

***Tecnologia de Solda***  
***Processo Eletrodo Revestido***

**Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco**  
**Presidente**  
Jorge Wicks Côrte Real

**Departamento Regional do SENAI de Pernambuco**  
**Diretor Regional**  
Antônio Carlos Maranhão de Aguiar

**Diretor Técnico**  
Uaci Edvaldo Matias

**Diretor Administrativo e Financeiro**  
Heinz Dieter Loges

### **Ficha Catalográfica**

621.791.05      SENAI. DR. PE. **Tecnologia de Solda – Processo Eletrodo**  
S474t              **Revestido.** Recife, SENAI.PE/DITEC/DET, 1998.

1. SOLDA – ELETRODO REVESTIDO
2. MATERIAL DIDÁTICO - SOLDA
- I. Título

Direitos autorais de propriedade exclusiva do SENAI. Proibida a reprodução parcial ou total, fora do Sistema, sem a expressa autorização do seu Departamento Regional.

*SENAI* - Departamento Regional de Pernambuco  
Rua Frei Cassimiro, 88 - Santo Amaro  
50100-260 - Recife - PE  
Tel.: (081) 3416-9300  
Fax: (081) 3222-3837

## SUMÁRIO

Noções de Eletricidade Aplicada a Soldagem	05
Segurança e Equipamentod e Proteção Individual (EPI)	14
Equipamentos e Ferramentas	23
Máquinas para Soldagem	29
Variáveis que influenciam nas Soldagens	36
Fatores a serem considerados para uma Boa Soldagem	40
Posições de Soldagem	46
Juntas	52
Eletrodos para Soldagem Manual a Arco	60
Noções de Metalurgia	81

## NOÇÕES DE ELETRICIDADE APLICADA A SOLDAGEM

### Corrente Elétrica

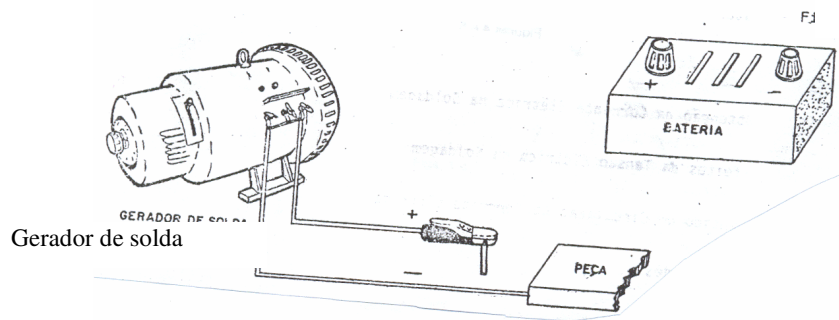
Chamamos de corrente elétrica ao movimento ordenado de cargas elétricas através de um corpo.

### Tipos de Corrente Elétrica

#### Corrente Contínua ( = )

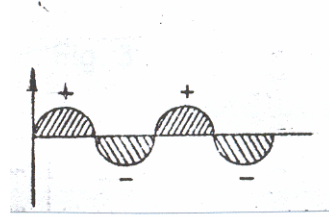
É aquela que circula sempre no mesmo sentido. A fonte fornecedora de corrente (figuras abaixo) mantém constante sua polaridade, ou seja:

- a) o borne negativo sempre será negativo;
- b) o borne positivo sempre será positivo.

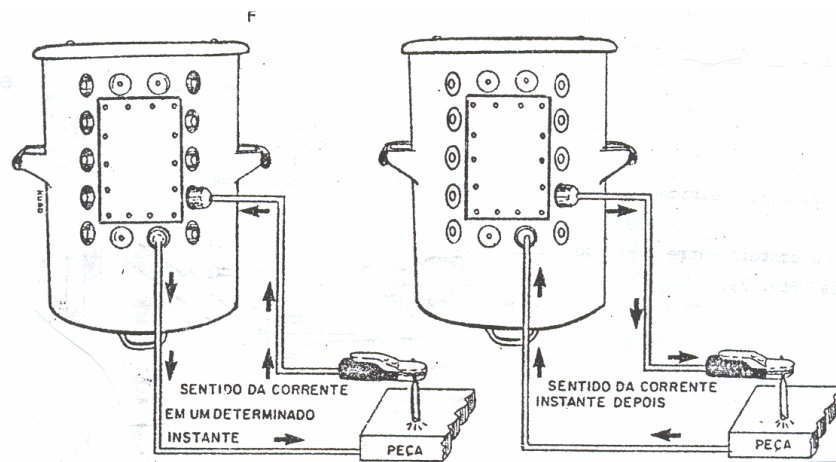


## Corrente Alternada ( $\approx$ )

É aquela que passa através de um corpo sofrendo inversão de sentido em intervalos regulares de tempo, caminhando primeiro num sentido e depois no outro. Cada borne, ora será negativo, ora será positivo.



Vemos nas figuras abaixo, o sentido da corrente em um transformador.



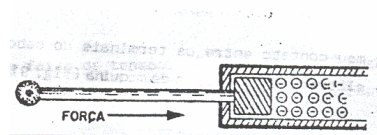
## Intensidade da Corrente Elétrica

A corrente elétrica, seja ela alternada ou contínua pode ter sua intensidade medida. Para medir a intensidade da corrente usa-se a unidade de medida chamada ampère, que é representada pela letra A.

Portanto, é correto dizer que num determinado instante a intensidade da corrente circulante pelo eletrodo é de 200 A.

## Tensão Elétrica

Já foi visto que corrente elétrica é um movimento ordenado de cargas elétricas através de um corpo. Estas cargas porém, não se movem sem que haja uma força atuando sobre elas, fazendo-as circular.



A essa força atuante dá-se o nome de tensão elétrica.

Portanto, tensão elétrica é a força que movimenta as cargas elétricas através de um corpo e que tem como unidade de medida o volt., que é representado pela letra V.

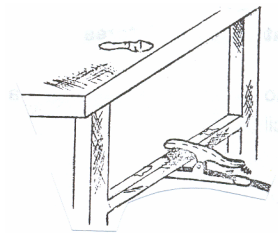
## Resistência Elétrica

É a dificuldade que um corpo oferece à passagem da corrente elétrica e sua unidade de medida é o ohm, que é representado pela letra grega  $\Omega$ .

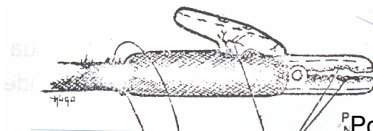
A corrente elétrica ao atravessar um corpo encontra dificuldade e gera calor. Este calor pode ser desejável, como no caso do chuveiro elétrico, ou indesejável como no caso de um mau contato numa conexão elétrica.

Na soldagem elétrica devemos evitar o aquecimento indesejável em:

- mau contato entre o grampo terra e massa.



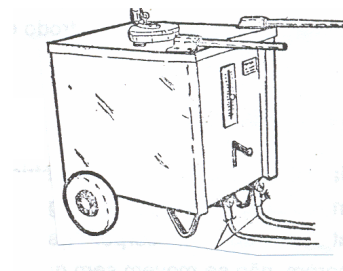
- mau contato entre o cabo elétrico e o porta-eletrodo.



Porta eletrodo danificado ou com mau contato no cabo

- mau contato entre os terminais do cabo elétrico e os bornes da máquina.

Ligações soltas



- seccionamento parcial dos cabos elétricos.



Cabo danificado

- grampo terra danificado.



Observação:

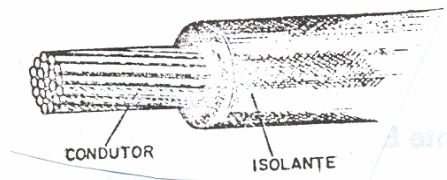
Ao fazer uma conexão elétrica deve-se tomar o cuidado de fazê-la corretamente para que não ocorra mau contato e a conseqüente perda de energia elétrica em geração de aquecimento indesejável.

## Materiais Condutores

São corpos que permitem a passagem da corrente elétrica com relativa facilidade.

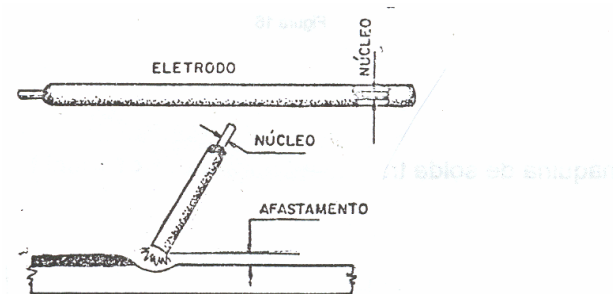
## Materiais Isolantes

São corpos que, dentro de uma determinada faixa de tensão, não permitem a passagem da corrente elétrica (fig. abaixo). Os mais usados são a borracha, a mica, a porcelana e a baquelita.



## Arco Elétrico

É a passagem da corrente elétrica de um polo (peça) para o outro (eletrodo), desde que seja mantido entre eles um afastamento conveniente. Esse afastamento é chamado de comprimento do arco.

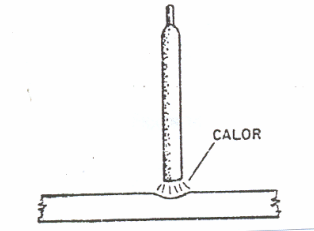


Diâmetro do núcleo = afastamento

Observação:

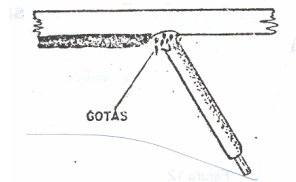
O comprimento do arco deve ter aproximadamente o diâmetro do núcleo do eletrodo.

O arco elétrico produz calor intenso que funde a ponta do eletrodo e parte da peça tocada por este, formando a solda.



Observação:

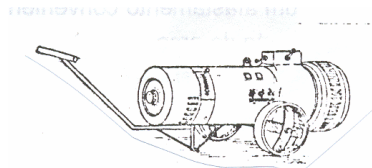
Além do seu papel de fonte de calor, o arco elétrico ainda conduz as gotas de metal, depositando-as de encontro à peça, o que permite executar soldas sobre cabeça.



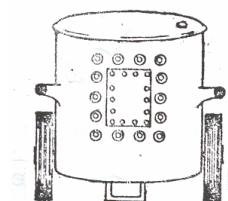
## Obtenção da Corrente Elétrica na Soldagem

Nas soldagens, a corrente elétrica pode ser obtida por meio de:

- máquina de solda geradora.

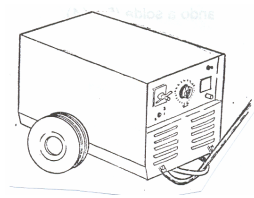


- máquina de solda transformadora.



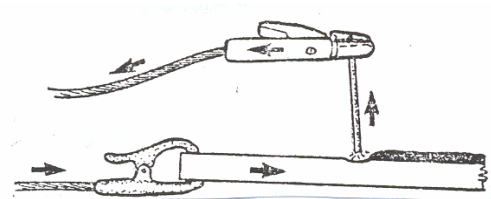


- máquina de solda retificadora.



### Efeito da Tensão Elétrica na Soldagem

A tensão faz com que a corrente elétrica prossiga circulando, mesmo depois que o eletrodo é afastado da peça, fazendo com que o arco elétrico se mantenha. O arco produz alta temperatura, fundindo o material do eletrodo e da peça, formando a solda.

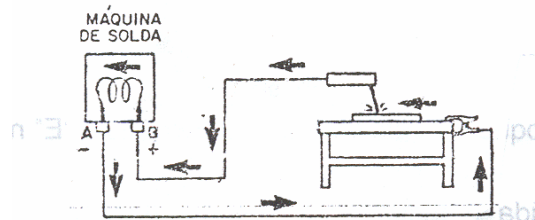


### Sentido de Circulação da Corrente Elétrica

A corrente sempre circula do polo negativo (-) para o polo positivo (+).

### Polaridades

No processo de soldagem, quando a máquina de solda está operando, a corrente elétrica sai pelo borne A; desloca-se pelo cabo até a peça que está sendo soldada, provoca a fusão do material da peça com o material do eletrodo através do arco elétrico; passa pelo eletrodo e retorna ao borne B através do cabo; entra novamente na máquina e, pelo circuito interno, torna a sair pelo borne A .



## Sopro Magnético

Nas soldagens, quando trabalhamos com altas amperagens em corrente contínua, ocorre o efeito chamado de sopro magnético.

Este efeito provoca o desvio das gotas de metal fundido para um dos lados da peça que está sendo soldada. O desvio é feito para o lado onde for maior a força do campo magnético, força esta, provocada pela falta de uniformidade da distribuição desse campo.

Este problema pode ser resolvido de várias formas. A seguir apresentamos algumas delas:

- mudando o ângulo do eletrodo;
- deslocando a fixação terra;
- colocando um material de maior condutibilidade elétrica como terra (cobre).

## Exercícios

Nas questões 1 e 2 coloque um (X) na alternativa correta.

1) Corrente elétrica é:

- a) ( ) A dificuldade que um corpo oferece à passagem da corrente elétrica.
- b) ( ) Aquela que tem como unidade de medida, o volt. (V).
- c) ( ) O movimento ordenado de cargas elétricas através de um corpo.
- d) ( ) A parada de cargas elétricas através de um corpo.

2) Os tipos de corrente elétrica usados nas soldagens são:

- a) ( ) Alternada e contínua.
- b) ( ) Alternada e positiva.
- c) ( ) Contínua e negativa.
- d) ( ) Positiva e negativa.

Nas questões abaixo coloque “C” nas afirmações corretas e “E” nas falsas.

3) ( ) A unidade de medida da tensão elétrica é o ohm ( $\Omega$ ).

4) ( ) A intensidade da corrente elétrica é medida em ampère (A).

- 5) ( ) Resistência elétrica é a dificuldade que um corpo oferece à passagem da corrente elétrica.
- 6) ( ) Tensão elétrica é a força que movimenta as cargas elétricas através de um corpo.
- 7) ( ) Borracha, mica, porcelana e baquelita são os materiais condutores mais usados.
- 8) ( ) Materiais condutores são aqueles que permitem a passagem da corrente elétrica.
- 9) ( ) Materiais isolantes são aqueles que não permitem a passagem da corrente elétrica dentro de uma determinada faixa de tensão.
- 10) Defina o arco elétrico com suas próprias palavras.
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_ .
- 11) Qual deve ser o comprimento do arco elétrico?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_ .
- 12) Qual o efeito da tensão elétrica na soldagem?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_ .

Nas questões 13 e 14, coloque "X" na alternativa correta.

13) O sentido da corrente elétrica é:

- a) ( ) Do polo negativo para o polo negativo.
- b) ( ) Do polo negativo para o polo positivo.
- c) ( ) Do polo positivo para o polo negativo.
- d) ( ) Do polo positivo para o polo positivo.

14) O sopro magnético:

- a) ( ) É um efeito desejado na soldagem.
- b) ( ) Provoca aquecimento nos eletrodos.
- c) ( ) É desviado para o lado onde for menor a força do campo magnético.
- d) ( ) Provoca o desvio das gotas de metal fundido para um dos lados da peça.

QUESTÕES	RESPOSTAS
1	C
2	A
3	E
4	C
5	C
6	C
7	E
8	C
9	C
10	É passagem da corrente elétrica de um polo (peça) para o outro (eletrodo), desde que seja mantido entre eles um afastamento conveniente.
11	Deve ser aproximadamente igual ao diâmetro do núcleo do eletrodo.
12	Fazer com que a corrente elétrica prossiga circulando, mesmo depois que o eletrodo é afastado da peça.
13	B
14	D

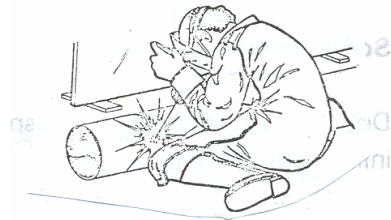
## SEGURANÇA E EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

Nas operações de soldagem, o soldador deve estar atento às normas de segurança, devendo:

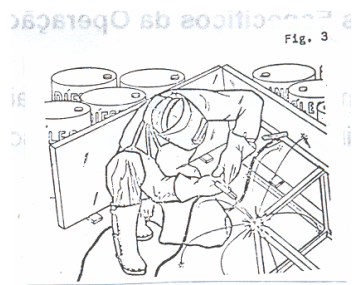
- usar o Equipamento de Proteção Individual (EPI) para evitar danos físicos ou prejuízos à saúde.



- usar biombo para proteger as pessoas que o rodeiam.



- evitar danos materiais, não soldando em locais onde haja materiais de fácil combustão como óleo, gasolina, thinner, querosene, etc. e materiais explosivos como pólvora, dinamite, etc.



### Posto de Trabalho de Solda

É o local onde o soldador trabalha. Pode ser em cabines de solda, ou em outros locais onde seja necessário executar uma solda.

Vamos citar as precauções a serem observadas em alguns destes locais.

## **Cabine**

Deve ser pintada em cor escura e fosca para evitar reflexão de luz.

Deve ter ventilação suficiente para que os gases (fumos) liberados pelo eletrodo durante a soldagem não sejam aspirados pelo soldador; apesar desses gases normalmente não serem tóxicos, podem afetar as vias respiratórias.

Observações:

- 1) Em locais fechados é necessário colocar exaustores;
- 2) Não se deve soldar peças pintadas ou encharcadas de óleo ou graxa.

## **Solda de Campo**

Nesta situação, além das precauções normais, o soldador precisa estar atento aos danos provocados pela ação da corrente elétrica, evitando trabalhar em locais úmidos, debaixo de chuva, descalço ou com calçados em más condições.

## **Solda de Manutenção**

Deve-se tomar cuidados especiais com soldagens próximas a materiais inflamáveis ou explosivos.

## **Perigos Específicos da Operação de Soldagem**

São considerados perigosos os raios, a luminosidade, as altas temperaturas e os respingos lançados durante a soldagem.



Dos raios emitidos os mais nocivos são o ultravioleta e o infravermelho.

### **Raio Ultravioleta**

Provoca:

- queimaduras graves, com destruição das células e com isso a destruição prematura da pele;
- ataque severo ao globo ocular podendo resultar em conjuntivite catarral, úlcera da córnea, etc.

### **Raio Infravermelho**

É responsável por danos como:

- queimaduras de 1º e 2º graus;
- catarata (doença dos olhos que escurece a visão);
- freqüente dor de cabeça;
- vista cansada.

Observação: os raios infravermelhos e ultravioleta são invisíveis.

### **Respingos**

São pequenas gotas de metal fundido que saltam no ato da soldagem, em todas as direções. Podem estar entre 100º e 1700ºC e seu diâmetro para chegar até 6 mm. São responsáveis por queimaduras no soldador e também por incêndios, se caírem sobre material combustível.

Observação:

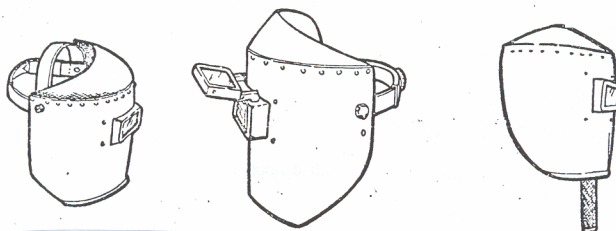
Os riscos acima citados deixam de existir se o soldador se proteger com o EPI e trabalhar em local que ofereça condições seguras.

## **Equipamento de Proteção Individual (EPI)**

### **Máscaras**

São fabricadas de material incombustível, isolante térmico e elétrico, leve e resistente (fibra de vidro, fibra prensada, etc.).

Servem para proteger o soldador dos raios, dos respingos e da temperatura elevada emitida durante a soldagem. Existem vários modelos e sua escolha deve ser feita de acordo com o tipo de trabalho a ser executado.



### **Filtros de Luz**

São vidros protetores, que devem absorver no mínimo 99,5% da radiação emitida nas soldagens.

### **Tonalidade dos Filtros**

A tonalidade dos filtros deve ser selecionada de acordo com a intensidade da corrente, para que haja absorção quase total dos raios emitidos (infravermelhos e ultravioleta).

### **Classificação**

Nº 10 para soldagem até 200 ampères

Nº 12 para soldagem entre 200 e 400 ampères

Nº 14 para soldagem acima de 400 ampères

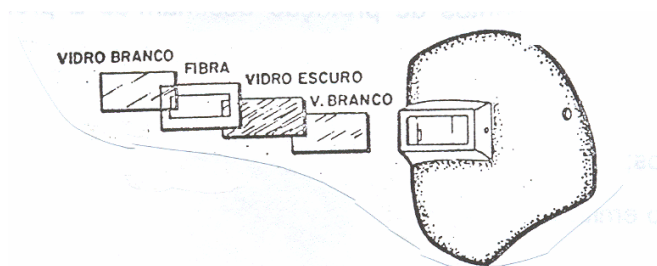
Observações:

- 1) Os filtros devem ser protegidos em ambos os lados por um vidro comum incolor.
- 2) Obedecendo à classificação mencionada, a absorção dos raios infravermelhos e ultravioletas será de no mínimo 99,5%.



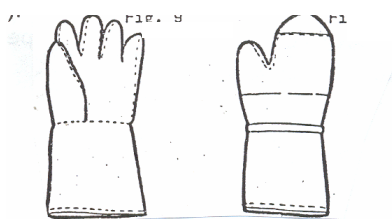
## Montagem dos Vidros

A montagem dos vidros na máscara deve ser conforme mostra a figura abaixo.



## Luvas

Protegem as mãos.



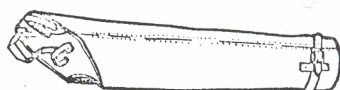
## Avental

Protege a frente do corpo.



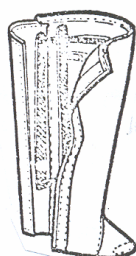
## Mangas ou Mangotes

Protegem os braços.



## Perneiras ou Polainas

Protegem as pernas e os pés do soldador.



Todos esses equipamentos de proteção destinam-se a proteger o soldador contra:

- calor;
- respingos;
- radiação emitida pelo arco.

Observações:

- 1) Luvas, avental, mangas e perneiras são feitas de raspas de couro.
- 2) Para trabalhos especiais, onde a temperatura é muito alta, usa-se equipamento de alumínio-amianto.



## Exercícios

Coloque “V” nas afirmativas verdadeiras e “F” nas falsas:

- 1) ( ) Ao soldar, o soldador deve evitar danos físicos ou prejuízos à saúde.
- 2) ( ) Ao soldar, o soldador deve proteger as pessoas que o rodeiam.
- 3) ( ) Ao soldar, o soldador deve executar o seu trabalho sem se preocupar com as pessoas que o ajudam ou rodeiam.
- 4) ( ) Ao soldar, o soldador deve evitar danos materiais.
- 5) Escreva com suas próprias palavras, o que é Posto de Trabalho.

---

---

Coloque “V” nas afirmativas verdadeiras e “F” nas falsas.

- 6) ( ) As cabinas de solda devem ser pintadas em cor escura e brilhante para evitar reflexão de luz.
- 7) ( ) As cabines devem ter ventilação suficiente para que os gases (fumos) liberados pelo eletrodo durante a soldagem não sejam aspirados pelo soldador.
- 8) ( ) Em locais abertos é necessário a colocação de exaustores.
- 9) Cite quais os cuidados a serem tomados em solda de campo e de manutenção.

---

---

Nas questões 10 e 11, coloque um (X) na alternativa correta.

10) Dos raios emitidos na soldagem, os mais nocivos são:

- a) ( ) Ultravioleta e laser.
- b) ( ) Infravermelho e laser.
- c) ( ) Ultravioleta e infravermelho.
- d) ( ) Raio X e raio Y.

11) Respingos são gotas de metal fundido que podem estar entre:

- a) ( ) 100 e 1700°C.
- b) ( ) 1000 e 1700°C.
- c) ( ) 100 e 170°C.
- d) ( ) 100 e 17°C.

12) Escreva com suas palavras como fazer para evitar os perigos na operação de soldagem.

---

---

---

13) Em segurança, “EPI” quer dizer:

- a) ( ) Equipe Padrão da Indústria.
- b) ( ) Equipamento de Proteção Individual.
- c) ( ) Estamos Protegendo a Indústria.
- d) ( ) Equipamento de Proteção Industrial.

14) As máscaras de solda são fabricadas de:

- a) ( ) Borracha sintética, cerâmica, etc.
- b) ( ) Aço, ferro fundido, etc.
- c) ( ) Fibra prensada, fibra de vidro, etc.
- d) ( ) Borracha natural, vidro, etc.

Preencha corretamente os espaços em branco das frases abaixo.

15) Filtros de luz são vidros protetores, que devem absorver no mínimo \_\_\_\_\_, da radiação emitida nas soldagens.

16) A tonalidade dos filtros deve ser selecionada de acordo com a \_\_\_\_\_, para que haja absorção quase total dos raios emitidos.

17) O filtro nº 10 é usado para soldagens onde a intensidade da corrente vai até \_\_\_\_\_ ampères.

18) Escolha na coluna I a letra apropriada e coloque-a no espaço em branco da coluna II.

Coluna I	Coluna II
a) Luva	1) ( ) Pernas e pés
b) Mangote	2) ( ) Braços
c) Avental	3) ( ) Mãos
d) Perneira	4) ( ) Corpo

Complete a frase:

19) Os aventais, mangotes, perneiras e luvas, são fabricados de \_\_\_\_\_.

QUESTÕES	RESPOSTAS
1	V
2	V
3	F
4	V
5	É o local onde o soldador trabalha.
6	F
7	V
8	F
9	Locais úmidos – debaixo de chuva – descalço ou com calçados em más condições – próximos a materiais inflamáveis ou explosivos.
10	C
11	A
12	Se o soldador se proteger com o EPI e trabalhar em local com condições seguras.
13	B
14	C
15	99,5%
16	Intensidade da corrente (amperagem)
17	200
18	1 D; 2 B; 3 A; 4 C
19	Raspa de couro

## EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS

Além da fonte de energia que chamamos de máquina de soldar, outros acessórios e ferramentas são utilizados para executar as operações de soldagem. Uns servem para transportar a corrente da fonte até o local de soldagem, outros para preparação da solda e outros ainda, para a limpeza durante a execução da solda.

São acessórios necessários nas operações de soldagem:

- cabo de solda;
- porta-eletrodo;
- grampo terra (ligação à massa).

### Cabo de Solda

É constituído por um núcleo, formado de grande quantidade de fios de cobre, recoberto com material isolante. Serve para fazer a ligação do porta-eletrodo e do grampo terra à fonte de energia.



Observações:

- 1) A grande quantidade de fios de cobre, permite ao cabo maior flexibilidade nos movimentos executados nas operações de soldagem.
- 2) O diâmetro do cabo depende da intensidade da corrente a ser utilizada e da distância entre a máquina e o posto de soldagem.

Conhecendo-se a distância entre a máquina e o posto de trabalho e a intensidade da corrente a usar, recorre-se à tabela abaixo para encontrar a bitola conveniente do cabo, evitando, com isso, perda de corrente, aquecimento ou super-dimensionamento do cabo.

## Correntes Máximas Admissíveis em Ampères

Distâncias da Máquina ao Eletrodo			Bitola AWG
Até 15 m	De 15 a 30 m	De 30 a 75 m	
200 A	150 A	100 A	2
300 A	250 A	175 A	1/0
375 A	300 A	200 A	2/0
450 A	400 A	250 A	3/0
550 A	500 A	300 A	4/0

Encontrada a bitola do cabo obteremos outras características através da seguinte tabela:

Bitola AWG	Secção mm <sup>2</sup>	*Formação	Espessura de Proteção mm	Diâmetro Externo mm	Peso kg/m
2	33,62	666/0,254	2,4	13,5	0,435
1/0	53,49	1036/0,254	2,7	16,3	0,655
2/0	67,43	1332/0,254	2,9	18,2	0,830
3/0	85,01	1342/0,284	3,1	20,1	1,040
4/0	107,20	1647/0,286	3,3	22,1	1,280

\* Na coluna Formação você encontrará o número de fios do cabo e o diâmetro em milímetros de cada fio.

Exemplo de leitura:

666 = número de fios do cabo

0,254 = diâmetro em mm de cada fio.

## Porta-eletrodo

É um acessório que serve para prender o eletrodo através de suas garras de contato. É construído de cobre com suas partes externas totalmente isoladas.



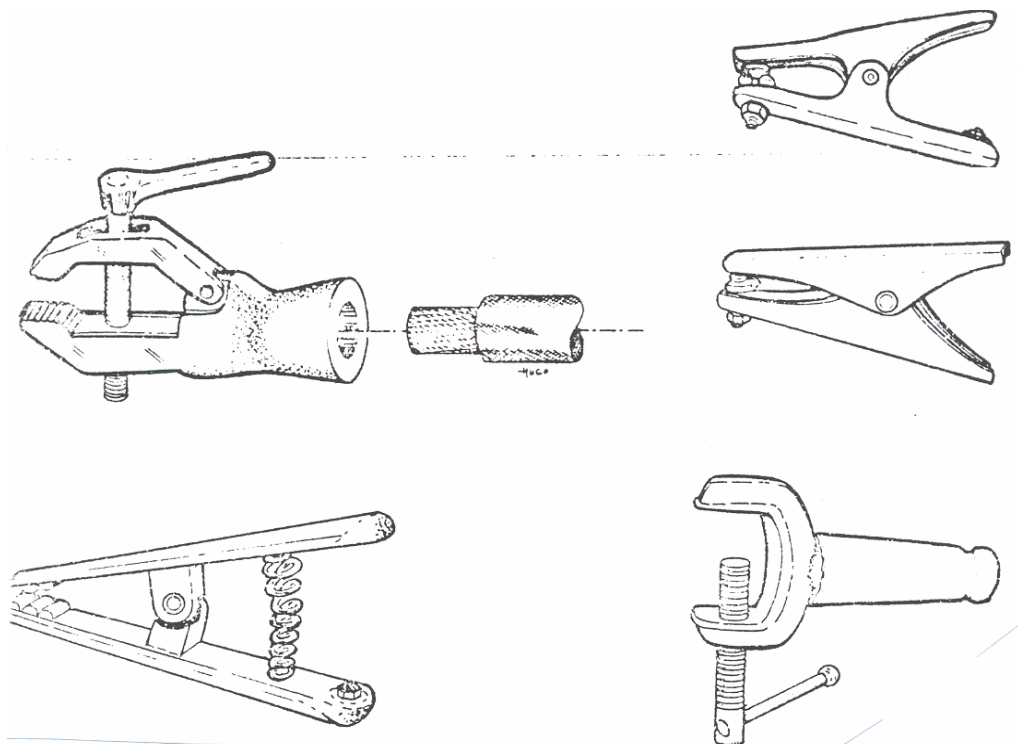
Seu tamanho e isolamento variam de acordo com a intensidade da corrente a ser utilizada.

Observação:

O porta-eletrodo é conhecido também como “alicate porta-eletrodo” ou “pinça porta-eletrodo”.

### Grampo Terra

É um acessório de conexão do cabo terra à peça, construído de cobre ou alumínio.



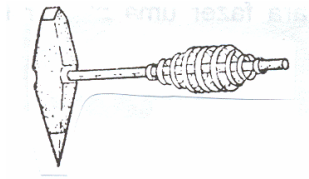
Observação:

Grampo terra = Grampo massa



## Martelo Picador

Ferramenta usada para remover a escória e os respingos da solda.

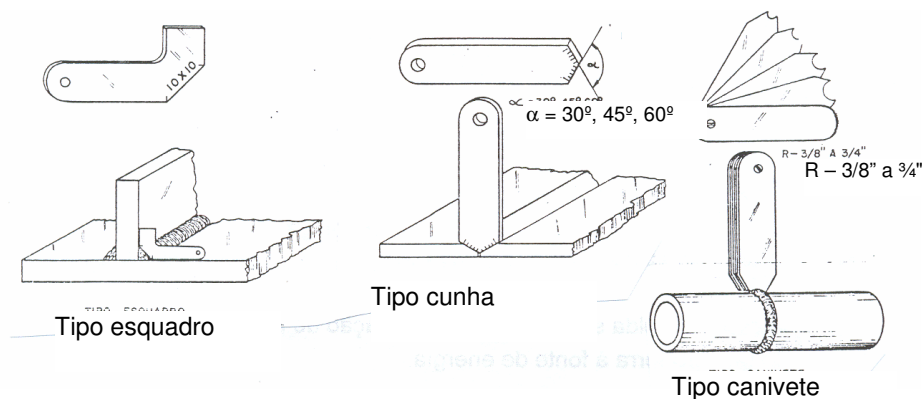


Observações:

- 1) Martelo picador = picadeira ou martelo bate-escória.
- 2) Em grandes empresas, para remover escória usam-se dispositivos pneumáticos.

## Gabarito

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 abaixo mostramos os principais tipos de gabaritos utilizados nas operações de soldagem e suas aplicações.



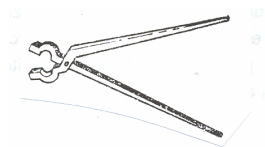
## Escova de Aço

Ferramenta usada para remover o óxido de ferro (ferrugem) das chapas a serem soldadas e também para fazer uma melhor limpeza nos cordões de solda.



## Tenaz

Ferramenta semelhante a um alicate, porém com cabos mais longos. Serve para segurar peças quentes.



## Exercícios

Coloque (V) nas afirmativas verdadeiras e (F) nas falsas.

- 1) ( ) O cabo de solda é construído de fios de aço recobertos de borracha.
- 2) ( ) O cabo de solda serve para fazer a ligação do porta-eletrodo e do grampo-terra à fonte de energia.
- 3) ( ) O diâmetro do cabo depende da intensidade da corrente a ser utilizada e da distância entre a máquina e o posto de soldagem.
- 4) ( ) O diâmetro do cabo depende da espessura da peça que vai ser soldada.

Preencha os espaços em branco das questões abaixo:

- 5) O porta-eletrodo é um acessório que serve para prender o \_\_\_\_\_ através de suas garras de contato.
- 6) O porta-eletrodo é construído \_\_\_\_\_ com suas partes \_\_\_\_\_ totalmente isoladas.
- 7) O grampo terra é um acessório de \_\_\_\_\_ do cabo terra à peça.

- 8) A ferramenta usada para remover a escória e os respingos da solda é denominada \_\_\_\_\_ .
- 9) A escova de aço serve para remover \_\_\_\_\_ e também para fazer melhor limpeza nos \_\_\_\_\_ .
- 10) A tenaz serve para segurar peças \_\_\_\_\_ .

QUESTÕES	RESPOSTAS
1	F
2	V
3	V
4	F
5	Eletrodo
6	Cobre – Externas
7	Conexão
8	Martelo – picador ou picadeira ou ainda martelo bate-escória.
9	Escória – Cordões de solda
10	Quentes

## MÁQUINAS PARA SOLDAGEM

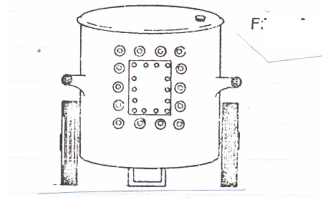
São Máquinas adaptadas para trabalhos de soldagem. Existem três tipos básicos de máquinas para soldar com eletrodo revestido:

- transformador para soldagem;
- gerador para soldagem;
- retificador para soldagem.

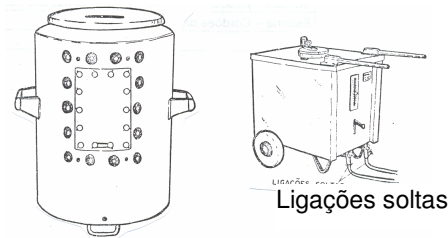
Os modelos variam de fabricante para fabricante, mas o princípio de funcionamento de cada tipo de máquina é o mesmo.

### Transformador para Soldagem

É uma máquina elétrica estática (não tem partes móveis), destinada a alimentar um arco elétrico com corrente alternada.



Pode ser de pequeno, médio e grande porte, dependendo do trabalho a ser executado.



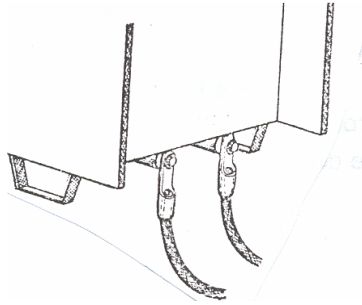
Pode ser do tipo monofásico ou trifásico e alimentado com tensões de 110 V, 220 V, 380 V e 440 V.

Os transformadores, sendo máquinas para soldagem com corrente alternada (não tem polaridade definida), só permitem o uso de eletrodos apropriados para este tipo de corrente.

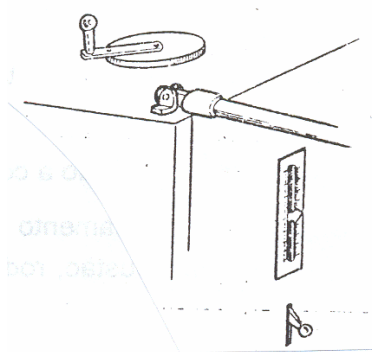
Observação:

Para trabalhos de longa duração e eletrodos de maiores diâmetros, deve-se ter o cuidado em selecionar a máquina com potência adequada.

A máquina normalmente dispõe de dois terminais para ligação dos cabos (terra e porta-eletrodo).

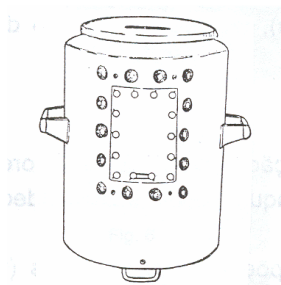


O transformador, na maioria dos casos, tem um dispositivo volante-manivela, onde é feita a regulagem da intensidade da corrente (amperagem).



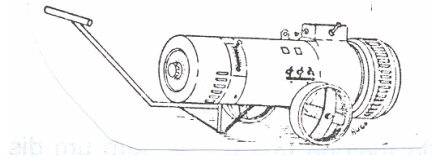
Observação:

Em máquinas de pequeno porte, a regulagem da intensidade é feita através de pino-tomada, sendo o cabo terra ligado internamente.



## Gerador para Soldagem

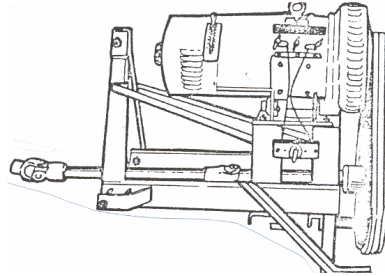
É uma máquina elétrica rotativa (tem partes móveis) destinada a alimentar um arco elétrico com corrente contínua.



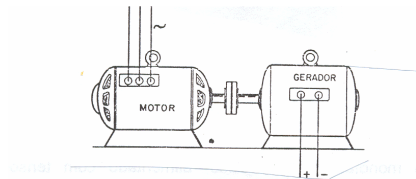
Pode ser de pequeno, médio e grande porte, dependendo da exigência do trabalho a ser realizado.

Os geradores são largamente empregados por apresentarem os seguintes recursos:

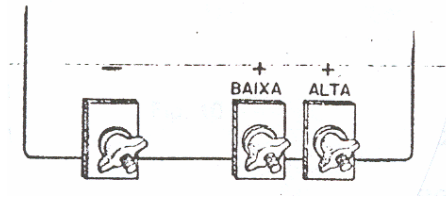
- permitem o uso de todos os tipos de eletrodo devido a corrente contínua;
- geram sua própria energia através do acoplamento de um dispositivo girante que pode ser um trator, motor a combustão, roda d' água, motores elétricos etc.;



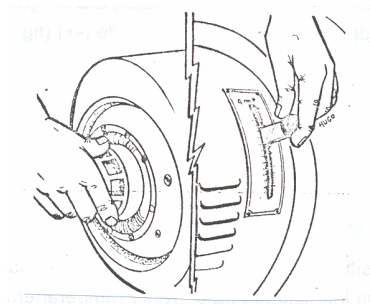
- quando acoplados a motores elétricos necessitam de rede elétrica trifásica com tensões de 220/380/440 V;
- resistem bem a trabalhos de longa duração.



O gerador dispõe de dois ou três terminais para a ligação dos cabos (terra e porta-eletrodos), onde vem indicada a polaridade.



Para regular a intensidade da corrente (amperagem) dispõe de uma alavanca que é deslocada entre duas escalas graduadas em ampères.

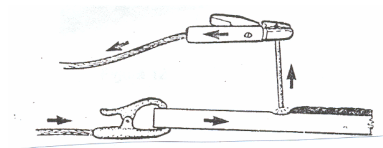


Observação:

O gerador contém partes girantes sujeitas a desgastes; por esse motivo deve-se estabelecer e seguir um plano de manutenção e lubrificação, de acordo com as instruções fornecidas pelo fabricante.

### Retificador para Soldagem

É uma máquina elétrica estática (não tem partes móveis) destinada a alimentar um arco elétrico com corrente contínua.



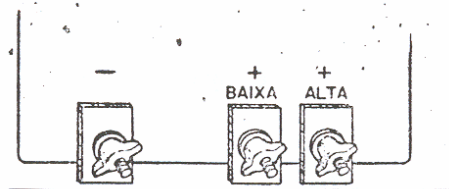
Pode ser do tipo monofásico ou trifásico, alimentado com tensões de 220/380/440 V, de pequeno, médio e grande porte, dependendo da exigência do trabalho a ser executado.

O retificador suporta bem os trabalhos de longa duração devido a um dispositivo de resfriamento (ventilador) acoplado ao seu próprio gabinete.

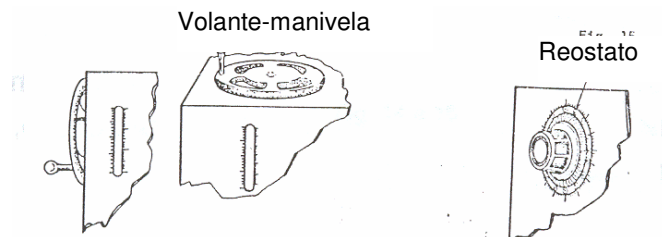
Os retificadores são atualmente as máquinas mais empregadas onde existe rede elétrica de alimentação por apresentarem as seguintes vantagens:

- economia no consumo de energia elétrica;
- menor ruído;
- menor manutenção, por não terem partes móveis.

O retificador dispõe de dois (2) ou três (3) terminais para a ligação dos cabos (terra e porta-eletrodo), onde vem indicada a polaridade (-+).



O retificador tem um dispositivo volante-manivela, ou reostato, onde é feita a regulação da intensidade da corrente (amperagem).



Nota:

Existem máquinas de soldar do tipo transformador-retificador, que fornecem corrente alternada (CA) ou contínua (CC), dependendo do processo de soldagem ou do eletrodo a ser usado.



## Exercícios

- 1) Escreva o nome dos três tipos básicos de máquinas para soldar com eletrodo.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

- 2) Ponha (X) na alternativa correta:

O transformador para soldagem alimenta um arco elétrico com:

- a) ( ) Corrente contínua.
- b) ( ) Corrente contínua ou alternada.
- c) ( ) Corrente alternada.
- d) ( ) Corrente de aço.

- 3) O gerador para soldagem alimenta um arco elétrico com corrente

\_\_\_\_\_.

- 4) O gerador pode gerar sua própria energia através do acoplamento de um dispositivo girante que pode ser \_\_\_\_\_.

- 5) Coloque (V) na afirmativa verdadeira e (F) na falsa.

Retificador de soldagem é:

- a) ( ) Uma máquina elétrica estática.
- b) ( ) Uma máquina que alimenta um arco elétrico com corrente contínua.
- c) ( ) Uma máquina que alimenta um motor estacionário.
- d) ( ) Uma máquina que suporta bem os trabalhos de longa duração.

- 6) Cite os motivos que fazem dos retificadores as máquinas mais empregadas em trabalhos de soldagem onde existe rede elétrica de alimentação.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

- 7) Cite o tipo de máquina que pode fornecer corrente alternada ou contínua em uma operação de soldagem.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

QUESTÕES	RESPOSTAS
1	Transformador – Gerador - Retificador
2	C
3	Contínua
4	Trator, motor a combustão, roda d' água
5	A – (V); B – (V); C – (F); D (V)
6	Economia no consumo de energia – menor ruído – menor manutenção por não terem partes móveis.
7	Transformador - retificador

## VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM NAS SOLDAGENS

Na soldagem a arco diversas variáveis devem ser levadas em conta, principalmente as seguintes:

- ajuste da corrente;
- comprimento do arco;
- velocidade de avanço;
- ângulo do eletrodo.

### Ajuste da corrente

A corrente fornecida pela máquina deve variar de acordo com o diâmetro do eletrodo.

Quando o diâmetro do eletrodo vem indicado em polegada fracionária, uma regra geral pode ser estabelecida para o ajuste da corrente.

Esta é a regra: a intensidade da corrente (amperagem) para trabalhar com eletrodo revestido, deve corresponder aproximadamente à medida do diâmetro do núcleo do eletrodo em milésimos de polegada.

Exemplo:

Qual a amperagem aproximada para trabalhar com um eletrodo de 1/8" de diâmetro?

Solução:

Para transformar polegada fracionária em polegada milesimal, divide-se o numerador da fração pelo seu denominador, ou seja:

$$\frac{1}{8} \quad \text{numerador} \\ \quad \quad \text{denominador} \quad \text{ou } 1:8 = 0,125$$

Então, se 1/8" = 125 milésimos de polegada, para trabalhar com um eletrodo revestido de 1/8" de diâmetro, usa-se aproximadamente 125 A.

Quando o diâmetro do eletrodo vem indicado em milímetros aplica-se a constante 40, ou seja: para cada 1 mm usa-se 40 A.

Exemplo:

Calcular a intensidade da corrente conveniente para soldar com eletrodo revestido de 3,2 mm de diâmetro.

Solução:

Se para cada 1 mm usa-se 40 A, multiplicando-se 3,2 mm por 40 A, vamos encontrar a amperagem aproximada para soldar com eletrodo de 3,2 mm de diâmetro.

Então, se  $3,2 \times 40 = 128$ , para soldar com eletrodo revestido de 3,2 mm de diâmetro usa-se aproximadamente 128 A.

### **Comprimento do Arco**

Para determiná-lo, aplica-se a seguinte regra:

O comprimento do arco nas soldagens com eletrodos revestidos deve ser igual ou ligeiramente inferior ao diâmetro do núcleo do eletrodo que está sendo usado.

Exemplo:

O comprimento do arco, para um eletrodo revestido de 1/8" (3,175 mm) deve ser mantido entre 2,5 à 3,175 mm.

Na tabela a seguir, podemos observar algumas diferenças na soldagem quando trabalhamos com arco curto ou arco longo.

<b>Arco curto</b>	<b>Arco longo</b>
Maior penetração Solda menos espalhada menos respingos	Menor penetração Solda mais espalhada excesso de respingos

### **Velocidade de Avanço**

Varia de acordo com a intensidade da corrente, com a dimensão da peça e com o tipo de cordão desejado.

### **Ângulo do Eletrodo**

Varia de acordo com a posição de soldagem e, também em função do formato da peça a ser soldada.

## Exercícios

1) Das afirmativas abaixo, coloque (X) nas que representam variáveis que devem ser levadas em conta na soldagem a arco.

- a) ( ) Ajuste da corrente.
- b) ( ) Largura do arco.
- c) ( ) Comprimento do arco.
- d) ( ) Comprimento do avanço.
- e) ( ) Direção do avanço.
- f) ( ) Velocidade do avanço.
- g) ( ) Velocidade do arco.
- h) ( ) Ângulo do eletrodo.

2) Sabendo que, “a intensidade da corrente (amperagem) para trabalhar com eletrodos revestidos, deve corresponder aproximadamente à medida do diâmetro do núcleo do eletrodo em milésimos de polegada”; calcule e registre a intensidade da corrente para trabalhar com eletrodo de 5/32” de diâmetro.

3) Sabendo que, “quando o diâmetro do eletrodo vem indicado em milímetros, para cada milímetro usa-se 40 A”. Calcule e registre a intensidade da corrente para trabalhar com eletrodo de 4 mm de diâmetro.

Preencha corretamente o espaço em branco na frase abaixo.

4) O comprimento do arco nas soldagens com eletrodos revestidos, deve ser igual ou ligeiramente inferior ao \_\_\_\_\_ do núcleo do eletrodo que está sendo usado.

5) Analise os itens apresentados e relacione-os corretamente na Coluna A ou na Coluna B.

Itens	Coluna A Arco Curto	Coluna B Arco Longo
A - maior penetração		
B - solda mais espalhada		
C - menos respingos		
D - maior penetração		
E - excesso de respingos		
F - solda menos espalhada		

Coloque (V) nas afirmativas corretas e (F) nas falsas.

6) ( ) A velocidade de avanço varia de acordo com a polaridade da máquina.

7) ( ) A velocidade de avanço varia de acordo com a intensidade da corrente, com a dimensão da peça e com o tipo de cordão desejado.

8) ( ) O ângulo do eletrodo varia de acordo com a posição de soldagem e também em função do formato da peça a ser soldado.

QUESTÕES	RESPOSTAS
1	A; C; F; H
2	156 A
3	160 A
4	Diâmetro
5	Coluna A – A; F; C Coluna B – B; D; E
6	F
7	V
8	V

## **FATORES A SEREM CONSIDERADOS PARA UMA BOA SOLDAGEM**

As causas mais comuns de defeitos nas soldas ocorrem quando das paradas obrigatórias para a substituição do eletrodo e término do cordão. Para evitar esses defeitos e realizar uma boa soldagem, devemos levar em conta, entre outros, os seguintes fatores:

- Preparação para a soldagem.
- Início do cordão.
- Reinício do cordão.
- Término do cordão.

Vamos analisar cada um desses fatores separadamente.

### **Preparação para a Soldagem**

Quanto à peça:

Deve ser limpa de óxido, gordura, tinta ou qualquer tipo de impureza.

Observação:

Em alguns trabalhos tais como grades, portões, vitrais, etc., a preparação consiste apenas na limpeza de óxidos e outras impurezas, porém, em soldagens de maior responsabilidade, se faz necessário o uso de processos auxiliares, tais como pré-aquecimento, pós-aquecimento, uso de respaldos, dispositivos, chanfros, etc.

### **Quanto à máquina**

Deve ser equipada com todos os acessórios necessários para a execução da solda. Deve ser regulada corretamente, em função do diâmetro do eletrodo e da espessura do material a ser soldado.

### **Quanto ao eletrodo**

Deve ser selecionado de acordo com o material a ser soldado.

## Quanto ao local de soldagem

Deve atender à segurança.

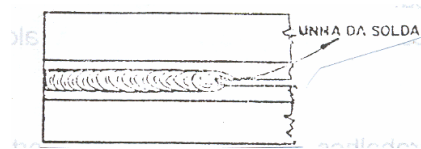
## Início do cordão de solda

No início do cordão de solda deve-se observar que o ângulo do eletrodo seja adequado para a posição de soldagem e fazer o possível para abrir o arco elétrico num só resvalo.

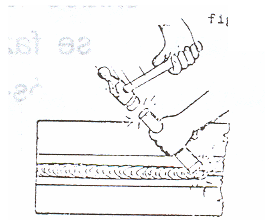
## Reinício do Cordão de Solda (emenda do cordão)

Quase sempre, os defeitos encontrados em soldas executadas com eletrodos são porosidades que ocorrem nas emendas, quando é necessário trocar o eletrodo.

Para evitar esses defeitos se faz necessário:  
Deixar a “unha” correta na parada do eletrodo.



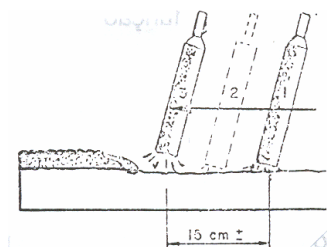
Preparar a “unha” corretamente quando for necessário.



Observação:

Para preparar a “unha” corretamente pode-se usar lixadeira, esmeril ou a própria talhadeira.

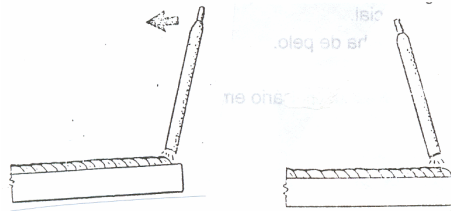
Reabrir o arco corretamente.



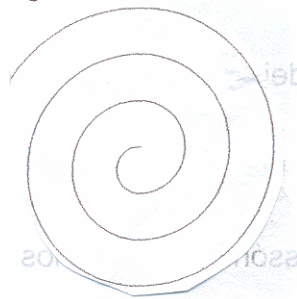


## Término do Cordão de Solda

Ao terminar o cordão de solda deve-se eliminar lentamente o ângulo do eletrodo para que seja mantida a igualdade ao longo do cordão.



No final da solda deve-se girar o eletrodo em forma de caracol e afastá-lo rapidamente da peça.



## Exercícios

1) Quais os fatores a serem levados em conta para se realizar uma boa soldagem?

---



---

Nas questões 2, 3 e 4 coloque(X) na alternativa correta.

2) Na preparação para a soldagem, a peça deve ser:

- a) ( ) Soldada como estiver.
- b) ( ) Soldada e depois limpa de óxidos, gorduras, tintas ou qualquer outro tipo de impureza.
- c) ( ) Só podemos soldar com eletrodos especiais.
- d) ( ) Limpa de óxido, gordura, tinta ou qualquer tipo de impureza.

3) Em alguns trabalhos como grades, portões, vitrais, etc., a preparação consiste na:

- a) ( ) Necessidade de usar testemunha ou respaldo.
- b) ( ) Limpeza de óxido e outras impurezas.
- c) ( ) No emprego do eletrodo especial.
- d) ( ) Necessidade de usar vassourinha de pelo.

4) O uso de processos auxiliares se faz necessário em:

- a) ( ) Soldagens de maior responsabilidade.
- b) ( ) Soldagens de grades, portões, vitrais, etc.
- c) ( ) Qualquer tipo de soldagem.
- d) ( ) Nenhum tipo de soldagem.

Coloque (V) nas afirmativas verdadeiras e (F) nas falsas.

5) Na preparação para a soldagem, a máquina deve ser:

- a) ( ) Equipada com todos os acessórios necessários para a execução da solda.
- b) ( ) Regulada de acordo com a vontade do soldador.
- c) ( ) Regulada corretamente, em função do diâmetro do eletrodo e da espessura do material a ser soldado.

Complete corretamente as frases abaixo:

8) O eletrodo deve ser selecionado de acordo com o \_\_\_\_\_ a ser soldado.

9) O local de trabalho deve atender à \_\_\_\_\_ .

Coloque (V) nas afirmativas verdadeiras e (F) nas falsas.

10) ( ) No início do cordão deve-se observar que o ângulo do eletrodo seja adequado para a posição de soldagem.

11) ( ) No início do cordão deve-se observar que o eletrodo esteja bem afastado da peça.

12) ( ) No início do cordão deve-se abrir o arco elétrico com, no mínimo onze resvalos.

- 13) ( ) No início do cordão deve-se observar que o eletrodo fique bem encostado na peça.
- 14) ( ) No início do cordão deve-se fazer o possível para abrir o arco elétrico num só resvalo.

Assinale com um (X) a alternativa correta:

- 15) Para evitar os defeitos (porosidade) que ocorrem nas emendas dos cordões, quando da troca do eletrodo, se faz necessário:
- a) ( ) Deixar a “unha” incorreta na parada do eletrodo.
  - b) ( ) Preparar a “unha” incorretamente quando for necessário.
  - c) ( ) Reabrir o arco corretamente.

Complete as frases abaixo:

- 16) Ao terminar o cordão de solda deve-se eliminar lentamente o \_\_\_\_\_ do eletrodo para que seja mantida igualdade ao longo do cordão.
- 17) No final da solda deve-se \_\_\_\_\_ o eletrodo em forma de caracol e \_\_\_\_\_ rapidamente da peça.

QUESTÕES	RESPOSTAS
1	Preparação para a soldagem – início do cordão – reinício do cordão – término do cordão.
2	D
3	B
4	A
5	V
6	F
7	V
8	Material
9	Segurança
10	V
11	F
12	F
13	F
14	V
15	C
16	Ângulo
17	Girar – afastá-lo

## POSIÇÕES DE SOLDAGEM

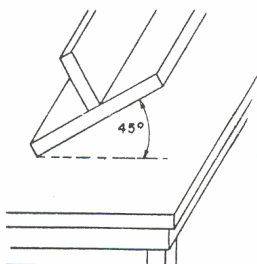
É a disposição que as partes das peças a serem soldadas ficam em relação a um plano de referência.

Nem sempre a peça que vai ser soldada pode ser colocada na posição mais cômoda, devido a sua forma, tamanho, etc.

É claro que uma solda executada na posição sobre cabeça exige maior habilidade do soldador que uma solda executada na posição plana. A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), estabeleceu normas e critérios de qualificação de soldadores, baseando-se, em partes, nessas dificuldades. Daí a necessidade do soldador conhecer as posições de soldagem. Existem quatro posições básicas, a saber: plana, horizontal (plano vertical), vertical (descendente ou ascendente) e sobre cabeça.

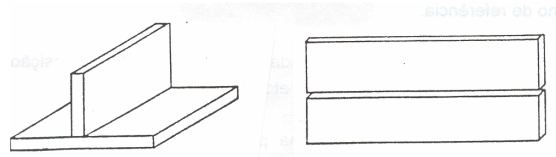
### Posição Plana

É aquela em que o metal base se encontra na posição plana e a deposição também é feita na posição plana (figs. abaixo). É a que apresenta menores dificuldades de operação, podendo ser executada com todos os tipos de eletrodos.



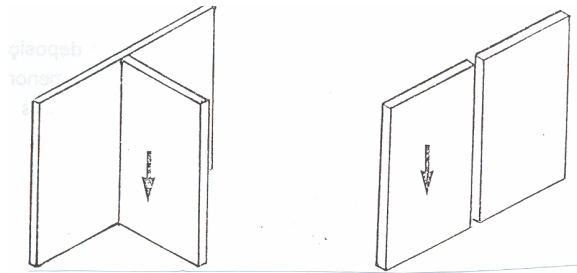
### Posição Horizontal

É aquela em que o metal base se encontra no plano vertical e o depósito é feito no plano horizontal (figs. abaixo). Não apresenta maiores dificuldades na sua execução podendo ser realizada com quase todos os tipos de eletrodo.



### Posição Vertical (descendente)

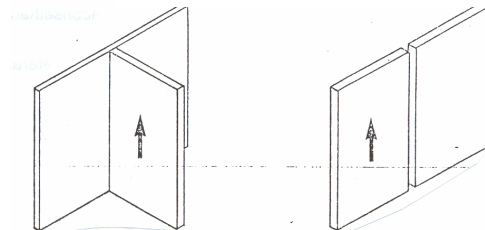
É aquela em que o metal base se encontra no plano vertical e o depósito também é feito na vertical de cima para baixo.



É aplicada onde se pretende pouca penetração e um bom aspecto, sendo muito empregada na soldagem de chapas de pequena espessura.

### Posição Vertical (ascendente)

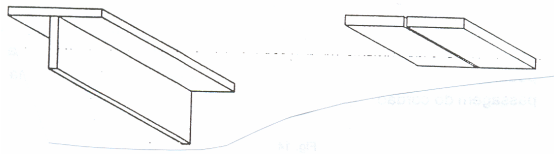
É aquela em que o metal base se encontra no plano vertical e o depósito também é feito na vertical, de baixo para cima.



Essa posição é adotada com vantagem em trabalhos de grande responsabilidade, por raramente apresentar defeitos (porosidade, inclusões de escória, etc.) e, também pela grande penetração que se consegue.

### **Posição sobre Cabeça**

Consiste em soldar peças colocadas horizontalmente acima da cabeça.



É a mais difícil de todas as posições de soldagem, por isso, sempre que possível, deve ser evitada.

Nota:

Para qualquer posição, as peças poderão variar de inclinação até 15º aproximadamente, em todos os sentidos, que ainda serão consideradas na posição.

### **Movimentos Laterais do Eletrodo**

Na soldagem a arco elétrico, toda posição de solda tem um movimento lateral de melhor aceitação.

A seguir, vamos mostrar alguns dos movimentos laterais mais aconselhados.

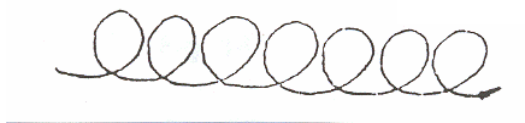
Nessa posição podemos recorrer a vários tipos de movimentos laterais, os mais comuns são vistos nas figuras abaixo.



Aplicando movimentos laterais deve-se parar ou diminuir a velocidade de avanço quando chegar na extremidade do cordão, o que é convencionado pelos pontos nas figuras.

Observações:

- 1) Não é aconselhável fazer movimentos laterais maiores que três (3) vezes o diâmetro do eletrodo, principalmente quando se trabalha com eletrodo básico.
- 2) O movimento mostrado na figura a seguir pode ser usado em alguns casos, porém, não é aconselhável por aquecer demasiadamente a zona da solda, podendo inclusive, ocasionar poros e inclusões de escória na sobre passagem do cordão.



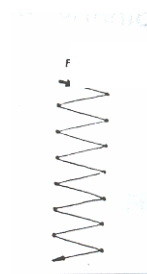
### Na Posição Horizontal (plano vertical)

Esta posição tem seus movimentos laterais definidos.



### Na Posição Vertical (descendente)

Nesta posição temos poucos recursos e o movimento aplicado é visto na figura ao lado. Esta posição é especificamente usada em soldagens de chapas finas e em alguns casos especiais, onde o acabamento é o mais importante.

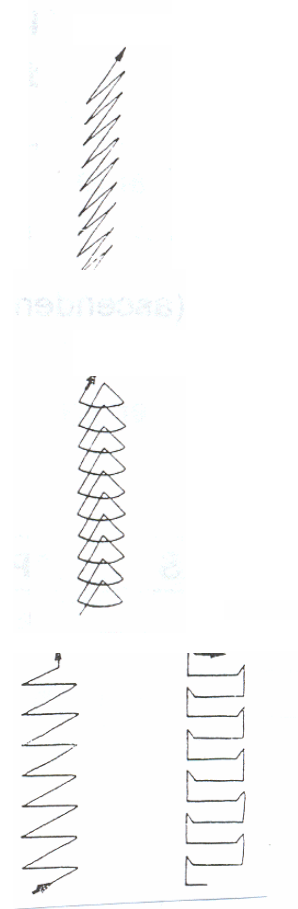




## Na Posição Vertical (ascendente)

Os movimentos laterais mais usados são:

- movimento usado principalmente para primeiros cordões em soldas de canto e, também para unir peças de raiz irregular ou união de raiz.
- movimento usado para cordões intermediários e primeiros cordões.
- movimentos muito usados para cobertura ou acabamento final.



## Na Posição Sobre Cabeça

Essa posição é uma das mais evitadas pela dificuldade que oferece. Os movimentos usados são vistos nas figuras abaixo.



Ao soldar nessa posição, devemos nos precaver dos respingos. Para diminuir estes respingos devemos manter o arco elétrico estável e, sempre que possível curto.

## Exercícios

1) Cite o nome das quatro (4) posições básicas de soldagem.

---

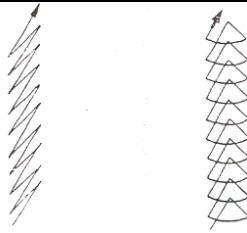

2) Qual das quatro (4) posições básicas de soldagem deve ser evitada, devido a sua dificuldade de execução?

---

Desenhe abaixo de cada posição citada, os movimentos mais aconselhados para executá-las.

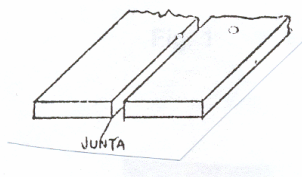
3) Vertical (ascendente)

4) Horizontal (plano vertical)

QUESTÕES	RESPOSTAS
1	plana - horizontal - vertical (ascendente ou descendente) - sobre cabeça.
2	sobre cabeça.
3	vertical ascendente. 
4	horizontal (plano vertical). 

## JUNTAS

Junta é a região onde duas ou mais peças serão unidas por um processo de soldagem.



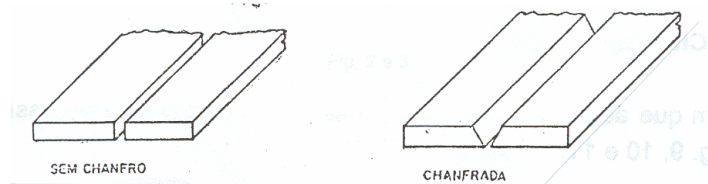
### Tipos de Junta

As juntas podem ser:

- de topo;
- sobreposta;
- em “T” (ou em ângulo);
- de quina.

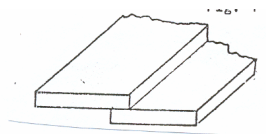
### Junta de Topo

É o tipo em que os dois componentes estão no mesmo plano.



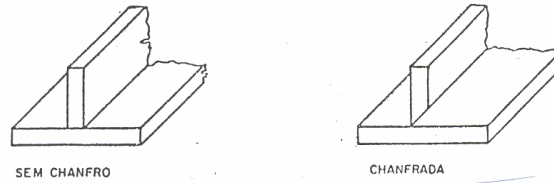
### Junta Sobreposta

Tipo em que um dos componentes se sobrepõe ao outro ou aos outros.



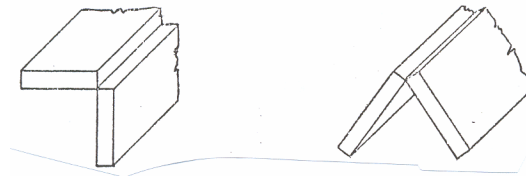
### Junta em “T” (ou em ângulo)

É o tipo em que os dois componentes estão próximos e em ângulo, tendo a secção transversal o formato de um “T”.



### Junta de Quina

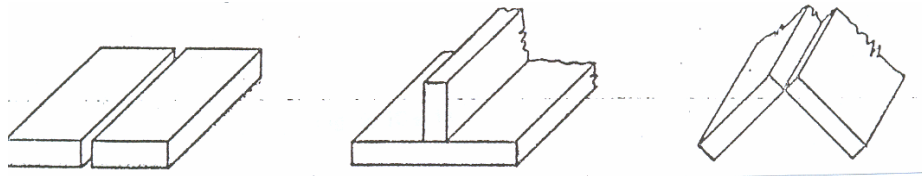
Tipo em que os dois componentes estão próximos e em ângulo.



Qualquer dos tipos de juntas vistas anteriormente, pode ser sem chanfro ou chanfrada.

### Junta sem Chanfro

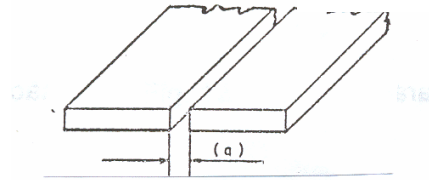
É aquela em que as bordas das peças a serem soldadas não necessitam de chanfros.



Geralmente essas juntas são usadas em materiais de até 6 mm.

Observação:

Quando a soldagem requer penetração total, deve-se deixar entre uma chapa e a outra uma abertura igual ao diâmetro do núcleo do eletrodo.



### Junta Chanfrada

É aquela em que as bordas das peças a serem soldadas necessitam de chanfro. Na maioria dos casos, quando a espessura dos materiais tem mais de 6 mm.



Observação:

Em peças chanfradas consegue-se melhor penetração da solda.

### Preparação da Junta

Antes de se iniciar uma solda é necessário preparar a junta. Para isso, devemos:

- em primeiro lugar, limpar a parte da peça que vai ser soldada, eliminando gordura, tinta, óleo ou qualquer tipo de impureza que possa prejudicar a solda;
- em segundo lugar, verificar o tipo da junta conveniente e, se for junta chanfrada, escolher o tipo e dimensão do chanfro que atende à economia, viabilidade, empenamento, etc.
- chanfro pode ser preparado por máquinas operatrizes (plaina, frezadora, torno, etc.) ou através de corte oxi-acetilênico.

Observação:

Os dados referentes à preparação da junta geralmente são fornecidos pelo departamento técnico.

## Tipos de Chanfro

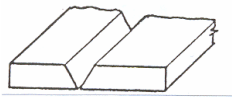
O tipo de chanfro a se adotar nas peças a serem soldadas depende de vários fatores, tais como:

- processo de soldagem;
- espessura da peça;
- esforço que as peças irão suportar;
- penetração desejada;
- viabilidade econômica;
- natureza do metal base, etc.

Veja alguns tipos de chanfros mais usados nas operações de soldagem e sua aplicação:

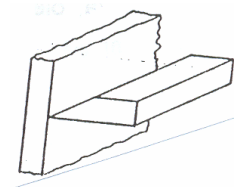
- Em V

Recomendado para espessuras até 20 mm, sendo a soldagem efetuada de um só lado.



- Em  $\frac{1}{2}$  V

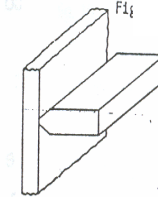
Recomendado para espessuras até 20 mm, sendo a soldagem efetuada de um só lado.



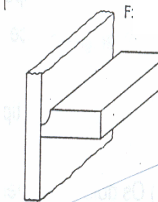
- Em duplo V ou X  
Recomendado para espessuras entre 15 e 40 mm.



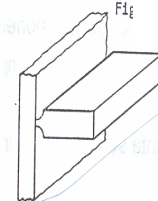
- Em K  
Recomendado para espessuras entre 15 e 40 mm.



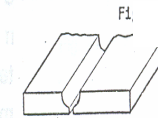
- Em J  
Recomendada para espessura até 20 mm, sendo a soldagem efetuada de um só lado.



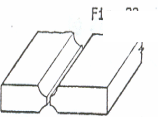
- Em duplo J  
Recomendado para espessuras entre 15 e 40 mm.



- Em U  
Recomendado para grandes espessuras, sendo a soldagem efetuada de um só lado.

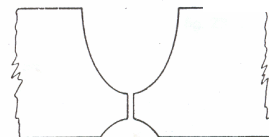


- Em duplo U  
Recomendado para grandes espessuras.



Observação:

Na soldagem de peças de grande espessura o chanfro duplo U não é simétrico.



## Exercícios

1) Escreva com suas palavras o que é junta.

---



---

Nas questões 2, 3 e 4 coloque (X) na alternativa correta.

2) As juntas podem ser:

- a) ( ) Em “T”, em “X” - em “L” - em “Z”.
- b) ( ) De topo - de lado - de frente - de face.
- c) ( ) De topo - sobreposta - em “T” - de quina.
- d) ( ) De topo - de face - de borda - de quina.

3) Junta de topo é um tipo de junta que:

- a) ( ) Os dois componentes estão no mesmo plano.
- b) ( ) Os dois componentes estão em planos diferentes.
- c) ( ) Um dos componentes se sobrepõe ao outro e aos outros.
- d) ( ) Não existem componentes.

4) Junta sobreposta é um tipo de junta em que:

- a) ( ) Os dois componentes estão próximos e em ângulo, tendo a secção transversal o formato de um “T”.
- b) ( ) Os dois compontes estão próximos e em ângulo, tendo a secção transversal o formato de um “L”.
- c) ( ) Não existem componentes.
- d) ( ) Um dos componentes se sobrepõe ao outro ou aos outros.

5) Escreva com suas palavras o que é junta sem chanfro.

---



---

6) Geralmente as juntas sem chanfro são usadas em materiais de:

- a) ( ) Mais de 6”.
- b) ( ) Até 6”.
- c) ( ) Até 6 mm.
- d) ( ) Mais de 6 mm.



7) Quando a soldagem requer penetração total, normalmente deve-se deixar:

- a) ( ) Uma abertura igual ao comprimento do eletrodo.
- b) ( ) Uma abertura igual ao diâmetro da chapa.
- c) ( ) Uma abertura igual ao diâmetro do núcleo de eletrodo.
- d) ( ) Uma abertura igual à espessura da chapa.

8) Escreva com suas palavras o que é junta chanfrada.

---

---

Complete corretamente as seguintes frases:

Antes de iniciar uma solda é necessário preparar a junta. Para isso devemos:

9) Em primeiro lugar, \_\_\_\_\_ a parte da peça que vai ser soldada, \_\_\_\_\_ gordura, tinta, óleo ou qualquer tipo \_\_\_\_\_ que poderia \_\_\_\_\_ a solda.

10) Em segundo lugar, verificar o tipo de \_\_\_\_\_ conveniente e se for junta \_\_\_\_\_, escolher o tipo e dimensão do \_\_\_\_\_ conveniente quanto à economia, viabilidade, empenamento, etc.

11) Dos tipos de chanfros mais usados, desenhe cinco tipos e escreva o seu respectivo nome.

QUESTÕES	RESPOSTAS
1	É a região onde duas ou mais peças serão unidas por um processo de soldagem.
2	C
3	A
4	B
5	É aquela em que as bordas das peças a serem soldadas não necessitam de chanfros.
6	C
7	C
8	É aquela em que as bordas das peças a serem soldadas necessitam de chanfro.
9	limpar - eliminando - impureza - prejudicar.
10	junta - chanfrada – chanfro.
11	conferir nas páginas 5/9, 6/9 e 7/9 ?????????

## ELETRODOS PARA SOLDAGEM MANUAL A ARCO

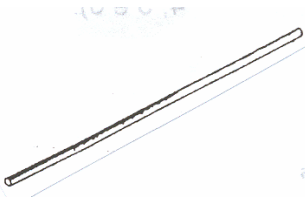
É uma vareta metálica preparada para servir como material de adição nos processos de soldagem a arco voltaico.

### Tipos de Eletrodo

O eletrodo pode ser de dois tipos: nú ou revestido.

#### Nú

É uma simples vareta de composição definida, pouco utilizada atualmente.

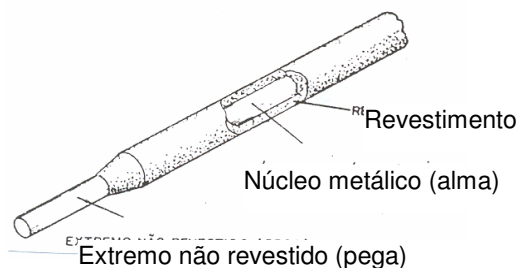


#### Revestido

É constituído de um núcleo metálico (alma), revestido de compostos orgânicos e minerais, ferro-liga, etc., com porcentagens definidas. O eletrodo pode ser revestido por extrusão ou simplesmente banhado, podendo ser fino, médio ou espesso.

O material do núcleo pode ser ferroso ou não ferroso e sua escolha é feita de acordo com o material da peça a ser soldada.

Os componentes do revestimento vem sob forma de pó, unidos por um aglomerante “cola”, normalmente silicato de potássio ou de sódio.



## Tipos de Revestimento do Eletrodo

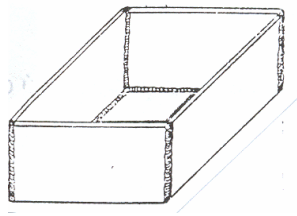
Os mais comuns são: rutilico, básico, celulósico, ácido e oxidante.

### Rutilico

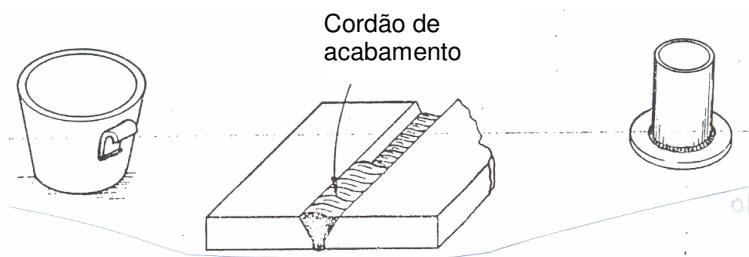
Contém geralmente rutilo com pequenas porcentagens de celulose e ferro-ligas.

É usado com vantagens em trabalhos:

- de chaparia fina e média.



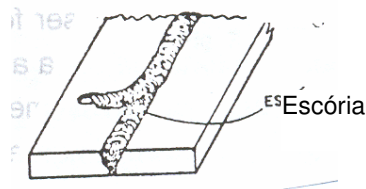
- que requerem bom acabamento.



- com estruturas metálicas.

Observação:

Sua escória é auto-destacável quando utilizada adequadamente.

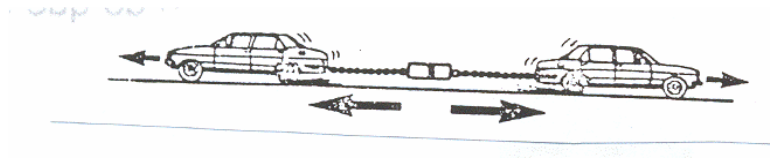


### Básico

Contém em seu revestimento fluorita, carbono de cálcio e ferro liga. É um eletrodo muito empregado nas soldagens pelas seguintes razões:

- tem boas propriedades mecânicas
- dificilmente apresenta trincas, seja a quente ou a frio;
- seu manuseio é relativamente fácil;

- é usado para soldar aços comuns, de baixa liga e ferro fundido (quando este não necessita usinagem posterior).



Observações:

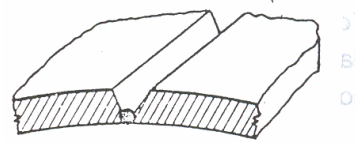
- 1) Devido à composição do seu revestimento, esse eletrodo absorve facilmente a umidade do ar (higroscópico).
- 2) É importante guardá-lo em estufa apropriada, após abrir a lata.

### **Celulósico**

Contém no seu revestimento materiais orgânicos combustíveis (celulose, pó de madeira, etc).

É muito usado para soldagem onde:

- a penetração é muito importante;
- as inclusões de escória são indesejáveis.



Solda de tubulação (seção)

Os dois (2) tipos de eletrodos que vamos citar em seguida são menos usados que os três (3) já mencionados.

### **Ácido**

Seu revestimento é composto de óxido de ferro, óxido de manganês e outros desoxidantes.

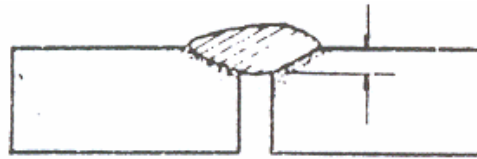
A posição de trabalho mais recomendada para este eletrodo é a plana.

### **Oxidante**

Seu revestimento contém óxido de ferro (hematita) podendo ter ou não óxido de manganês.

Sua penetração é pequena (ver figura) e suas propriedades mecânicas muito ruins.

É usado em trabalhos onde o aspecto do cordão é mais importante do que sua resistência.



Observação:

Em alguns tipos de revestimento, são adicionadas partículas metálicas que dão ao eletrodo outras características como:

- maior rendimento de trabalho (pó de ferro);
- propriedades definidas (ferro-ligas).

### **Funções do Revestimento**

As funções do revestimento são muitas. Vamos a seguir, discriminar as mais importantes e dividi-las em três grupos.

#### **Função Elétrica**

Tornar o ar entre o eletrodo e a peça melhor condutor, facilitando a passagem da corrente elétrica, o que permite estabelecer e manter o arco estável (ionização).

#### **Função metalúrgica**

Formar uma cortina gasosa que envolve o arco e o metal em fusão, impedindo a ação prejudicial do ar (oxigênio e nitrogênio) e também adicionar elementos de liga e desoxidantes, para diminuir as impurezas.

#### **Função Física**

Guiar as gotas de metal em direção à poça de fusão, facilitando a soldagem nas diversas posições e atrasar o resfriamento do cordão através da formação da escória, proporcionando melhores propriedades mecânicas à solda.

**Tabela Resumo dos Tipos de Eletrodo e seus Dados Técnicos**

<b>Tipo de Eletrodo</b> <b>Dados Técnicos</b>	<b>Rutílico</b>	<b>Básico Baixo Hidrogênio</b>	<b>Celulósico</b>	<b>Ácido</b>	<b>Oxidante</b>
Tipo e componentes do revestimento	Médio e espesso, contendo rutilo ou compostos derivados de óxidos de titânio.	Espesso, contendo carbonato de cálcio, outros carbonatos básicos e fluor. Deve estar seco para evitar porosidade na solda.	Fino, contendo materiais orgânicos combustíveis que ao se queimarem produzem uma camada espessa de gás protetor.	Médio ou espesso, contendo óxido de ferro e manganês e outros desoxidantes.	Espesso, contendo óxido de ferro com o sem óxido de manganês.
Posição de soldagem	Todas	Todas	Todas	Plana e horizontal (filete)	Plana e horizontal (filete)
Tipo de corrente	CA ou CC - ou +	CA ou CC +	CA ou CC +	CA ou CC -	CC -
Propriedades mecânicas do depósito		Muito boas, utilizado para soldas de grande responsabilidade.	Boas	Boas	Poucas, utilizado apenas para acabamento.
Velocidade de fusão	Regular	Regular	Elevada	Elevada	Elevada
Penetração	Pequena	Média	Grande	Média	Pequena
Escória	Densa e viscosa, geralmente auto-destacável.	Compacta e espessa, facilmente destacável.	Pouca, de fácil remoção.	Ácida, facilmente destacável; porosa e friável.	Pesada, compacta e auto-destacável.
Tendência a trinca	Regular	Baixa	Regular	Regular	Elevada

## Exercício

1) Escreva com suas palavras o que é eletrodo.

---

---

2) Escreva do que é constituído o eletrodo revestido.

---

---

Nas questões 3 e 4 coloque (X) na alternativa correta.

3) O material do núcleo do eletrodo pode ser ferroso ou não ferroso e sua escolha é feita de acordo com:

- a) ( ) A vontade do soldador.
- b) ( ) A posição da soldagem.
- c) ( ) O material do eletrodo.
- d) ( ) O material da peça a ser soldada.

4) Normalmente o aglomerante “cola” que une o pó do revestimento é:

- a) ( ) Silicato de potássio ou de sódio.
- b) ( ) Carbonato de cálcio.
- c) ( ) Carbonato de potássio.
- d) ( ) Cola tenaz.

Das afirmativas a seguir, coloque (V) nas verdadeiras e (F) nas falsas.

- 5) ( ) O revestimento celulósico contém materiais orgânicos (combustíveis celulose, pó de madeira, etc).
- 6) ( ) O eletrodo com revestimento celulósico é muito usado para soldagens onde a penetração não é muito importante.
- 7) ( ) O eletrodo com revestimento celulósico é muito usado para soldagens onde as inclusões de escória são desejáveis.
- 8) ( ) O eletrodo com revestimento rutílico é usado com vantagens em trabalhos de chaparia fina e média, que exigem bom acabamento, e em estruturas metálicas.



- 9) (    ) O eletrodo com revestimento básico absorve facilmente a umidade do ar (higroscópico); portanto, para usá-lo convenientemente, após abrir a lata deve ser guardado em estufa própria.
- 10) (    ) O eletrodo com revestimento ácido é composto de ácido sulfúrico, ácido biliar e ácido arsênico.
- 11) O eletrodo com revestimento oxidante é usado em trabalhos onde o \_\_\_\_\_ do cordão é mais importante do que sua \_\_\_\_\_.
- 12) O eletrodo \_\_\_\_\_ contém em seu revestimento fluorita, carbonato de cálcio e \_\_\_\_\_.
- 13) Guiar as gotas em direção à poça de fusão, facilitando a soldagem nas mais diversas posições é uma função:
- a) (    ) Eletrônica.  
b) (    ) Metalúrgica.  
c) (    ) Humana.  
d) (    ) Física.
- 14) Tornar o ar entre o eletrodo e a peça melhor condutor, facilitando a passagem da corrente elétrica, permitindo estabelecer e manter o arco estável (ionização), é uma função:
- a) (    ) Elétrica.  
b) (    ) Metalúrgica.  
c) (    ) Humana.  
d) (    ) De 1º grau.

15) Formar uma cortina gasosa que envolve o arco e o metal em fusão, impedindo a ação prejudicial do ar (oxigênio e nitrogênio); adicionar elementos de liga e desoxidante para diminuir as impurezas é uma função:

- a) ( ) Humana.
- b) ( ) Metalúrgica.
- c) ( ) De 2º grau.
- d) ( ) Elétrica.

QUESTÃO	RESPOSTAS
1	Eletrodo é uma vareta metálica preparada para servir como material de adição nos processos de soldagens a arco voltaico.
2	É constituído de um núcleo metálico (alma), revestido de compostos orgânicos e minerais, ferro ligas, etc. com porcentagens definidas.
3	D
4	A
5	V
6	F
7	F
8	V
9	V
10	F
11	Aspecto-resistência
12	Básico-ferro ligas
13	D
14	A
15	B

## **CLASSIFICAÇÃO E ARMAZENAGEM DOS ELETRODOS**

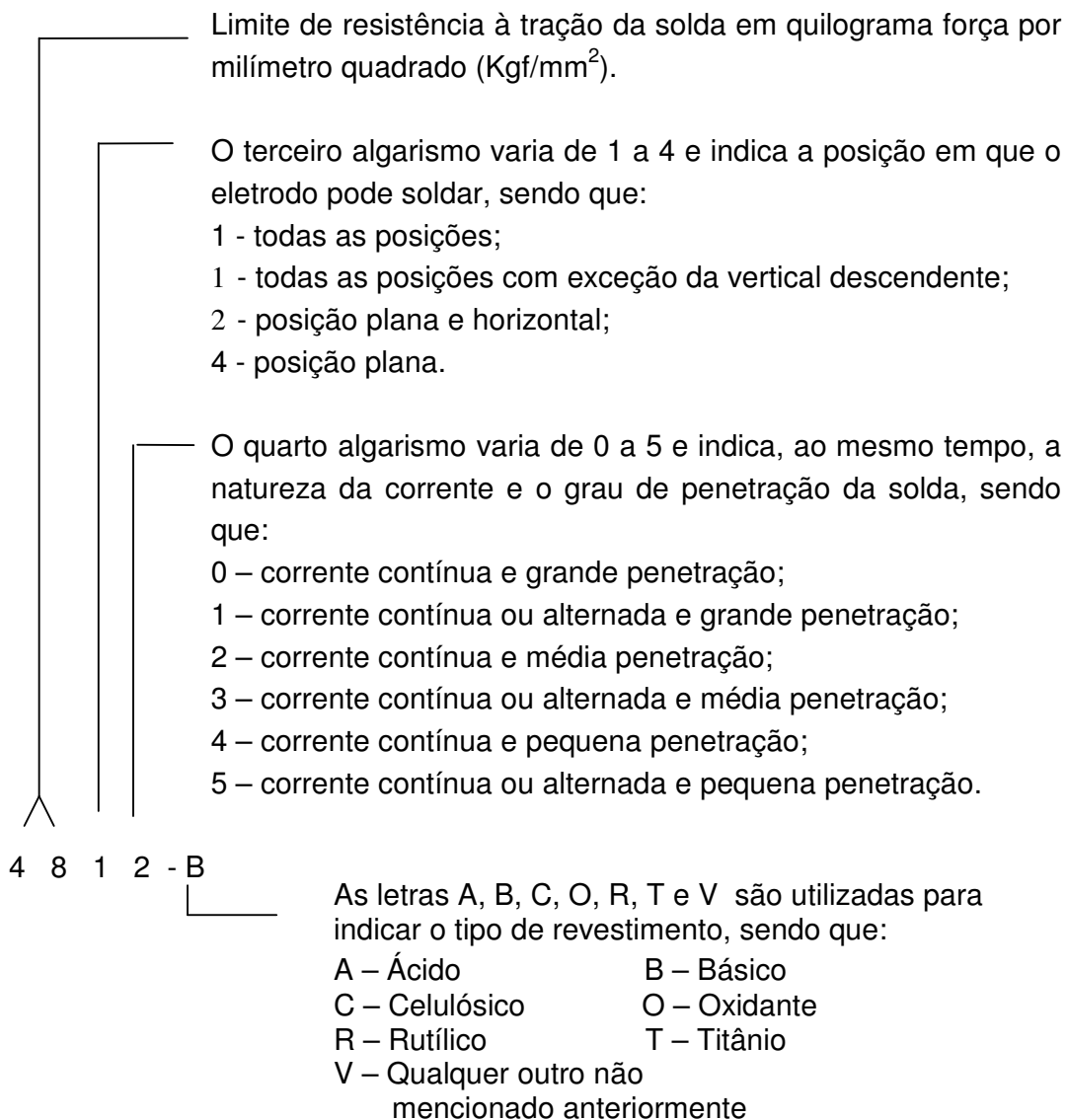
Existem várias entidades que classificam os eletrodos para soldagem a arco. No Brasil, as classificações mais adotadas são as da ABNT e da AWS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- AWS – American Welding Society (Associação Americana de Soldagem).

Vamos descrever as duas, separadamente.

## Classificação ABNT

Os eletrodos são identificados por quatro algarismos, seguidos de uma letra. Os quatro algarismos básicos, identificadores de eletrodo têm o seguinte significado:

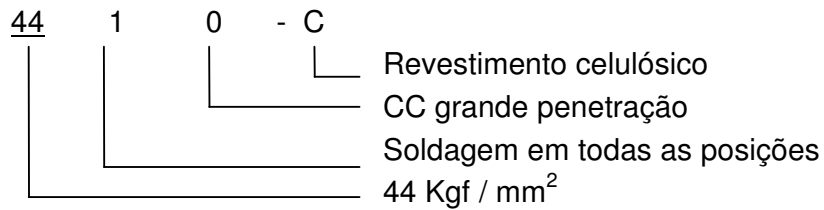


### Observação:

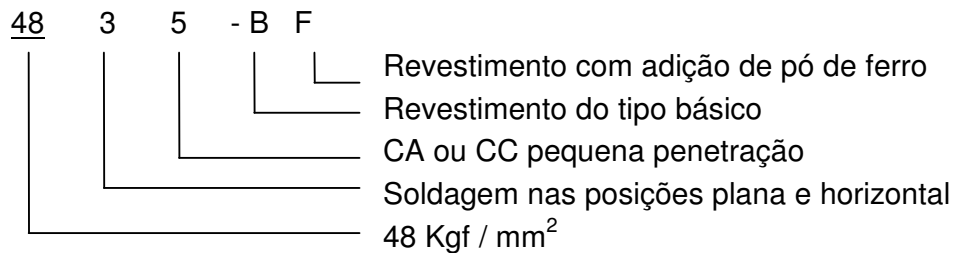
Quando à direita destas letras, aparecer a letra “F” é porque existe adição de pó de ferro no revestimento.

Para melhor fixação acompanhe os exemplos a seguir:

1) Eletrodo 44 10 - C



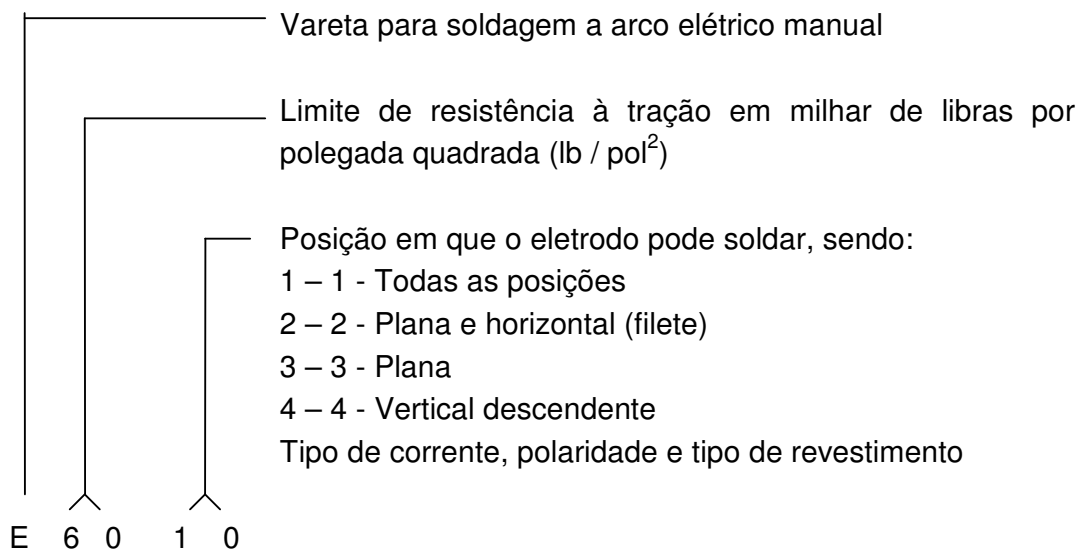
2) Eletrodo 4835 - BF



## Classificação AWS

Na classificação AWS, os eletrodos para aço doce ou de baixa liga, são identificados através de uma letra e quatro ou cinco algarismos.

Vamos conhecer o significado da letra e dos algarismos do seguinte exemplo:



A seguir, temos a tabela AWS A. 51-78 que esclarece o significado dos últimos algarismos.

Dois últimos algarismos	Tipo de corrente	Polaridade	Revestimento
10	CC	Inversa (+)	Celulósico
11	CC ou CA	Inversa (+)	Celulósico
12	CC ou CA	Direta (-)	Rutílico
13	CC ou CA	Inversa/Direta (+ -)	Rutílico
14	CC ou CA	Inversa/Direta (+ -)	Rutílico
15	C	Inversa (+)	Básico
16	CC ou CA	Inversa (+)	Básico
18	CC ou CA	Inversa/Direta (+ -)	Básico
20	CC ou CA	Inversa/Direta (+ -)	Ácido
24	CC ou CA	Inversa/Direta (+ -)	Rutílico
27	CC ou CA	Inversa/Direta (+ -)	Ácido
28	CC ou CA	Inversa (+)	Básico

Observação:

No caso do número ser composto de cinco algarismos, os três primeiros indicam o limite de resistência à tração.

Exemplo:

Eletrodo E – 10018

Neste caso o limite de resistência a tração é igual a 100000 lb / pol<sup>2</sup>.

Para melhor fixação acompanhe os exemplos a seguir:

1) Eletrodo E – 7018

$\overline{70}$  18  
 \_\_\_\_\_ Resistência à tração em lb / pol<sup>2</sup> = 70.000 lb / pol<sup>2</sup>.

70  $\overline{1}$  8  
 \_\_\_\_\_ Posição de soldagem = todas as posições.

70 18  
 |  
 | Tipo de corrente = CA ou CC  
 | Polaridade em CC = Inversa (+)  
 | Revestimento = básico

1) Eletrodo E – 6020

60 20  
 |  
 | Resistência à tração

60 2 0  
 |  
 | Posição de soldagem = plana e horizontal (filetes)

60 20  
 |  
 | Tipo de corrente = CC ou CA  
 | Polaridade em CC = Direta ( - )  
 | Revestimento = ácido

Observação:

Para converter lb/pol<sup>2</sup> em kgf/mm<sup>2</sup>, deve-se multiplicar a quantidade de lb/pol<sup>2</sup> pela constante 0,0007031.

Exemplo: Converter 70.000 lb / pol<sup>2</sup> para kgf / mm<sup>2</sup>.

Solução: multiplica-se a quantidade de lb / pol<sup>2</sup> pela constante 0,0007031.

Então, temos:

0,0007031  
 x 70.000  
 49,2170000

Resposta: 70.000 lb/pol<sup>2</sup> = 49.217 kgf/mm<sup>2</sup>.

Quando o cálculo não exige precisão podemos multiplicar simplesmente pela constante 0,0007.

Teremos:



$$\begin{array}{r} 70.000 \\ \times 0,0007 \\ \hline 49,0000 \end{array}$$

Resposta:  $70.000 \text{ lb/pol}^2 \cong 49 \text{ kgf/mm}^2$ .

Nota

$\text{psi} = \text{lb/pol}^2$  = libras por polegada quadrada.

CC = DC = corrente contínua.

CA = AC = corrente alternada.

$\text{Kgf/mm}^2$  = quilograma força por milímetro quadrado.

### **Armazenagem e Cuidados com os Eletrodos Revestidos**

É freqüente, nas empresas, a pouca importância que se dá aos eletrodos, muitos por falta de conhecimento, outras por desleixo. Inclusive, o próprio transporte e estocagem inadequados interferem no estado do eletrodo, danificando-o.

Muitas soldas são reprovadas nos ensaios e testes, devido a utilização de eletrodos danificados.

Por esse motivo, soldadores, almoxarifes, encarregados e pessoal que lida constantemente com eletrodos, devem ser conscientizados de seu manuseio, transporte e armazenagem adequados.

Vários são os fatores que poderão afetar os eletrodos, porém, serão apresentados neste trabalho os mais comuns.

A parte do eletrodo que mais sofre danos é o revestimento, sendo causado por: ação mecânica, absorção de umidade, envelhecimento.

### **Ação Mecânica**

O revestimento dos eletrodos é relativamente forte e só pode ser danificado por manuseio indevido ou seja: pisada, dobramento excessivo, queda, mau trato no transporte etc. Este defeito é facilmente observado a olho nú. O soldador não deve se comprometer em usar um eletrodo que apresente danos no revestimento.

## **Absorção de Umidade**

Altas porcentagens de umidade no revestimento de um eletrodo pode interferir na qualidade da solda e é praticamente impossível ao soldador medir essa porcentagem. O método adotado para verificar se o eletrodo contém umidade é o roçamento. Quando este emite som choco é sinal que o eletrodo contém umidade, porém não permite saber a quantidade e nem se esta vai ser prejudicial ou não na soldagem.

O defeito causado na solda pela umidade do eletrodo não aparece aos olhos do soldador, porque normalmente se manifesta na formação de porosidades internas, que podem ser detectadas somente através de teste radiográficos ou ultrassonoros.

Alguns tipos de revestimento como o rutílico e celulósico, não são sensíveis à umidade, não requerendo cuidados especiais.

Os eletrodos básicos cujo revestimento contém altas porcentagens de carbonato de cálcio, tem facilidade em absorver a umidade existente no ar, por esse motivo devem ser conservados nas embalagens originais e em estufas quando as embalagens forem abertas.

Observação:

Não se deve desligar a estufa durante a noite ou nos fins de semana, pois a queda da temperatura durante a noite, permitirá condensação da umidade (orvalho) que será absorvida pelos eletrodos, danificando-os.

Portanto, a estufa deve permanecer constantemente ligada e regulada entre 50<sup>0</sup>C e 80<sup>0</sup>C para eletrodos não básicos e 100<sup>0</sup>C a 150<sup>0</sup>C para os básicos.

## **Ressecagem dos Eletrodos**

Eletrodos atacados pela umidade podem ser recuperados por vários meios como os seguintes:

Caso 1 – Eletrodo úmido do tipo rutílico, celulósico, ácido e oxidante.

Solução: Deixar em forno aquecido entre 70<sup>0</sup>C e 90<sup>0</sup>C durante (1) uma hora (temperatura efetiva).

Caso 2 – Eletrodo do tipo básico

Solução: Deixar em forno aquecido entre 300<sup>0</sup>C a 350<sup>0</sup>C por um período de (1) uma a (2) duas horas (temperatura efetiva).

Observações:

- 1- Em trabalhos que exigem alta qualidade, o fabricante deve ser consultado sobre as condições de ressecagem de seu produto.
- 2- Na ressecagem é importante observar que os eletrodos atinjam a temperatura recomendada, pois a temperatura do espaço livre do forno normalmente é muito mais alta do que a dos eletrodos que estão sendo ressecados.
- 3- Temperatura efetiva é a temperatura do eletrodo.

### **Envelhecimento**

Eletrodos velhos são facilmente reconhecidos pela formação de cristais brancos que aparecem na superfície do revestimento. Esses cristais de silicato não são prejudiciais, porém indicam alterações no revestimento e, portanto, não é aconselhável seu uso para soldagens que exigem alta qualidade.

Eletrodos de alto rendimento, quando estocados durante muito tempo em ambiente não apropriado, podem apresentar formação de óxido (ferrugem) no seu revestimento, devido ao pó de ferro empregado na sua fabricação. Constando-se tal fato, não se deve usar esses eletrodos em serviços de alta qualidade ou responsabilidade.

Observação:

É sempre aconselhável, ao constatar qualquer irregularidade nos eletrodos, consultar um técnico da empresa fornecedora.

## Exercícios

1) Escreva a sigla e o nome da entidade brasileira responsável pela classificação dos eletrodos.

\_\_\_\_\_.

2) Escreva a sigla e o nome da entidade americana de classificação de eletrodos mais adotada no Brasil.

\_\_\_\_\_.

3) Os eletrodos são identificados por quatro algarismos seguidos de uma letra. Esta letra indica:

- a) ( ) O diâmetro do eletrodo.
- b) ( ) A resistência à tração da solda.
- c) ( ) O tipo de revestimento.
- d) ( ) O tipo de núcleo do eletrodo.

4) O limite de resistência à tração da solda em  $\text{kgf/mm}^2$  é representada pelos:

- a) ( ) Dois primeiros algarismos.
- b) ( ) Dois últimos algarismos.
- c) ( ) Dois algarismos do meio.
- d) ( ) Quatro algarismos.

5) As posições em que o eletrodo pode soldar é indicada pelo:

- a) ( ) 1º algarismo.
- b) ( ) 4º algarismo.
- c) ( ) 2º algarismo.
- d) ( ) 3º algarismo.

6) Existe um algarismo que representa ao mesmo tempo a natureza da corrente com a qual o eletrodo pode ser utilizado e o grau de penetração da solda. Este é o:

- a) ( ) 1º algarismo.
- b) ( ) 2º algarismo.
- c) ( ) 3º algarismo.
- d) ( ) 4º algarismo.

7) Identifique escrevendo todos os dados do eletrodo 4811 – B.

48 = \_\_\_\_\_  
 1 = \_\_\_\_\_  
 1 = \_\_\_\_\_  
 B = \_\_\_\_\_

Identifique, escrevendo no espaço apropriado, segundo as normas AWS, todos os dados dos seguintes eletrodos:

8) E – 60 11

9) E – 70 18

10) Calcule e registre corretamente o resultado da conversão de 60.000 lb/pol<sup>2</sup> em kgf/mm<sup>2</sup>.

11) A parte do eletrodo que mais sofre danos é o revestimento, que pode ser danificado por:

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_.

12) O revestimento do eletrodo é relativamente forte e só pode ser mecanicamente danificado por manuseio indevido ou seja:

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_.

13) Os eletrodos \_\_\_\_\_ cujo revestimento contém altas porcentagens de carbono de \_\_\_\_\_ têm facilidade de absorver a umidade existente no ar.

14) Os eletrodos básicos devem ser conservados nas \_\_\_\_\_ ou em \_\_\_\_\_ quando as embalagens forem abertas.

Escreva como podem ser recuperados os eletrodos atacados pela umidade nos seguintes casos:

15) Eletrodo úmido do tipo rutílico.

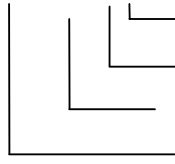
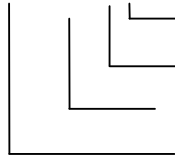
\_\_\_\_\_ .

16) Eletrodo úmido do tipo básico.

\_\_\_\_\_ .

17) Escreva com suas palavras como se reconhece um eletrodo velho e em que casos ele não deve ser usado.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ .

QUESTÕES	RESPOSTAS
1	ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
2	AWS – American Welding Society (Associação Americana de Soldagem).
3	C
4	A
5	D
6	D
7	48 – 48 kgf/mm <sup>2</sup> 1 – Soldagem em todas as posições 1 – CA ou CC e grande penetração B - Básico
8	E – <u>60</u> 11  CA ou CC + revestimento celulósico. Soldagem em todas as posições 60.000 lb/pol <sup>2</sup> Vareta para soldagem a arco elétrico manual
9	E – <u>70</u> 18  CA ou CC + revestimento básico Soldagem em todas as posições 70.000 lb/pol <sup>2</sup> Vareta para soldagem a arco elétrico
10	0,0007031 $\frac{\quad \times 60.000}{00042,1860000} = 42,1860 \text{ kgf/mm}^2$
11	Ação mecânica – absorção de umidade – envelhecimento
12	Pisada, dobramento excessivo, queda, mau trato no transporte, etc.
13	Básico – cálcio
14	Embalagens – estufa
15	Deixar um forno aquecido entre 70 <sup>0</sup> C e 90 <sup>0</sup> C durante (1) uma hora.
16	Deixar um forno aquecido entre 300 <sup>0</sup> C e 350 <sup>0</sup> C por um período de (1) uma hora a (2) duas horas.
17	Eletrodos velhos são facilmente reconhecidos pela formação de cristais brancos que aparecem na superfície do revestimento. Não devem ser usados em serviços de alta qualidade ou responsabilidade.

## **NOÇÕES DE METALURGIA**

### **Matéria**

É tudo aquilo que ocupa lugar no espaço. A matéria pode ser: sólida, líquida ou gasosa.

Assim, o ar que respiramos é matéria, a água que bebemos é matéria, uma barra de aço que soldamos é matéria.

### **Metais**

É fácil distinguir os metais dos outros materiais, pois, além de características mecânicas próprias, eles ainda:

- têm brilho próprios.;
- conduzem bem o calor;
- conduzem bem a eletricidade.

### **Propriedades dos Metais**

Cada metal apresenta características próprias e distintas, ou seja, uns têm certas propriedades em maior ou menor grau do que outros.

Esta propriedade é aproveitada da melhor forma possível dentro da imensa gama de serviços que se utilizam os metais.

Exemplo:

Na construção de condutores elétricos (fios, cabos), usamos o cobre ou o alumínio, porque são metais que conduzem melhor a eletricidade do que o ferro.

### **Liga Metálica**

É uma combinação definida de metais com maior quantidade de um deles, o qual lhe confere o título (nome).



### **Liga Ferrosa**

É uma combinação na qual o elemento predominante é o ferro.

Exemplos:

Aço, ferro fundido, etc.

### **Liga Cuprosa**

É uma combinação na qual o elemento predominante é o cobre.

Exemplos:

Bronze, latão, etc.

### **Aço ao Carbono**

É uma liga de ferro + carbono, onde a porcentagem do carbono varia de 0,05 a 1,7%.

### **Classificação dos Aços ao Carbono**

O aço ao carbono é classificado de acordo com a porcentagem de carbono nele contida, divide-se em três grupos:

- baixo teor de carbono (de 0,05% até 0,30% de carbono)
- médio teor de carbono (acima de 0,30% até 0,60% de carbono)
- alto teor de carbono (acima de 0,60% até 1,7% de carbono).

Observação:

Os aços de baixo teor de carbono são geralmente chamados de ferro.

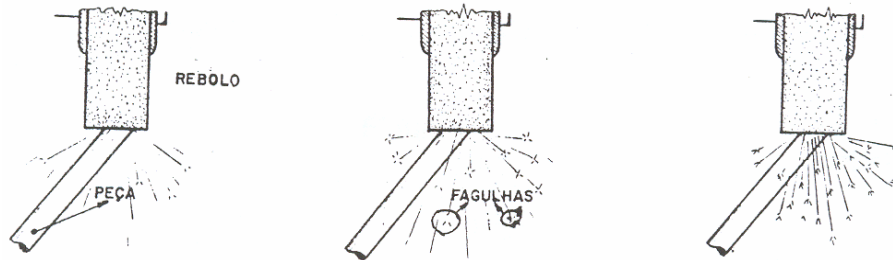
Nos trabalhos de soldagem é importante o teor de carbono do aço, porque é baseado nele que determinamos o processo de soldagem e selecionamos o eletrodo.

## Reconhecimento Prático dos Aços

- Método do faiscamento

É um processo prático para reconhecer o teor aproximado de carbono nos aços.

Constitue em esmerilhar a peça a ser soldada e pela forma do desprendimento das faíscas, podemos facilmente reconhecer o tipo de aço.

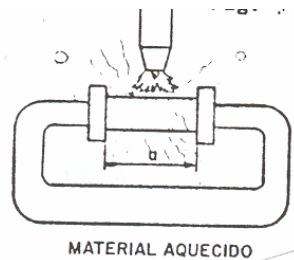


Observação:

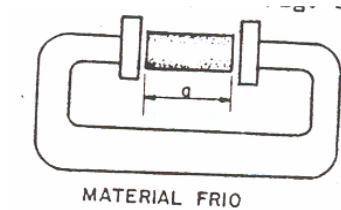
Ao fazer este teste, deve-se usar como referência um aço com teor de carbono conhecido.

## Dilatação e Contração

Todos os materiais ao serem aquecidos se dilatam, isto é, aumentam de volume.



Da mesma forma quando são resfriados se contraem, isto é, diminuem de volume.



## Empenamento

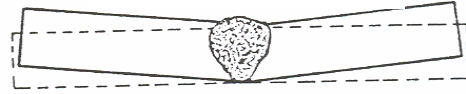
É a deformação que a peça sofre, devido à contração sofrida pelo metal de adição durante o seu resfriamento.

Ao soldar peças com formatos e dimensões diferentes, estas, ao se esfriarem, sofrem maiores deformações nas partes mais finas ou mais quentes, fazendo com que se empenem. A contração pode ser longitudinal ou transversal.

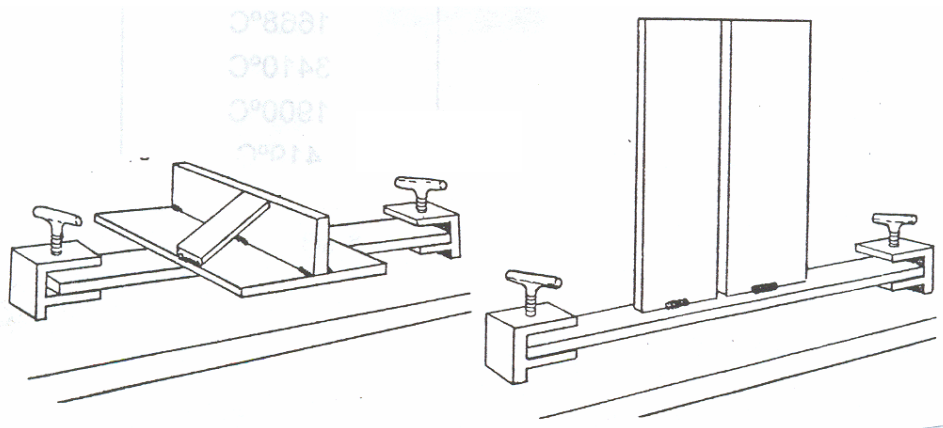
Contração longitudinal



Contração transversal



Por esse motivo, ao soldar uma peça que não deve sofrer empenamento, monta-se esta em gabaritos ou ponteia-se posicionadores, fazendo com que esta fique na posição desejada.



Cada metal ou liga metálica, tem seu ponto de fusão definido, conforme mostra a tabela abaixo.

<b>Metais</b>	<b>Símbolo Químico</b>	<b>Ponto de Fusão</b>
Alumínio	Al	660°C
Antimônio	Sb	630°C
Cádmio	Cd	321°C
Cobalto	Co	1495°C
Chumbo	Pb	327°C
Cobre	Cu	1083°C
Cromo	Cr	1875°C
Estanho	Sn	232°C
Ferro	Fe	1536°C
Magnésio	Mg	650°C
Manganês	Mn	1245°C
Molibidênio	Mo	2610°C
Níquel	Ni	1453°C
Ouro	Au	1063°C
Platina	Pt	1769°C
Prata	Ag	961°C
Titânio	Ti	1668°C
Tungstênio	W	3410°C
Vanádio	V	1900°C
Zinco	Zn	419°C

#### **Ponto de Fusão de Algumas Ligas**

<b>Denominação</b>	<b>Composição</b>	<b>°C</b>
Aço	Fe + C	1400 a 1500
Aço inoxidável 18/8	Cr – 18% + Ni 8%	1350 a 1400
Ferro fundido	Fe + C	1130 a 1400
Ferro fundido maleável	Fe + C	1200 a 1400
Latão	Cu + Zn	850 a 950
Bronze	Cu + Sn	850 a 950
Monel	Cu + Ni	1300 a 1500

## Exercícios

Analise as afirmativas abaixo e coloque (V) para as verdadeiras e (F) para as falsas.

- 1) ( ) A matéria só pode ser sólida.
- 2) ( ) A matéria pode ser sólida, líquida ou gasosa.
- 3) ( ) Matéria é todo material metálico.
- 4) ( ) Todo metal é matéria.
- 5) ( ) Matéria é tudo aquilo que ocupa lugar no espaço.
- 6) ( ) Os metais têm brilho próprio, conduzem bem o calor e a eletricidade.
- 7) ( ) Na construção de condutores elétricos usamos o cobre ou o alumínio que são maus condutores de calor e eletricidade.
- 8) Escreva com suas próprias palavras o que é liga metálica.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
- 8) Escreva com suas próprias palavras o que é liga cuprosa.  
\_\_\_\_\_.
- 10) Escreva com suas próprias palavras o que é aço ao carbono.  
\_\_\_\_\_.
- 11) O aço carbono é classificado de acordo com a porcentagem de \_\_\_\_\_ contida nele.
- 12) Nos aços de baixo teor, o carbono varia de \_\_\_\_\_ % \_\_\_\_\_ % .
- 12) Nos aços de médio teor, o carbono varia de \_\_\_\_\_ % \_\_\_\_\_ % .
- 13) Nos aços de alto teor, o carbono varia de \_\_\_\_\_ % \_\_\_\_\_ % .
- 14) Nos trabalhos de soldagem é importante saber o teor de carbono de aço, porque é baseado nele que determinamos o \_\_\_\_\_ de soldagem e selecionamos o \_\_\_\_\_ .

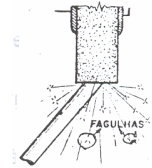
- 15) Na coluna A estão relacionados os aços de baixo, médio e alto teor de carbono e na coluna B os desenhos representando o desprendimento de faíscas dos aços de baixo, médio e alto teor. Numere a coluna B de acordo com a coluna A, relacionando cada tipo de aço com o desenho correspondente.

Coluna A

Coluna B

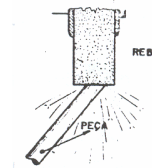
(1) Aço de baixo teor de carbono.

a) ( )



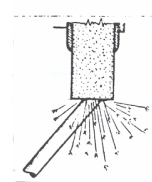
(2) Aço de médio teor de carbono.

b) ( )



(3) Aço de alto teor de carbono

c) ( )



Coloque (X) na alternativa correta

- 12) Os materiais aumentam de volume quando aquecidos. A isto chamamos:

- a) ( ) Contração.
- b) ( ) Concentração.
- c) ( ) Dilatação.
- d) ( ) Decoração

- 13) Os materiais diminuem de volume quando resfriados. A isto chamamos:

- a) ( ) Contração.
- b) ( ) Concentração.
- c) ( ) Dilatação.
- d) ( ) Decoração.

14) A deformação sofrida pelo material, em consequência da diferença de temperatura rápida que a peça sofrer ao ser soldada chama-se:

- a) ( ) Empinamento.
- b) ( ) Emperramento.
- c) ( ) Espancamento.
- d) ( ) Empenamento.

15) Ao soldar peças que não devem sofrer empenamento devemos:

- a) ( ) Montar a peça para soldá-la.
- b) ( ) Prender a peça no porta eletrodo.
- c) ( ) Montar a peça em gabaritos ou pontear posicionadores.
- d) ( ) Soldar a peça em gabarito e depois soldá-la em posicionadores.

QUESTÕES	RESPOSTAS
1	F
2	V
3	F
4	V
5	V
6	V
7	F
8	É uma combinação definida de metais com maior quantidade de um deles, o qual lhe confere o título (nome).
9	É uma combinação na qual o elemento predominante é o cobre.
10	É uma liga de ferro + carbono, cuja porcentagem de carbono varia de 0,05 a 1,7%.
11	Carbono
12	0,05% até 0,30%
13	0,30% até 0,60%
14	0,60% até 1,7%
15	Processo – eletrodo
16	1B – 2 A – 3 C
17	C
18	A
19	D
20	C



**Elaboração**

José Roberto de Souza

**Digitação**

Edna Maria dos Santos

**Diagramação**

Anna Daniella C. Teixeira

**Editoração**

Divisão de Educação e Tecnologia – DET.