



**INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA**

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

Soldagem TIG

Processo, Consumíveis, Técnicas e Parâmetros,
Defeitos e Causas

Professor: Anderson Luís Garcia Correia

Unidade Curricular de Processos de Soldagem

12 de abril de 2017

- ▶ Descrição do processo
- ▶ Equipamento e consumíveis
- ▶ Técnica de soldagem
- ▶ Principais defeitos e descontinuidades
- ▶ Aplicações

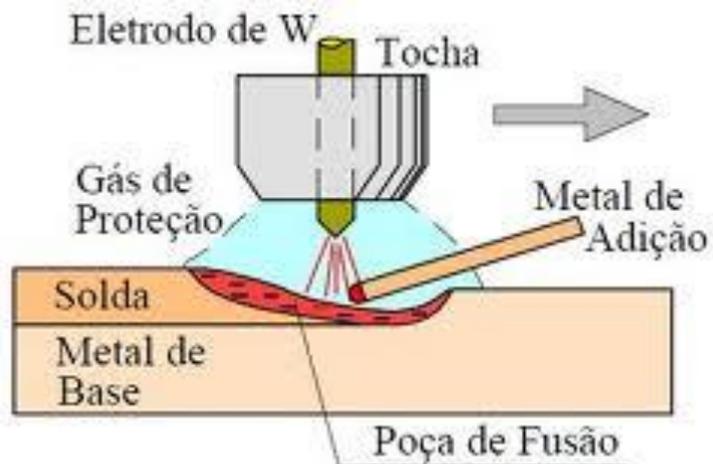
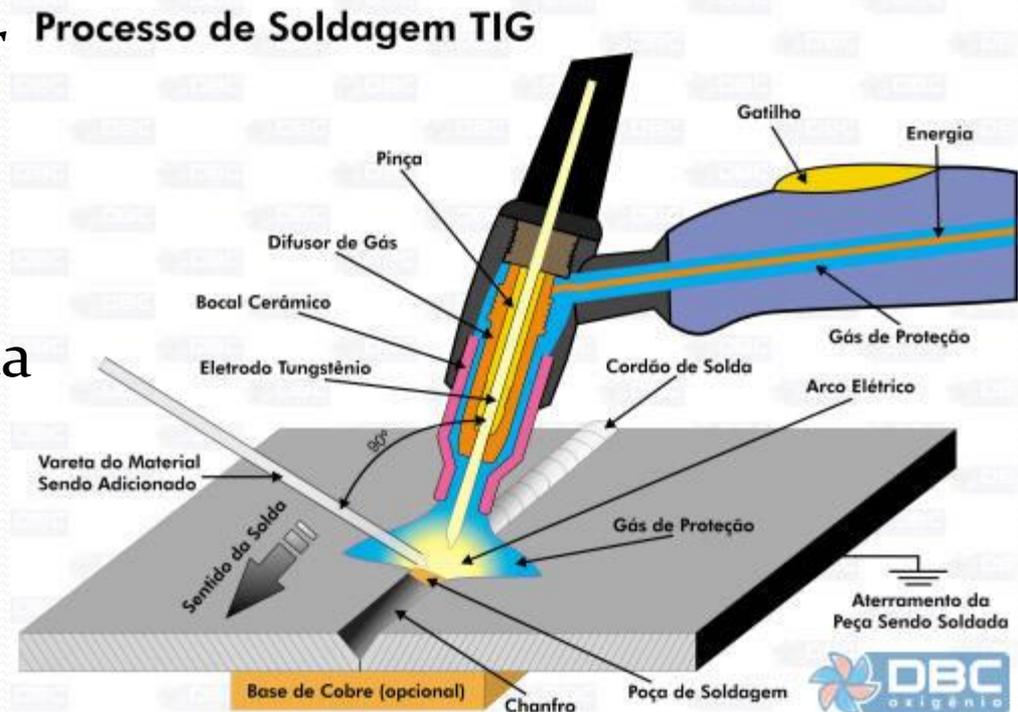


Figura 1 – Região do arco na soldagem GTAW.

Processo TIG – Tungsten Inert Gas

- Definição: soldagem a arco com eletrodo de tungstênio e proteção gasosa (Gas Tungsten Arc Welding – GTAW)
- Uso de eletrodo de Tungstênio não consumível
- Proteção gasosa feita por gás inerte ou mistura de gases inertes (Argônio e Hélio)
- Soldagem poderá ser feita com ou sem material de adição



Processo TIG – Tungsten Inert Gas

Vantagens

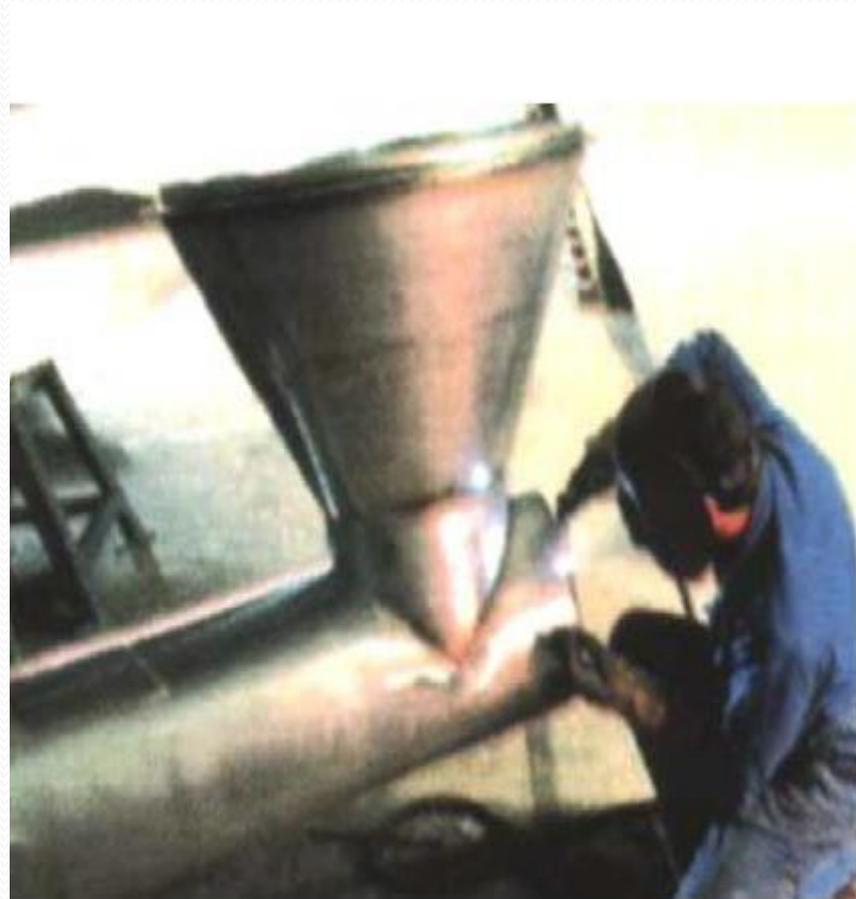
- Baixa produção de escória e fumos, com ótima visibilidade da poça de fusão
- Excelente controle da energia transferida (arco suave e estável)
- Indicada para chapas finas e peças de difícil soldabilidade
- Ótimo acabamento (pouca necessidade de limpeza)



Soldagem TIG

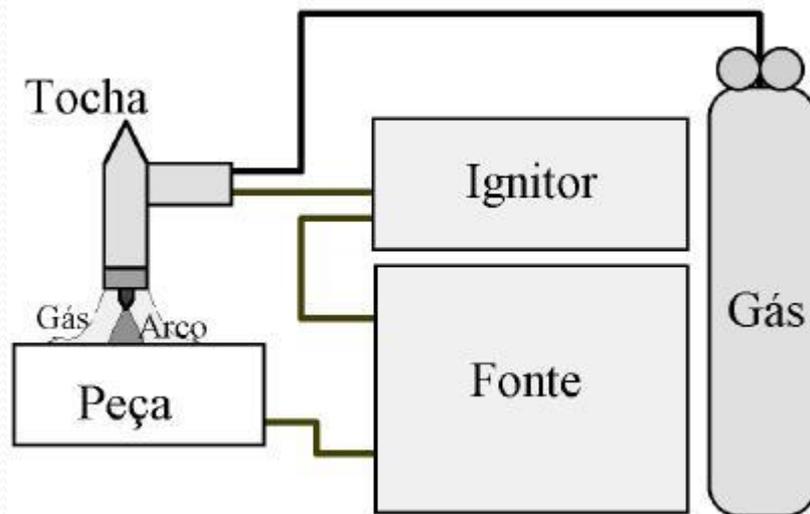
Desvantagens

- Comprimento fixo do consumível (máx. 1000 mm, em vareta)
- Baixo rendimento $\leq 0,5$ Kg/h
- Limitado a espessuras de 10 mm
- Risco de inclusões de Tungstênio
- Boas competências do soldador
- Grande sensibilidade às correntes de ar
- Custo dos gases de proteção
- Baixa produtividade e alto custo



Equipamento e consumíveis

- ▶ Fonte de energia (transformador/retificador)
- ▶ Ignitor
- ▶ Eletrodo não consumível de Tungstênio
- ▶ Tocha de soldagem (pistola)



Equipamento e consumíveis

- ▶ Gás de proteção
- ▶ Mangueiras
- ▶ Sistema de refrigeração da tocha (para elevadas amperagens, $>150A$)
- ▶ Vareta de material de adição (material específico ou o próprio metal de base)



Fonte de energia

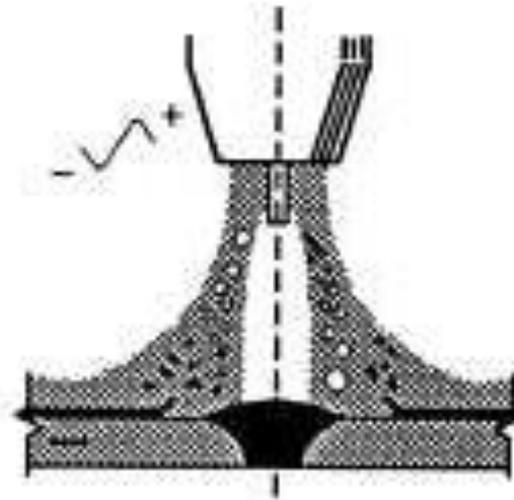
- Fonte composta de transformador e retificador, normalmente eletrônica
- Fornece um valor constante e ajustável de corrente elétrica
- Trabalha com corrente contínua, alternada e pulsada
- Possui um ignitor para abertura e extinção do arco e controles para ajustagem do processo
- Faixa de operação: 5 a 10A (mínima) e 200 a 500A (máxima)

Fonte de energia

- Corrente alternada (TIG AC): Utilizada para soldagem de metais não ferrosos, sobretudo alumínio e magnésio
- Corrente contínua (TIG DC): Polaridade direta (-) ou reversa (+). Utilizada para soldar aço, aço inoxidável, níquel, cobre, aço cromo-molibdênio

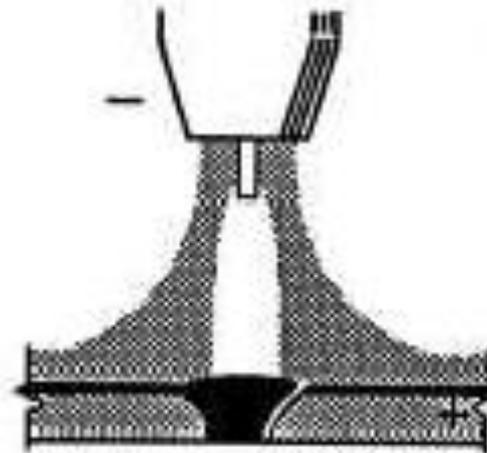


ACHF
DEEP PENETRATION-WIDE WELD

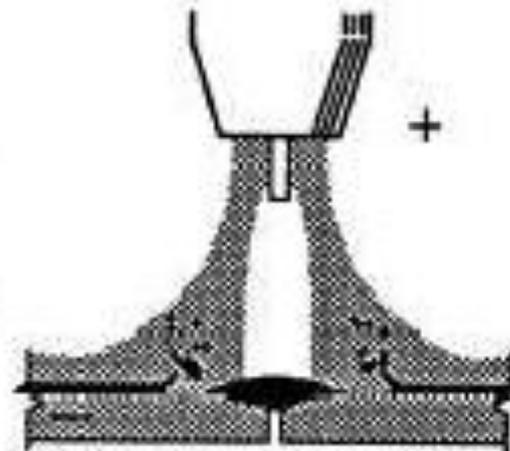




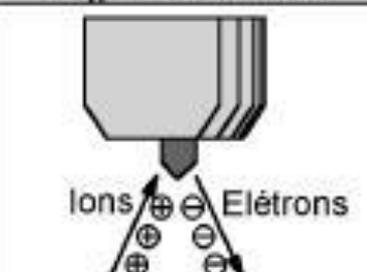
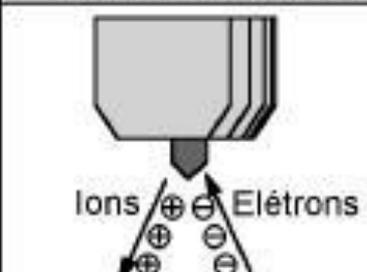
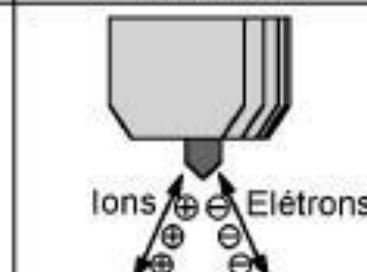
DC STRAIGHT POLARITY
DEEP PENETRATION-NARROW WELD



DC REVERSE POLARITY
SHALLOW PENETRATION-WIDE WELD



Seleção da corrente

Tipo de Corrente:	CC-	CC+	CA
Polaridade do eletrodo	Negativa ou direta	Positiva ou inversa	Alternada
Fluxo de elétrons e ions:			
Perfil do cordão:			
Limpeza de óxido:	Não	Sim	Sim (meio ciclo)
Balanço de calor (aproximado):	70% na peça 30% no eletrodo	30% na peça 70% no eletrodo	50% na peça 50% no eletrodo
Penetração	Estreita e profunda	Rasa e superficial	Intermediária
Aplicações	Aço, Cu, Ag, Aços Inoxidáveis e ligas resistentes ao calor	Al, Mg (somente para baixas correntes e espessuras)	Al, Mg e suas ligas com maiores correntes e espessuras

Eletrodos de Tungstênio

- Ponta verde (puro): é o eletrodo considerado o "comum" e também é o mais barato deles. Contém 99,50% de tungstênio. Forma pequena bola após o uso. Indicado para soldagem de alumínio e magnésio. Excelente estabilidade de arco com TIG AC. Não deve ser usado em TIG DC.



Eletrodos de Tungstênio

- Ponta vermelha (1,7 e 2,2% Tório): mais utilizado, preferidos por causa da excelente vida útil e facilidade de uso (abertura do arco e alta amperagem). Opera muito abaixo da temperatura de fusão (baixo desgaste e baixo risco de contaminação). Ideal para soldagem de aço carbono, aço inoxidável, níquel e titânio.



Eletrodos de Tungstênio

- Ponta cinza (1,80 e 2,20% Cério): melhor para TIG DC baixa amperagem ou TIG AC. Fácil abertura de arco indicado para solda de tubos, pequenas peças e chapas finas de aço carbono, aço inoxidável, titânio. Não é indicado para altas amperagens.
- Outros:
 - Ponta dourada e azul (Lantânio): versátil (TIG AC e DC), excelente para aço inoxidável (fonte pulsada).
 - Ponta marrom e branca (Zircônio): somente para TIG AC, usado para ferro, aço e aço inoxidável.



Eletrodos de Tungstênio

Tabela 12 – Classificação e Composição Química dos Eletrodos de Tungstênio

Classificação AWS	Tungstênio % mínimo	Tório %	Zircônio %	Outros %máximo	Cor de identificação
EWP	99,5	-	-	0,5	Verde
EWTh-1	98,5	0,8-1,2	-	0,5	Amarelo
EWTh-2	97,5	1,7-2,2	-	0,5	Vermelho
EWTh-3	98,95	0,35-0,55	-	0,5	Lilás
EWZr	92,2	-	0,15-0,40	0,5	Marrom

Fonte: Apostila de solda TIG do SENAI

Regulagem da corrente

Tabela 1 Faixas de utilização de eletrodos no processo GTAW.

Diâmetro do Eletrodo (mm)	Corrente de Soldagem (A)			
	CA		CC	
	W	WTh	W/WTh (CC+)	W/WTh (CC-)
0,5	--	--	5 - 35	--
1,0	10 - 40	15 - 60	30 - 100	--
1,6	30 - 70	60 - 100	70 - 150	10 - 20
2,4	70 - 100	100 - 160	150 - 225	15 - 30
3,2	100 - 150	140 - 220	200 - 275	25 - 40
4,0	150 - 225	200 - 275	250 - 350	40 - 55
4,8	200 - 300	250 - 400	300 - 500	55 - 90
6,4	275 - 400	300 - 500	400 - 650	80 - 125
Identificação:	W - Eletrodo de tungstênio WTh - Eletrodo de tungstênio torinado			

Gás de proteção

- Argônio (Ar ou SG-A)
 - Melhor proteção, arco mais estável
 - Menor consumo e custo, solda mais limpa com AC
- Hélio (He ou SG-He)
 - Maior penetração e velocidade
 - Maior consumo e custo mais elevado
- Mistura de Argônio e Hélio (SG-AHe-XX)



Hélio



Argônio



Gás de proteção

Tabela I – Gases de proteção e tipos de corrente usuais na soldagem de diferentes ligas

Material	Espessura (mm)	Gás de proteção e tipo de corrente*	
		Soldagem manual	Soldagem mecanizada
Alumínio e suas ligas	< 3,2 > 3,2	Ar, CA Ar, CA	Ar, CA ou He, CC- Ar-He, CA ou He, CC-
Aço Carbono	< 3,2 > 3,2	Ar, CC- Ar, CC-	Ar, CC- Ar-He, CC- ou He, CC-
Aço Inoxidável	< 3,2 > 3,2	Ar, CC- Ar-He, CC-	Ar-He, CC- ou Ar-H ₂ , CC- He CC-
Níquel e suas ligas	< 3,2 > 3,2	Ar, CC- Ar-He, CC-	Ar-He, CC- ou He, CC- He CC-
Cobre e suas ligas	< 3,2 > 3,2	Ar-He, CC- He, CC-	Ar-He, CC- He CC
Titânio e suas ligas	< 3,2 > 3,2	Ar, CC Ar-He, CC-	Ar, CC- ou Ar-He, CC He CC-

Metal de adição

- Pode ser utilizado vareta (manual) ou arame (automatizada)
- Normatizado pela AWS

O sistema de classificação obrigatório é:

ER XX Y – X

ER – designa eletrodo na forma de arame ou vareta.

XX – designa o limite de ruptura no ensaio de tração em Ksi.

Y - este dígito pode ser **S** – designa eletrodo **sólido** ou **C** – designa eletrodo **composto**.

X – designa a faixa de composição química.

Técnica de soldagem

- Regulagens do equipamento (parâmetros de soldagem)
- Preparação da peça (limpeza, chanfros, fixação, pré-aquecimento)
- Vazão do gás e abertura do arco (contato ou centelha)
- Movimentação da tocha (angulação e velocidade)
- Posicionamento e movimentação da vareta de metal de adição (dentro da poça e da nuvem de gás)
- Extinção do arco e fechamento do gás
- Limpeza e acabamento
- Tipos de junta

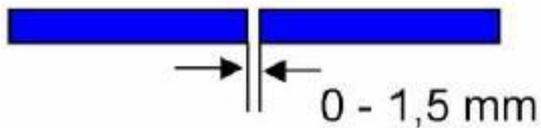


Regulagem do equipamento

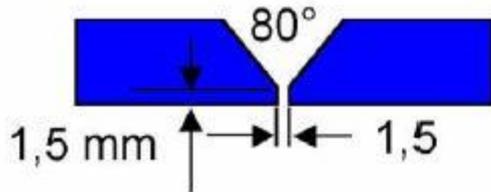
- Escolha, afiação e montagem do eletrodo (ponta verde, vermelha, etc.)
- Escolha do gás de proteção (Ar, He, mistura) e conexão do cilindro e regulador de pressão
- Escolha da vareta de solda
- Regulagem da amperagem e tipo de corrente (AC, DC-, DC+ ou pulsada)
- Seleção da forma de abertura do arco (centelha ou contato)

TIG Manual com Adição de Material

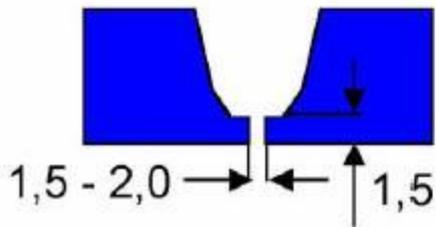
$S = < 3 \text{ mm}$



$S = 4 - 8 \text{ mm}$

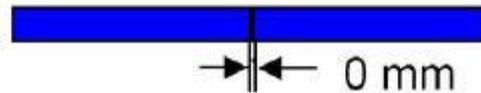


$S = > 4 \text{ mm}$

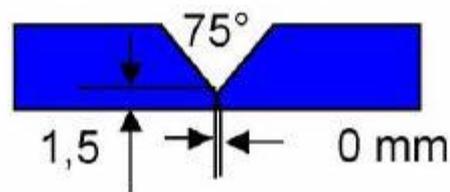


TIG Manual sem Adição de Material

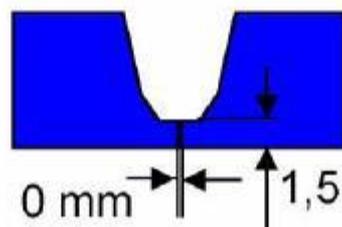
$S = < 3 \text{ mm}$



$S = 3 - 15 \text{ mm}$

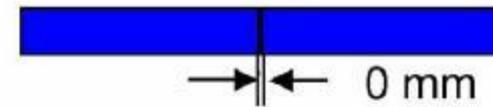


$S = > 4 \text{ mm}$

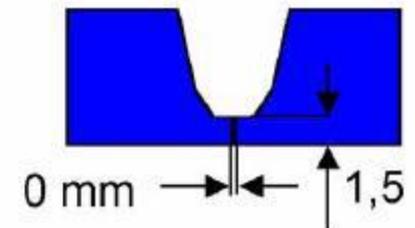


TIG Mecanizado

$S = < 4 \text{ mm}$



$S = > 4 \text{ mm}$



Tipos de Juntas usadas em TIG

Principais defeitos e descontinuidades

- Mordeduras
- Trincas
- Porosidade
- Falta de penetração
- Inclusão/contaminação de Tungstênio
- Oxidação do cordão
- Distorções

Principais defeitos e discontinuidades

6.2 Possíveis defeitos em soldagem TIG

Defeito	Causa
Oxidações	<ol style="list-style-type: none">1) Gás insuficiente.2) Falta de proteção no reverso da soldagem.
Inclusões de tungstênio	<ol style="list-style-type: none">1) Eletrodo incorretamente afiado.2) Eletrodo muito pequeno.3) Defeito de funcionamento (contato da ponta com a peça de trabalho).
Porosidade	<ol style="list-style-type: none">1) Sujidade nas extremidades.2) Sujidade no material de soldagem.3) Velocidade de avanço elevada.4) Intensidade de corrente muito baixa.
Trincas	<ol style="list-style-type: none">1) Material de soldagem inadequado.2) Fornecimento de calor elevado.3) Materiais sujos.

Fonte: Manual técnico Castolin Eutectic

Principais defeitos e descontinuidades

- Falta de penetração – corrente baixa, ângulo incorreto de soldagem, velocidade incorreta de soldagem, preparação inadequada, arco muito longo
- Mordedura – sopro magnético, posição incorreta da tocha, manejo inadequado da tocha, limpeza inadequada da peça, velocidade muito alta
- Distorções – falta de simetria na realização do cordão, fixação por ponto inadequada, excessiva aplicação de calor

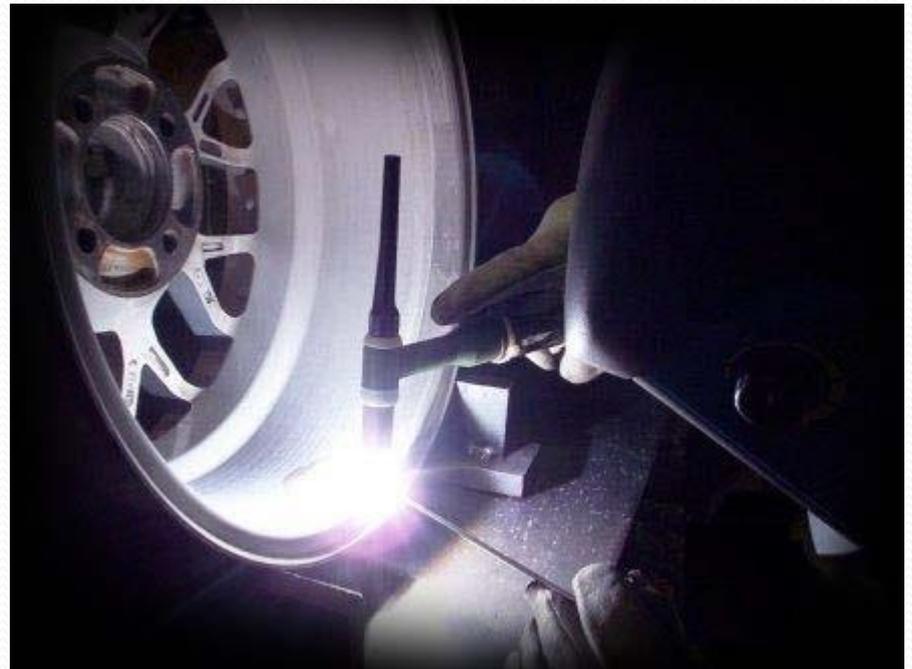
Aplicações

- Soldagem de aço carbono e inoxidável
 - Soldas em chapas finas e passe de raiz em tubulações
 - Soldas de peças pequenas e de precisão
 - Soldas de qualidade e responsabilidade



Aplicações

- Soldagem de alumínio e magnésio
- Soldagem de níquel e cobre
- Soldagem de titânio



QUESTIONÁRIO

- 1) O que caracteriza a solda TIG?
- 2) Qual o significado da sigla TIG?
- 3) Cite três vantagens da solda TIG
- 4) Cite três desvantagens da solda TIG
- 5) Cite três dos principais defeitos que podem ocorrer na solda TIG e suas possíveis causas