>	
		radiação	feixe eletrônico	10 <sup>8</sup>	
		laser	-		

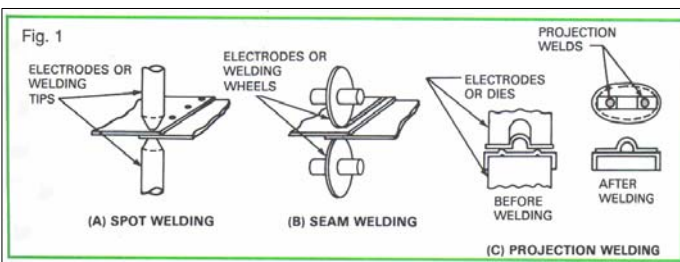
TIG  
Eletrodo  
MIG/MAG  
arame tubular  
arame tubular  
com pó metálico  
arco submerso

# SOLDAGEM NO ESTADO SÓLIDO por Fricção (FRW)



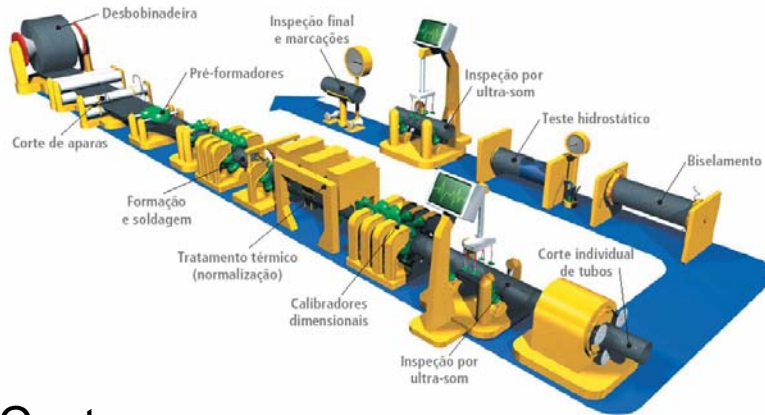
## Soldagem por Resistência

RW



ponto

costura



## Costura Longitudinal de Tubos

# METALURGIA DA SOLDAGEM

**Aporte de calor** ou  
energia de soldagem

**Transformações**

Ciclos Térmicos

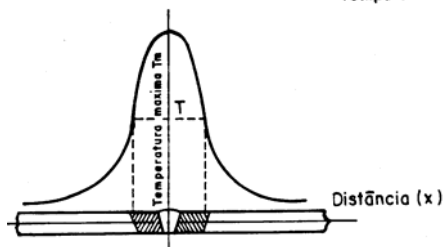
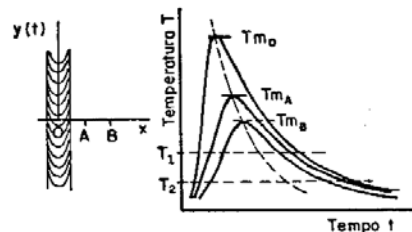
Repartição Térmica

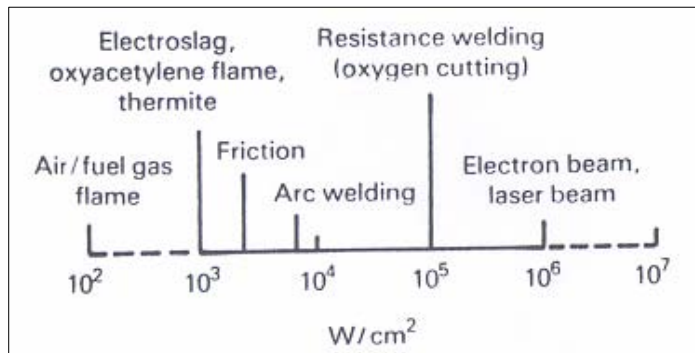
**Regiões da solda**

metal de solda

zona termicamente

afetada



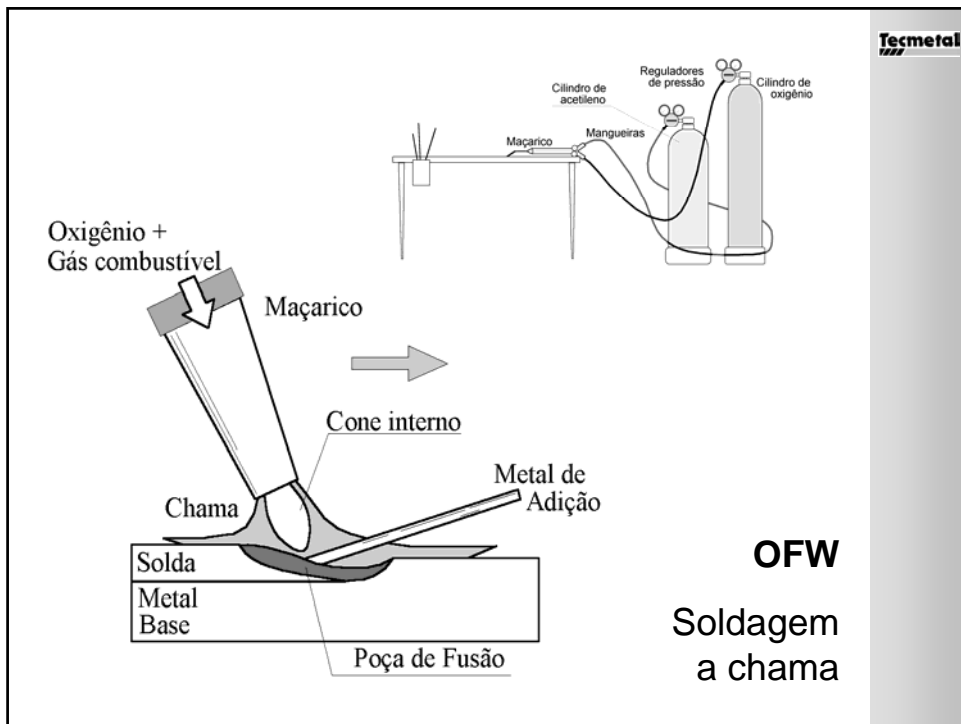


*intensidade de fonte*  
 x  
*aporte de calor*

## PROCESSOS DE SOLDAGEM A ARCO ELÉTRICO

caracterizados por:

- tipo de PROTEÇÃO GASOSA (misturas, fluxo, revestimento)
- tipo de ELETRODO (consumível ou não)
- tipo de consumível (quando existe)
- tipo de transferência metálica
- faixas de energia de soldagem
- produtividade
- possibilidade de automação



## PROTEÇÃO POR QUEIMA DE FLUXO

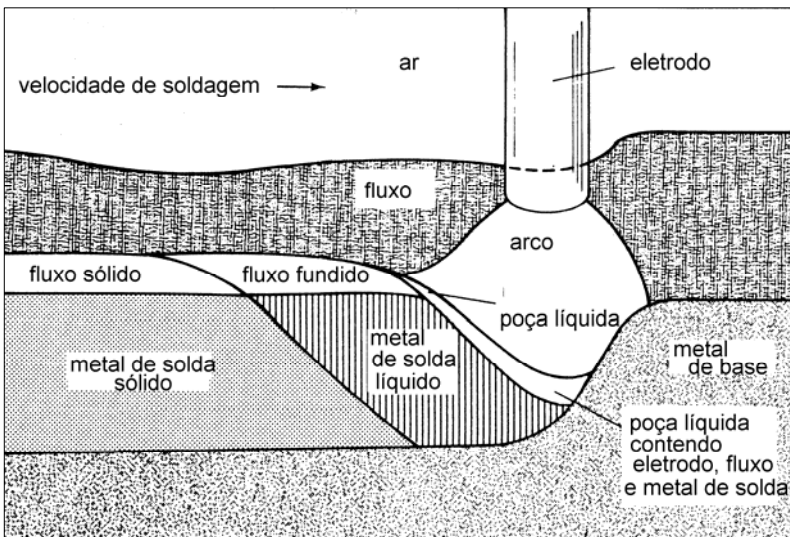
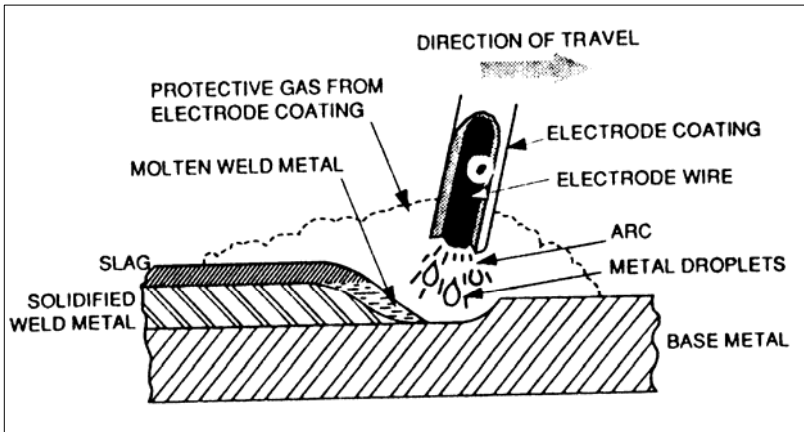
ELETRODO REVESTIDO - SMAW  
revestimento externo

ARCO SUBMERSO - SAW  
fluxo adicionado

ARAME TUBULAR - FCAW  
fluxo no interno

## SMAW

### eletrodo revestido



## SAW

### arco submerso

# GASES DE PROTEÇÃO

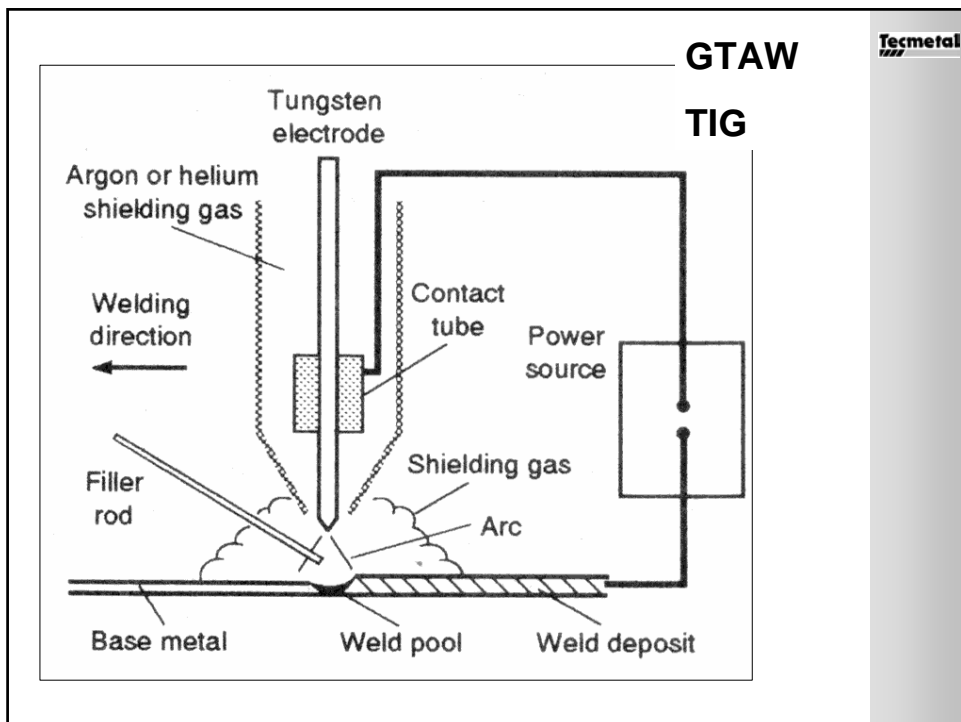
## TIG

eletrodo não consumível W  
gases inertes (Ar, He)

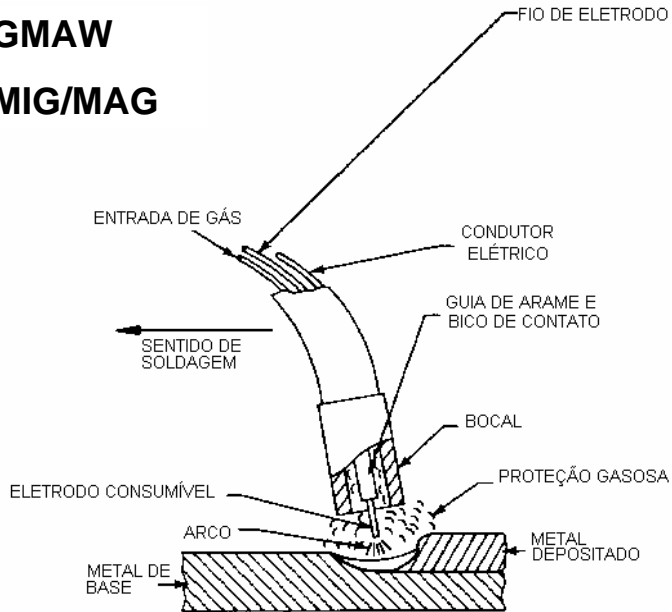
## MIG/MAG

eletrodo consumível

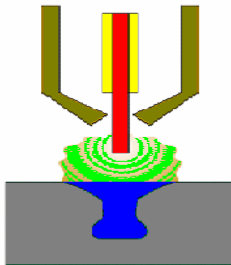
- gases inertes para ligas não ferrosas (Ar, He)
- misturas (Ar, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> “pouco”) para aços especiais ou processos especiais - pulsado, automatizado, spray
- CO<sub>2</sub> puro - curto-circuito, chapas finas, aços comuns



# GMAW MIG/MAG



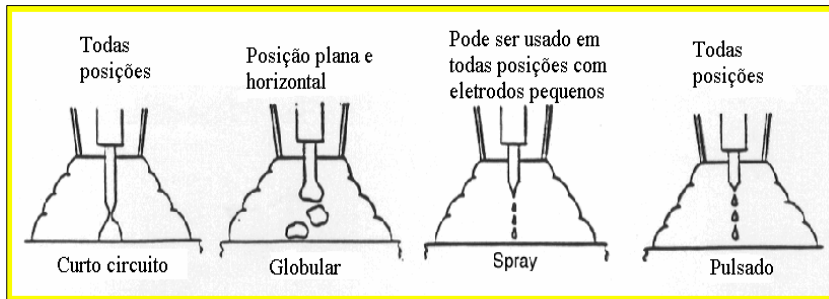
## Potencial de Ionização (Abertura do Arco)



• Oxigênio	13 eV
• Dióxido de Carbono	14 eV
• Argônio	16 eV
• Hidrogênio	14 eV
• Hélio	25 eV

- Transferência metálica
- Respingos
- Velocidade de soldagem
- Fumos
- Propriedades mecânicas
- Formato do cordão
- Penetração

# TRANSFERÊNCIA METÁLICA NO PROCESSO GMAW



Todas posições

Posição plana e horizontal

Pode ser usado em todas posições com eletrodos pequenos

Todas posições

Curto circuito

Globular

Spray

Pulsado

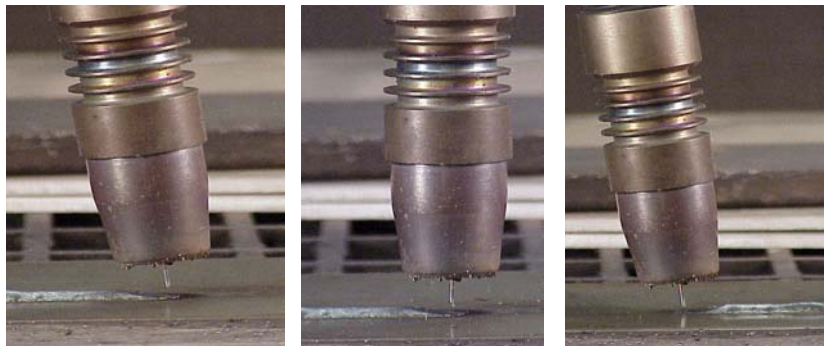
O arame toca a peça de 20 a 200 vezes por segundo

O arame fundido forma gotas com 1,5 a 2 vezes o diâmetro do eletrodo

O arame é fundido em pequenas gotículas

A corrente de soldagem é pulsada para controlar a poça de fusão

## ÂNGULO DE ATAQUE



Empurrando

Reto

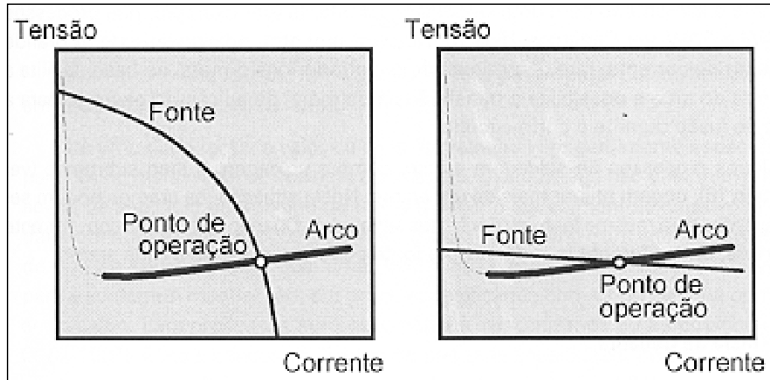
Puxando

## TIPOS DE FONTES

**fonte de corrente constante** permite CC e variações do comprimento de arco sem grandes variações de corrente processos manuais como SMAW e GTAW

**fonte de tensão constante** pequenas variações de tensão causam grandes variações de corrente, modificando a taxa de fusão processos com alimentação de arame como GMAW e SAW

Tecmetal

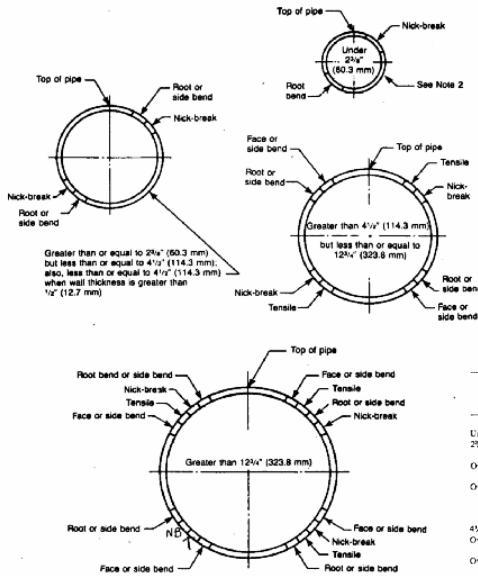


Uma **EPS** deve conter:

- tipo de metal de base
  - espessura e dimensões permissíveis para o metal de base
  - processo ou combinação de processos de soldagem
  - tipo de junta
  - tipo de preparação da junta
  - procedimento de limpeza entre passes
  - tipos de consumíveis e diâmetros aplicáveis
  - faixa de parâmetros de soldagem (tensão, corrente, velocidade)
  - temperatura mínima de preaquecimento e técnica
  - máxima temperatura interpasse
  - tratamento térmico pós-soldagem
- incluindo taxa de aquecimento, temperatura de patamar, tempo de permanência e taxa de resfriamento

Tecmetal

# Testes de Qualificação de Procedimentos de Soldagem



Notes:  
 1. At the company's option, the locations may be rotated, provided they are equally spaced around the pipe; however, specimens shall not include the longitudinal weld.  
 2. One full-section tensile specimen may be used for pipe with a diameter less than or equal to 1 1/2 inch (38.4 millimeters).

Figure 3—Location of Test Specimens for Procedure Qualification: Test Butt Weld

Table 2—Type and Number of Test Specimens for Procedure Qualification Test

Pipe Size, Outside Diameter—Inches (mm)	Number of Specimens				Total
	Tensile	Nick Break	Root Bend	Face Bend	
Under 2 1/2 (60.3)	0	2	2	0	4*
2 1/2 to 4 1/2 (60.3 to 114.3) inclusive	0	2	2	0	4
Over 4 1/2 to 12 1/2 (114.3 to 323.8) inclusive	2	2	2	2	8
Over 12 1/2 (323.8)	4	4	4	4	16
Wall Thickness—Over 1/2 Inch (12.7mm)					
4 1/2 (114.3) and smaller	0	2	0	0	2
Over 4 1/2 to 12 1/2 (114.3 to 323.8) inclusive	2	2	0	0	4
Over 12 1/2 (323.8)	4	4	0	0	8

\* One Nick-Break and one Root Bend Specimen from each of two test walls of the pipe (1/2 inch (12.7mm) and smaller, one full pipe section tensile specimen).

## VARIÁVEIS ESSENCIAIS

MATERIAIS DE BASE  
 LE < 42 ksi  
 LE entre 42 e 65 Ksi  
 LE maior que 65 Ksi

CONSUMÍVEIS grupos

PROJETO  
 POSIÇÃO  
 ESPESSURA  
 TEMPO ENTRE PASSES  
 DIREÇÃO  
 VELOCIDADE

Table 1—Filler-Metal Groups

Group	AWS Specification	Electrode	Flux
1	A5.1	E6010, E6011	
	A5.5	E7010, E7011	
2	A5.5	E8010, E8011	
	A5.1 or A5.5	E7015, E7016, E7018	
3	A5.5	E8015, E8016, E8018	
	A5.17	EL8 EL8K EL12 EM5K EM12K EM13K EM15K	F-60 F-61 F-62 F-70 F-71 F-72
5 <sup>a</sup>	A5.18	ER70S-2	
6 <sup>a</sup>	A5.18	ER70S-6	
7 <sup>a</sup>	A5.28	ER80S-D2	
8	A5.2	RG60, RG65	

Note: Other electrodes, filler metals, and fluxes may be used but require separate procedure qualification.

<sup>a</sup> Any combination of flux and electrode in Group 4 may be used to qualify a procedure. The combination shall be identified by its complete AWS classification number, such as F71-EL12 or F62-EM12K. Only substitutions that result in the same AWS classification number are permitted without requalification.

<sup>b</sup> A shielding gas (see 2.41) shall be used with the electrodes in Groups 5, 6, and 7.