

Orientações Práticas de Soldagem em Aço Inox

Messias José de Carvalho

Consultor de Soldagem

Servcal Calderaria Montagens Industriais Ltda.

Colaboração:

- Tarcisio Reis de Oliveira
Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento - ACESITA
- Reginaldo Pinto Barbosa
Gerência de Metalurgia Inox - ACESITA
- Manuel Nunes Baptista
Assistência Técnica ao Cliente - ACESITA



ACESITA

ACESITA S.A. ASSOCIADA À USINOR
www.acesita.com.br

JANEIRO 1999

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	5
ACESSÓRIOS DANIFICADOS	5
ACESSÓRIOS SUGERIDOS	6
PRÁTICAS DE SOLDAGEM DO AÇO INOX	6
O PERFIL DO SOLDADOR IDEAL	8
ATRIBUTOS DESEJÁVEIS	9
CONSIDERAÇÕES FINAIS	9
SUGESTÃO PARA CONTROLE DE DISTORÇÕES	10
TÉCNICAS E CUIDADOS GERAIS PARA SOLDAGEM DOS AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS	12
IMPORTANTE - RECOMENDAÇÕES DE LIMPEZA	12
TÉCNICAS DE SOLDAGEM E RECOMENDAÇÕES PARA UMA BOA SOLDAGEM COM ELETRODO REVESTIDO E ARAME TUBULAR	14
ABERTURA DO ARCO.....	14
REFORÇOS DE CONTRAÇÃO.....	17
MICROFISSURAS.....	17
TÉCNICAS DE SOLDAGEM E RECOMENDAÇÕES PARA UMA BOA SOLDAGEM COM O PROCESSO MIG/MAG	18
POSICIONAMENTO DA TOCHA.....	19
TÉCNICAS DE SOLDAGEM E RECOMENDAÇÕES PARA UMA BOA SOLDAGEM COM O PROCESSO TIG	21
PROBLEMAS QUE PODEM OCORRER COM “O PROCESSO ELETRODO REVESTIDO” NOS AÇOS INOXIDÁVEIS	24
PROBLEMAS QUE PODEM OCORRER COM O PROCESSO MIG/MAG - CONVENCIONAL EM AÇO INOX	27
PROBLEMAS QUE PODEM OCORRER NO CABEÇOTE ALIMENTADOR DE ARAME EM PROCESSOS MIG/MAG AÇO INOX OU AÇO CARBONO	31
PROBLEMAS QUE PODEM OCORRER COM O PROCESSO MIG - ARCO PULSADO	34
PROBLEMAS QUE PODEM OCORRER COM O PROCESSO MIG/MAG ARAME TUBULAR EM AÇO INOX	36
CUIDADOS NECESSÁRIOS COM O PROCESSO TIG EM GERAL	37
GUIA PARA SELEÇÃO DA CORRENTE DE SOLDAGEM	39
TABELA BASE PARA REGULAGEM DA MÁQUINA.....	40
PROBLEMAS QUE PODEM OCORRER COM O PROCESSO TIG	41
PRINCIPAIS DEFEITOS E TÉCNICAS ERRADAS QUE SÃO FEITAS DURANTE A SOLDAGEM	43
POSICIONAMENTO DE ELETRODO EM POSIÇÃO PLANA.....	43
TERMINOLOGIA	47
Ângulo do Chanfro (*).....	47
Poro.....	47

Margem da Solda	47
Camada	48
Chanfro	48
Cobre-junta	48
Passé em Filetes	49
Passé Descontínuo	49
Comprimento do Arco	49
Contração	50
Cordão de Solda	50
Cratera	50
Diâmetro do Eletrodo	51
Eletrodo Consumível	51
Eletrodo Nu	51
Eletrodo Revestido	51
Eletrodo não Consumível	52
Empenamento	52
Escória	52
Face de Solda	52
Filete	53
Filete de Solda Côncavo	53
Filete de Solda Convexo	53
Fresta	54
Garganta	54
Horizontal (filete)	54
Inclusão de Escória	55
Junta	55
Liga Metálica	55
Metal de Adição	55
Metal-base	56
Mordedura	56
Nariz (face da raiz)	56
Passé	56
Penetração da Solda	57
Perna da Solda	57
Poça de Fusão	57
Polaridade Direta (-)	58
Polaridade Inversa ou Reversa (+)	58
Pós-aquecimento	58
Pre-aquecimento	59
Posicionador	59
Ponto de Fusão	59
Raiz da Solda	60
Reforço da Solda	60
Revestimento do Eletrodo	60
Símbolo de Solda	61
Solda Contínua	61
Soldagem Manual	61
Voltagem do Arco (Tensão em operação)	62
Voltagem em Vazio (Tensão em vazio)	62
Zona Fundida	62
Zona Afetada Termicamente (Z.A.T.)	62
Gabarito	63
BIBLIOGRAFIA	65

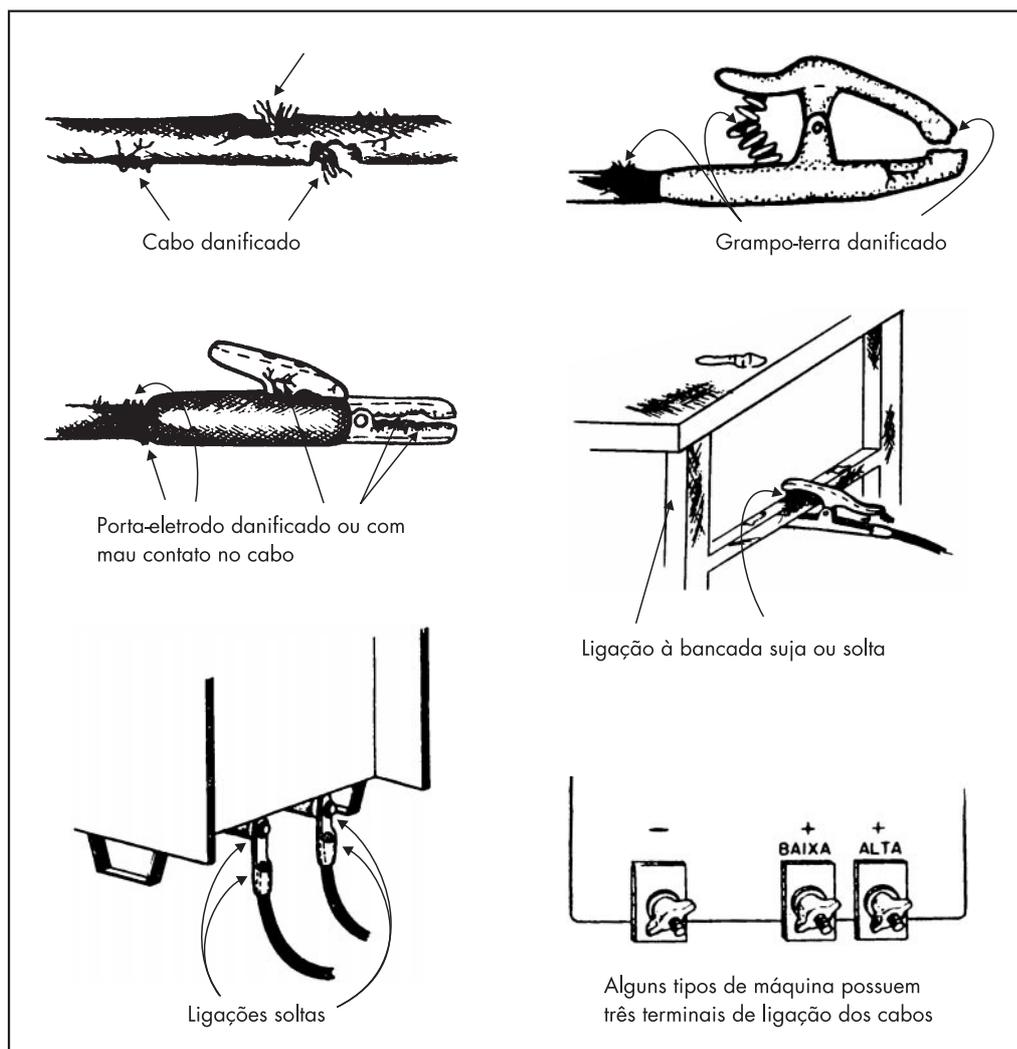
INTRODUÇÃO

Os problemas identificados nas empresas que trabalham com soldagem de aços inoxidáveis, nem sempre estão relacionados com os aspectos metalúrgicos do material-base.

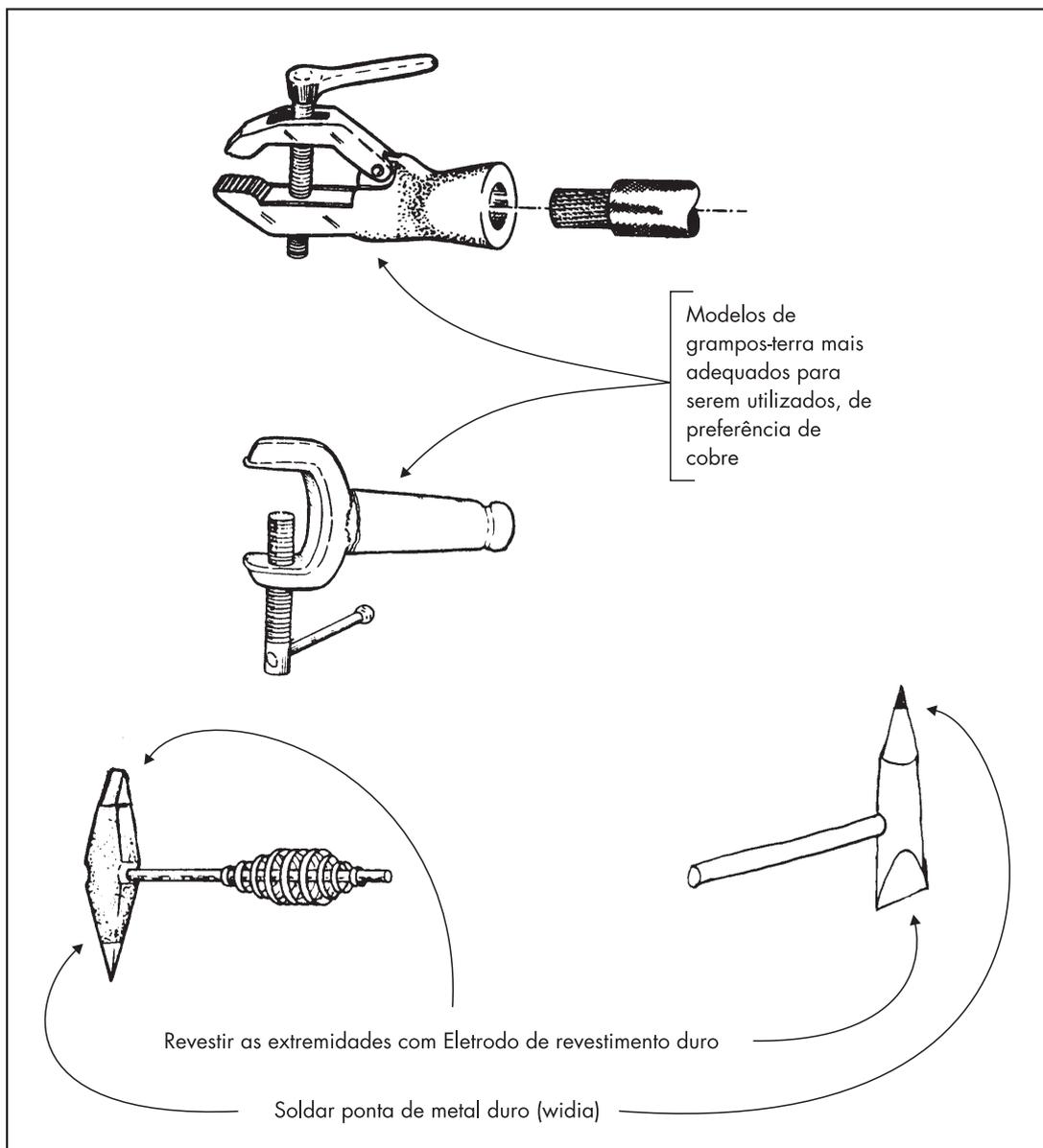
Na grande maioria das vezes estes problemas estão ligados a técnicas, processos, procedimentos e consumíveis errados, máquinas em mau estado e cabos e acessórios em condições precárias.

As informações contidas neste manual prático são de grande valia para os profissionais que trabalham com o aço inox, contendo recomendações preventivas e respostas rápidas às questões mais comuns do dia-a-dia das empresas.

ACESSÓRIOS DANIFICADOS



ACESSÓRIOS SUGERIDOS



PRÁTICAS DE SOLDAGEM DO AÇO INOX

- As empresas de médio e pequeno porte não possuem uma pessoa ou um técnico específico para a área de soldagem, confiando em seus soldadores individualmente ou em seu encarregado geral de fabricação.
- Não fazem nenhum plano de soldagem e nem têm procedimentos de fabricação.

- Tomam decisões quando a fabricação já está em andamento.
- Não possuem estufas adequadas para armazenamento dos materiais de soldagem e nem estufas portáteis (cochichos) para os soldadores durante a soldagem.
- Não sabem qual a temperatura correta de conservação dos eletrodos, arames e fluxos. Os eletrodos estocados fora de estufas, ou em temperaturas inadequadas, podem causar os seguintes problemas: porosidade, excesso de respingos, soldas de má aparência, trincas no pé da solda, juntas soldadas rejeitadas (raios X).
- Existe grande resistência por parte dos soldadores para a implantação dos processos MIG/MAG convencional e MIG-Pulsado. No caso do processo MIG-Pulsado pode demorar até 4 (quatro) meses, pois depende muito da habilidade do soldador.
- Nunca sabem qual o gás de proteção mais indicado para o serviço.

Abaixo alguns exemplos de gases da White Martins para aço inox:

- a) H10 Corte a plasma – solda a plasma – solda TIG mecanizada de aço inoxidável austenítico.
- b) I45 5% H₂ + 95% Arg. – solda a plasma – solda TIG mecanizada de aço inoxidável austenítico.
- c) F24 2% O₂+ 98% Arg. – solda MIG de aço inoxidável transferência spray e arco pulsado.
- d) I40 4% CO₂ + 96% Arg. – solda MIG de aço inoxidável em passe único (curto-circuito).
- e) I43 1% H₂ + 2% CO₂ + 97% Arg. – solda MIG multipasse de aço inoxidável austenítico (spray/curto-circuito).
- f) 100% CO₂ – solda MIG/MAG multipasse para arames tubulares em aço carbono e inoxidável.
- g) Para aços inoxidáveis ferríticos utilizar sempre argônio puro. Jamais adicionar nitrogênio ou hidrogênio.
 - Muitas vezes encontramos máquinas de solda e acessórios em condições precárias. Os soldadores e encarregados devem certificar-se de que o grampo-terra é apropriado e se está bem preso à peça, além de verificar se as fontes, cabos e porta-eletrodos estão em bom estado, mantendo-os sempre em boas condições de uso.
 - Os soldadores devem sempre ser qualificados para a classe do serviço que irão realizar.
 - Pontamentos devem ser feitos apenas por soldadores qualificados.
 - Todos os materiais de soldagem (eletrodos, arames, fluxos, gases, etc.) devem ser adquiridos diretamente do fabricante ou de seus representantes autorizados, que devem seguir as exigências das normas “AWS” ou “ASME” além de possuir certificados de homologação.

- Uma vez definidos os fabricantes dos materiais de soldagem (eletrodo revestido, arame sólido ou tubular, gases e consumíveis) os mesmos devem ser utilizados até o fim da obra, pois a troca de fabricante pode trazer problemas sérios nos procedimentos.
- As empresas devem verificar o ciclo de trabalho da máquina de solda ou da tocha no caso de solda MIG.

Ex.: Ciclo de Trabalho 60%

Capacidade da Máquina 300A

$$I = \sqrt{300^2 \times 0,6} \quad I = \sqrt{300^2 \times 0,6} \quad I = 232,4 \text{ A}$$

Concluindo que para um trabalho contínuo sem interrupção, ou seja 100%, só podemos trabalhar até 232,4 ampères. E em cada 10 (dez) minutos só podemos trabalhar 6 (seis) minutos com 300 ampères e descansar 4 (quatro) minutos.

Onde I = Amperagem de trabalho contínuo

60% = 0,6

Para a tocha fazemos os mesmos cálculos.

- Muitas vezes os chanfros estão dimensionados corretamente nos desenhos ou procedimentos de soldagem, mas mal feitos na oficina.
- As atividades de soldagem devem ser acompanhadas pelos encarregados da oficina, conforme pedem os procedimentos.
- Dar preferência aos chanfros assimétricos, quando o outro lado da solda for goivado por processo arc-air, e esmerilhamento até o metal ficar limpo.
- As empresas devem providenciar dispositivos, fixadores e viradores para soldagem, o que torna a solda muito mais econômica.
- A soldagem, apesar de todos os avanços na fabricação de máquinas de solda, ainda depende muito do elemento humano: soldadores e operadores.

O PERFIL DO SOLDADOR IDEAL

Requisitos fundamentais:

- Ter bom caráter, ser confiável, pois realiza grande parte de seu trabalho sozinho.
- Ser inteligente, para bem compreender as orientações recebidas.
- Ser educado, essencial para um bom relacionamento humano.
- Gozar de boa saúde física e mental e, principalmente, ter estabilidade na área psíquico-emocional além de ótima acuidade visual.

- Possuir um sistema nervoso perfeito e equilibrado, com bom controle motor e elevada habilidade manual, ser um pouco artesão.
- Ser responsável, previdente e obediente.
- Ser observador e detalhista, não sensível a trabalhos repetitivos, e capaz de tomar decisões rápidas.
- Ter o primeiro grau completo, para aprender os princípios básicos de sua profissão, estudar as diversas técnicas envolvidas, acompanhar os progressos industriais e especificações de procedimentos de soldagem, elaborar relatórios de trabalho.
- Ser receptivo a novos ensinamentos, para poder acompanhar a evolução da tecnologia da soldagem.

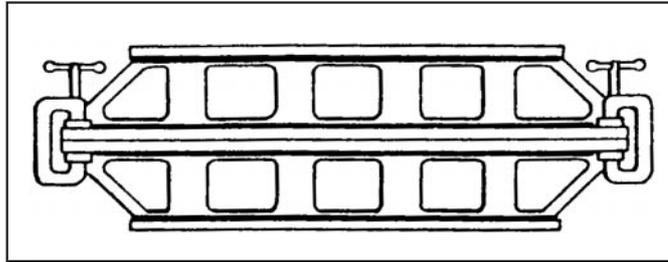
ATRIBUTOS DESEJÁVEIS

- Ser uma pessoa calma, introvertida, tranqüila por natureza pois não é possível passar todo o tempo atrás de uma máscara e ser aberto e comunicativo.
- Ser convivente e cooperativo, na maioria das vezes o soldador trabalha em equipe, e é importante o calor humano para uma boa integração, cooperação, relacionamento e troca de experiências.
- Ser asseado e organizado como pessoa, para ser confiável como profissional.
- Realizar o aprendizado entre 16 e 22 anos para atingir produtividade máxima entre 25 e 30 anos, que é a época em que um soldador atinge sua maturidade plena.
- Ter estatura pequena ou mediana, para superar com mais facilidade as dificuldades para soldar em espaços apertados e geralmente muito quentes.
- Não ingerir bebidas alcoólicas, cujo excesso conduz à perda do domínio motor e da firmeza na mão.
- Não sofrer de claustrofobia e/ou vertigem de altura.
- Não ter falta de ar, nem medo de fogo, pode causar insegurança.

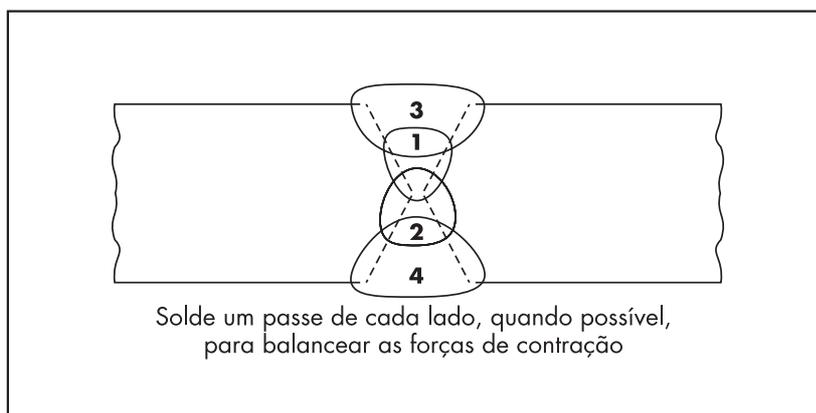
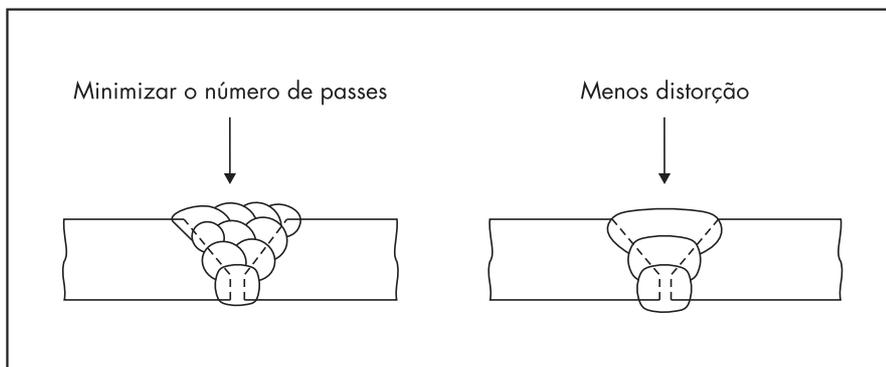
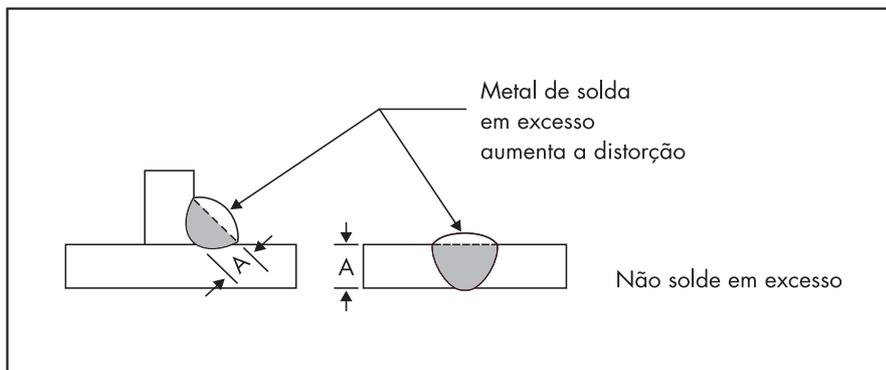
CONSIDERAÇÕES FINAIS

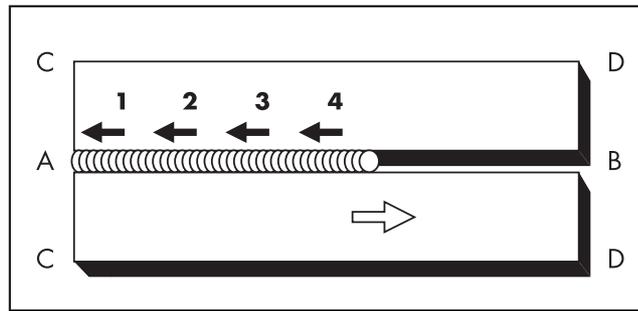
- Experiências têm sido realizadas com mão-de-obra feminina, com resultados bastante animadores.
- Todos os projetos consideram soldadores destros, ou seja, aquele que solda da esquerda para a direita. Mas em determinados momentos, seria muito mais fácil o acesso da direita para a esquerda, ou seja a realização da soldagem por canhoto. Portanto, é importante observar a existência de canhotos no contingente dos soldadores e designar, se possível, um canhoto para cada equipe ou turno de trabalho. (Fonte: ESAB)

SUGESTÃO PARA CONTROLE DE DISTORÇÕES

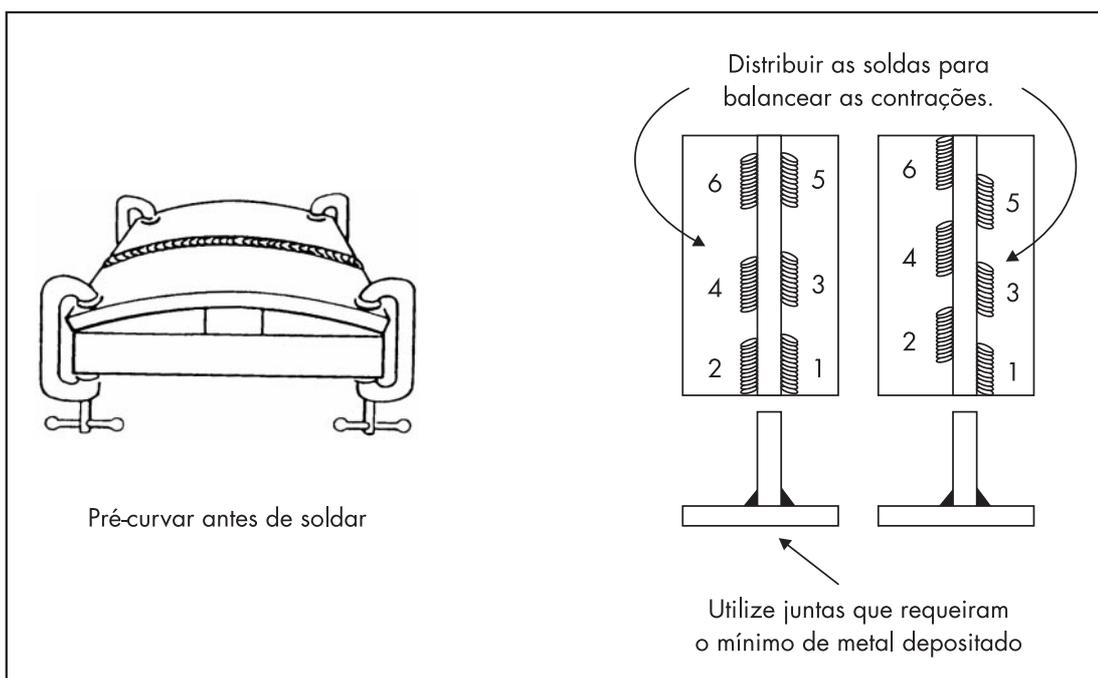
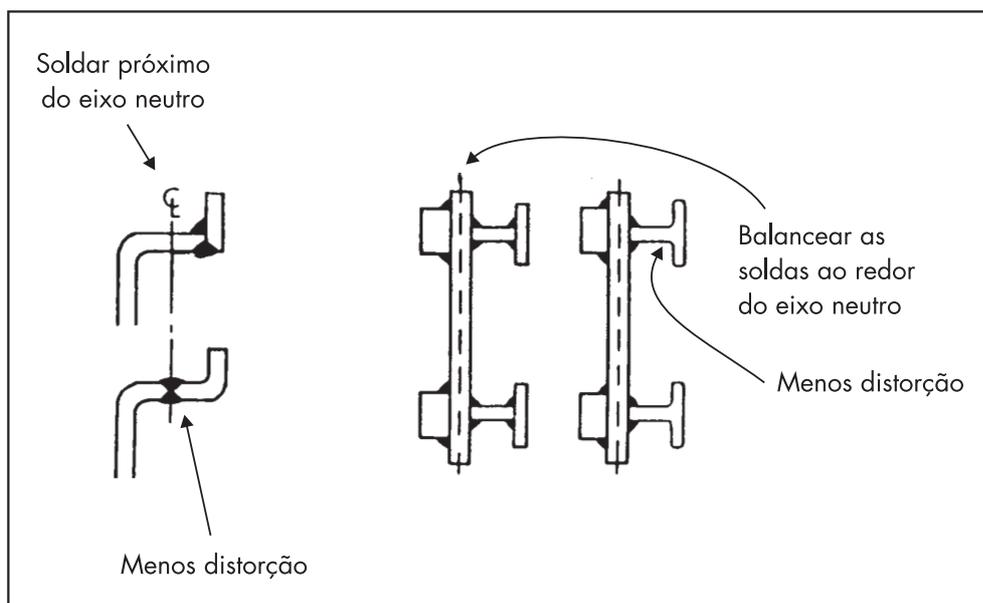


Posicionar um conjunto montado sobre outro e prender com sargentos rígidos, ou dispositivos.





Técnica de passo a ré.



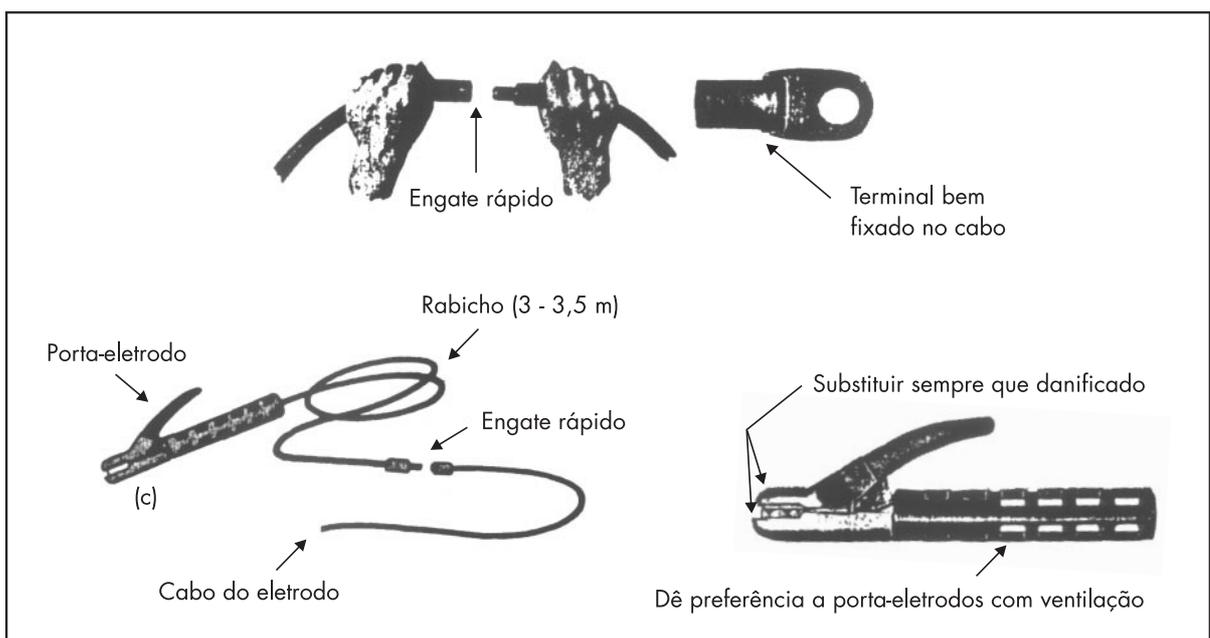
TÉCNICAS E CUIDADOS GERAIS PARA SOLDAGEM DOS AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS

- O primeiro requisito para se obter soldas de qualidade é a correta seleção, inspeção e armazenamento, desde os metais-base e os consumíveis (eletrodos, discos de desbaste/corte, etc.) até os acessórios e equipamentos a serem utilizados.
- Soldar com baixo aporte de calor.
- Não pré-aquecer os metais-base, exceto quando se encontrarem a temperaturas muito baixas, neste caso, recomenda-se pré-aquecer até 20°C.
- Controlar a temperatura de interpasse máximo em 150°C.
- Utilizar a menor intensidade de corrente (amperagem) possível.
- Utilizar a menor tensão do arco (voltagem) possível, o que consiste em utilizar pequeno comprimento do arco.
- Soldar utilizando cordões retos, contudo, caso seja necessária a utilização de oscilação transversal esta não deve exceder a três vezes o diâmetro do consumível.
- Sempre que possível é importante utilizar cordões de solda curtos, principalmente em peças finas.

IMPORTANTE - RECOMENDAÇÕES DE LIMPEZA

- Cuidados especiais de limpeza devem ser tomados desde o armazenamento do metal-base, não permitindo que haja acúmulo de resíduos de aço carbono sobre os aços inoxidáveis.
- A picadeira (picão), utilizada para remover a escória, deve ser de aço inox ou ter as extremidades revestidas com um depósito de solda de aço inoxidável, a fim de evitar a contaminação da solda com resíduos de aço carbono.
- Pelo mesmo motivo, a escova manual ou elétrica deve ser de aço inox.
- Os discos de corte ou desbaste devem ser próprios para aço inox (estrutura de nylon) e, assim como todos os instrumentos utilizados para a soldagem (escova, picadeira, riscadores, punção etc.), devem ser de uso exclusivo para aço inox.
- Imediatamente antes do início da soldagem, deve ser realizada uma limpeza final para remover impurezas como óleo, graxa, tinta, etc. Os solventes mais adequados são acetona ou álcool. Não utilizar solventes que contenham cloro.
- Durante a montagem, o afastamento das chapas deve ser no máximo 3 mm e no mínimo 1,5 mm.

- A abertura dos chanfros deve ser adequada a cada processo de solda. Chanfros muito estreitos favorecem a ocorrência de trincas de solidificação e defeitos como inclusão de escória ou falta de fusão, dependendo do processo empregado.
- Os dispositivos de fixação devem permitir uma certa mobilidade das partes a serem soldadas, sem comprometer as tolerâncias dimensionais do conjunto soldado. Desta forma, o risco de trincas a quente é reduzido.
- Quanto maior o teor de nitrogênio no depósito de solda, maior a possibilidade de trinca a quente, conseqüentemente deve-se limitar sua entrada através da utilização de arco curto nos processos eletrodo revestido e arame tubular, além de uma proteção gasosa adequada nos processos TIG e MIG.
- Principalmente nos processos TIG e MIG, deve-se utilizar uma proteção gasosa na raiz (purga), pelo menos até a terceira camada de solda, a fim de evitar oxidação excessiva nesta região. Caso não seja possível a proteção gasosa, recomenda-se remover por esmerilhamento a forte camada de óxidos que se formará.
- A fim de limitar as distorções de soldagem pode-se utilizar dispositivos especiais ou mata-juntas (backing), sempre em conjunto com ponteamentos eqüidistantes e uma seqüência de deposição de cordões de solda, adequada à cada tipo de junta soldada.
- Antes de extinguir o arco elétrico, deve-se preencher bem as crateras de solda (unhas de solda), a fim de evitar trincas nesta região.
- O esmerilhamento das soldas (solda de raiz, etc.) deverá ser feito de forma a não produzir superaquecimento localizado (pontos azulados).
- As soldas com acesso apenas pelo lado externo devem ter raiz executada pelo processo TIG com proteção de gás inerte pelo lado interno. A purga do ar é geralmente feita com volume igual a seis vezes o volume interno do equipamento a ser soldado.



Capacidade da máquina em ampères	Ciclo de trabalho (%)	Escolha do cabo eletrodo e cabo terra conforme a distância				
		Até 15 m	15 - 30 m	30 - 45 m	45 - 60 m	60 - 75 m
100	20	# 8	# 4	# 3	# 2	# 1
180	20	# 5	# 4	# 3	# 2	# 1
180	30	# 4	# 4	# 3	# 2	# 1
200	50	# 3	# 3	# 2	# 1	# 1/0
200	60	# 2	# 2	# 2	# 1	# 1/0
225	20	# 4	# 3	# 2	# 1	# 1/0
250 ⁺	30	# 3	# 3	# 2	# 1	# 1/0
300	60	# 1/0	# 1/0	# 1/0	# 2/0	# 3/0
400	60	# 2/0	# 2/0	# 2/0	# 3/0	# 4/0
500	60	# 2/0	# 2/0	# 3/0	# 3/0	# 4/0
600	60	# 3/0	# 3/0	# 3/0	# 4/0	* * *
650	60	# 3/0	# 3/0	# 4/0	* *	* * *

* Para soldagem automática utilize dois cabos 4/0 para amperagem menor que 1.200 Amp. ou três cabos 4/0 até 1.500 Amp.

** Utilize cabo 2/0 trançados duplamente.

*** Utilize cabo 3/0 trançados duplamente.

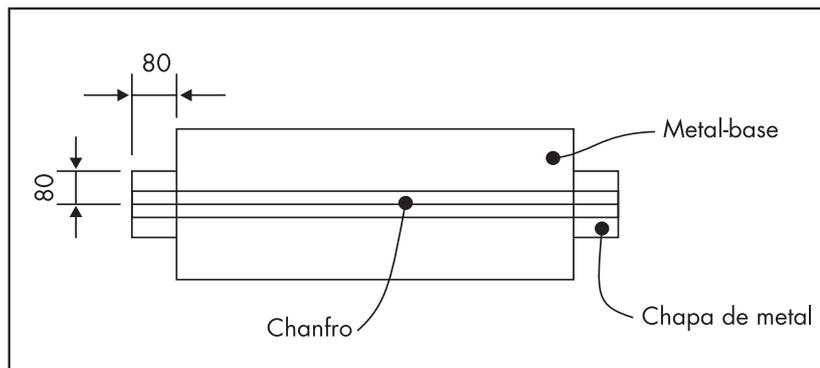
⁺ Para 225 Amp. 40% utilize os mesmos cabos indicados para 250 Amp. 30%.

TÉCNICAS DE SOLDAGEM E RECOMENDAÇÕES PARA UMA BOA SOLDAGEM COM ELETRODO REVESTIDO E ARAME TUBULAR

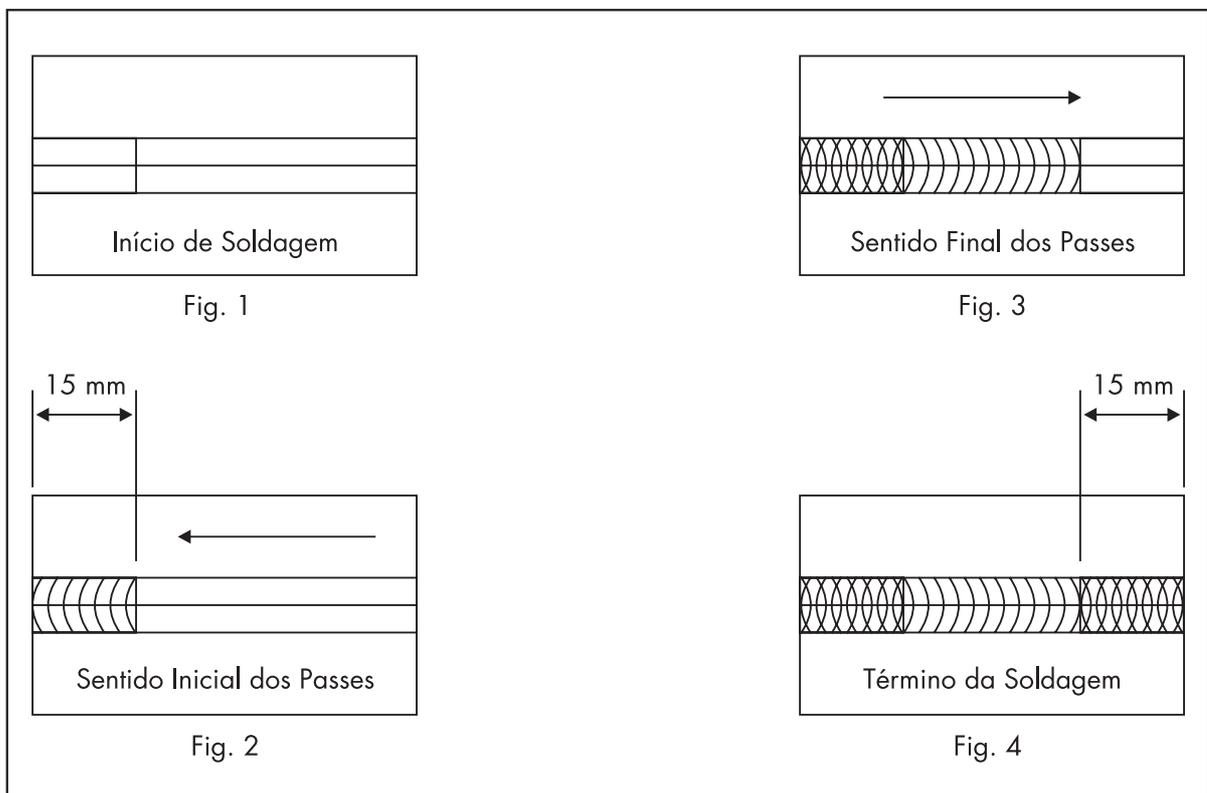
ABERTURA DO ARCO

- O arco deve ser sempre aberto dentro do chanfro, ou no local onde o cordão irá passar. Nunca nas proximidades para evitar que se crie uma região de alta temperatura que ao esfriar rapidamente (tempera) possa causar uma trinca.

- Ao abrir o arco, na utilização de eletrodos básicos e arames tubulares em aço inox, não se deve nunca alongá-lo em demasia.
- Ao fazer o enchimento do chanfro, devemos sempre colocar no seu início e final um pedaço de material com as mesmas composições químicas do metal-base. Esse procedimento permite que o chanfro fique perfeitamente cheio tanto no início como no final.



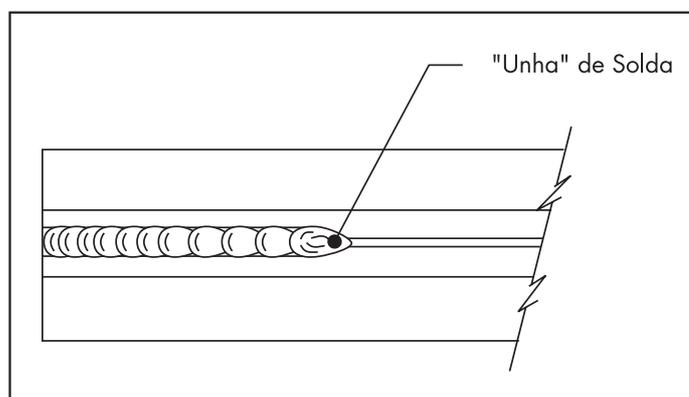
- Ao iniciar um cordão de solda, não se deve abrir o arco na extremidade da junta, mas sim a alguns milímetros de distância desta, retornando até a mesma e depois continuando a operação de soldagem normalmente no sentido inverso.
- Na troca de eletrodos, continua-se a solda não no ponto em que se havia parado mas deve-se proceder do mesmo modo descrito acima, conforme as figuras abaixo:



No final da soldagem, não se deve retirar o eletrodo e parar a operação, mas deve-se retornar no sentido inverso de soldagem até alguns milímetros antes e então retirar o eletrodo o mais lentamente possível (fig. 4).

Estes cuidados devem ser tomados para:

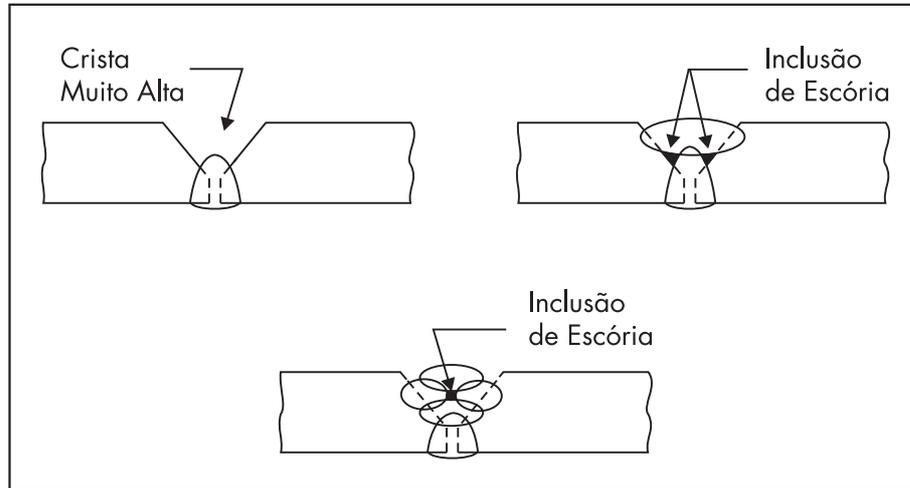
- 1) Evitar a falta de fusão na extremidade da junta;
- 2) Diminuir o problema da porosidade e inclusão de escória durante o início e término de cada eletrodo na confecção dos passes.
 - Quase sempre, os defeitos encontrados em soldas executadas com eletrodo e arame tubular são porosidades que ocorrem nas emendas quando é necessário trocar o eletrodo. Para evitar esses defeitos é necessário deixar a “unha” correta na parada do eletrodo ou arame.



- Para preparar a “unha” corretamente deve-se usar esmerilhadeiras ou mesmo a talhadeira.
- Após cada cordão de solda, devemos fazer a limpeza de escória muito bem feita pois, se ela permanecer, vai dificultar a penetração do cordão que será feita em seguida, ocasionando inclusão de escória.
- Sempre que houver irregularidades nas bordas dos chanfros, provocadas pela entrada da tocha do plasma na ocasião do corte ou chanfro, essa entrada será um ponto de inclusão de escória e de difícil remoção.
- Quando se tem um cordão de solda muito convexo (principalmente no passe de raiz) por falta de movimento angular do eletrodo, não tocando igualmente a borda do chanfro e a raiz ao mesmo tempo (posição vertical ascendente por exemplo); quando o chanfro é muito estreito não permitindo o movimento angular do eletrodo; ou quando os passes são mal distribuídos dentro do chanfro, esses fatores podem ocasionar as inclusões de escória devido a uma má fusão dos cordões. Para que se possa evitar esse tipo de inclusão devemos esmerilhar a crista do cordão antes de dar o passe seguinte.

- Se tivermos uma mordedura num passe anterior este será fatalmente um local onde haverá inclusão de escória.

A seguir, alguns exemplos de inclusão de escória por limpeza mal feita.

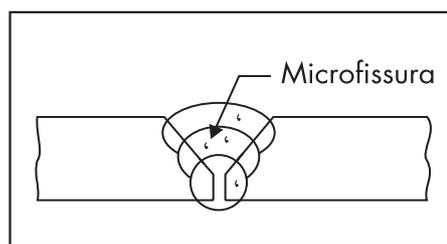


REFORÇOS DE CONTRAÇÃO

Na montagem de equipamentos, deveremos tomar cuidado com as soldas de fixação, pois estas soldas são fracas e trincam por causa das tensões provocadas pela montagem. Sendo assim, nunca devemos fazer um novo cordão sobre a solda de fixação trincada, pois não teremos a certeza de que o material depositado vai fundir completamente a trinca. Para evitar que a trinca permaneça sob o cordão de solda ou passe para o cordão seguinte, deve-se retirar completamente a solda de fixação ao fazer a solda definitiva.

MICROFISSURAS

A microfissura aparece devido à umidade contida nos revestimentos dos eletrodos. Ela é provocada pela libertação do hidrogênio que ficou preso no interior e só aparece algumas semanas após a solda. Para acelerarmos a saída desse hidrogênio, devemos fazer um pós-aquecimento. Esse pós-aquecimento sempre é feito a uma temperatura predeterminada.



TÉCNICAS DE SOLDAGEM E RECOMENDAÇÕES PARA UMA BOA SOLDAGEM COM O PROCESSO MIG/MAG

- Os próprios fabricantes reconhecem que a vida útil dos equipamentos poderia ser 50% mais longa, caso as recomendações de uso e manutenção preventiva fossem efetivamente observadas pelo usuário.
- Os conduítes “Guia Espiral” devem ser limpos regularmente com ar-comprimido.
- É essencial que o bico de contato seja vistoriado regularmente. Em caso de qualquer dano, substitua-o.

Alguns cuidados especiais devem ser tomados na utilização da tocha de soldagem:

1. Evite bater o bocal nas peças.
 2. Evite soldar muito próximo à poça de fusão.
 3. Mantenha o cabo da tocha o mais retilíneo possível, evitando torções e voltas.
 4. Evite dobrar em ângulos agudos os cabos e conduítes “Guia Espiral”.
- Verifique todos os bornes de ligação e, principalmente, os do cabo de retorno (pólo negativo). Uma falha na passagem de corrente elétrica gera instabilidade do arco e prejudica a qualidade da solda.
 - A composição do gás também influencia no modo de transferência do metal de adição, bem como a quantidade de respingos, fumaça, fumos, o formato e a aparência do cordão, além do grau de penetração e do custo de limpeza. (Veja no início desta apostila a tabela de utilização de gases para aço inox.)
 - Armazene as bobinas de arame em local seco e isento de umidade. Evite empilhar 2 (dois) pallets (estrados). Mantenha a embalagem fechada até a data de utilização.
 - Evite deixar o material na máquina parado por muito tempo.
 - Evite trançar o arame no bico de contato, pois aumenta muito o desgaste do mesmo.
 - Todo soldador deve ter um alicate para cortar pontas.
 - Nunca corte as pontas abrindo o arco na peça.
 - Ao colocar o carretel na máquina, evite que as espiras caiam, embolando sobre o eixo. Evite que o arame faça curvas acentuadas.

POSICIONAMENTO DA TOCHA

O posicionamento da tocha (ou pistola) afeta a penetração, a quantidade de respingos, a estabilidade do arco, o perfil do cordão e a largura do cordão.

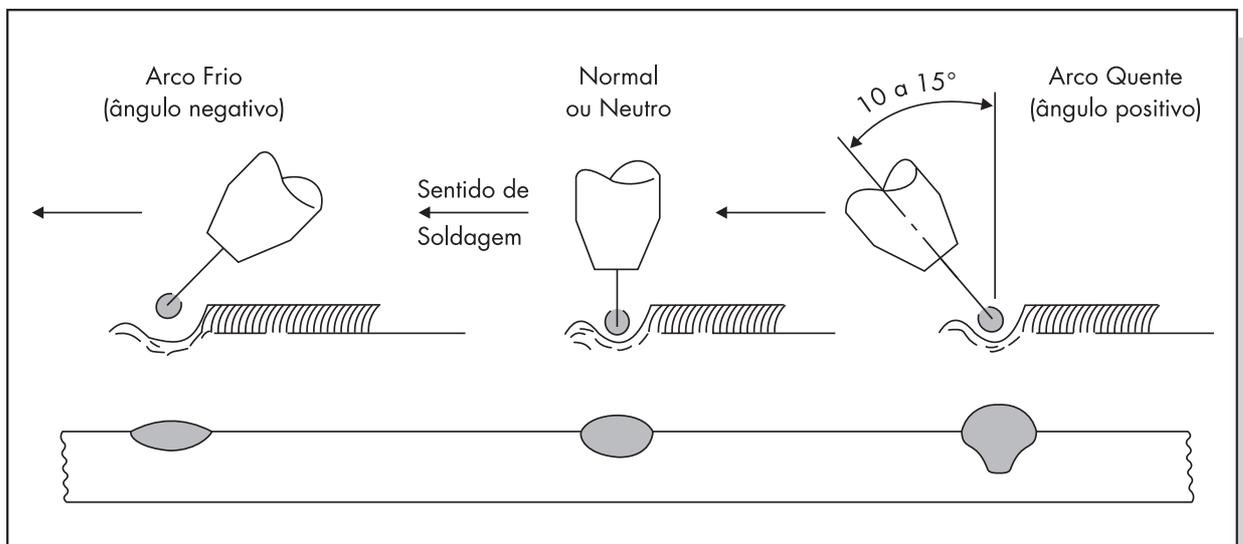
Considera-se a posição em função do ângulo de posicionamento.

a) Ângulo negativo ou arco frio.

O cordão é mais baixo e mais longo que o arco quente. A penetração é menor, o cordão é mais claro. Por outro lado a formação de respingos é maior.

b) Ângulo positivo ou arco quente.

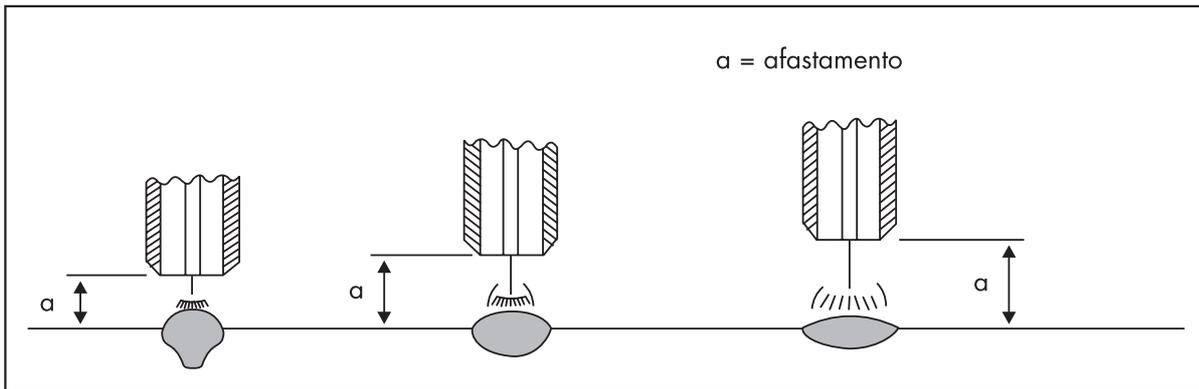
Neste caso o arco é aberto sobre a poça de fusão, o que provoca maior penetração, melhor estabilidade do arco e menor formação de respingos.



Posição da Tocha	Ângulo Negativo ou Arco Frio	Normal ou Neutro	Ângulo Positivo ou Arco Quente
Preenchimento das juntas com raiz.	Melhor	Média	Pior
Estabilidade do arco.	Pior	Média	Melhor
Respingos	Maior	Média	Menor
Largura do Cordão.	Larga	Média	Estreita

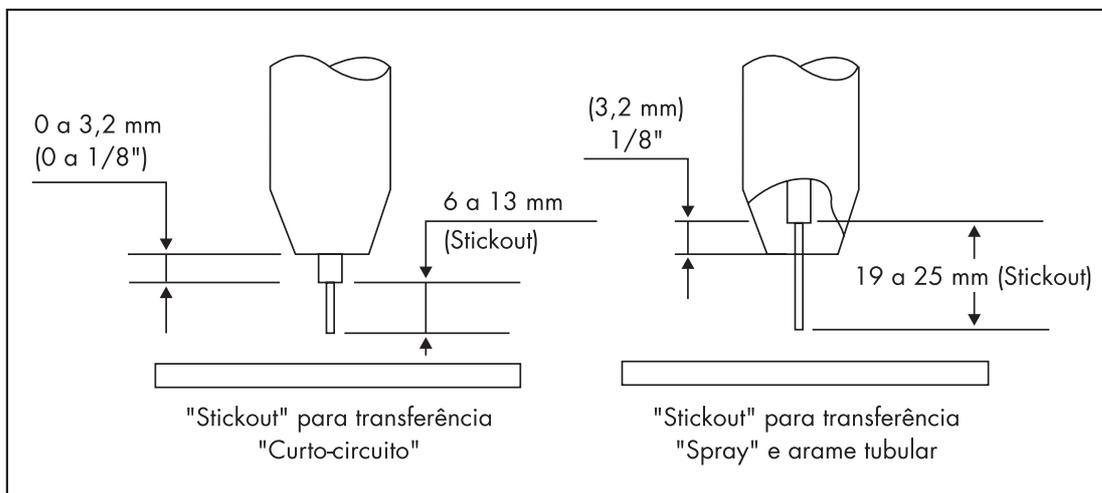
Efeito da alteração da distância entre o tubo de contato e a peça.

O afastamento do tubo de contato provoca alterações bem sensíveis no cordão e na estabilidade do arco. Isto pode ser conseguido tanto pelo afastamento puro e simples da tocha quanto pela mudança na posição do bico de contato no bocal.

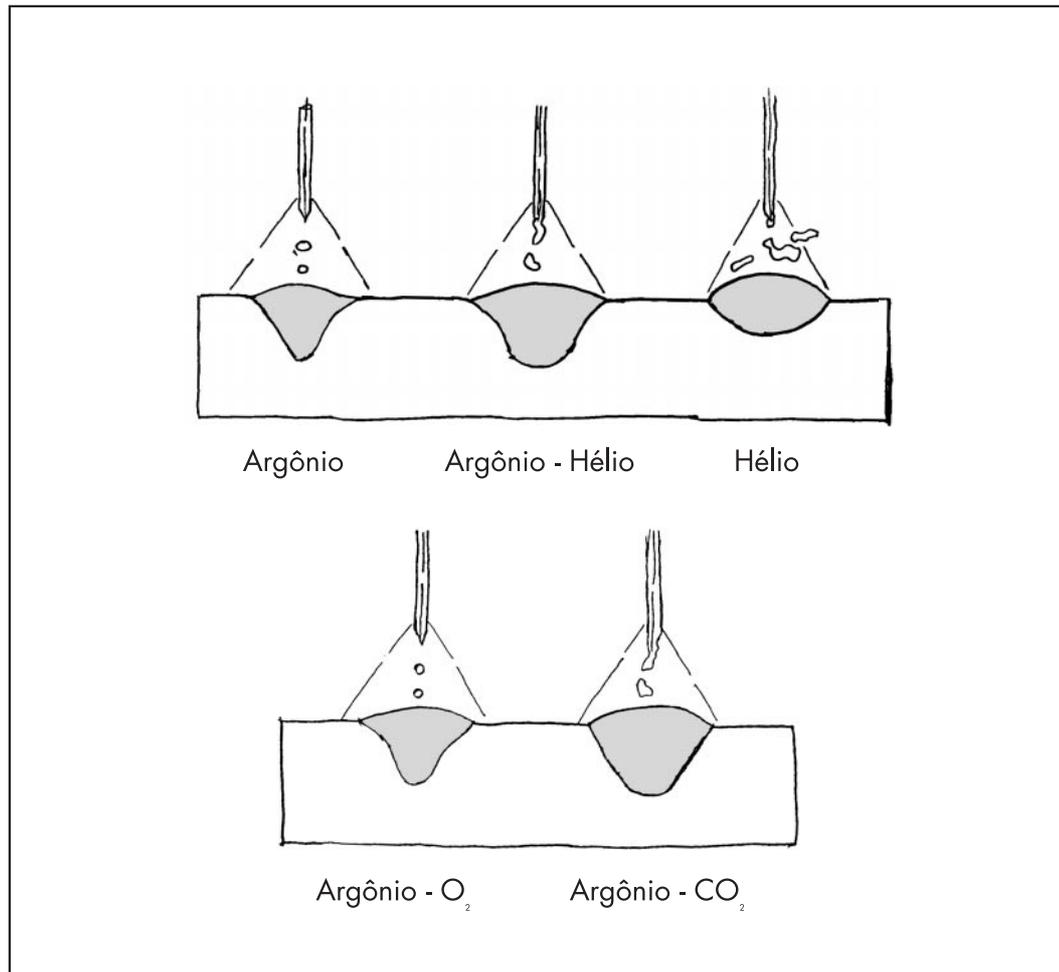


Afastamento	Menor	Médio	Maior
Aquecimento do Arame	Pequeno	Médio	Grande
Eficiência do arco	Maior	Média	Menor
Penetração	Mais profunda	Média	Plana
Respingos	Poucos	Média	Muitos

Sugestão de altura do eletrodo até o bico de contato, também chamado "Electrical Stickout", para transferências curto-circuito e spray.

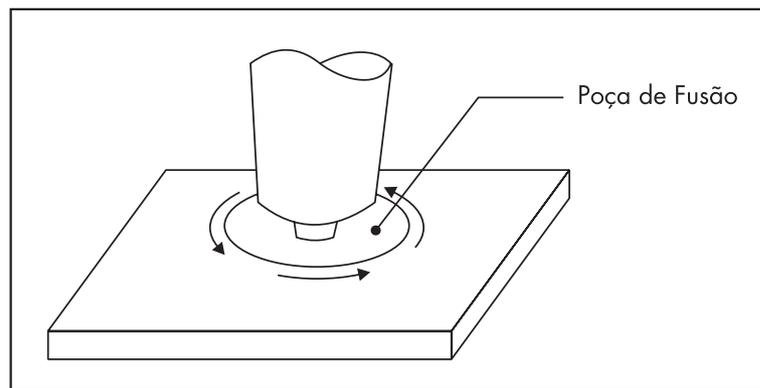


- A composição do gás influencia também no modo de transferência do metal de adição, quantidade de respingos, fumaça, fumos, o formato e a aparência do cordão, o grau de penetração e o custo de limpeza.

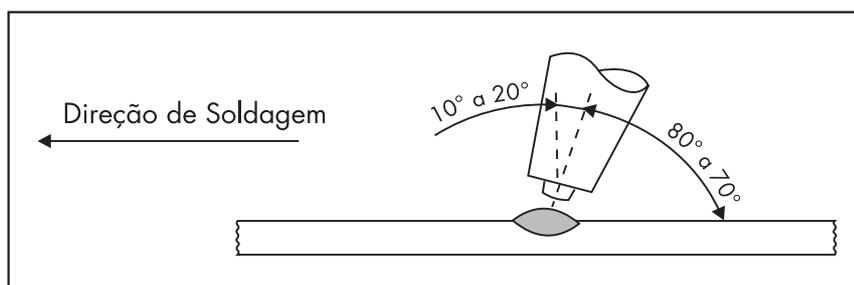


TÉCNICAS DE SOLDAGEM E RECOMENDAÇÕES PARA UMA BOA SOLDAGEM COM O PROCESSO TIG

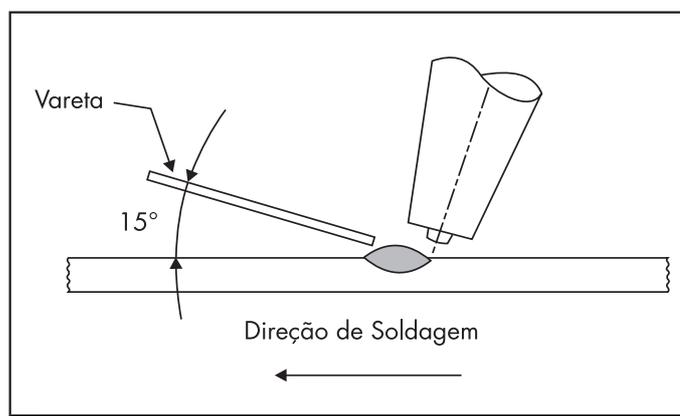
- Ao abrir o arco, segure a tocha de modo que a ponta do eletrodo fique, aproximadamente, 3,0 (três) milímetros acima do ponto inicial do cordão a ser realizado.
- Movimente a tocha em pequenos círculos a fim de pré-aquecer o metal de superfície até que ele se liqüefça e que uma poça de fusão se forme nas peças. A poça deve se formar rapidamente e permanecer clara. O tamanho da poça será determinado pelo diâmetro do eletrodo, pelo valor da corrente (amperagem) e pelo fato de o eletrodo ter ou não sua extremidade cônica.



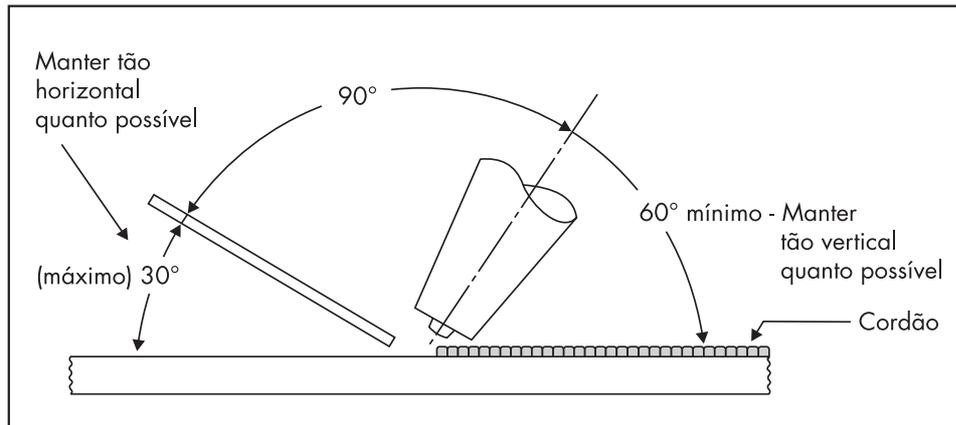
- Uma vez formada a poça de fusão, desloque a tocha para a borda traseira da poça com o eletrodo apontado para a direção de realização do cordão, posicionando-a num ângulo de 10° (dez graus) a 20° (vinte graus) da vertical com relação à peça a soldar.



- O metal de adição deve entrar na borda dianteira da poça de fusão (não dentro do arco) com um ângulo de, aproximadamente, 15° (quinze graus) em relação à superfície horizontal da área de soldagem. Desta forma evita-se que o metal de adição possa estar em contato com o eletrodo, eliminando-se assim possibilidade de contaminação do eletrodo e do cordão de solda. Quando o metal de adição é depositado, a poça de fusão torna-se turva.



- É comum dar à tocha e à vareta de adição ângulos impróprios. A tocha deve ser mantida tão vertical quanto possível. Ângulo da tocha pequeno demais faz com que o gás inerte possa sugar o ar, em detrimento da qualidade do cordão de solda.
- Se a vareta de metal de adição for segura e fundida na poça de fusão com um ângulo grande demais, o metal adicionado simplesmente cai na área de soldagem, possibilitando uma fusão incompleta com o metal-base e um cordão de solda desigual e rugoso.



- O calor do arco deve ser usado para formar e manter a poça de fusão líquida. Quando o cordão tem a largura desejada, a vareta de adição é momentaneamente afastada da borda dianteira da poça; no entanto a extremidade da vareta deve ser mantida dentro da cortina de gás inerte para evitar que ela se oxide.
- Após ter afastado a vareta de adição, traga o arco na borda dianteira da poça. Assim que a poça se tornar novamente clara, repita as etapas mencionadas até que o cordão seja completado.
- A tocha e a vareta de adição devem ter movimentos sincronizados, avance a tocha 5 a 6 mm para a borda dianteira da poça e, a seguir, traga-a para trás de 3 a 5 mm. Deposite o metal de adição na borda dianteira da poça até que o cordão tenha a largura desejada e então movimente-a novamente para frente. O tempo necessário para completar este ciclo depende da secção da solda, da espessura do material-base e do tamanho da tocha. Desta forma, o arco se encontra na frente da poça aproximadamente 1/3 do ciclo e 2/3 do ciclo da própria poça.
- Ao extinguir o arco, traga o eletrodo para a posição horizontal rapidamente, para que o arco não marque a superfície da peça.
- Se ficar uma cratera profunda na extinção do arco, reabra o arco e acrescente material de adição.
- Ao interromper um cordão, deve-se tomar cuidado para que haja uma fusão perfeita ao reiniciar a solda. Inicie o segundo cordão de 6 a 13 mm dentro do primeiro cordão e prossiga com a soldagem até que a junta seja completada.

PROBLEMAS QUE PODEM OCORRER COM “O PROCESSO ELETRODO REVESTIDO” NOS AÇOS INOXIDÁVEIS

PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Respingos na solda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Amperagem pode estar alta para o tipo e diâmetro do eletrodo 2. Polaridade pode estar invertida para o tipo de eletrodo. 3. Comprimento do arco muito longo. 4. Metal derretido está escorrendo na frente do arco. 5. Eletrodo pode estar com umidade. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experimente diminuir a amperagem. 2. Inverta as posições do cabo (eletrodo) com o grampo-terra. 3. Diminua o comprimento do arco. 4. Mude o ângulo do eletrodo. 5. Veja as recomendações do fabricante para armazenagem do eletrodo em estufas.
Mordeduras A mordedura tem efeito indesejável na aparência de uma solda e também pode enfraquecer a junta.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Amperagem pode estar alta. 2. Diâmetro do eletrodo pode estar grande para a junta. 3. Ângulo do eletrodo errado. 4. Velocidade de soldagem incorreta. 5. Tecimento (oscilação) excessivo. 6. Arco longo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diminua a amperagem. 2. Use eletrodo de diâmetro menor. 3. Mude o ângulo do eletrodo de forma que a força do arco mantenha o metal nas extremidades laterais do cordão. 4. Use uma velocidade de soldagem uniforme. 5. Diminua o tecimento (oscilação). 6. Diminua o arco.
Soldagem difícil.	<ol style="list-style-type: none"> 1. A polaridade e a intensidade de corrente estão dentro das recomendações, porém a ação do arco está difícil e errada. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Use eletrodos de uma embalagem nova. Se o problema continuar, coloque os eletrodos em estufas.
Porosidade e furos superficiais.	<ol style="list-style-type: none"> 1. A peça está com sujeira na junta. 2. A poça não está sendo derretida no tempo correto, ou seja, a velocidade de avanço é muito rápida. 3. Arco muito longo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Remova carepas, pontos oxidados (ferrugem), umidade, óleo, graxas, etc. 2. Mantenha a poça derretida por tempo suficiente para permitir que os gases escapem do metal antes que ele se solidifique. 3. Use arco curto.

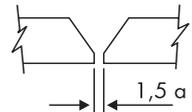
PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Porosidade e furos superficiais.	<ol style="list-style-type: none"> 4. Umidade no eletrodo. 5. Eletrodo com revestimento quebrado ou o revestimento está colocado excentricamente com relação ao núcleo do mesmo. 6. Abertura do arco incorreta. 7. Amperagem muito alta. 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Veja se os eletrodos estão armazenados nas estufas com as temperaturas corretas e use cochichos durante a soldagem. 5. Troque de eletrodo. 6. Ao abrir o arco não afaste bruscamente o material. 7. Diminua a amperagem.
Falta de fusão.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Amperagem pode estar baixa. 2. Cordões de solda podem estar muito largos. 3. Folga entre as juntas está excessiva. 4. Falta de goivagem do outro lado da solda. 5. Cordões com muito volume de solda para a junta. 6. Velocidade de avanço muito baixa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Use uma amperagem mais alta. 2. Use técnica de soldagem de cordões retos (sem tecimento). 3. Providencie um melhor acostamento. 4. Faça goivagem com processo arc-air e esmerilhamento até o metal ficar limpo. 5. Aumente a velocidade de soldagem ou diminua o diâmetro do eletrodo. 6. Aumente a velocidade de avanço.
Falta de penetração.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Amperagem muito baixa. 2. Velocidade de soldagem muito rápida (alta). 3. Diâmetro do eletrodo grande para a junta. 4. A folga na base da junta está menor ou sem nenhuma folga (afastamento). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumente a amperagem. 2. Diminua a velocidade de soldagem. 3. Use eletrodo de diâmetro pouco espesso em chanfro de grande profundidade e estreito. 4. Deixe folga na base da junta de, aproximadamente, 3,0 (três) milímetros.
Trincas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Amperagem muito elevada. 2. Eletrodos de diâmetro excessivo. 3. Trincas na cratera. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reduza a penetração usando as mais baixas amperagens possíveis. 2. Utilize eletrodos de pequenos diâmetros. 3. Encha cada uma delas antes de extinguir o arco. Use uma técnica de retrocesso de forma a terminar o cordão na cratera.

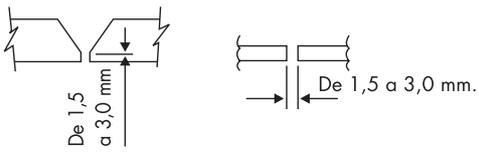
PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Trincas	<ol style="list-style-type: none"> 4. Trincas nas soldas de passes múltiplos de topo ou de filete. 5. Apesar de todos os cuidados tomados, continuam as trincas. 	<ol style="list-style-type: none"> 4. O primeiro cordão deve estar com uma dimensão suficiente e com um formato plano ou ligeiramente convexo. Para aumentar a dimensão do cordão use baixa velocidade de soldagem, arco curto ou incline a peça, aproximadamente, 5° (cinco graus) e solde subindo. Solde sempre com a peça quente. 5. Juntas rígidas são mais propensas a trincar na solda. Se possível, solde sempre em direção às partes não restritas. Deixe uma folga de 1,0 mm (um milímetro) entre as peças para movimentos livres de contração quando a chapa esfriar.
Inclusão de escória.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Má limpeza do cordão de solda. 2. Irregularidades no corte ou chanfro da peça, provocados por entrada do arco a plasma. 3. Cordão de solda muito convexo. Acontece muito nos passes de raiz, na posição vertical ascendente ou em chanfros muito estreitos. 4. Passes mal distribuídos dentro do chanfro. 5. Mordedura no passe anterior. 6. Amperagem muito baixa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Faça a limpeza bem feita da escória e após cada passe, se possível, limpe com escova rotativa. 2. Esmerilhe bem e se houver entradas profundas encha com solda, esmerilhe e faça ensaio com líquido penetrante. 3. Se o chanfro não permitir um movimento angular do eletrodo, esmerilhe a crista do cordão para continuar. 4. Distribua os passes de modo que o último passe da camada não fique muito estreito. Se isto acontecer esmerilhe para dar mais espaço para o último passe da camada. 5. Elimine as mordeduras do passe anterior com esmerilhamento. E cuide para que isso não aconteça novamente. 6. Aumente a amperagem.

PROBLEMAS QUE PODEM OCORRER COM O PROCESSO MIG/MAG – CONVENCIONAL EM AÇO INOX

PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Mordeduras	<ol style="list-style-type: none"> 1. Velocidade de deslocamento muito alta. 2. Voltagem excessiva. 3. Corrente (amperagem) elevada. 4. Energia de soldagem muito elevada. 5. Movimento da tocha inadequado. 6. Posicionamento da tocha. 7. Peça superaquecida. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reduza a velocidade. 2. Reduza a tensão (voltagem). 3. Reduza a velocidade de alimentação do arame. 4. Chapas mais finas exigem menor quantidade de energia. Controle a tensão e a corrente de acordo com a espessura da chapa. 5. Evite manter o arco aceso sobre as quinas do chanfro. Mantenha o arco por mais tempo sobre a parede do chanfro. 6. Corrija a posição da tocha de modo que o arco elétrico contenha a poça de fusão, dirigindo-a para uma união adequada com as paredes do chanfro. 7. Temperaturas muito elevadas da peça dificultam o controle da poça de fusão, favorecendo o surgimento de mordeduras. Deixe a peça esfriar entre passes.
Arco instável.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Superfície suja ou oxidada. 2. Mal contato. 3. Distância excessiva do bico de contato com a peça. 4. Bico de contato gasto. 5. Movimentos bruscos com a tocha. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpe a superfície de qualquer sujeira encontrada (oxidação, respingos, pontos mal feitos, óleo, graxas, etc.). 2. Verifique se todas as conexões e cabos estão bem apertados e firmes. 3. Diminua a distância do bico de contato com a peça. 4. Bico muito gasto não permite um bom contato elétrico. Troque o bico gasto. 5. Evite movimentos repentinos, pois impedem a estabilidade do arco.
Porosidade	<ol style="list-style-type: none"> 1. Correntes de ar muito fortes. 2. Sujeira nas peças. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proteja as peças das correntes de ar (ventos). 2. Elimine as impurezas das chapas (graxas, umidade, óleo, carepa e sujeira da chapa-base).

PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Porosidade	3. Vazão do gás está alta ou muito baixa. 4. O gás pode não ser o indicado para o processo e transferência (curto-circuito, spray). 5. Arame ou guias sujos. 6. Voltagem alta. 7. Respingos colados no bocal. 8. Distância do bocal incorreta. 9. Vazamentos nas mangueiras. 10. Largura excessiva da poça de fusão. 11. Vazamentos das pistolas. 12. Manômetro de vazão pode não estar marcando corretamente a vazão, dando falsa informação.	3. Regule a vazão do gás nas seguintes proporções: diâmetro do arame x 10. Ex.: \varnothing do arame = 0,8 ou seja $0,8 \times 10 = 8,0$ temos 8,0 l/min. 4. Antes de começar a soldar, verifique se o gás é o indicado para o processo MIG/MAG e transferência (curto-circuito ou spray). 5. Limpe a guia com ar-comprimido. Verifique se o arame não está com graxa, resíduos ou umidade. 6. Reduza a voltagem. 7. Retire os respingos, pois eles alteram o fluxo do gás provocando turbulências e aspiração do ar. 8. Mantenha a distância correta. Nem muito perto, nem muito longe. Fique sempre atento para a distância correta na soldagem. 9. Verifique sempre mangueiras e conexões para evitar aspiração de ar pelo furo. 10. Reduza o tamanho da poça de fusão. 11. Verifique sempre as juntas e a pistola. Se tiver algum furo, faça a substituição. 12. Inspeção com um fluxômetro manual diretamente na pistola para ter a vazão real de saída da tocha.
Respingos	1. Tensão (voltagem) muito elevada. 2. Vazão de gás excessiva. 3. Sujeira no metal-base. 4. Avanço do arame alto ou baixo em relação à tensão (voltagem) do arco. 5. Distância excessiva entre o bocal e a peça. 6. Altura excessiva do arco.	1. Reduza a tensão (voltagem), pois a tensão alta aumenta o comprimento do arco. 2. Verifique a vazão correta do gás. 3. Limpe a peça de todas impurezas (tintas, óxidos, óleos, etc.) 4. Ajuste o avanço controlando pelo tamanho/volume da gota na ponta do arame, que deve ter, aproximadamente, o mesmo diâmetro do arame. 5. Diminua a distância entre o bocal e a peça. 6. Reduza a altura do arco.

PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Respingos	7. Controle inadequado da indutância. 8. Posição da tocha errada. 9. Mal contato entre cabos e peças. 10. Bico danificado. 11. Bocal com respingos agarrados.	7. Indutância muito alta diminui o número de respingos, porém seu volume aumenta e eles passam a agarrar na peça. Indutância baixa aumenta o número de respingos, porém seu volume é bem menor e eles não ficam agarrados na peça. 8. Use a técnica de arco quente (arame sobre a poça de fusão). Não incline muito a pistola e procure manter, onde for possível, o arco mais perpendicular à linha de solda. 9. Limpe as superfícies a serem contatadas a fim de evitar instabilidades no arco. 10. Substitua o bico. 11. Limpe ou troque o bocal com respingos.
Falta de fusão.	1. Superfícies a serem soldadas estão com muita sujeira. 2. Energia de soldagem insuficiente. 3. Poça de fusão muito larga. 4. Técnica de soldagem inadequada 5. Velocidade excessiva de deslocamento da tocha. 6. Projeto de junta inadequado.	1. Limpe bem as faces do chanfro antes de iniciar a soldagem. 2. Aumente a voltagem e a velocidade de alimentação do arame. Reduza também o comprimento livre do arame. 3. Diminua a oscilação da tocha e aumente um pouco a velocidade de deslocamento. 4. Quando usar oscilação durante a soldagem, mantenha momentaneamente o arco sobre a lateral. 5. Reduza a velocidade de deslocamento (avanço). 6. Utilize chanfros que sejam largos o suficiente para a soldagem. Ângulo de 60° a 75°.
Falta de penetração.	1. Corrente (amperagem) de soldagem inadequada. 2. Abertura de raiz excessivamente pequena.	1. Aumente a velocidade de alimentação do arame. 2. Mantenha uma distância de 1,5 a 3,0 mm  1,5 a 3,0 mm. Conforme o processo

PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Falta de penetração.	<ol style="list-style-type: none"> Técnica de soldagem inadequada. Projeto de junta inadequado. 	<ol style="list-style-type: none"> Mantenha a tocha, o máximo possível, perpendicular ao eixo da solda. A junta deve permitir o acesso ao fundo. Reduza o nariz da raiz quando estiver excessivo. Aumente o espaço entre as chapas nas juntas de topo. 
Fusão excessiva.	<ol style="list-style-type: none"> Calor excessivo. Junta inadequada. 	<ol style="list-style-type: none"> Reduza a tensão (voltagem) e aumente a velocidade de avanço. Reduza a abertura da raiz no máximo 3,0 mm e no mínimo 1,5 mm.
Dificuldades em abrir o arco.	<ol style="list-style-type: none"> Polaridade trocada. Conexões soltas ou em mau estado. 	<ol style="list-style-type: none"> Cheque a polaridade e troque fios, se necessário. Aperte as conexões ou troque-as, se necessário.
Superaquecimento dos cabos.	<ol style="list-style-type: none"> Cabos muito finos ou longos. 	<ol style="list-style-type: none"> Cheque a corrente e substitua os cabos.
Arame não é alimentado.	<ol style="list-style-type: none"> Fusíveis queimados no alimentador ou na fonte. Pistola defeituosa. Conduíte quebrado. Motor do alimentador queimado. 	<ol style="list-style-type: none"> Substitua os fusíveis. Verifique ou troque gatilho. Substitua o conduíte. Verifique e troque.
Alimentação irregular e fusão no bico.	<ol style="list-style-type: none"> Flutuações de tensão. Polaridade errada. 	<ol style="list-style-type: none"> Cheque a tensão da rede. Cheque a polaridade e troque-a.
Arame alimenta mas não há gás.	<ol style="list-style-type: none"> Falha do solenóide. Mangueiras soltas, furadas, torcidas ou quebradas. 	<ol style="list-style-type: none"> Substitua-o. Verifique e substitua-o, se necessário.
Não há controle do arame.	<ol style="list-style-type: none"> Placa de circuito danificada. 	<ol style="list-style-type: none"> Substitua a placa.
Arame se movimenta na tocha, mas não há arco.	<ol style="list-style-type: none"> Contato entre as peças e o cabo-terra estão ruins. Conexões soltas. Contatos do controle estão quebrados. 	<ol style="list-style-type: none"> Limpe as peças e prenda bem o cabo-terra. Aperte bem as conexões. Repare ou substitua-os.

PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Trincas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calor excessivo na junta, causando excesso de contração e distorção. 2. Projeto de junta inadequado. 3. Elevada restrição dos membros estruturais. 4. Cordões de solda muito pequenos (passes de raiz ou de filete). 5. Relações dimensionais inadequadas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reduza a voltagem ou a velocidade do arame ou até mesmo ambas. Aumente também a velocidade de avanço. 2. Faça chanfros adequados, conforme normas AWS ou ASME. 3. Use passes retos sem oscilação, utilize arco curto amperagem e voltagem mais baixas. 4. Diminua a velocidade de avanço ou faça oscilação mínima. 5. Formatos muito profundos e estreitos fragilizam os cordões. Aumente um pouco a voltagem ou diminua a velocidade do arame, ou ainda ambas. Pode-se ainda diminuir a penetração. Se possível aumente os chanfros com esmerilhamento.
Inclusão de escória.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpeza ruim entre passes, na lateral dos chanfros. 2. Distribuição inadequada de passes dentro do chanfro. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpe bem com escovas rotativas ou esmerilhe, se necessário. 2. Faça cordões com pouca oscilação. Cuidado nos cantos (lateral) do chanfro.

PROBLEMAS QUE PODEM OCORRER NO CABEÇOTE ALIMENTADOR DE ARAME EM PROCESSOS MIG/MAG AÇO INOX OU AÇO CARBONO

PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Alimentação do arame está "enroscando" ou o arame não é alimentado, mas as roldanas estão girando.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cabo da tocha pode estar torcido. 2. O arame pode estar bloqueado na pistola ou no cabo. 3. Posição incorreta das roldanas com as ranhuras (canal). 4. Roldanas soltas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique o cabo da tocha e substitua-o, se necessário. 2. Remova o arame da pistola e do cabo e introduza novamente o arame. Se notar alguma obstrução na pistola ou no cabo, substitua a pistola ou o cabo, se necessário. 3. Verifique as roldanas do alimentador e os acessórios para guia do arame. 4. Remova, limpe, instale e aperte as roldanas.

PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Alimentação do arame está "enroscando" ou o arame não é alimentado, mas as roldanas estão girando.	5. Cabo da tocha sujo. 6. Roldanas gastas. 7. Arame com defeito - rugoso ou sujo de óleo, por exemplo. 8. Bico gasto ou guia espiral com defeito. 9. Bico parcialmente fundido. 10. Pouca pressão nas roldanas. 11. Guia espiral ou bico incorreto.	5. Limpe o cabo ou substitua a guia espiral. 6. Substitua as roldanas. 7. Substitua o arame. 8. Substitua o bico. 9. Substitua o bico. 10. Corrija o aperto. 11. Troque por guia espiral e bico corretos.
O Arco está instável como se estivesse "caçando".	1. Bico errado, gasto ou fundido. 2. Cabo-terra danificado ou conexões do cabo-terra muito ruins. 3. Conexões do arame podem estar soltas. 4. Polaridade errada. 5. Problemas com comunicação dos sensores da máquina com a tocha.	1. Substitua o bico, remova alguns respingos na ponta do bico. 2. Verifique, conserte ou substitua-o, se necessário. 3. Veja se a condução do arame está certa e se não está apertado demais nas roldanas. Verifique se o bico está solto. 4. Verifique no quadro de instalação da máquina se a polaridade está correta para o processo de soldagem. 5. Verifique se as conexões do cabo estão bem apertadas, se a velocidade do arame está constante e se os parâmetros no alimentador estão iguais no visor da máquina.
O arco está ruim, com alguma paralisação, ocasionando porosidade na solda. O cordão está semelhante às "contas de um terço" ou o arame está curto dentro da chapa durante a soldagem.	1. Procedimento ou técnica de soldagem imprópria. 2. Gás está falhando na proteção durante a soldagem.	1. Verifique procedimentos e técnicas para soldagem com arame processo MIG/MAG. 2. Limpe conexões do gás, verifique se a garrafa de gás não está vazia, ou com o registro fechado, verifique também se a quantidade de gás (vazão) está na faixa recomendada. Remova o revestimento da pistola e verifique se a vedação de borracha está com algum sinal de deterioração ou danificada. Veja se os parafusos do revestimento (cabo da pistola) estão bem apertados.

PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Bico agarrado no difusor.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bico superaqueceu devido a uma solda prolongada ou a uma corrente muito alta, ou ainda excedeu ciclo de trabalho. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Não exceda a corrente (amperagem) e o ciclo de trabalho da pistola, ou seja, verifique o limite máximo de amperagem permitido pela pistola, indicado pelo fabricante. Pode ser aplicado um lubrificante anti-agarrador como "Lincoln E2607 graxa com grafite. Não utilizar com aço "Série L" ou Ferrítico.
Alimentação irregular e fusão no bico.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pressão dos roletes inadequada. 2. Tubo de contato entupido ou gasto. 3. Arame empenado. 4. Guias enroladas. 5. Conduíte sujo ou gasto. 6. Conduíte muito longo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajuste a pressão. 2. Limpe ou troque-o. 3. Substitua o arame, ou retire a parte danificada. 4. Endireite guias e conduítes. 5. Limpe ou substitua-o. 6. Encurte ou use sistema com 2 (dois) acionadores.
Embolamento nas roldanas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pressão excessiva nos roletes. 2. Conduíte ou bico inadequados. 3. Roletes ou guias de arame desalinhadas. 4. Restrição na tocha ou cabo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajustar. 2. Verifique e use o apropriado. 3. Cheque e alinhe. 4. Cheque e remova.
Motor do alimentador funciona mas não alimenta o arame.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pressão dos roletes insuficiente. 2. Roletes inadequados. 3. Pressão excessiva no freio. 4. Entupimento no conduíte ou no bico de contato. 5. Conduíte ou bico incorretos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique e ajuste. 2. Coloque os roletes adequados. 3. Solte o freio um pouco. 4. Limpe bem. 5. Substitua.

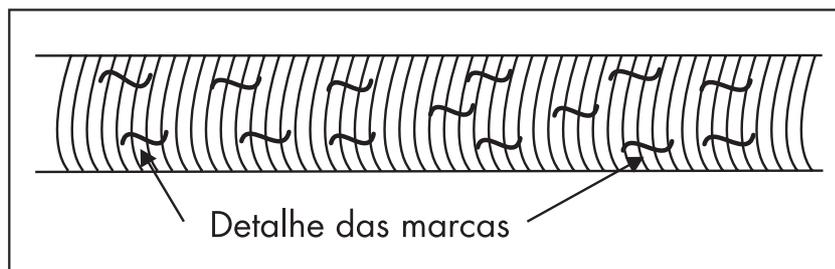
PROBLEMAS QUE PODEM OCORRER COM O PROCESSO MIG – ARCO PULSADO

PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Muito respingo e som pipocado pelo arco.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Voltagem muito baixa para a velocidade do arame. 2. Velocidade do arame muito alta para a voltagem. 3. Freqüência muito baixa para a alimentação do arame. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumente a voltagem. 2. Diminua a velocidade do arame. 3. Aumente a freqüência.
O arco está muito comprido.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Voltagem muito alta. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diminua a voltagem.
O arco está instável e batendo na tocha.	<ol style="list-style-type: none"> 1. O bico está queimado ou danificado. 2. Problema na fabricação do arame. 3. Cabo-guia muito largo para o diâmetro do arame. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Substitua o bico de contato. 2. Substitua o arame. 3. Substitua o cabo-guia (guia espiral).
O arco é desviado e está instável.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contaminação na peça. 2. Vazão de gás muito baixa. 3. Passagem pelo cabo-guia (guia espiral) contaminada por óleo ou graxa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ao soldar uma peça, limpá-la de óleo, oxidação ou outras sujeiras. 2. Verifique a vazão do gás ou proteja-a contra o vento. 3. Substitua o cabo-guia contaminado.
Queimadura lado a lado no início da solda (isto ocorre devido à insuficiência do arame para a voltagem, o arco fica comprimido até fundir o arame no tubo de contato).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Engate da fonte de energia errado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique os procedimentos de instalação.
Queda brusca no arco ou no final do arame.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Freqüência muito alta para a velocidade de alimentação do arame. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diminua a freqüência.

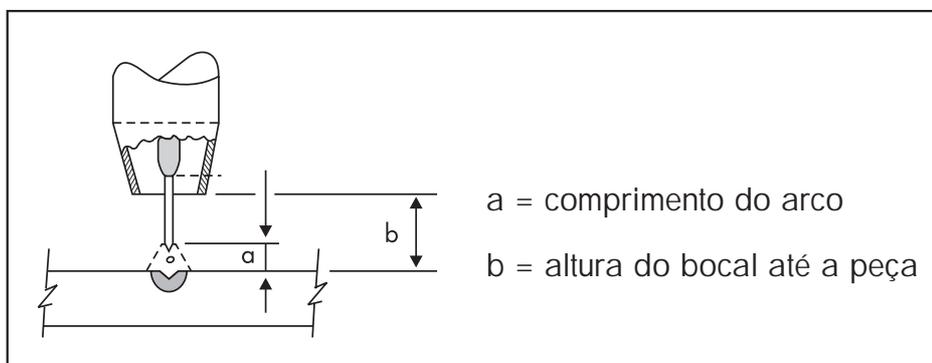
PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Cordão muito alto.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Voltagem do arco muito baixa. 2. Velocidade de avanço muito lenta. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumente a voltagem. 2. Aumente a velocidade de avanço.
Cordão muito baixo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Voltagem do arco muito alta. 2. Velocidade de avanço muito rápida. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diminua a voltagem. 2. Diminua a velocidade de avanço.
Mordedura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ângulo de tocha errado. 2. Corrente (amperagem) muito alta. 3. Comprimento do arco muito longo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique os procedimentos de soldagem, iniciando pelos pontos sugeridos.
Comprimento do arco flutua. Alimentação do arame irregular.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aperto insuficiente ou excessivo nas roldanas. 2. Bico de contato está em condições ruins (pode ter sido contaminado por respingos de solda ou tapado com pedaço de arame). 3. O tamanho dos bicos de contato está errado. 4. Bico de contato está muito aquecido. 5. O arame está retorcido (o arame tem que estar completamente "liso"). 6. Fricção excessiva ou errada na guia espiral. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Veja recomendações do fabricante para ajustar as roldanas. 2. Substitua o bico. 3. Substitua o bico. 4. Substitua o bico. 5. Verifique o alimentador de arame para corrigir o rolo e os tubos-guia. 6. Verifique se há algum dano ou se a guia espiral está com tamanho errado.
Porosidade	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sujeira na peça (óleo, água, oxidação, etc.). 2. Qualidade do arame ruim (mal armazenado). 3. Abertura ou entrada de ar no abastecimento de gás de proteção. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpe a peça. 2. Verifique as recomendações do fabricante para armazenamento do arame. 3. Repare a abertura ou vazamentos no sistema.

PROBLEMAS QUE PODEM OCORRER COM O PROCESSO MIG/MAG ARAME TUBULAR EM AÇO INOX

- Basicamente, a soldagem com arame tubular é uma interligação entre os processos eletrodo revestido e MIG/MAG. Este processo é mais indicado para chapas grossas, soldas fora de posição (horizontal, vertical ascendente) em solda com qualidades radiográficas. E pode ser usado em caldeirarias para construções de vasos de pressão.
- Todos os problemas e técnicas empregados nas tabelas de eletrodo revestido e MIG/MAG são válidos para o processo MIG/MAG com arame tubular.
- Um problema comum apenas ao arame tubular são marcas no cordão de solda como mostra a ilustração:



- Metalurgicamente, estas marcas não influenciam a solda em nada, mas dão um aspecto feio e "suspeito" sobre a solda. Para eliminá-las basta aumentar a altura do bocal em relação à peça. A solda com arame tubular exige altura do bocal mais alto.

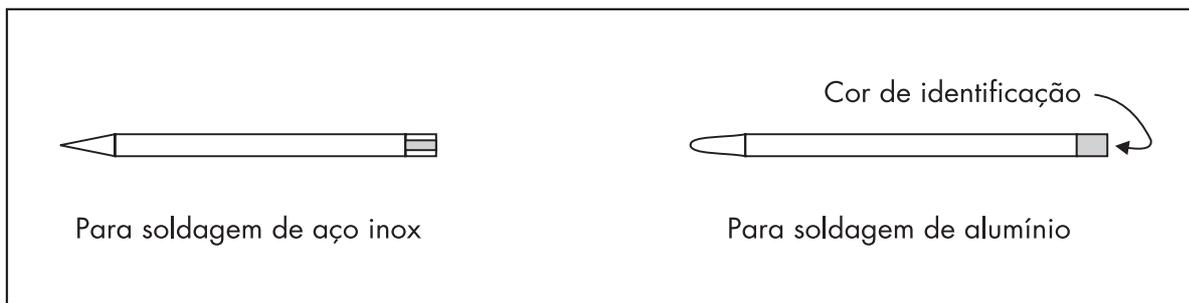


- O gás de proteção para soldagem com arame tubular de aço inox, pode ser produzido a partir de misturas como CO₂ + 15% a 25% de argônio (C25 – White Martins) ou 100% CO₂.
- Aconselha-se soldar com 100% CO₂, que dá uma solda muito boa e tem um custo mais baixo, visto que o gás CO₂ puro é mais barato, compensando maior custo do arame tubular.
- Em soldas de muitos passes, onde a máquina de solda trabalhará longos períodos sem interrupção, haverá menos problemas.

CUIDADOS NECESSÁRIOS COM O PROCESSO TIG EM GERAL

Antes de começar a soldar, além das recomendações já mencionadas, verifique as informações a seguir:

1. Verifique se o cabo-terra está bem fixado à peça.
2. Verifique o aperto de todas as conexões na linha de alimentação do gás de proteção.
3. Verifique o bocal da tocha. Se estiver queimado ou carbonizado, substitua-o. Se estiver com respingos, limpe-o.
4. Verifique o eletrodo não consumível, ele deve ter uma aparência clara e prateada.
5. Se a tocha for refrigerada à água, verifique a vazão de água na tocha ou sua pressão de entrada, além de checar se há vazamentos de água.
6. Verifique as regulagens da vazão de gás e da corrente (amperagem) de soldagem. Quando todos os parâmetros têm o valor correto, a extremidade do eletrodo tem uma forma esférica.
7. Verifique o comprimento do eletrodo fora do bocal, este comprimento deve, normalmente, ser igual ao seu diâmetro. No entanto, esta regra pode ter exceções.
 - Para soldas de ângulo, o comprimento máximo a admitir é de 6,0 mm (seis milímetros).
 - Para soldas de topo, o comprimento máximo a admitir é de 5,0 mm (cinco milímetros).
 - Para as soldas em quina o comprimento máximo a admitir é de 1,5 mm a 3,0 mm (um milímetro e meio a três milímetros).
8. Determine se deve ou não utilizar um eletrodo com ponta cônica. Certas aplicações, como aços inoxidáveis em espessuras finas, requerem eletrodos com ponta em forma de cone. Metais de elevada condutibilidade térmica como o alumínio ou cobre não requerem eletrodos pontiagudos, a não ser em espessuras finas.



Um eletrodo pontiagudo aumenta a concentração do arco e a densidade de corrente no arco estabilizando-o, conseqüentemente. Isto faz com que se possa usar um determinado diâmetro de eletrodo a correntes mais baixas que as normais, sem perda da estabilidade do arco, prolongando a vida útil do eletrodo.

9. Dê preferência aos eletrodos tungstênio toriado conforme norma AWS A5.12 classe EWTh-2. Possui cor de identificação vermelha na ponta. Eles contam com as seguintes vantagens:
- a – Abertura do arco mais fácil
 - b – Maior estabilidade do arco
 - c – Faixas de corrente mais elevadas em AF (Alta frequência)
 - d – Tendência menor em grudar o eletrodo na peça quando da abertura do arco.

Os eletrodos de tungstênio toriado não devem ser usados com correntes alternadas e estabilização de alta frequência, pois existe a possibilidade de partículas de tungstênio serem transferidas para o cordão de solda. Quando for utilizada corrente alternada, utilize eletrodos tungstênio zirconiado, classe EWZr. Possui cor de identificação marrom na ponta.

10. O gás normalmente utilizado é o argônio puro. Para aços inoxidáveis ferríticos, utilize sempre argônio puro. Deve-se evitar nitrogênio e hidrogênio.
11. Use sempre polaridade direta (-). Tocha ligada no borne negativo da máquina e o cabo-terra no positivo.
12. Use polaridade inversa somente em casos especiais. Tocha ligada no borne positivo da máquina e o cabo-terra no negativo. A polaridade inversa é mais vantajosa para metais como alumínio e o magnésio. O uso desta polaridade é limitado a espessuras finas.
13. Procure utilizar manômetro acoplado com fluxômetro do tipo rotâmetro, sempre na posição vertical que permite uma leitura mais correta da vazão. Certos modelos são calibrados em l/min (litros por minuto), outros em C.F.H. (pés cúbicos por hora). Para conversão, multiplique l/min por 2,1 ou divida C.F.H. por 2,1.
14. Para soldas até um máximo de 150 ampères, utilize tocha com resfriamento natural. Acima de 150 ampères utilize tocha com resfriamento por circulação de água.
15. O tamanho do bocal fabricado de cerâmica deve ser escolhido de acordo com a corrente (amperagem) de solda e a bitola do eletrodo usado.

A seguir uma tabela como exemplo.

Metal a soldar: Aço Inoxidável Austenítico.

Corrente: CC (-)

Eletrodo: EWTh2

Posição: Plana

Junta: de topo

Gás: Argônio

Peça		Bocal Ø mm	Vareta Ø mm	Eletrodo Ø mm	Gás l/min.	Amperage m (A)
Espessura (mm)	Nº Passes					
0,38	1	8	1,2	1,0	4	10 – 15
0,60	1	8	1,0	1,6	4	15 – 20
1,20	1	9	1,6	1,6	4	35 – 40
1,90	1	9	2,4	1,6	5	75 – 80
2,60	1	13	2,4	1,6	6	85 – 90
3,40	1 – 2	13	3,2	2,4	6	125 – 130

GUIA PARA SELEÇÃO DA CORRENTE DE SOLDAGEM

MATERIAL A SOLDAR	CORRENTE CONTÍNUA (C.C.)		CORRENTE ALTERNADA (~)
	Polaridade Direta (-)	Polaridade Inversa (+)	
Aço Inoxidável Austenítico	Excelente	Pobre	Bom
Aços Baixa liga	Excelente	Pobre	Bom
Aços Alto Carbono	Excelente	Pobre	Bom
Aços Alta Liga	Excelente	Pobre	Bom
Revestimento duro	Bom	Pobre	Excelente
Níquel e suas ligas	Excelente	Pobre	Bom
Magnésio até 3,2 mm	Pobre	Bom	Excelente
Magnésio acima 3,2 mm	Pobre	Pobre	Excelente
Alumínio até 2,4 mm	Não Solda	Excelente	Excelente
Alumínio acima 2,4 mm	Não Solda	Pobre	Excelente
Fundidos de Alumínio	Não Solda	Pobre	Excelente
Fundidos de Magnésio	Pobre	Bom	Excelente
Titânio	Excelente	Pobre	Bom
Ferro Fundido	Excelente	Pobre	Bom

TABELA-BASE PARA REGULAGEM DA MÁQUINA

Tipo de Eletrodo	Diâmetro		Corrente de Soldagem		
			C.A.	C.C.	
	MM	Pol.	A.F.	Eletrodo (-)	Eletrodo (+)
E WP	1,6	1/16"	60 - 100	70 - 150	10 - 20
	2,4	3/32"	100 - 160	150 - 225	15 - 30
E WTh - 1	3,2	1/8"	140 - 220	200 - 275	25 - 40
E WTh - 2	4,0	5/32"	200 - 275	250 - 350	40 - 55
E WZr - 1	4,8	3/16"	250 - 400	300 - 500	55 - 90
	6,4	1/4"	300 - 500	400 - 650	80 - 125

Obs.: P = Puro

1 = porcentagem de liga

E WP = Verde

E WTh - 1 = Amarelo

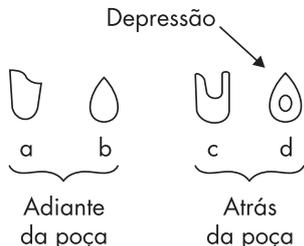
E WTh - 2 = Vermelho

E WZr - 1 = Marron

PROBLEMAS QUE PODEM OCORRER COM O PROCESSO TIG

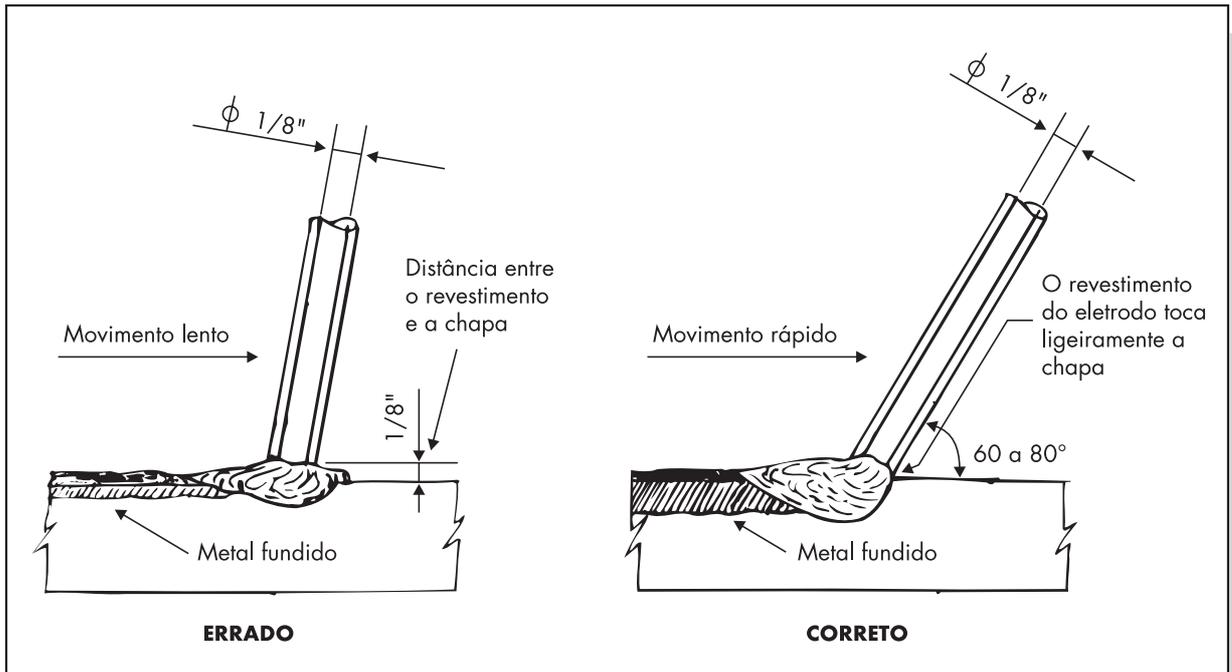
PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Consumo excessivo de eletrodo.	<ol style="list-style-type: none"> Soldagem na polaridade errada. Mau contato entre o eletrodo e a pinça porta-eletrodo. Eletrodo contaminado por contato com a poça de fusão. Amperagem inadequada para o diâmetro de eletrodo usado. Gás de proteção insuficiente. Tipo de eletrodo inadequado. 	<ol style="list-style-type: none"> Inverta a posição dos cabos. Verifique e aperte. Limpe o eletrodo com um leve esmerilhamento. Se estiver muito contaminado ou corroído deve ser substituído. Verifique se há uma bola na ponta do eletrodo cerca de mais de 1,5 vezes o diâmetro do eletrodo. Neste caso a amperagem está alta, diminua. Verifique o circuito de alimentação do gás e a regulagem da vazão. Troque por eletrodo adequado ao serviço.

PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Arco flutuante.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Óxidos ou agentes contaminadores na superfície do metal-base. 2. Ângulo do chanfro da junta estreito demais. 3. Eletrodo contaminado. 4. Arco comprido demais. 5. Diâmetro do eletrodo grande demais para amperagem usada. 6. Ligações elétricas defeituosas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpe a peça de impurezas tais como óleo, graxa, umidade, etc. 2. Aumente o chanfro. 3. Limpe o eletrodo com um leve esmerilhamento ou substitua-o. 4. Diminua o comprimento do arco. 5. Troque por eletrodo de menor diâmetro. 6. Cheque os fios que ligam a máquina na rede e conserte-os, se necessário.
Porosidade	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cilindros de gás contaminados: umidade excessiva. 2. Superfícies do metal-base contaminadas devido a uma limpeza inadequada. 3. Formação de óxidos na vareta de metal de adição, cuja ponta em fusão saiu da cortina do gás de proteção. 4. Falta de fusão entre passes ou limpeza incompleta entre os mesmos. 5. Correntes de ar (ventos) na área de soldagem. 6. Vazão baixa do gás de proteção. 7. Umidade na vareta metal de adição. 8. Bocal refratário de diâmetro inadequado. 9. Conexão do cabo-terra solta. 10. Solidificação da poça de fusão ocorrendo muito rapidamente. 11. Contaminação das varetas de adição por armazenamento impróprio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Substitua o cilindro. 2. Verifique e limpe-o novamente. 3. Verifique e corte o pedaço oxidado da vareta. 4. Verifique problemas à falta de fusão adiante. Melhore limpeza entre passes. 5. Proteja a área de soldagem dos ventos. 6. Aumente a vazão. 7. Vareta estava armazenada incorretamente. Verifique, seque ou substitua a vareta. 8. Substitua o bocal. 9. Verifique e aperte. 10. Mantenha o arco aberto mais tempo. 11. Verifique as condições de armazenagem.

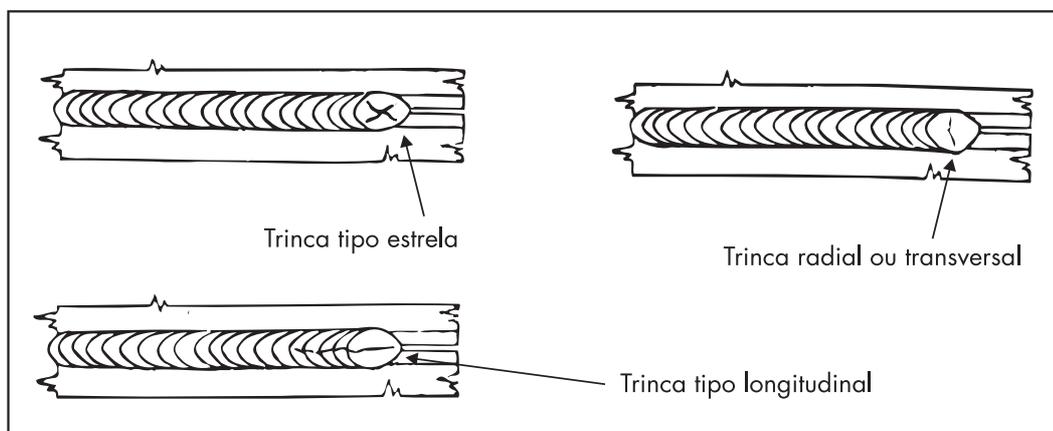
PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO POSSÍVEL
Porosidade	12. Vazamento no circuito de gás de proteção. 13. Excesso de gás de proteção.	12. Cheque todo o circuito (mangueiras, conexões, etc.). 13. Diminua a vazão do gás.
Falta de fusão.	1. Preparação da junta errada. 2. Metal de adição depositado antes que a poça de fusão tenha se formado, no metal-base. 3. Amperagem de soldagem baixa demais. 4. Regime de deposição ocorrendo rápido demais. 5. Má interpretação da forma da poça de fusão. 6. Manuseio inadequado da tocha. 7. Pontos de soldagem, durante a montagem, grandes demais. 8. Má fixação das peças a soldar.	1. Cheque aberturas, ângulo de chanfros, profundidade, limpeza, etc. 2. Cuide para que a vareta não entre no arco, e sim na borda dianteira da poça de fusão. 3. Aumente a amperagem. 4. Faça uma deposição da vareta mais lenta. 5. Utilize técnica de soldagem de acordo com a poça de fusão. a = plana b = em gota c = cavada d = em bico  6. Mude a técnica de soldagem. 7. Esmerilhe os pontos de solda. 8. Antes de soldar, verifique as condições de fixação das peças.
Queda excessiva do metal de adição.	1. Má interpretação da forma da poça de fusão. 2. Velocidade de soldagem muito baixa. 3. Ângulo inadequado da tocha. 4. Amperagem de soldagem alta demais.	1. Mude a técnica de soldagem de acordo com a poça de fusão. 2. Aumente a velocidade de avanço. 3. Altere a posição da tocha. 4. Diminua a amperagem.

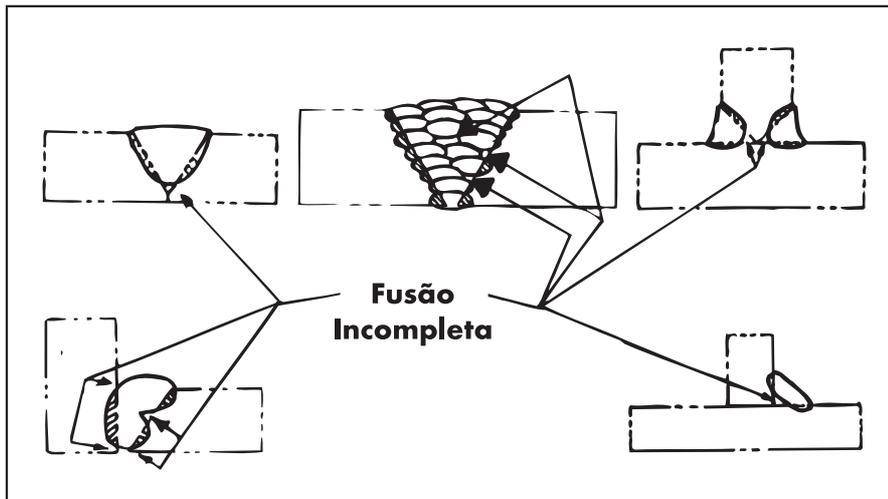
PRINCIPAIS DEFEITOS E TÉCNICAS ERRADAS QUE SÃO FEITAS DURANTE A SOLDAGEM

POSICIONAMENTO DE ELETRODO EM POSIÇÃO PLANA

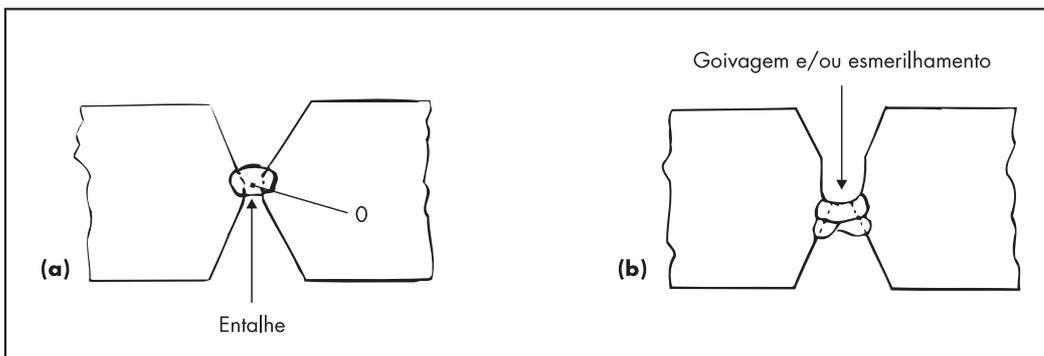
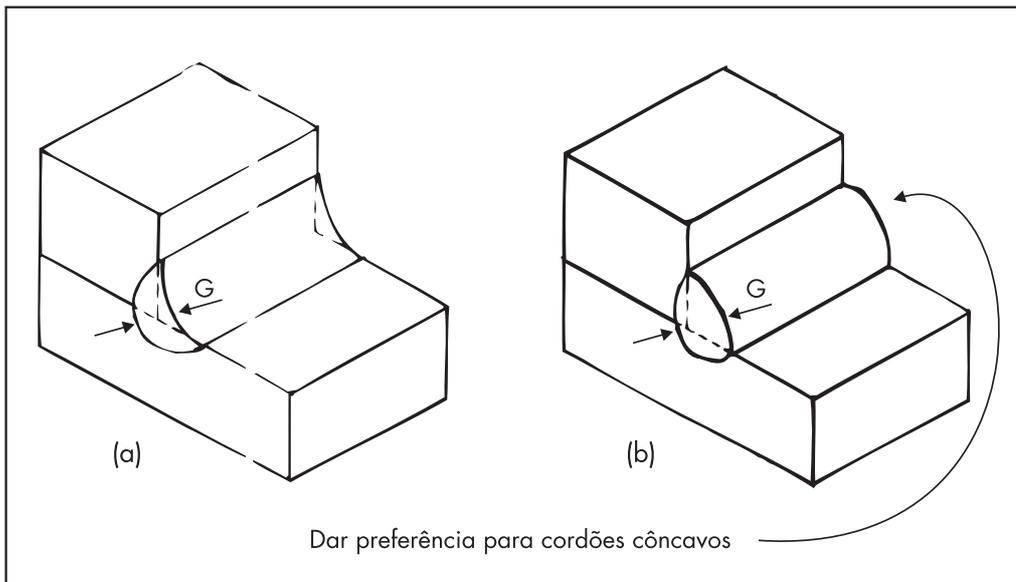


Alguns tipos de trincas na cratera provocadas por contração a quente.





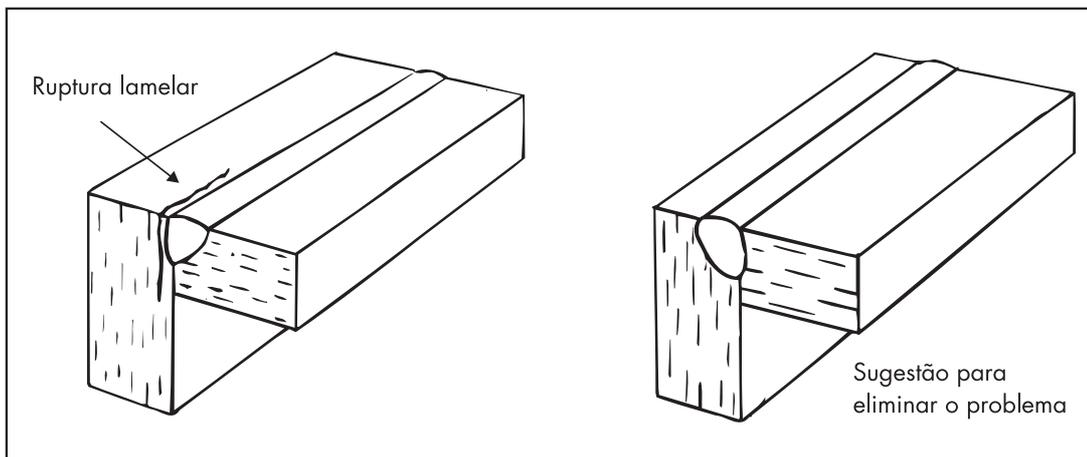
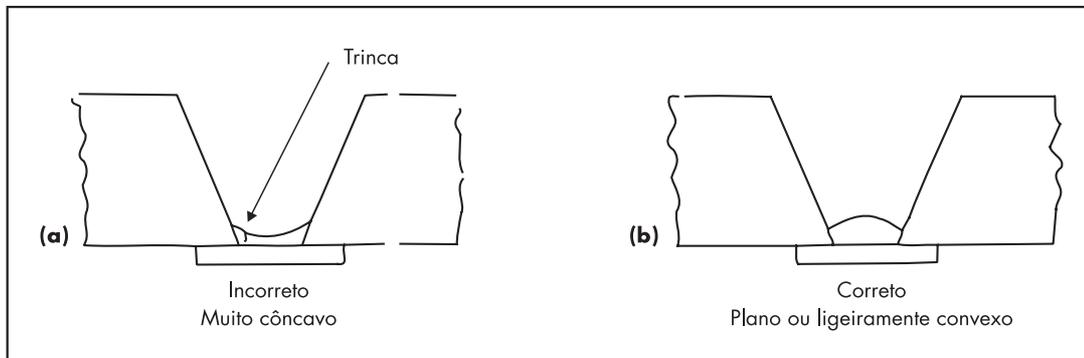
Detalhes típicos de fusão incompleta

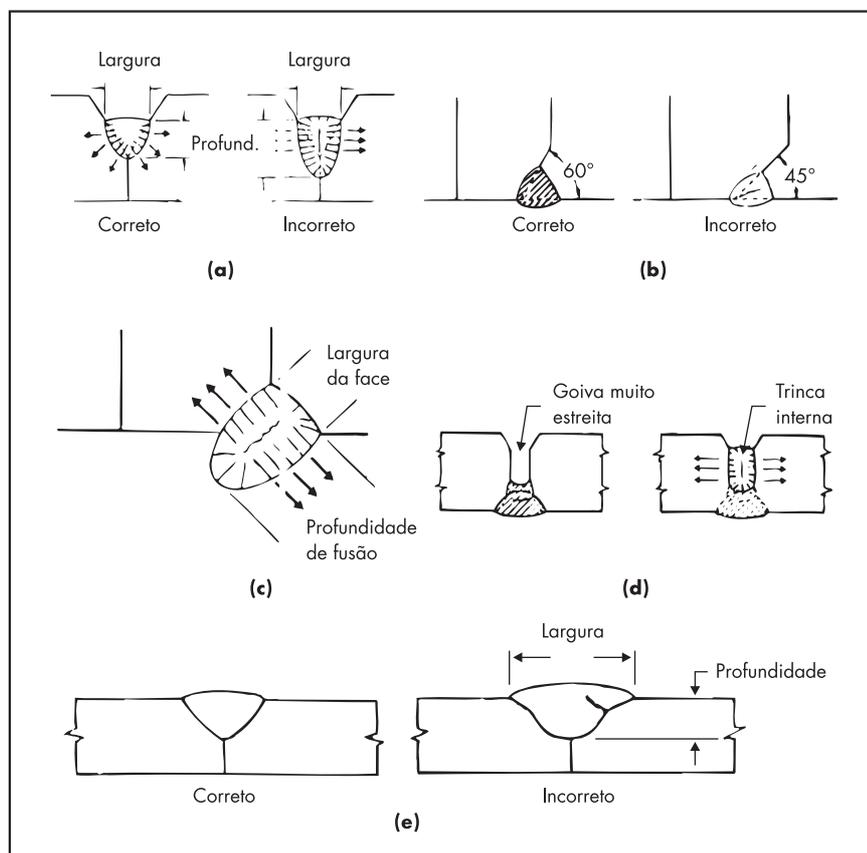
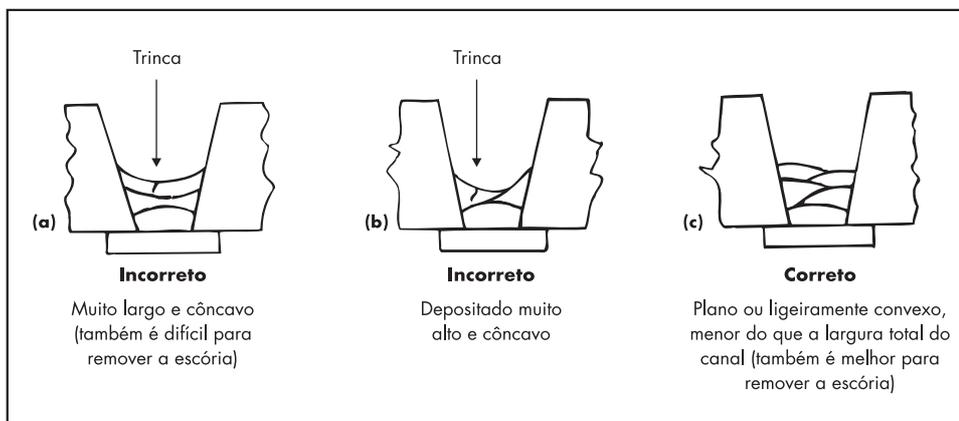
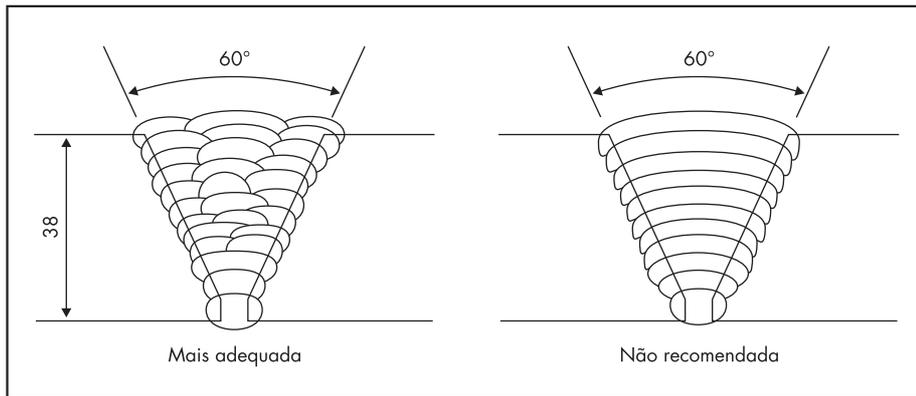


0 = Ponto de origem de trincas

Finalidade da goivagem

- 1 - Remover a escória ou óxidos que geralmente, ficam retidos quando da execução do primeiro passe.
- 2 - Remover qualquer pequena trinca que eventualmente possa ocorrer (geralmente é recomendado remover totalmente o passe de raiz).
- 3 - Alargar o canal (chanfros) para que o primeiro cordão do segundo lado seja suficientemente largo e espesso para resistir a contração que fatalmente ocorrerá devido a rigidez da junta.





TERMINOLOGIA

A terminologia da Soldagem Elétrica tem por finalidade definir termos e expressões técnicas usadas em soldagem.

C

Ângulo formado pela disposição das peças chanfradas, cujos chanfros ficam topo a topo (Figura 1).

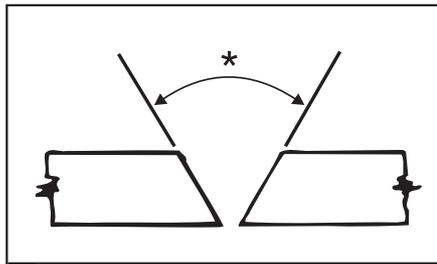


Figura 1

P

Pequeno vazio, geralmente redondo, encontrado numa solda (Figura 2).

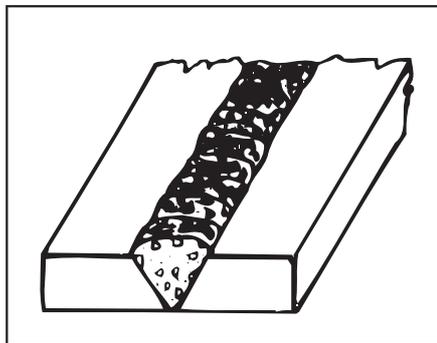


Figura 2

M

S

Linha de separação entre a superfície da peça e o cordão de solda (Figura 3).

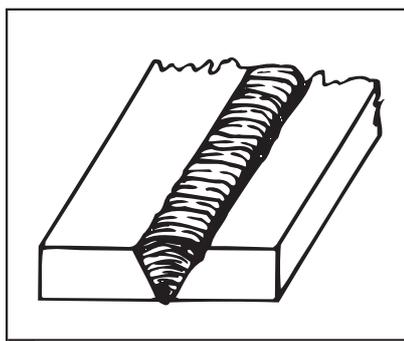


Figura 3

C
Depósito de metal obtido em um ou mais passes numa mesma profundidade (Figura 4).

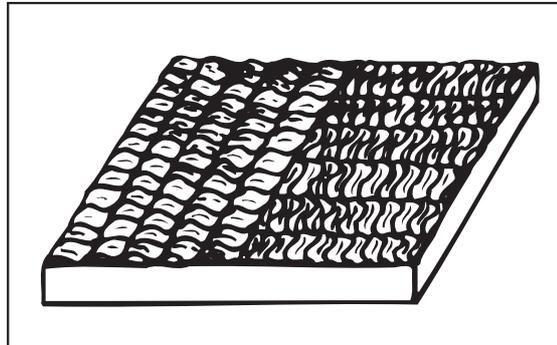


Figura 4

C
Corte efetuado nas bordas das peças a soldar, ou abertura feita na região da peça a ser soldada (Figura 5)

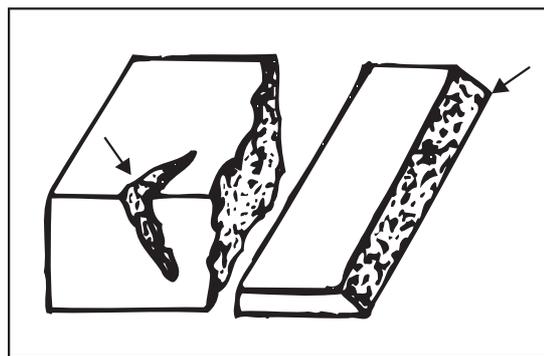


Figura 5

C -
Material usado como apoio na raiz da junta, durante a soldagem (Figura 6)

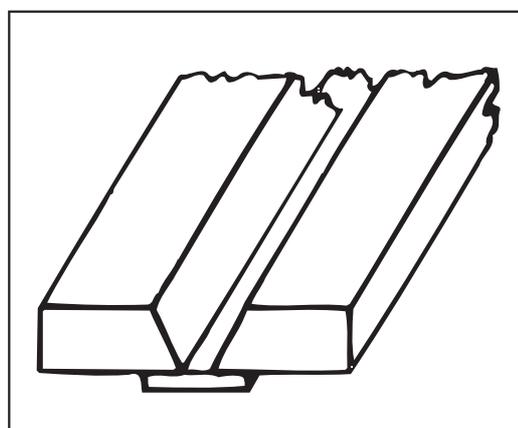


Figura 6

P F

Técnica para depositar metal de solda sem fazer movimento lateral (Figura 7).

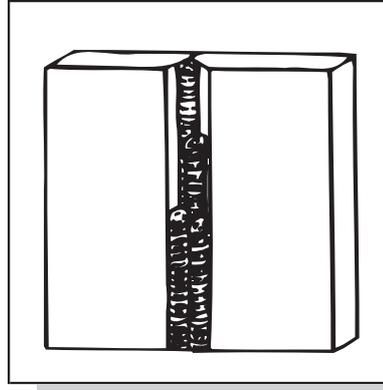


Figura 7

P D

Técnica de soldagem, na qual trechos iguais de metal são depositados em intervalos regulares prefixados (Figura 8).

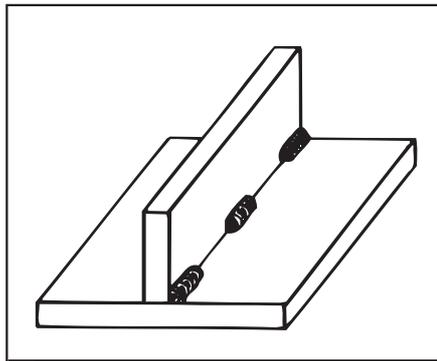


Figura 8

C A

Distância entre a extremidade inferior da alma do eletrodo e a superfície da peça (Figura 9).

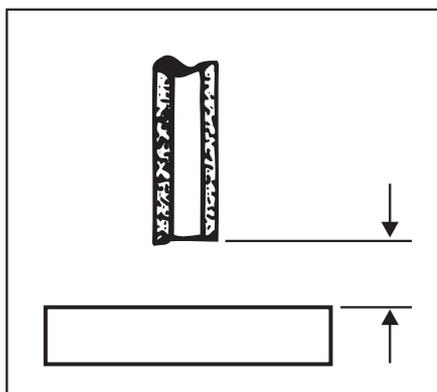


Figura 9

C

Redução de volume do metal quando resfriado (Figura 10).

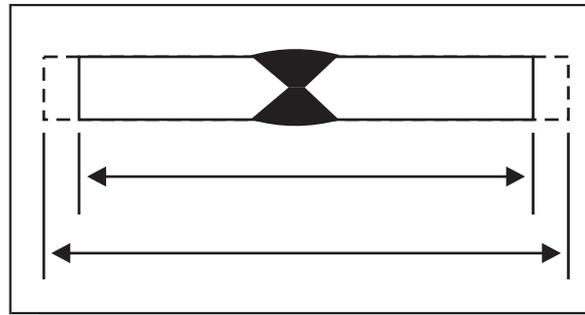


Figura 10

C S

É a solda propriamente dita, formada em um ou mais passes (Figura 11).

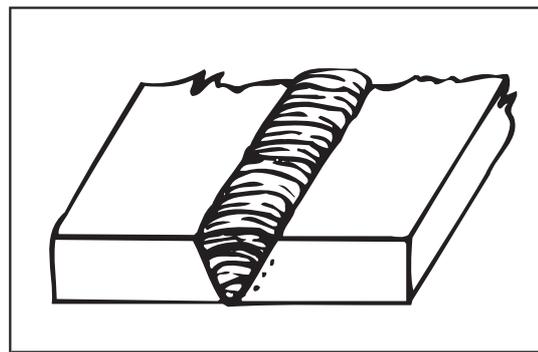


Figura 11

C

Cavidade formada no metal-base, decorrente da extinção do arco elétrico (Figura 12).

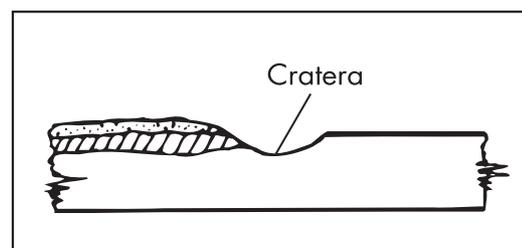


Figura 12

D E

É o diâmetro da alma (núcleo) do eletrodo revestido, ou o diâmetro da vareta metálica ou fio, quando nu (Figura 13).

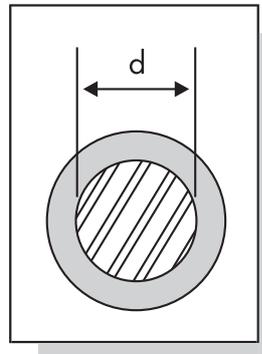


Figura 13

E C

Eletrodo que se funde formando o metal de adição nas soldagens elétricas (Figura 14).

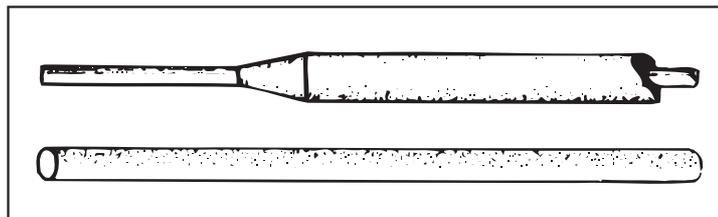


Figura 14

E N

Vareta sem revestimento, usada na soldagem manual a arco (Figura 15).



Figura 15

E R

Vareta coberta por uma camada de revestimento, usada na soldagem manual a arco (Figura 16).

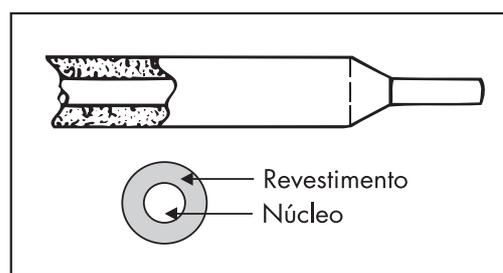


Figura 16

E C

Eletrodo que não se funde, usado com o propósito de estabelecer um arco voltaico (Figura 17).

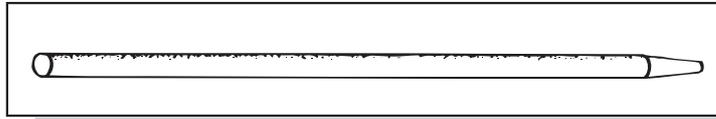


Figura 17

E
É a deformação que a peça sofre, devido à contração do metal de solda durante o seu resfriamento (Figura 18).

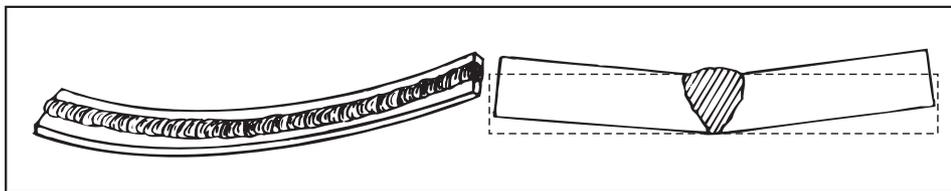


Figura 18

E
Camada não metálica que cobre o cordão de solda (Figura 19).

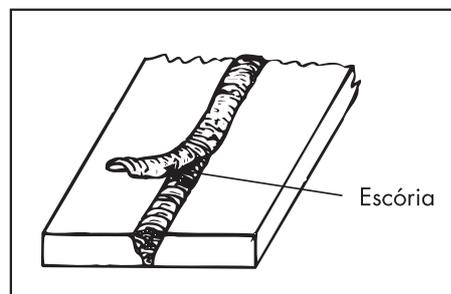


Figura 19

F S
Superfície externa oposta à raiz de uma solda (Figura 20).

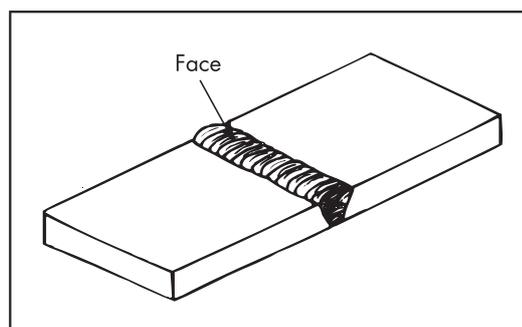
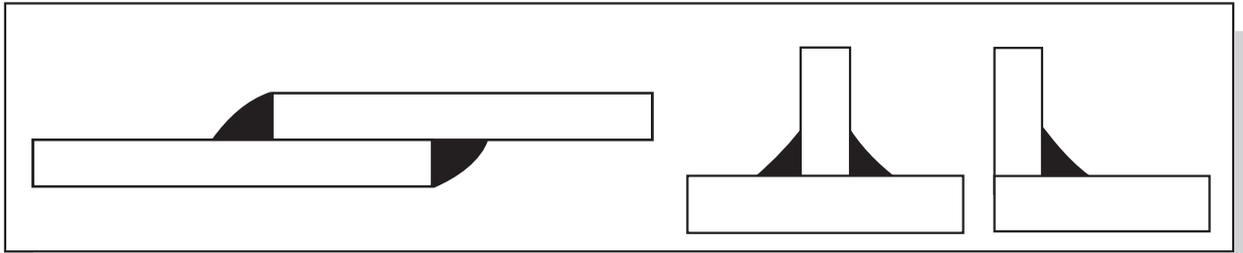


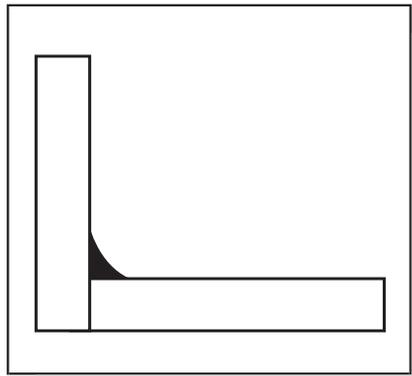
Figura 20

F

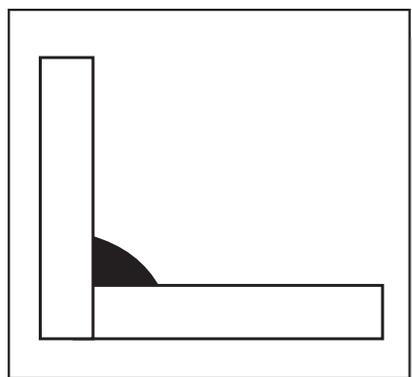
É uma solda de formato triangular, depositada em juntas sobrepostas (Figura 21), juntas em "T" (Figura 22) ou parte interna de juntas de quina (Figura 23).

*Figura 21**Figura 22**Figura 23***F S C**

Filete de solda com a face côncava (Figura 24).

*Figura 24***F S C**

Filete de solda com a face convexa (Figura 25).

*Figura 25*

F

Espaço deixado entre as bordas das peças a serem soldadas (Figura 26).

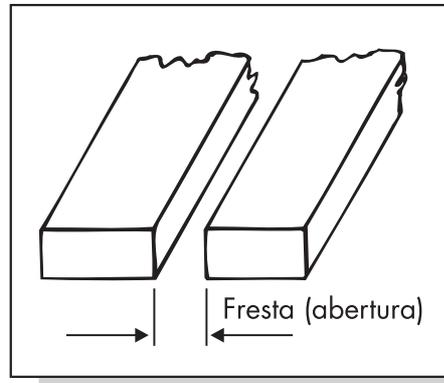


Figura 26

G

É a altura do triângulo formado pelo filete, tomando-se como base a face e a raiz da solda (retângulo inscrito) (Figura 27).

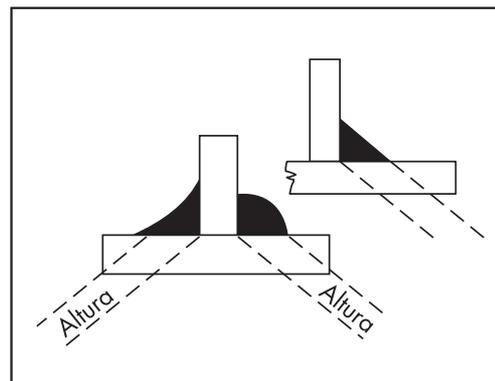


Figura 27

H

Posição de soldagem em que uma das partes do metal-base encontra-se no plano horizontal e outra perpendicular a este plano (Figura 28).

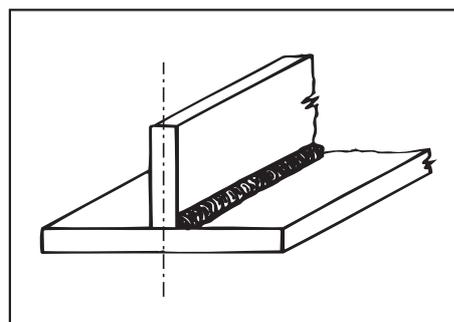


Figura 28

I E

Material não metálico encontrado no interior de uma solda (Figura 29).



Figura 29

J

Região onde duas ou mais peças serão unidas por soldagem (Figura 30).

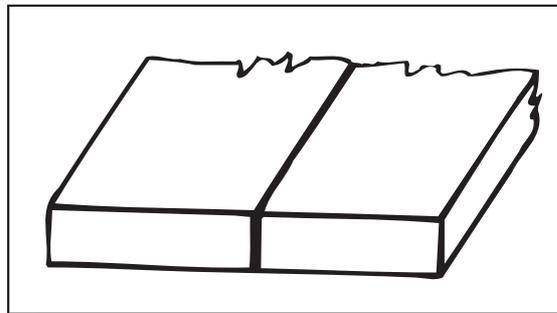


Figura 30

L M

É uma combinação definida de metais.

M A

Metal adicionado em estado de fusão durante o processo de soldagem (Figura 31).

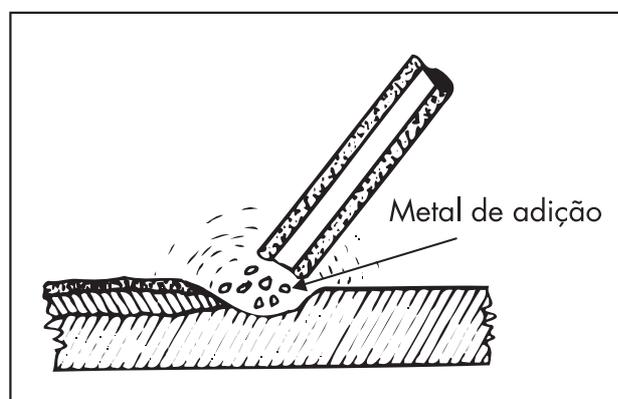


Figura 31

M -

Material da peça a ser soldada (Figura 32).

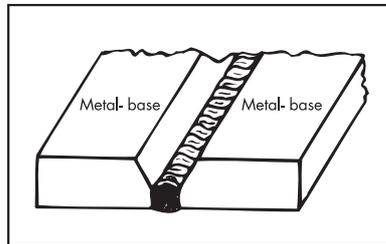


Figura 32

M

É uma reentrância no metal-base, vista na margem da solda (Figura 33).

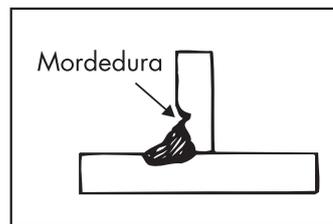


Figura 33

N

É a parte reta na raiz do chanfro (Figura 34).

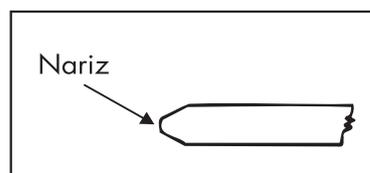


Figura 34

P

Progressão do eletrodo ao longo do eixo da solda, com depósito de material (Figura 35).

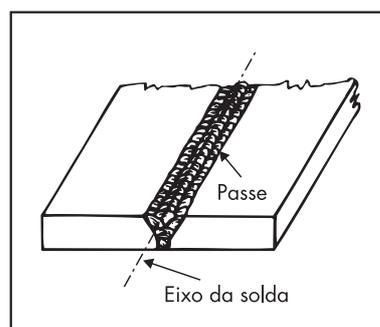


Figura 35

P S

É a profundidade atingida pela zona fundida no metal de base (Figura 36).

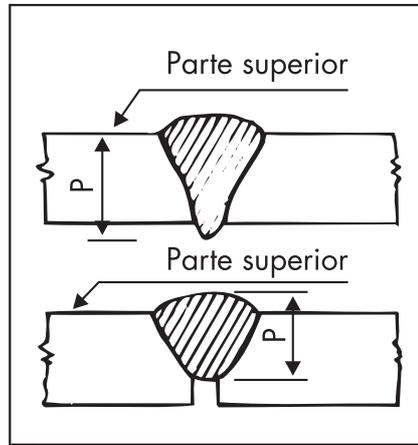


Figura 36

P S

É a medida do cateto de um filete de solda (Figura 37).

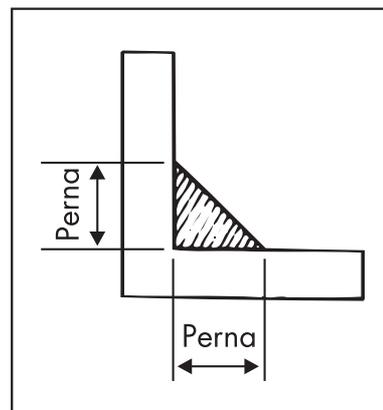


Figura 37

P F

É o metal líquido sob o arco elétrico (Figura 38).

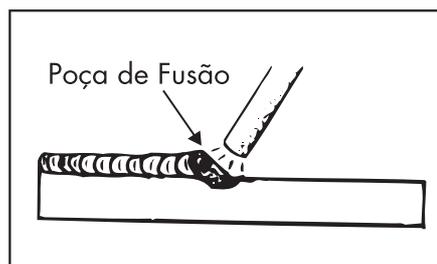


Figura 38

P D -

É quando o eletrodo está ligado no polo negativo e a peça no polo positivo da máquina de soldar em corrente contínua (Figura 39).

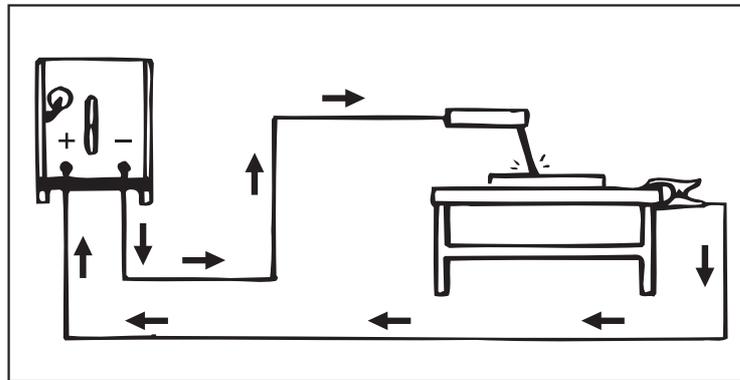


Figura 39

P I R

É quando o eletrodo está ligado no polo positivo e a peça no polo negativo da máquina de soldar em corrente contínua (Figura 40).

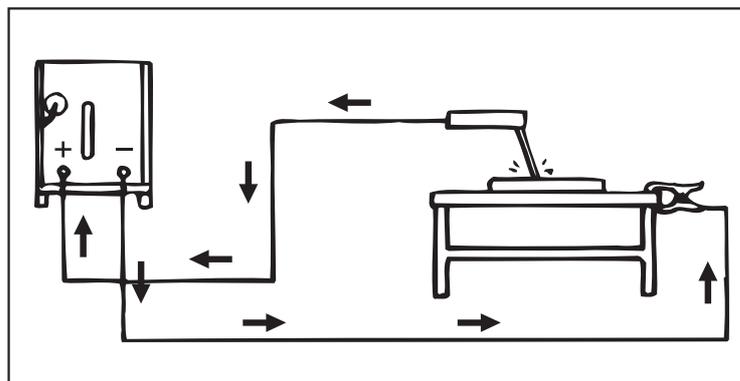


Figura 40

P -

Consiste em aquecer a peça imediatamente depois da operação de soldagem, até atingir uma determinada temperatura (Figura 41).

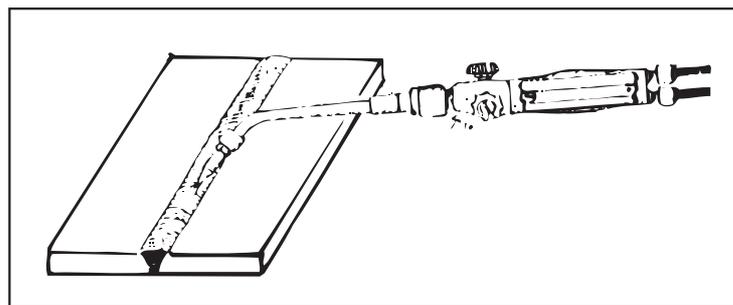


Figura 41

P -

Consiste em aquecer a peça imediatamente antes da operação da soldagem, até atingir uma determinada temperatura (Figura 42).

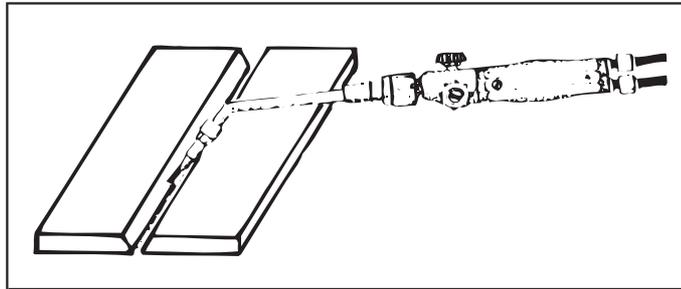


Figura 42

P

Dispositivo para prender a peça a ser soldada na posição mais adequada ao trabalho (Figura 43).

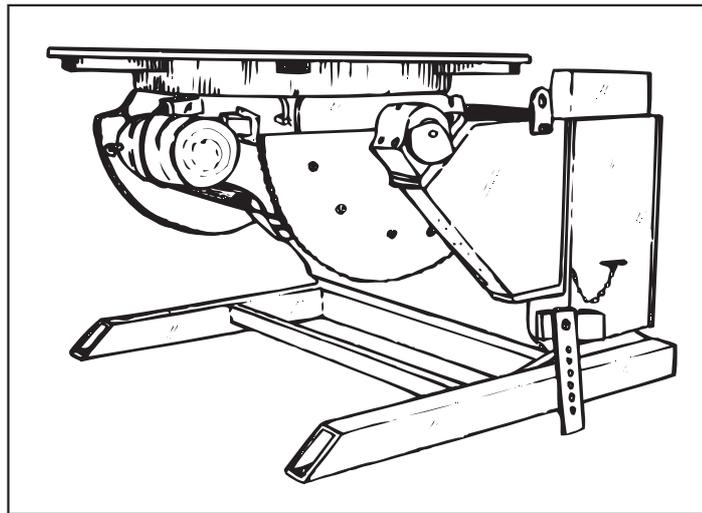


Figura 43

P F

Temperatura em que o metal passa do estado sólido para o líquido (Figura 44).

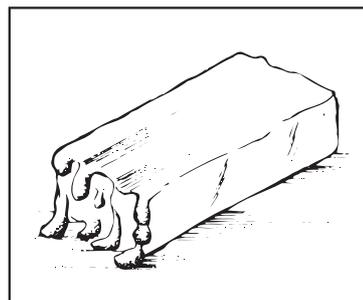


Figura 44

R S

Ponto mais profundo do cordão em sua seção transversal (Figura 45).

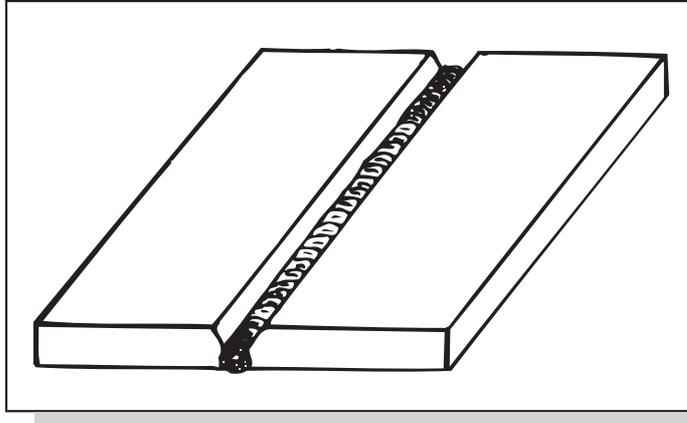


Figura 45

R S

É o metal de solda que ultrapassa a superfície do metal de base na face da solda (Figura 46).

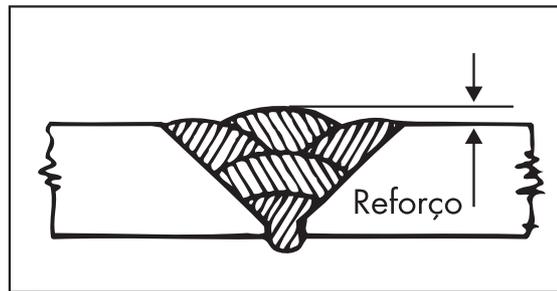


Figura 46

R E

Material que envolve a alma (núcleo) do eletrodo (Figura 47).

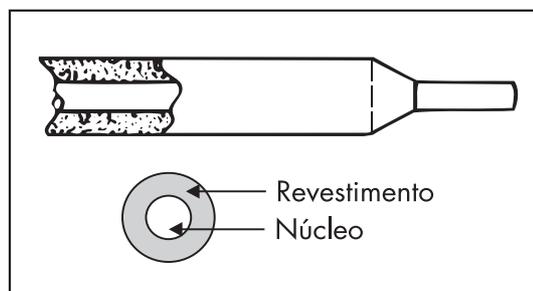


Figura 47

S S

Representação gráfica da solda e dados para sua execução (Figura 48).

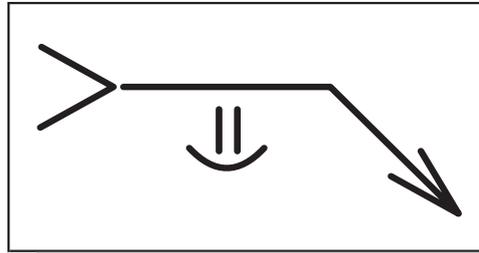


Figura 48

S C

Solda que se estende ao longo da junta sem que haja interrupção (Figura 49).

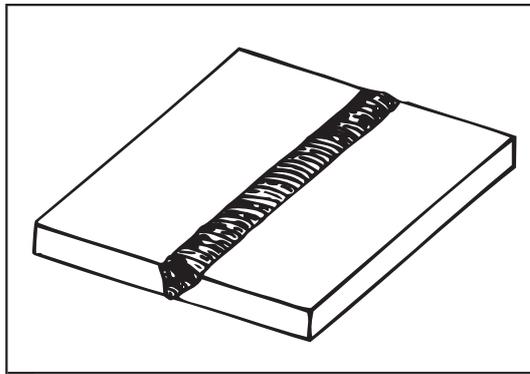


Figura 49

S M

Processo de soldagem executando e controlado manualmente (Figura 50).

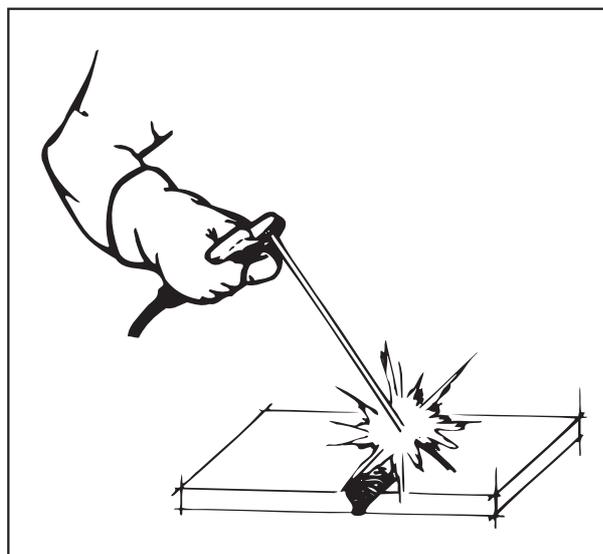


Figura 50

V A T

Tensão existente no circuito durante a soldagem.

V V T

Tensão existente no circuito quando não se está soldando.

Z F

É a área do metal que atingiu o estado líquido (de fusão) (Figura 51).

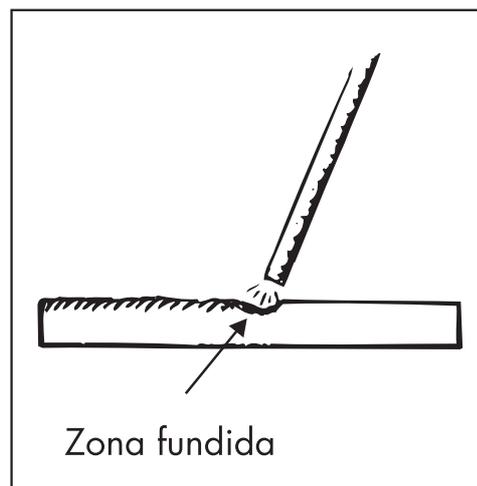


Figura 51

Z A T ZAT

É a área do metal-base próxima a solda que sofreu modificações estruturais devido ao calor gerado pela soldagem (Figura 52).

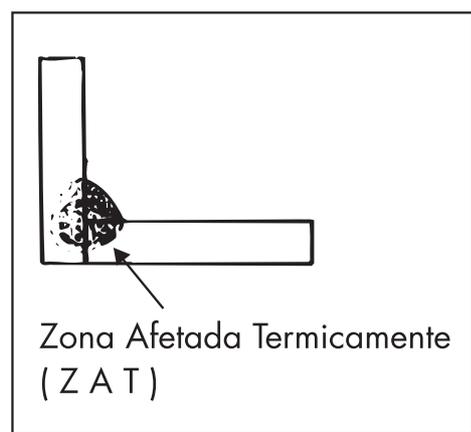


Figura 52

Em grandes empresas, para remover escória usam-se dispositivos pneumáticos.

G

É uma ferramenta construída de chapa de aço, de forma geométrica variável de acordo com o tipo de trabalho a ser executado. São utilizadas em substituição a instrumentos de precisão, para padronizar dimensões de cordões, filetes, verificação de esquadro, ângulos de chanfros, etc. Nas figuras 53 e 54 mostramos os principais tipos de gabaritos utilizados nas operações de soldagem e suas aplicações.

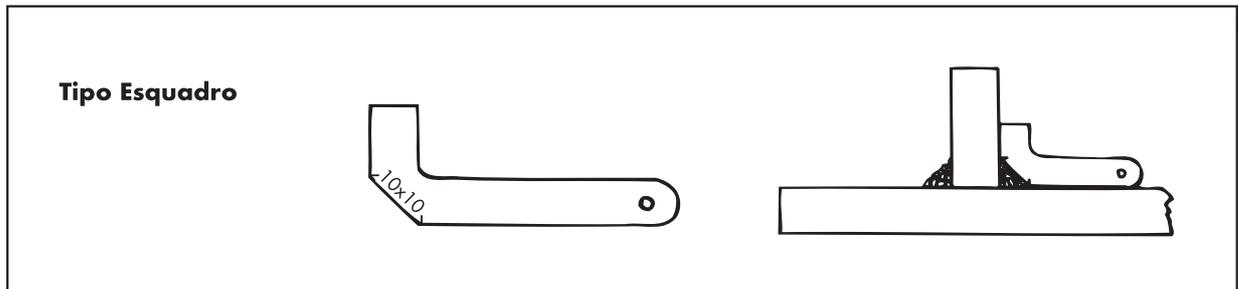


Figura 53

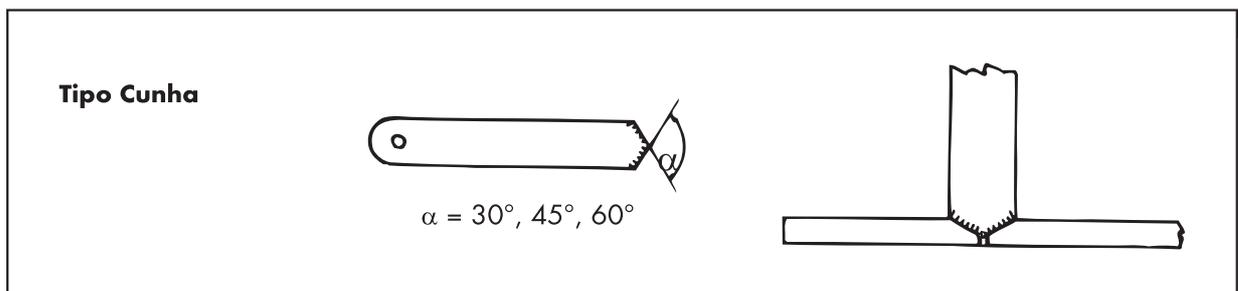


Figura 54

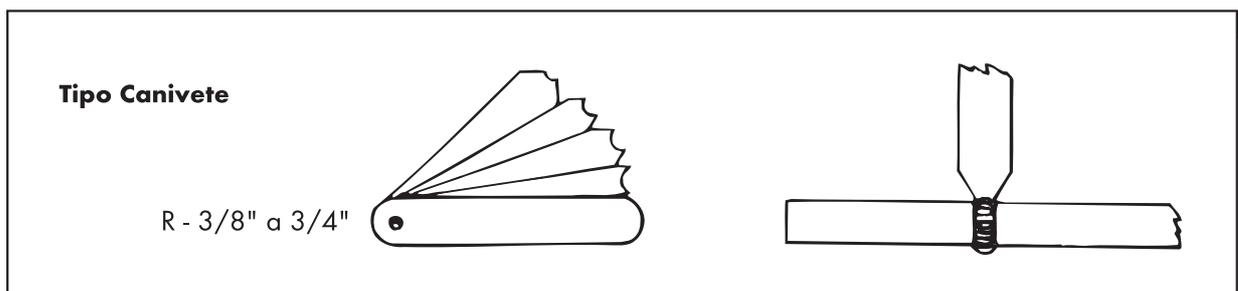


Figura 55

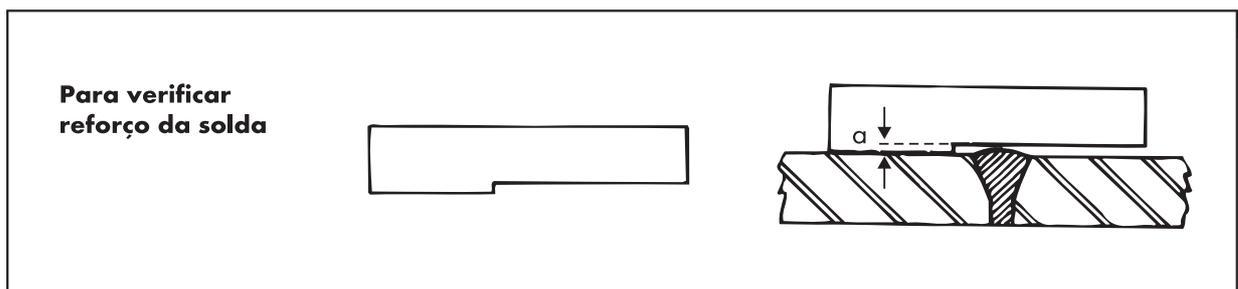


Figura 56

Para verificar o ângulo do chanfro e a face da raiz (nariz)



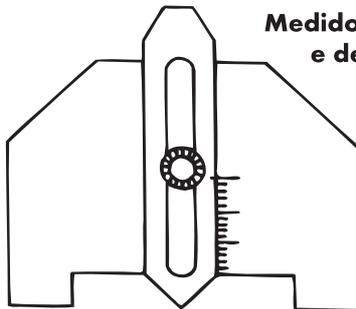
Figura 57

Gabarito Semicircular

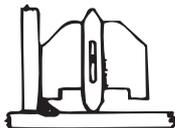


Figura 58

Medidor de Solda em Ângulo e de Reforço de Solda



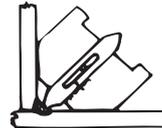
Medição da perna da solda



Verificação de reforço



Verificação da garganta da solda



Verificação dos limites de tolerância de soldas convexas

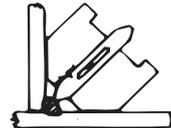


Figura 59

BIBLIOGRAFIA

- Lincoln Electric Company "The procedure handbook of arc welding", 12ª edição EUA - 1973.
- Ricardo Castilho de Avellar "FUNDAMENTOS DO PROCESSO DE SOLDAGEM COM PROTEÇÃO GASOSA (MIG-MAG)" Cia. Siderúrgica Belgo-Mineira
- Pedro Evaristo Pezato - "PROCESSO DE SOLDAGEM TIG" - Senai SP.
- Catálogos de fabricantes

As informações contidas nesta publicação resultam de testes de laboratório e de consultas às referências bibliográficas tradicionais e respeitáveis.

O desempenho dos aços inoxidáveis em serviço ou durante a fabricação de produtos, pode sofrer alterações com mudanças de temperatura, PH, traços de elementos contaminantes, bem como em função do estado de conservação e correta ajustagem dos equipamentos de soldagem ou conformação, sendo ainda a adequada qualificação de mão-de-obra operacional de grande importância no processo. Por estas razões, as informações contidas nesta publicação devem ser consideradas apenas como referência inicial para testes ou para uma especificação mais precisa por parte do comprador. **A Acesita não se responsabiliza por perdas e/ou prejuízos decorrentes da utilização inadequada das informações aqui contidas.**