

SOLDAGEM AO ARCO ELÉTRICO SOB PROTEÇÃO GASOSA

PROCESSO MIG - MAG

Elaboração :

Engenheiro Arnaldo Mello Solci
White Martins Gases Industriais S/A - Bauru

1 - FUNDAMENTOS DO PROCESSO

O processo de soldagem a arco sob proteção gasosa consiste em um aquecimento localizado da região a se unir, até que esta atinja o ponto de fusão, formando - se então a poça de metal líquido, que receberá o metal de adição também na forma fundida.

A energia necessária para fundir tanto o metal base quanto o metal de adição, é fornecida pelo arco elétrico.

No arco elétrico temos cargas elétricas fluindo entre dois eletrodos através de uma coluna de gás ionizado como mostra a figura n-º 1.

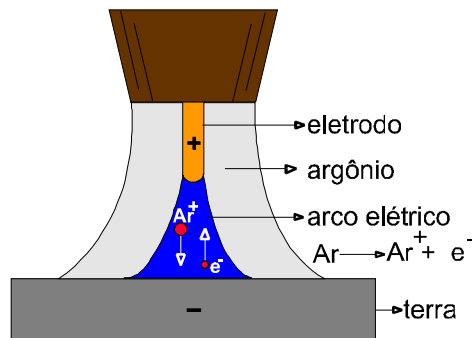


Figura n-º 1: arco elétrico utilizando o argônio como gás de ionização.

Para isolar a região de soldagem dos contaminantes atmosféricos (nitrogênio , oxigênio e umidade), que prejudicam as propriedades mecânicas da junta, são utilizados gases de proteção com características químico-físicas específicas que também ajudam a formar e manter o arco elétrico estável.

A altura do arco elétrico é controlada pela diferença de potencial (voltagem) aplicada entre os eletrodos, no caso do processo MIG/MAG, ou pela distância eletrodo peça no caso do processo TIG, e sua intensidade pela corrente elétrica (amperagem) que se faz fluir através da coluna de gás ionizado (plasma).

2 - O PROCESSO MIG/MAG.

O processo MIG/MAG é considerado um processo semi-automático de soldagem, pois utiliza como metal de adição o arame eletrodo de alimentação contínua, onde o soldador deve apenas controlar a velocidade de avanço durante as operações de soldagem, mantendo-se constante a distância do bico de contato a peça.

Além do arame, são utilizados gases inertes ou ativos para proteger a região de solda. A figura número 2 ilustra o processo e a número 3 os equipamentos utilizados.

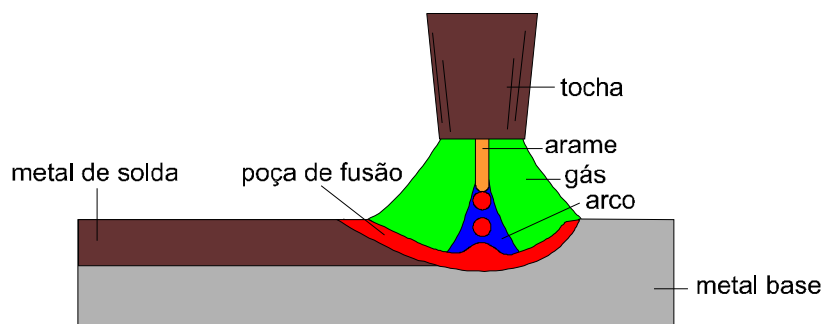


Figura n-º 2: esquema do processo MIG/MAG.

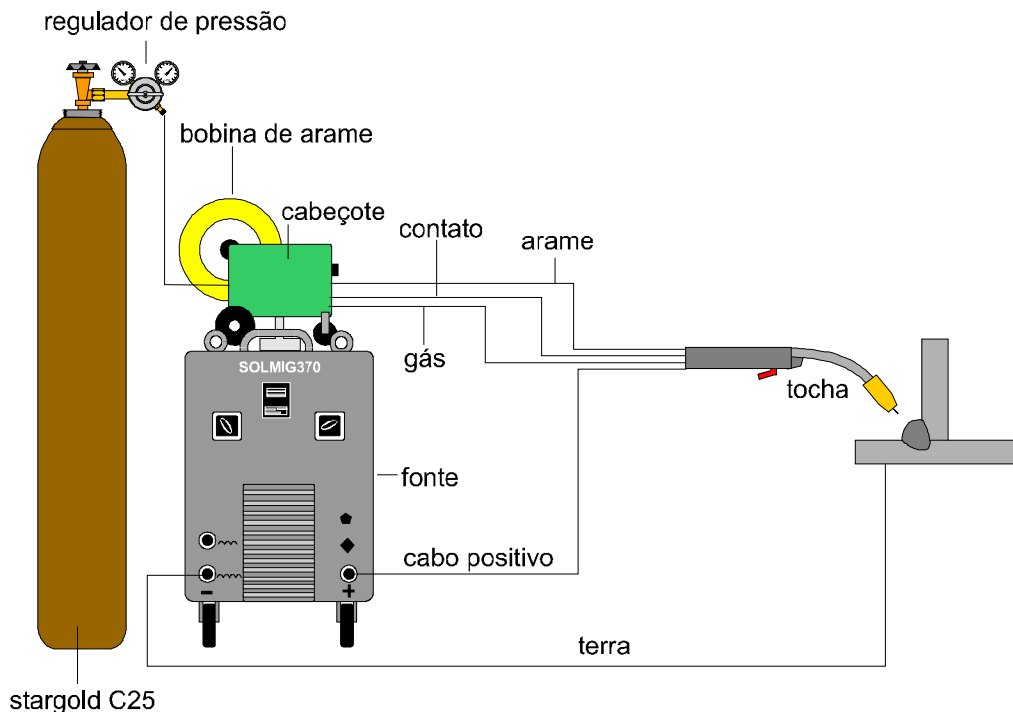


Figura n-º 3: equipamentos utilizados no processo MIG/MAG..

Neste processo, a fonte de energia fornece tensão (voltagem) constante e corrente (amperagem) contínua.

O ajuste da amperagem é feito variando-se a velocidade de alimentação do arame. Quanto maior esta velocidade, maior a corrente que a fonte fornece para fundir o arame eletrodo.

O ajuste da tensão é feito na fonte, e esta variável é que vai fornecer a energia necessária para gerar uma quantidade de corrente compatível com a velocidade de arame selecionada. Para uma tensão de trabalho definida, existe uma velocidade de arame que torna o arco e a transferência metálica mais estáveis com pouca geração de respingos.

No processo MIG/MAG trabalha-se com polaridade reversa, isto é, o arame eletrodo ligado na polaridade positiva e a peça-obra ligada na polaridade negativa.

3 - FONTES DE ENERGIA NO PROCESSO MIG/MAG.

Atualmente existem dois tipos básicos de fonte de soldagem para o processo MIG/MAG: as fontes convencionais e as fontes pulsadas.

As fontes convencionais fornecem corrente contínua cujo valor é praticamente constante no decorrer do tempo. Sua principal característica é a auto regulagem do arco elétrico com a variação da distância do bico de contato a peça, como mostra a figura n-º 4.

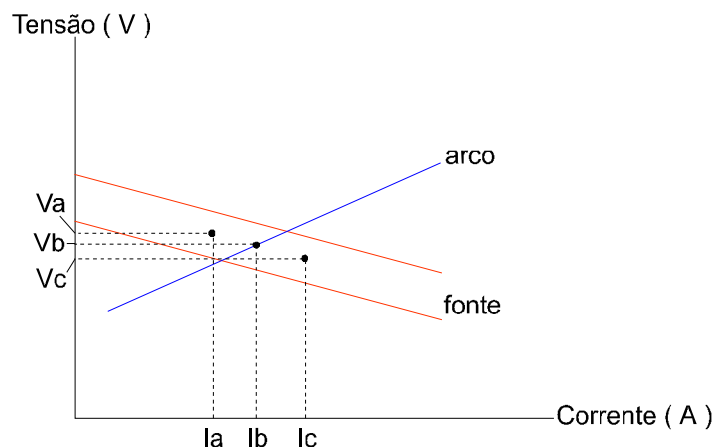


Figura n-º 4: auto regulagem das fontes convencionais.

A reta em vermelho mostra a faixa de trabalho da fonte e a azul a do arco elétrico, que depende do gás de proteção utilizado. No ponto b temos uma corrente I_b e uma tensão V_b . Se o soldador aumentar a distância bico - peça, a resistência elétrica aumenta pelo aumento do comprimento do arame após o bico de contato. Isto faz com que a corrente caia para o valor I_a e automaticamente a tensão passa para o

valor V_a , mantendo o arco estável. De outro modo, com a aproximação do bico a corrente passa para o valor I_c pela queda da resistência elétrica e a tensão diminui para V_c .

Logicamente estas variações tem limitação pois os novos pontos estão se distanciando da reta de trabalho do arco elétrico e dependendo da intensidade desta variação o arco não ficara estável.

As fontes pulsadas fornecem corrente contínua mas sua intensidade varia no decorrer do tempo como mostra a figura n-º5.

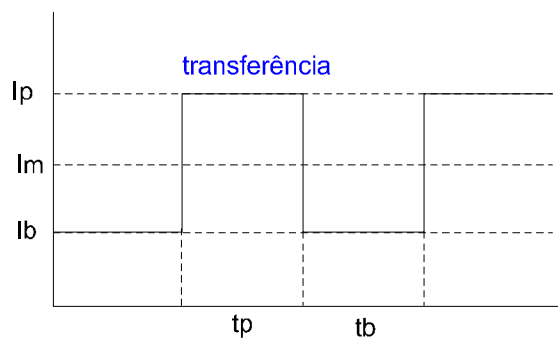


Figura n-º 5: variação da corrente de soldagem em função do tempo.

Nestas fontes temos dois níveis de corrente: I_p que é a corrente de pico e I_b que é a corrente base. Estas correntes atuam nos tempos t_p e t_b respectivamente.

A transferência metálica é feita em spray e a gota é transferida nos picos de corrente I_p . Deste modo, o arco elétrico permanece sempre aceso num nível médio de energia (corrente média I_m).

Estas fontes propiciam soldas de alta qualidade mecânica e ótimo acabamento, sendo indicadas para soldagem do alumínio, aços inoxidáveis e aços ao carbono onde a responsabilidade da estrutura a ser soldada é muito alta, como na soldagem de vasos de pressão.

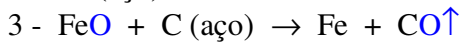
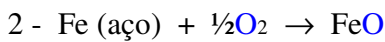
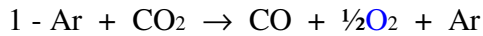
4 - GASES DE PROTEÇÃO

Os gases de proteção utilizados no processo MIG/MAG tem a função de proteger a poça de fusão dos contaminantes do ar atmosféricos e proporcionar a estabilidade do arco elétrico.

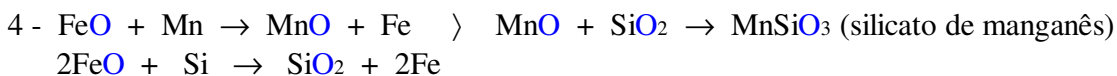
Quando se utiliza *gases inertes* o processo denomina-se *processo mig* (*metal inerte gás*). Os gases inertes mais utilizados são: argônio (Ar), hélio (He) ou misturas dos dois.

Quando se utiliza *gases ativos* o processo denomina-se *processo mag* (*metal ativo gás*). Os gases ativos mais utilizados são: dióxido de carbono (CO_2), mistura de argônio com dióxido de carbono, argônio com oxigênio (O_2) e misturas de argônio com dióxido de carbono e oxigênio.

Quando se utiliza gases ativos como a mistura #C25 (75% de Ar e 25% de dióxido de carbono), na soldagem dos aços carbono as seguintes reações ocorrem:



O gás CO produz poros no cordão de solda. Para que isto não ocorra, são adicionados elementos desoxidantes ao arame, como o silício e o manganês, não ocorrendo a reação n-3 mas sim as reações abaixo:



O silicato de manganês formado possui ponto de fusão e densidade inferior ao metal de solda, permanecendo na superfície do cordão de solda. Em soldagem multipasse não é necessário, na maioria das vezes, retirar esta escória formada dos cordões anteriores.

Os gases de proteção influenciam:

- Penetração.

O CO₂ puro ou mistura como o #C25 proporcionam maior penetração que misturas ricas em argônio, em transferência por curto circuito. Já em transferência tipo spray, devido ao alto nível de energia do arco elétrico, as misturas ricas em argônio produzem penetrações elevadas.

- Quantidade de respingos.

Os respingos com misturas a base de argônio são menores e em quantidade inferior quando comparados ao CO₂. Quando se utiliza misturas ricas em argônio (85% ou mais de argônio) e em transferência em spray, a quantidade de respingos é desprezível.

- Acabamento.

Para baixo nível de energia, o acabamento dos cordões de solda é semelhante. Já para correntes elevadas, as misturas a base de argônio produzem melhor acabamento em relação ao CO₂.

- Queima de elementos de liga.

A queima de elementos de liga depende do nível de corrente da operação de soldagem. Para um mesmo nível de amperagem quanto maior a porcentagem de argônio menor a queima de elementos de liga.

- Velocidade de soldagem.

Quanto menor o teor de CO₂ maior a velocidade de soldagem (produtividade). A adição de oxigênio (5% no máximo) ao argônio puro, resulta em misturas de altíssima produtividade.

- Tipo de transferência metálica.

Mais adiante nesta apostila detalharemos este item.

5 - ARAMES PARA A SOLDAGEM MIG/MAG.

Os arames para a soldagem MIG/MAG são sólidos e com diâmetro de 0,6 a 1,6 mm. Com o mesmo equipamento usado na soldagem MIG/MAG, pode-se utilizar arames tubulares com diâmetro de até 2,4 mm. Estes arames possuem em seu interior um fluxo semelhante ao utilizados em eletrodos revestidos. Esta característica tem como objetivo aumentar a produtividade e produzir metais de solda com propriedades físico-químicas bem específicas, ampliando o campo de aplicação dos equipamentos do processo.

Atualmente existe uma gama muito grande de tipos de arame para o processo, que seguem especificações como as ditadas pela AWS (Sociedade Americana de Soldagem), uma das mais utilizadas.

Mundialmente encontra-se arames para a soldagem dos seguintes materiais: aços ao carbono, aços baixa liga, aços inoxidáveis, ferro fundido, cobre e suas ligas, alumínio e suas ligas, níquel e suas ligas, titânio e suas ligas e soldagem de revestimento (para o processo com arame tubular).

Os arames são especificados pela sua composição química ou como no exemplo abaixo, onde é mostrado a especificação de arames sólidos destinados a soldagem de aços carbono.

Exemplo: arame ER 70 S 6 , onde,

ER = indica que o arame pode ser usado como eletrodo e vareta.

70 = indica o limite de resistência a tração em 1.000 psi que neste caso seria de 70.000 psi ou 49,2 kgf/mm.

S = indica arame sólido.

6 = dígito relativo a composição química.

Os principais consumíveis utilizados na soldagem MIG/MAG, são o arame-eletrodo e os gases de proteção.

Os arames para soldagem são constituídos de metais ou ligas metálicas que possuem composição química, dureza, condições superficiais e dimensões bem controladas. Arames de má qualidade em termos destas propriedades citadas, podem produzir falhas de alimentação, instabilidade do arco e discontinuidades no cordão de solda. Arames de aço Carbono geralmente recebem uma camada superficial; de cobre com o objetivo de melhorar seu acabamento superficial e seu contato elétrico com o bico de Cobre. Os arames de aço usados com proteção de CO₂ contém maiores teores de Silício e Manganês em sua composição, devido a sua ação desoxidante. A seleção do arame a ser utilizado em uma dada operação, é feita em termos da composição química do metal de base, do gás de proteção a ser usado e da composição química e propriedades mecânicas desejadas para a solda. A **tabela 2** relaciona as especificações AWS de arames para soldagem MIG/MAG.

Tabela 2 - Especificações AWS de Materiais de Adição para MIG/MAG

ESPECIFICAÇÃO	MATERIAIS
AWS - A 5.7	Cobre e suas ligas
AWS - A 5.9	Aço inox e aços com alto Cr
AWS - A 5.10	Alumínio e suas ligas
AWS - A 5.14	Níquel e suas ligas
AWS - A5.15	Ferros Fundidos
AWS - A 5.16	Titânio e suas ligas
AWS - A 5.18	Aço Carbono e baixa liga
AWS - A 5.19	Magnésio e suas ligas
AWS - A5.28	Aços Baixa Liga

A interpretação da especificação para arames utilizados na soldagem de aços ao Carbono e Baixa Liga é apresentada na **figura 4**

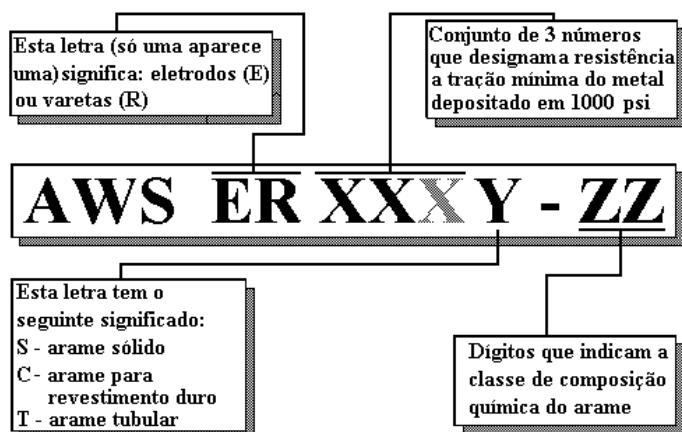


Figura 4 - Especificação AWS para consumíveis para MIG/MAG

Tabela 3 - Materiais de Adição para MIG/MAG - Aço Carbono

ER 70 S-2	<p>Eletrodo com múltiplos desoxidantes: Al, Zr, Ti + Mn, Si. Adequado para aços efervescentes, aços acalmados ou semi-acalmados.</p> <p>Possível soldar chapas com superfícies oxidadas.</p> <p>Gases: Ar + Oxigênio, CO₂ ou /Ar + CO₂</p>
ER 70 S-3	<p>Usados para soldas de passe único, bem como em passes múltiplos.</p> <p>Gases: Ar + CO₂ e CO₂</p> <p>Altas amperagens + CO₂ são contra indicadas, devido a alta oxidação dos elementos de liga Mn e Si, com conseqüente redução das propriedades mecânicas.</p>
ER 70 S-4	<p>Semelhante ao ER 70 S-3, porém com Si e Mn mais altos, o que aumenta a resistência mecânica e melhora a desoxidação.</p>
ER 70 S-5	<p>Desoxidação ao Al, Mn e Si.</p> <p>Pode soldar chapas oxidadas.</p> <p>Não garante as exigências de impacto.</p>
ER 70 S-6	<p>Maiores teores de Si e Mn.</p> <p>Melhores propriedades mecânicas. Pode ser usado com CO₂ ou misturas. Ótima desoxidação.</p>
ER 70 S-7	<p>Maiores teores de Mn e menores teores de Si, quando comparado ao ER 70 S-6.</p> <p>Maiores resistências mecânicas. Adequado ao CO₂, misturas</p>
ER 70 S-G	<p>Análise acordada entre fornecedor e usuário. Não há exigência de impacto.</p> <p>Demais propriedades devem ser atendidas dentro da norma.</p>

Tabela 4 - Características dos Materiais de Adição para MIG/MAG

CARACTERÍSTICAS		Efeitos na Soldagem
Acabamento superficial	<p>Isento de depressões</p> <p>Isento de riscos</p> <p>Isento de oxidação</p> <p>Isento de lubrificantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acúmulo de resíduos no conduíte e bico de contato • Danos ao bico de contato
Resistência mecânica do arame	<p>Mole ou Macio</p> <p>Muito duro</p>	<p>Dobramento junto aos roletes de alimentação</p> <p>Desgaste do bico de contato</p>
Bobinamento	<p>Soldas</p> <p>Dobras</p> <p>Ondas</p>	<p>Dificuldade de alimentação, soldas irregulares</p> <p>Danos ao bico de contato</p>
Cast e Hélix	<p>Fora do especificado</p>	<p>Oscilação do arame na poça de fusão; cordões irregulares; solda não retilínea; consumo excessivo do bico de contato.</p>

6 - TRANSFERÊNCIA METÁLICA NO PROCESSO MIG/MAG.

Existem três tipos básicos de transferência metálica neste processo, que dependem do tipo de gás de proteção utilizado, nível de energia (corrente/tensão), diâmetro e tipo do arame de adição e tipo de metal base.

- Transferência por curto circuito .

Transferência alcançada com qualquer tipo de gás de proteção a um baixo nível de corrente/tensão. A ponta do arame vai se fundindo pela ação do arco elétrico e aumenta de tamanho até atingir a peça, onde o arco se extingue. A gota então é destacada e transferida a peça pela ação de forças eletromagnéticas e o efeito pinch que estrangula a ponta do arame. Neste momento ocorre a reignição do arco elétrico onde a corrente atinge o valor de corrente de curto circuito gerando os respingos.

A figura n-º6 ilustra o processo de transferência por curto circuito.

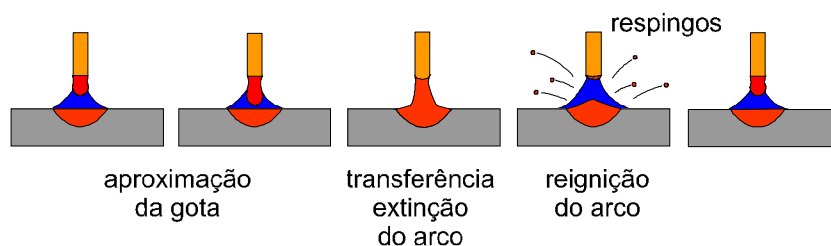


Figura n-º6: transferência por curto circuito.

Este tipo de transferência permite a soldagem em todas as posições e possui uma energia relativamente baixa, restringindo o seu uso para grandes espessuras.

A utilização de misturas a base de argônio proporciona boa estabilidade de arco e gotas pequenas minimizando a projeção de respingos.

- Transferência globular.

Tipo de transferência obtida com nível de energia maior que no caso anterior. Misturas a base de argônio com menos de 15% de CO₂ possuem uma pequena faixa de trabalho em regime globular, passando para spray com o aumento da energia de soldagem. Já, misturas com mais de 15% de CO₂ ou CO₂ puro não entram em spray, permanecendo em regime globular com o aumento da energia de soldagem.

Nesta transferência, o metal se projeta por gotas de diâmetro bem maior que o diâmetro do arame, principalmente quando se utiliza o gás CO₂ como gás de proteção. Com isto, temos uma geração excessiva de respingos. A figura n-º 7 mostra o processo de transferência globular.

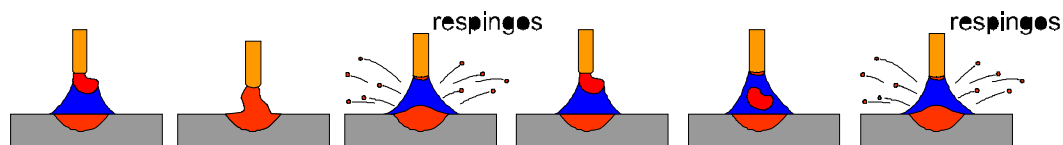


Figura n-º 7: transferência globular.

Com este tipo de transferência pode-se trabalhar somente na posição plana devido ao grande volume da gota e a alta fluidez da poça de fusão como mostra a figura a seguir.

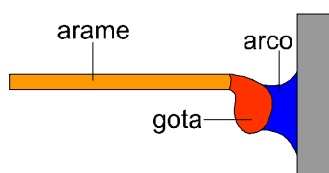


Figura n-º 8: transferência globular fora de posição.

- Transferência em spray.

Tipo de transferência que também necessita de alta energia de soldagem.

O metal é transferido por pequenas gotículas que são arremessadas a peça por forças eletromagnéticas muito fortes. Apesar da intensidade destas forças, só se pode utilizar este tipo de transferência na posição plana e em alguns casos na horizontal, pois a poça de fusão é muito fluida devido a alta energia envolvida no processo.

A transferência em spray não é alcançada quando se utiliza o CO₂ puro ou misturas com mais de 15% de CO₂ como gás de proteção.

Utilizando-se então misturas a base de argônio com menos de 15% de CO₂ ou misturas de argônio com oxigênio, obtém-se a transferência em spray que proporciona alta taxa de deposição (produtividade), grande penetração com pouquíssima geração de respingos, já que o arco elétrico não apaga.

A figura n-º 9 ilustra o processo.

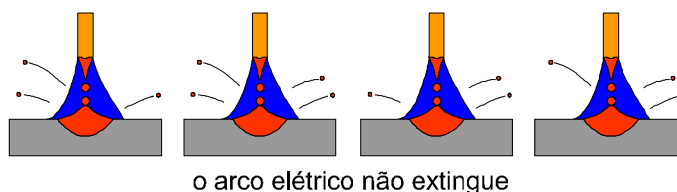


Figura n-º 9: transferência em spray - o arco não extingue pois o arame não toca a peça.

Obs: A utilização de fontes pulsadas permite a soldagem fora de posição com este tipo de transferência.

7 - VARIÁVEIS DO PROCESSO E SUAS INFLUÊNCIAS.

- Corrente elétrica (amperagem):

Esta variável é controlada pela velocidade do arame.

Um aumento na velocidade do arame, implica em maior quantidade de eletrodo a ser fundido. Maior quantidade de corrente de soldagem é automaticamente fornecida pela fonte e vice-versa.

A principal influência desta variável está no controle da penetração de solda. A figura 10 mostra o aumento da penetração com o aumento da corrente (amperagem) ou seja, da velocidade do arame para um mesmo valor de tensão (voltagem).

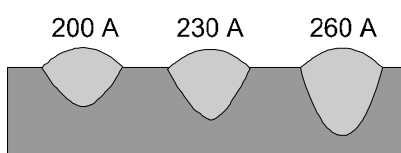
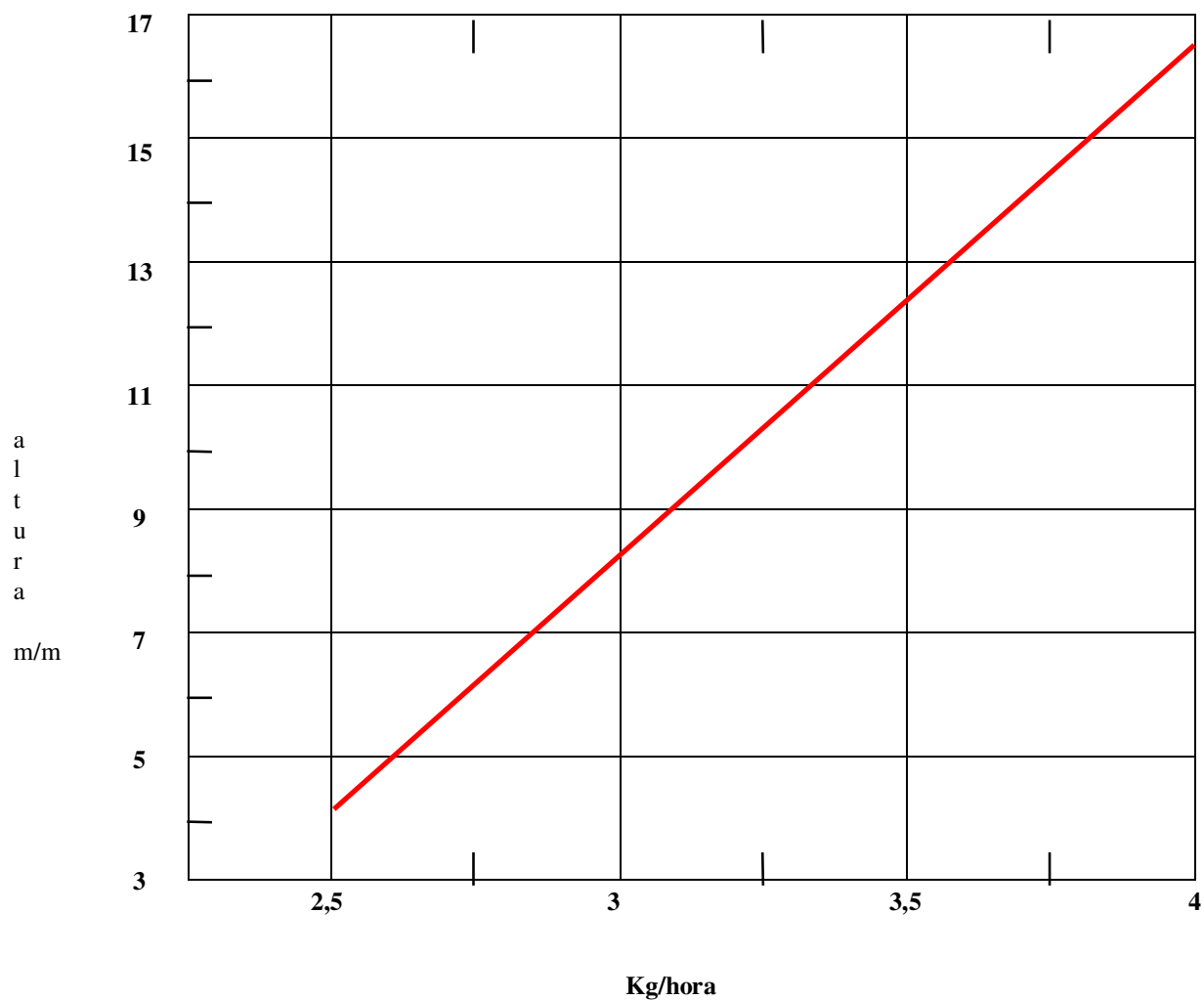


Figura n-º 10: influência da corrente de soldagem na penetração de solda.

Por esta figura observa-se também a influência da velocidade do arame no perfil do cordão de solda.

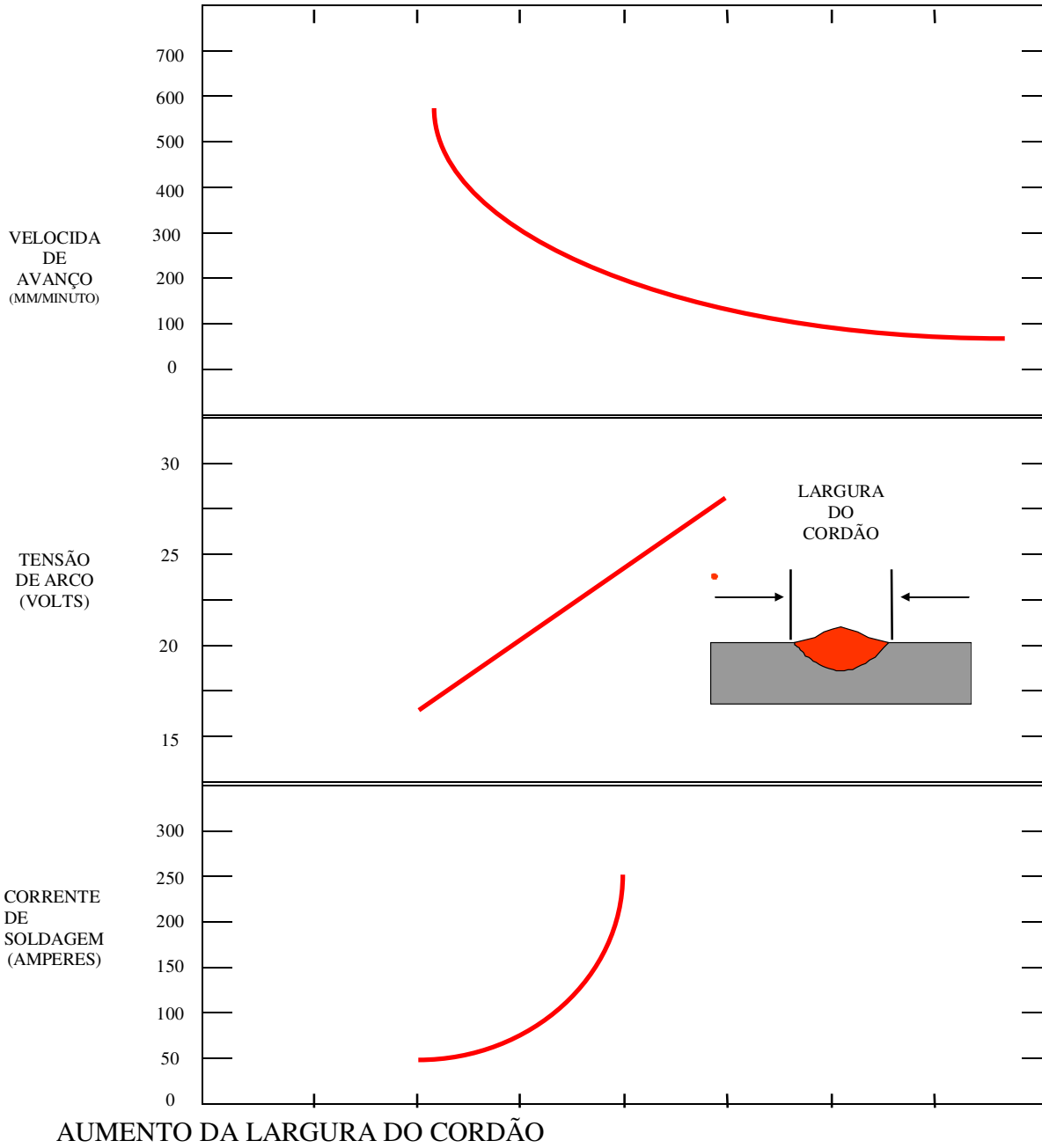
EFEITO DA DISTÂNCIA - BICO PEÇA

EFEITO DA DISTÂNCIA - BICO PEÇA (ALTURA NA DEPOSIÇÃO)



LARGURA DO CORDÃO

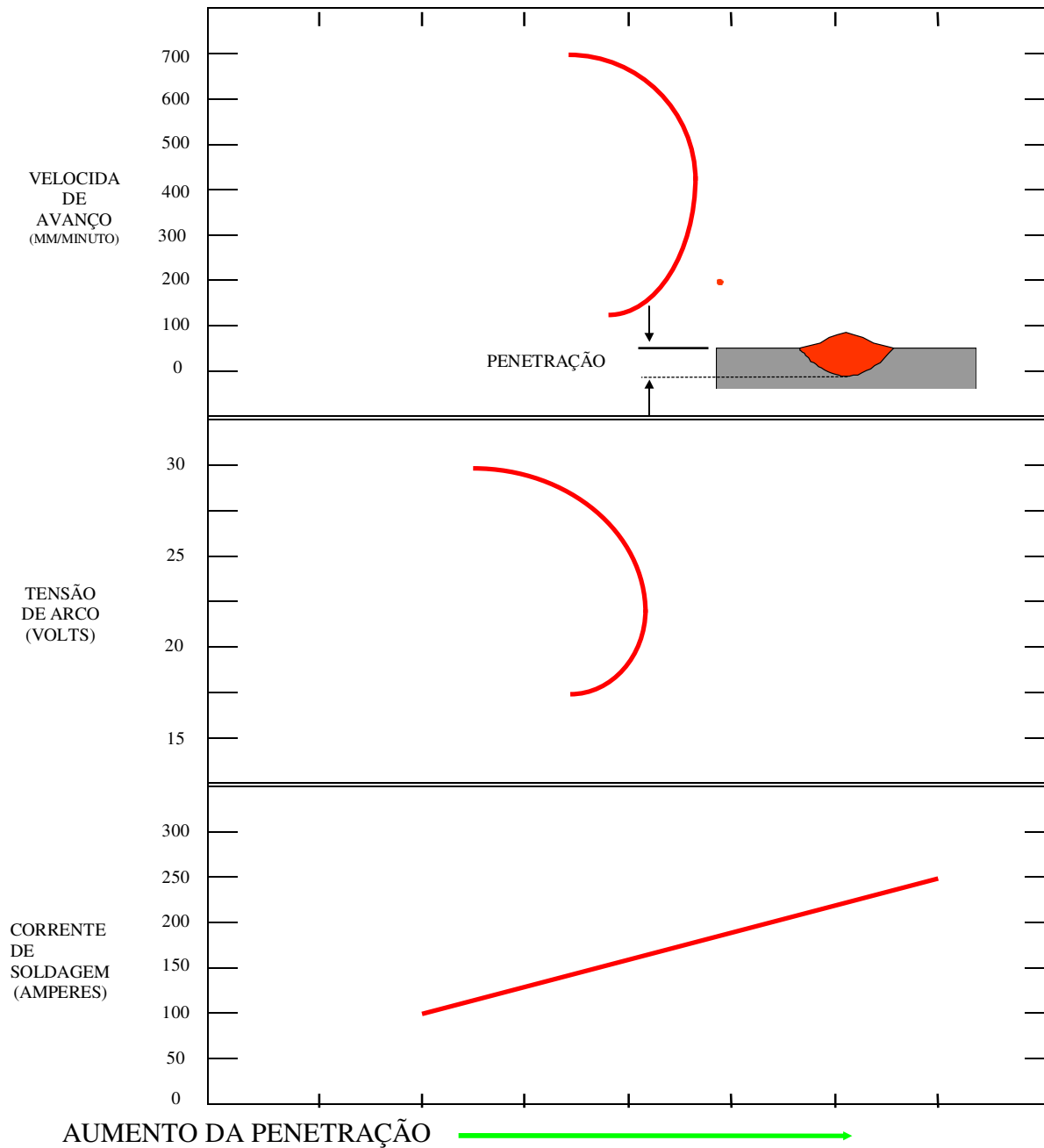
CONDIÇÕES DE SOLDAGEM VS. LARGURA DO CORDÃO



EFEITO DA VELOCIDADE DE AVANÇO, TENSÃO DE ARCO E CORRENTE DE SOLDAGEM SOBRE A LARGURA DO CORDÃO

PENETRAÇÃO

CONDIÇÕES DE SOLDAGEM VS. PENETRAÇÃO



EFEITO DA VELOCIDADE DE AVANÇO, TENSÃO DE ARCO E CORRENTE DE SOLDAGEM SOBRE A PENETRAÇÃO DO CORDÃO

- Tensão (voltagem):

Esta variável controla o tamanho do arco elétrico. Um aumento da voltagem provoca um acréscimo na altura e no diâmetro do cone do arco, como mostra a figura abaixo.

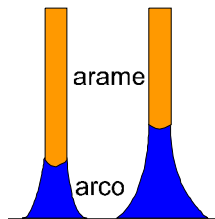


Figura n-º 11: influência da tensão no arco elétrico.

Com o aumento do arco elétrico, uma maior área do metal de solda é aquecida resultando num cordão mais largo e mais baixo pelo aumento da fluidez da poça de fusão.

A figura abaixo ilustra este fato.

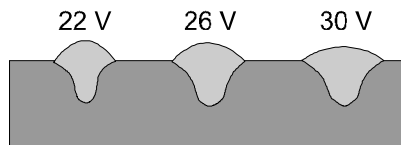


Figura n-º 12: influência da tensão no perfil do cordão de solda.

- Velocidade de avanço (velocidade de soldagem):

Esta variável também influencia a penetração de solda. Para uma velocidade muito alta de soldagem, o arco não permanece tempo suficiente na região de solda para proporcionar uma boa fusão e penetração do cordão. Já para uma velocidade baixa, a penetração aumenta mas, para uma velocidade excessivamente baixa de soldagem, o próprio metal fundido na poça funciona como isolante térmico para a transferência de calor do arco para o metal base, prejudicando também a penetração de solda.

A figura abaixo mostra esta influência.

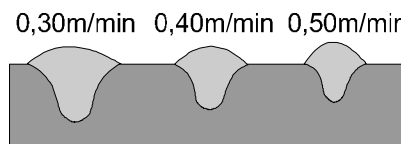


Figura n-º 13: influência da velocidade de soldagem na penetração de solda.

- Extensão do eletrodo (stick out):

Definimos como extensão do eletrodo, a distância da extremidade do bico de contato a peça obra, como indicado na figura n-º 14, incluindo a altura do arco elétrico pois na prática não se mede este valor.

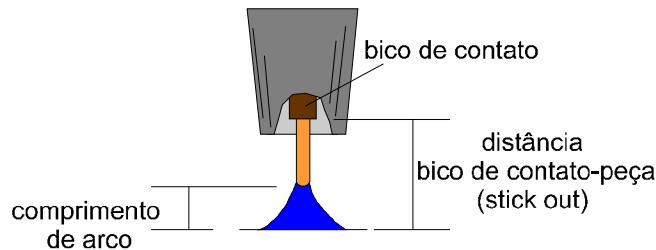


Figura n-º 14: extensão do eletrodo.

Com o aumento da extensão do eletrodo temos uma queda na amperagem e uma elevação na voltagem de serviço. Uma menor quantidade de corrente é necessária para fundir o arame devido ao aquecimento do mesmo pelo aumento da resistência elétrica do circuito. Portanto, aumentando-se o stick out, aumentamos a taxa de fusão do arame e vice-versa.

A figura n-º 15 mostra a variação da corrente e da tensão em função da altura do bico de contato.

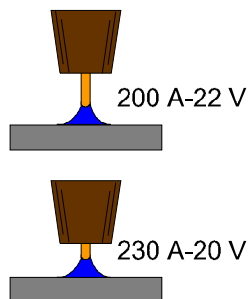


Figura n-º 15: influência da extensão do eletrodo nas variáveis do processo.

Como esta variável influencia a corrente elétrica, algumas variações na penetração de solda são observadas.

- Inclinação da tocha:

Esta é outra variável que tem influência sobre a penetração de solda. De acordo com a figura a seguir, soldando-se com inclinação positiva (puxando a solda), o arco elétrico atua diretamente sobre a poça de fusão, aumentando a penetração. Já, no sentido negativo (empurrando a solda), o arco elétrico permanece sobre o metal de base frio, reduzindo a penetração da solda.

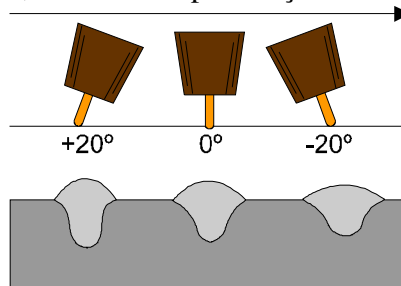


Figura n-º 16: influência da inclinação da tocha no perfil e penetração do cordão de solda.

A inclinação positiva (puxando a solda) é indicada para a soldagem de chapas galvanizadas ou com oxidação excessiva.

A inclinação negativa (empurrando a solda) é indicada para a soldagem do alumínio e suas ligas.

A inclinação da tocha não deve ser superior a 20°, pois um ângulo maior que este valor pode comprometer a proteção gasosa, além de tornar o arco instável e aumentar a quantidade de respingos.

- Indutância.

Variável que reduz a quantidade de respingos durante a transferência por curto circuito.

A indutância age sobre o pico de corrente de curto circuito, retardando o tempo em que esta atinge o seu valor máximo. Desta maneira, o arco elétrico reascende com menos violência reduzindo a quantidade de respingos como mostra a figura abaixo.

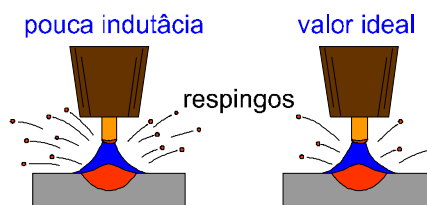
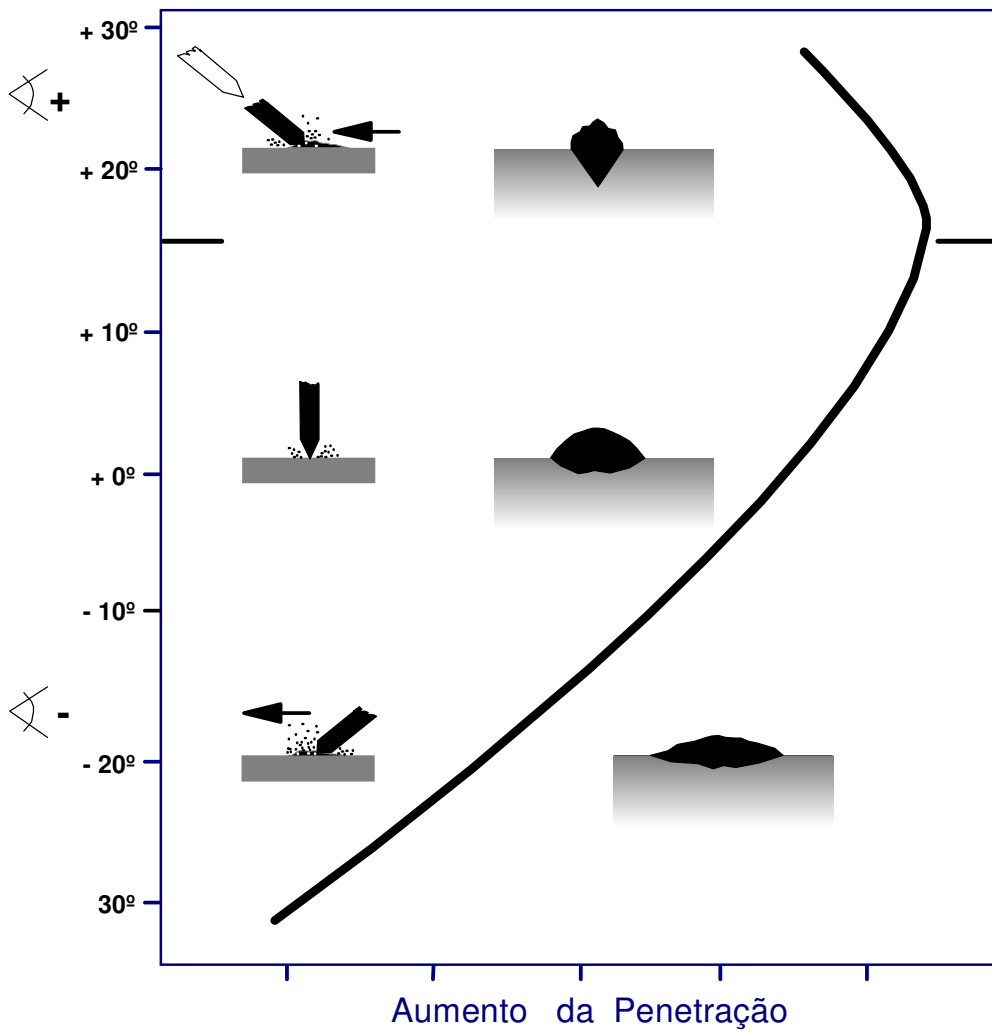


Figura n-º 17: influência da indutância na quantidade de respingos durante a transferência por curto circuito.

EFEITO DO ÂNGULO DO BOCAL SOBRE A PENETRAÇÃO



- Vazão de gás.

A vazão de gás é responsável pela proteção adequada da poça de fusão, garantindo soldas isentas de porosidade. O seu valor ideal depende do metal a ser soldado, das condições do ambiente em relação a ventilação e do nível de amperagem utilizado.

Logicamente, em função destes fatores, quanto menor o seu valor maior a economia de gás no processo de soldagem.

8 - DADOS DE SOLDAGEM EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DO ARAME.

As tabelas abaixo são relativas a soldagem de aços carbono com arame ER 70 S 6.

A tabela A relaciona as faixas de corrente utilizáveis em função do diâmetro do arame.

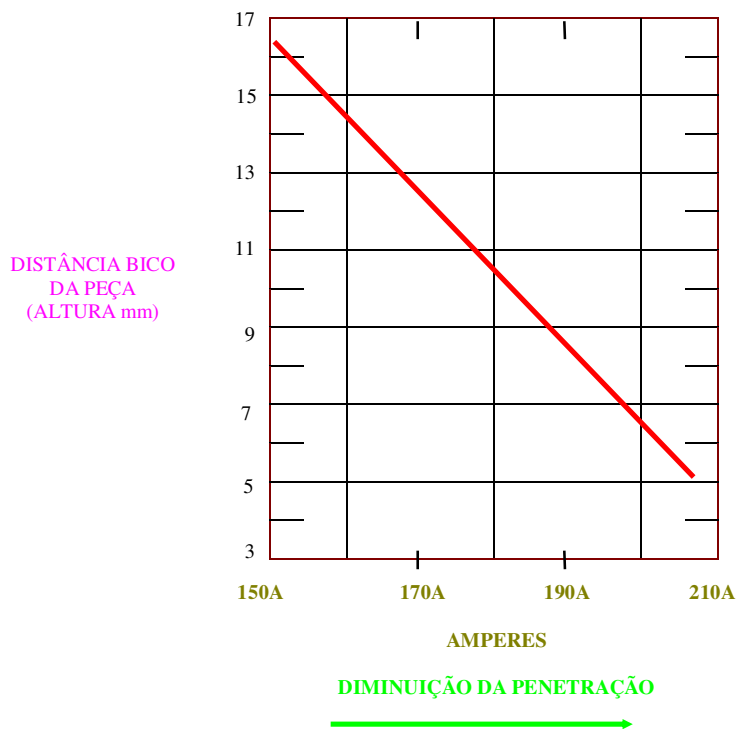
TABELA A	
Diâmetro do arame (mm)	Faixa de Corrente (A)
0,8	50 a 220
0,9	60 a 260
1,0	80 a 300
1,2	100 a 340

A tabela B indica a faixa típica de corrente e velocidade de alimentação do arame para transferência em curto - circuito (utilizando mistura com 25% de CO₂ em argônio como gás de proteção).

TABELA B		
Diâmetro do arame (mm)	Faixa de corrente (A)	Faixa de velocidade de alimentação do arame (m/min)
0,8	60 - 160	0,90 - 10,40
0,9	80 - 200	1,00 - 11,40
1,2	120 - 230	1,80 - 7,20

Obs: Para um mesmo nível de corrente, a utilização de arames de menor diâmetro proporciona maior taxa de deposição com pouca geração de respingos.

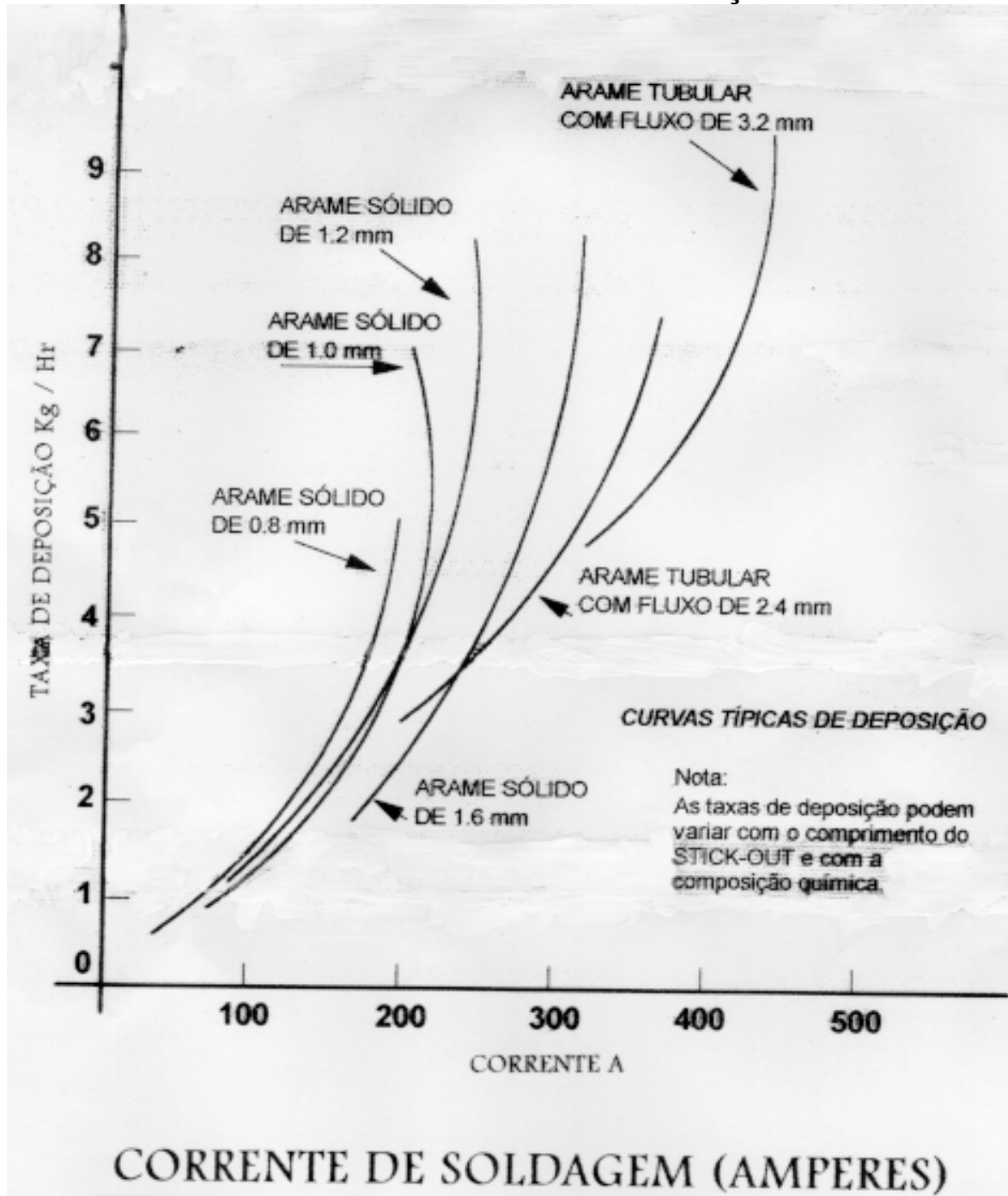
EFEITO DA DISTÂNCIA BICO - PEÇA



A tabela C indica a corrente mínima para transferência em spray (utilizando mistura com 2% de oxigênio em argônio como gás de proteção).

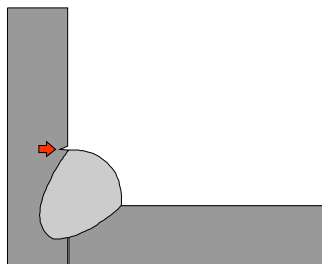
Diâmetro do arame (mm)	Corrente mínima para spray (A)
0,8	150
0,9	165
1,0	220
1,2	240

CURVAS TÍPICAS DE DEPOSIÇÃO



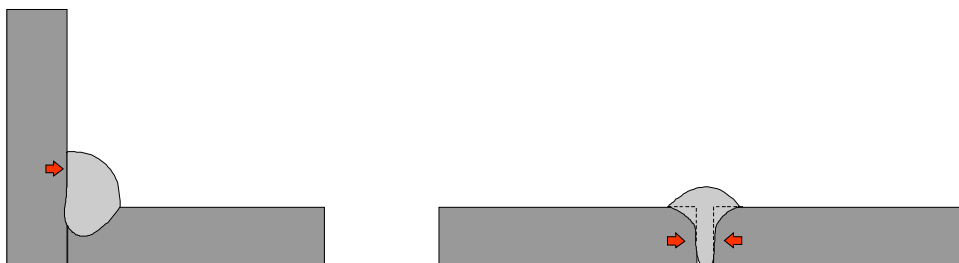
9- DEFEITOS DE SOLDAGEM E SUAS PROVÁVEIS CAUSAS.

- Mordedura.



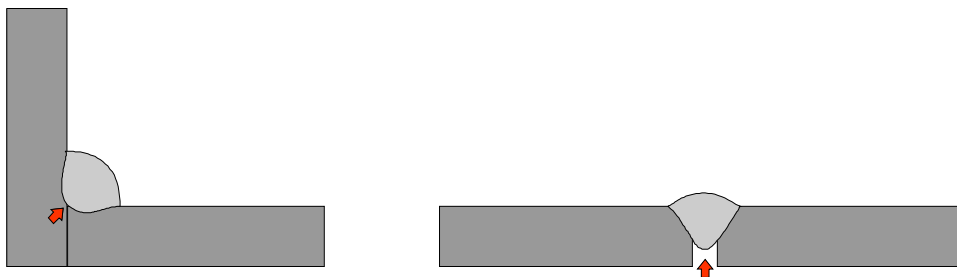
- alta velocidade de soldagem.
- alta voltagem do arco.
- manuseio inadequado da tocha.

Falta de fusão.



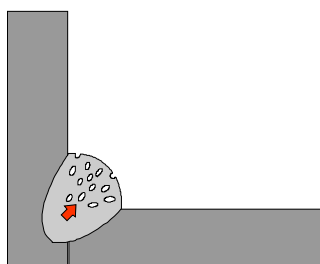
- cordão muito convexo em soldagem multipasse.
- baixa energia de soldagem.
- alta energia de soldagem para a posição vertical descendente.
- junta inadequada.
- manuseio inadequado da tocha.

- Falta de penetração.



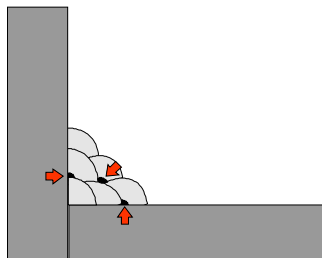
- baixa energia de soldagem.
- velocidade alta de soldagem.
- junta inadequada.

- Porosidade.



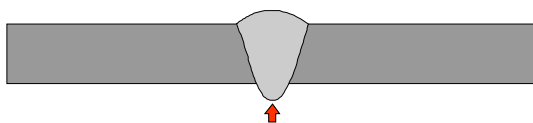
- vazão inadequada de gás: muito alta ou baixa.
- superfície com impurezas (tinta, óleo, graxa, umidade, carepa ...).
- alta voltagem de soldagem.

- Inclusão de escória.



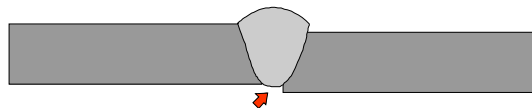
- superfície com carepa ou oxidação excessiva.
- escória nos cantos de cordões de solda muito convexas.
- escória ancoradas em mordeduras.

- Excesso de penetração.



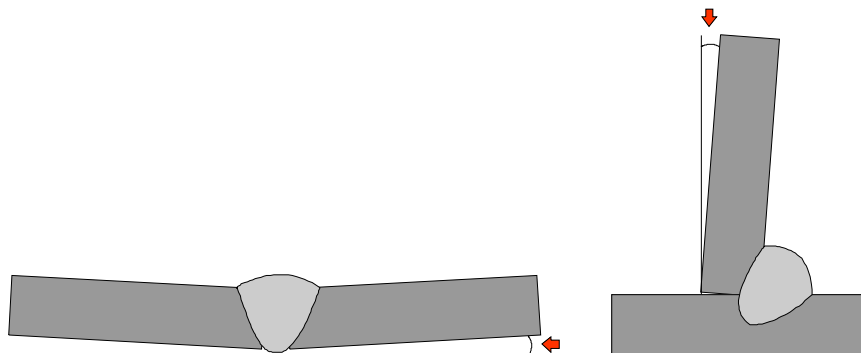
- amperagem muito alta.
- grande abertura da raiz.
- não utilização de cobre junta.

- Desalinhamento.



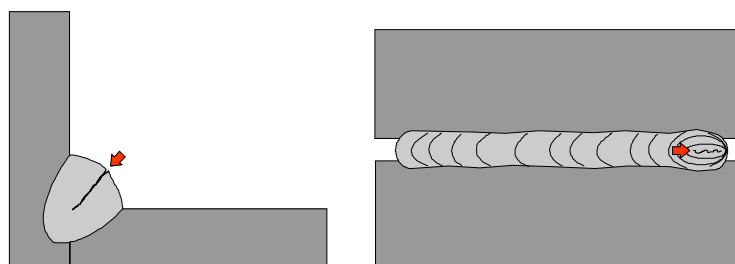
- montagem incorreta da junta.
- distorções durante a fabricação.

- Distorções.



- projeto inadequado da junta.
- seqüência inadequada de passes de solda.

- Trincas de solidificação.

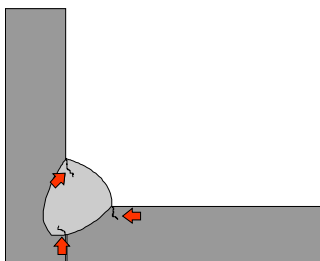


No centro do cordão

Na cratera

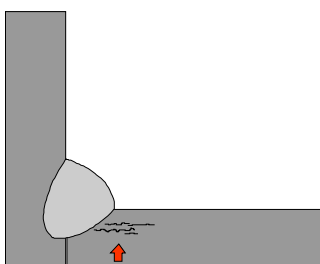
- profundidade de penetração excessiva.
- junta com grande abertura.
- metal base com alto teor de impurezas.
- pouco reforço na cratera.
- junta com alto grau de restrição.

- Trincas induzidas pelo hidrogênio.



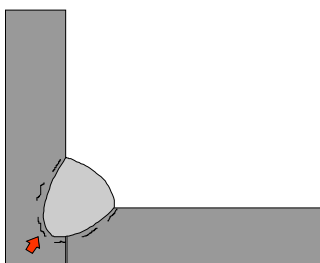
- presença de hidrogênio no metal de solda, aço com alto teor de carbono equivalente e junta com restrição.

- Decoção lamelar.



- inclusões no metal base no sentido da laminação.
- junta com alto grau de restrição.

- Trincas de liquefação do ZTA.



- metal base com impurezas.
- alto aporte térmico.

Defeitos e Causas da Ocorrência de Problemas (Medidas Preventivas)

DEFEITO: POROSIDADE	
CAUSAS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Corrente de ar, vento, ventiladores, exaustores, etc	Proteger a peça a ser soldada com cortinas ou biombo. As correntes de ar arrastam facilmente o gás de proteção deixando a poça de fusão desprotegida.
Impurezas no metal base.	Eliminar as impurezas da superfície a ser soldada. As camadas de tinta, carepa de laminação, óleos, graxa ou outras impurezas provocam formação de poros na solda.
Respingos de material fundido no bocal.	Eliminar com frequência os respingos de material fundido acumulado no bocal. Os respingos aderidos ao bocal, provocam turbilhonamento no fluxo do gás o qual se mistura com o ar ocasionando porosidade na solda.
Fluxo de gás demasiadamente alto ou baixo.	Regular o fluxo de gás entre 8-12 L/min. ao soldar com arco curto e de 12 a 20 L/min. com arco longo. Se o fluxo de gás for muito baixo a poça de fusão não recebe proteção adequada. Se for demasiadamente alto ocorrerá um turbilhonamento que arrasta o ar provocando porosidade.
Distância excessiva entre o bocal e a chapa.	Manter a distância do bocal o mais próximo possível da peça. Distância máxima 30 mm.
Bocal da pistola danificada ou de configuração inadequada.	O bocal da pistola deverá estar em perfeitas condições e ter forma cilíndrica ou preferivelmente ter uma seção de saída cônica (ver figura). Bordas irregulares provocam turbilhonamento do fluxo de gás.
Ângulo da pistola orientada incorretamente.	Orientar o ângulo do bocal ao soldar em pontos críticos tais como cantos externos, bordas ou similar. Uma pistola inclinada demasiadamente faz com que se formem poros.
Largura do cordão excessiva com arco alto e velocidade excessivamente alta.	A largura da poça não deverá ser superior a 1,3 vezes ao diâmetro do bocal. Largura excessiva faz com que o gás não proteja todo o banho de solda provocando contaminação pelo ar.
Vazamento de gás na pistola ou conexões.	Inspecionar periodicamente as mangueiras e conexões para que não ocorram vazamentos. Um vazamento por menor que seja produz porosidade na solda devido a aspiração do ar pelo ponto de fuga, misturando-se com o gás de proteção.
Vazamento de água nas pistolas refrigeradas.	A umidade da pistola por menor que seja, provoca grande quantidade de poros na solda. Inspecionar as juntas da pistola e substituí-la caso necessário.
Arame ou guia de arames sujos.	Usar arame limpo e limpar a guia do arame com ar comprimido.
Gás úmido.	Verificar o teor de umidade do gás.

DEFEITO: <i>RESPINGOS</i>	
Avanço do arame demasiadamente alto ou baixo em relação a tensão do arco.	Regular a velocidade de alimentação do arame de modo a tornar o arco o mais estável possível. Regular o avanço do arame de modo que não se produzam curto-circuitos e que o material de adição se projete uniformemente pelo arco.
Impurezas no metal base.	Tinta, carepa de laminação, Óxido e outras impurezas no metal base formam uma capa isolante que provoca chamas no arco elétrico que, por sua vez, origina grandes quantidades de respingos. Limpar a superfície a ser soldada.
Altura do arco excessiva.	Regular o avanço do arame de maneira que a altura do arco seja de 2 a 5 mm. A distância do bocal a peça deve ser de 10 a 30 mm. Se a altura do arco for excessiva formam-se respingos geralmente na direção da solda.

DEFEITO: <i>RESPINGO</i>	
Bico de contato danificado.	Se o bico de contato encontra-se desgastado o arame de deposição não mantém contato contínuo, com o que o arco queima irregularmente. Se o bocal contiver respingos aderentes, isto ocasiona perturbações no avanço do arame e por sua vez maior quantidade de respingos.
Falha do fornecimento de energia elétrica.	Controlar a tensão na rede elétrica.
Início incorreto.	Ao iniciar-se a soldagem deve-se procurar que o comprimento do arame que sai do bocal seja o mais curto possível e aproximar a pistola o máximo possível da peça.

DEFEITO: <i>PROBLEMAS COM AVANÇO DO ARAME</i>	
Guia do arame obstruída ou desgastada	Pó e fragmentos de cobre do arame, além de outras impurezas, obstruem o sistema de guia do arame e produzem dificuldades na alimentação do mesmo. Quando ocorrer a troca do arame deve-se remover a guia e limpá-la cuidadosamente com ar comprimido, também podendo usar solvente. Injetar também ar comprimido através do canal da guia para limpeza. Uma guia utilizada por muito tempo fica impregnada de sujeira e deve ser substituída.
Respingos de material sobre o arame.	Se o carretel de arame estiver descoberto, ocorre um acúmulo de sujeira sobre ele, especialmente se existir trabalho de esmerilhamento nas proximidades, pois as fagulhas do esmeril ficam aderidas ao arame, o que dificulta o avanço. Substituir o arame danificado e proteger com tampa ou similar.
Regulagem incorreta da tensão / amperagem.	Regular o avanço do arame em relação a tensão do arco de modo que este queime de maneira contínua e uniforme.

DEFEITO: ARCO INSTÁVEL	
Bico de contato desgastado.	Quando a abertura do bico de contato se gasta demasiadamente o arame não mantém um contato contínuo fazendo com que o arco arda irregularmente.
Impurezas no metal base.	Tinta, carepa de laminação, Óxido e outras impurezas no metal base formam uma capa isolante que provoca chamas no arco elétrico que, por sua vez, origina grandes quantidades de respingos. Limpar a superfície a ser soldada. (Fig. 2)
Mau contato entre o cabo terra e a peça.	Ligar o cabo terra a peça a ser soldada e limpar a superfície de contato para que seja mais efetivo.
Distância excessiva entre bocal e peça.	Regular o comprimento do arame para que se sobressaia de 5 a 10 mm do bocal ao soldar com arco curto e de 10-20 mm para arco longo. (Fig. 6)
Movimento demasiado rápido da pistola.	Mover a pistola de modo a formar um cordão denso no material base.

DEFEITO: MORDEDURAS	
Tensão / Amperagem muito alta ou arco muito longo.	Quando a poça de fusão é muito larga existe a tendência dela estender-se para os lados, o que leva como consequência a formação de mordedura. Reduzir a tensão e a velocidade de avanço do arame para obter completo domínio da poça de fusão.
Impurezas no metal base.	As impurezas no metal base provocam mordeduras com grande facilidade. Por isso, deve-se limpar perfeitamente a área de solda. (Fig. 2)
Movimento da pistola.	Ao soldar-se com arco longo manter a pistola de avanço para frente.
Peça superaquecida.	Deixar a peça esfriar.

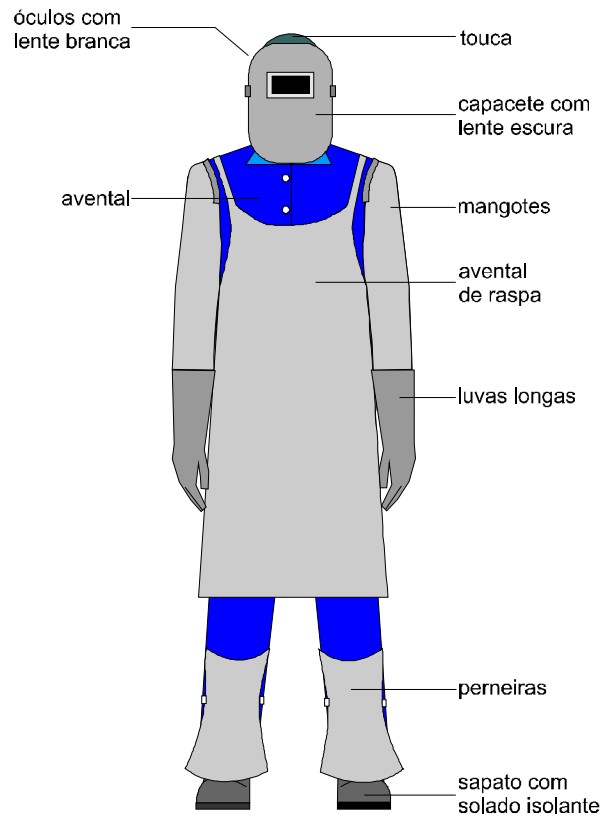
DEFEITO: FALTA DE FUSÃO	
Impurezas no metal base.	As impurezas no metal base provocam mordeduras com grande facilidade. Por isso, deve-se limpar perfeitamente a área de solda. (Fig. 2)
Intensidade insuficiente	Aumentar a intensidade.
Altura do arco elevada.	Diminuir a altura do arco (ou seja a voltagem).
Velocidade de avanço excessiva.	Soldar com a velocidade de avanço adequada.
Ângulo de união pequeno.	Usar um ângulo de união de 45 a 60° dependendo da situação e da espessura do material. Quando os ângulos de união são demasiadamente abertos, o arco não chega convenientemente à superfície de união e o material fundido espirra para as bordas sem penetrar no metal base. Estudar detalhadamente o ângulo e a forma de união que melhor se adaptem ao caso.

10 - CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO.

- Processo de alta taxa de deposição (alta produtividade) : 6,0 kg / hora com arame sólido e 12 kg / hora com arame tubular.
- solda em todas as posições.
- solda a maioria dos metais.
- pouca geração de fumos.
- bom acabamento, principalmente com a utilização de misturas a base de argônio.
- o processo é facilmente automatizado.

11 - SEGURANÇA.

Devido o soldador estar sujeito a itens agressivos como os respingos de solda, radiações ultra violeta e infra vermelha, fumos em ambientes fechados, queimaduras por peças quentes e choques elétricos, para sua proteção é indispensável a utilização de EPI completo indicado para o processo, ou seja: máscara com lente apropriada (em função da amperagem utilizada de acordo com a tabela abaixo), luvas, perneiras, avental, mangotes, sapato e óculos de segurança como mostra a figura seguinte.



LENTESS RECOMENDADAS CONFORME NORMA DIN 4647-1

LENTESS RECOMENDADAS CONFORME NORMA DIN 4647-1

PROCESSOS DE SOLDA E CORTE	CORRENTE AMPERES																								
	0,5	1,0	2,5	5,0	10	15	20	30	40	60	80	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	
ELETRODOS REVESTIDOS									9	10	10	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	13	14	14
MIG									9	10	10	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	15
TIG									9	10	10	11	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	15
TAG									10	10	11	11	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	15
GOIVAGEM									10	10	11	11	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	15
CORTE A PLASMA									11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	14
MICROPLASMA SOLDA	4	5	6	7	8	8	9	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	15

12- SELEÇÃO DE GASES DE PROTEÇÃO PARA O PROCESSO MIG/MAG.

FAMÍLIA STARGOLD

F 24

- soldagem de aços inoxidáveis.
- qualquer espessura.
- transferência em spray.
- pode ser usado em soldagem com fontes pulsadas.

F 34

- chapas finas (espessura menor que 3 mm) de aço carbono em curto circuito.
- chapas grossas em spray.

F 36

- chapas finas de aço carbono ou grossas em spray.
- alta velocidade de soldagem.

V 16

- aço carbono de qualquer espessura em curto circuito ou spray

V 35

- aço carbono de qualquer espessura em curto circuito com boa penetração ou spray.

C 25

- aço carbono de qualquer espessura em curto circuito.
- soldagem com arame tubular.

I 40

- soldagem de aços inoxidáveis em curto circuito ou spray.
- pode ser usado em soldagem com fontes pulsadas.

I 43

- aços inoxidáveis em soldas multipasses de grandes espessuras.

Argônio

- alumínio e suas ligas e cobre e suas ligas.