

SOLDAGEM – PROCESSO ELETRODO REVESTIDO



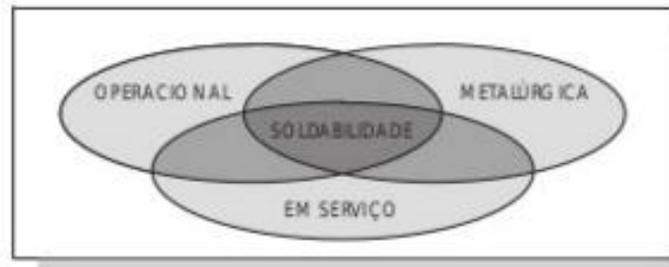
Prof° Filipe Invenzione - Soldagem

SOLDAGEM

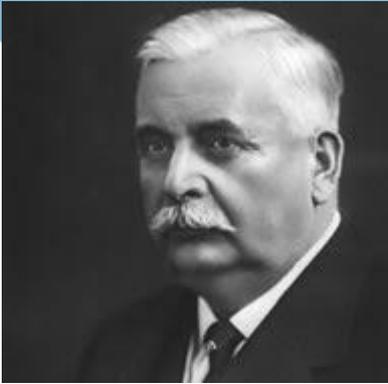
“É A TÉCNICA UTILIZADA PARA A UNIÃO DE MATERIAIS (METÁLICOS OU NÃO METÁLICOS), À UMA DADA TEMPERATURA COM OU SEM PRESSÃO E ADIÇÃO DE MATERIAL, PRESERVANDO AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, MECÂNICAS E METALÚRGICAS” – AWS (AMERICAN WELDING SOCIETY).

SOLDA: É O RESULTADO DE UMA SOLDAGEM.

SOLDABILIDADE: DIVIDIDA EM 3 CONCEITOS: OPERACIONAL, METALÚRGICA E EM SERVIÇO.



HISTÓRIA DA SOLDAGEM

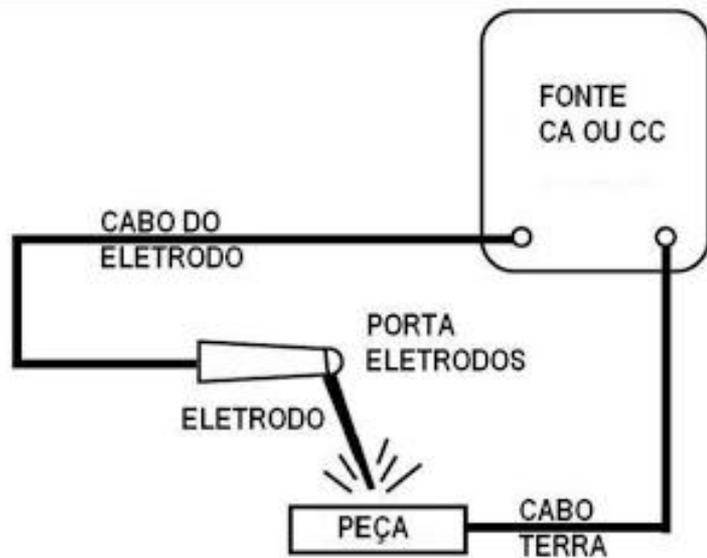


O Engenheiro Oscar Kjellberg, fundador da ESAB e considerado o criador do processo SMAW.

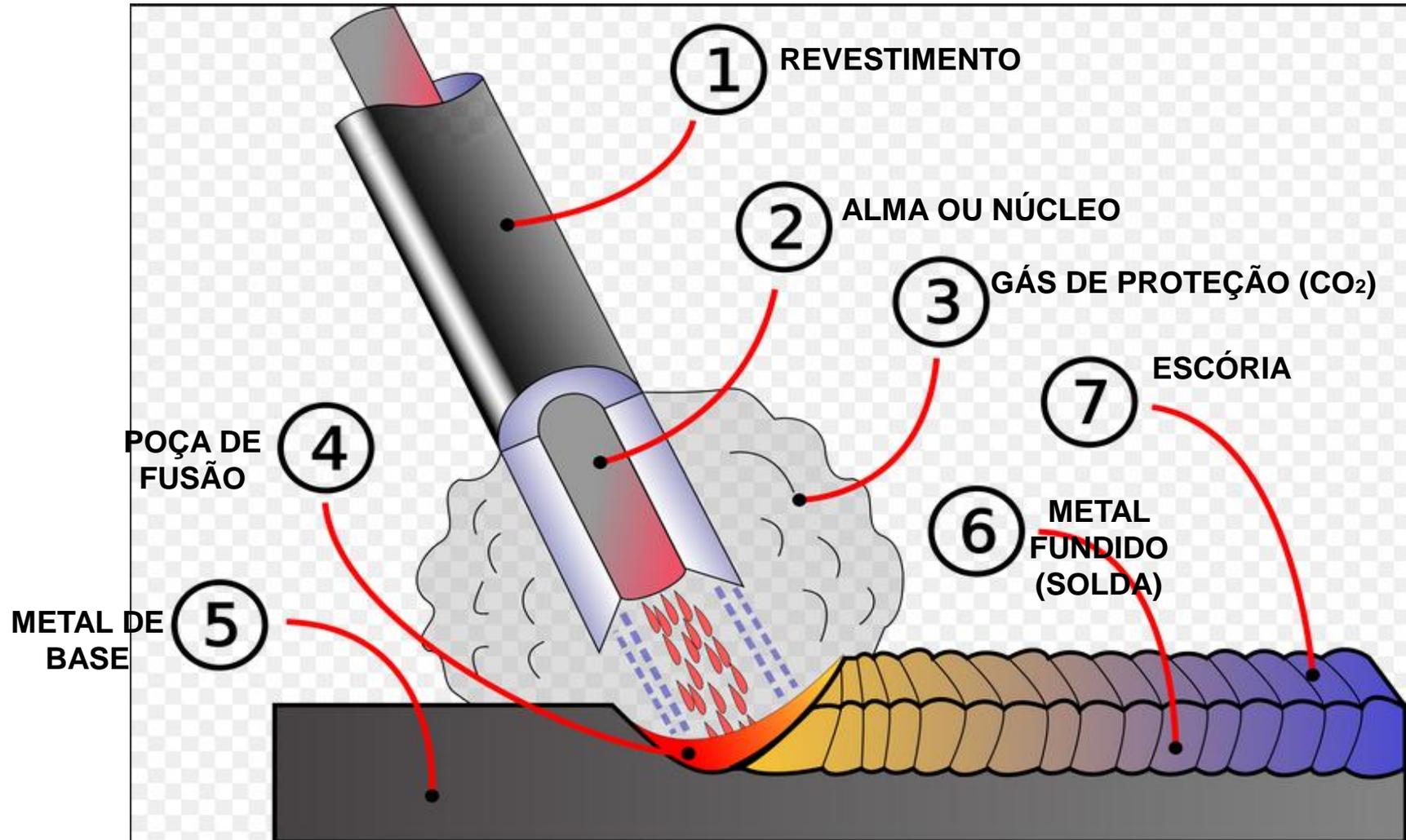
- Pré História Idade – Media → Soldagem por Forjamento – Importância estratégica;
- 1500 – 1900 → Alto – Forno; Ferro Gusa – Fundição;
- 1809 → Arco Elétrico
- 1885 → 1° Patente;
- 1890 → Eletrodo Nu;
- **1907 → Eletrodo Revestido (Oscar Kjellberg) – Fundador da Esab.**
- 1914 → Importância Industrial;
- 1926 → TIG;
- 1948 → MIG;
- 1953 → MAG;
- 1954 → Arame Tubular;
- 1957 → Plasma e Feixe Eletrônico;
- 1958 → Eletroescória;
- 1960 → Laser;
- Atualmente → Mais de 50 processos industrialmente.



O PROCESSO :



NOMENCLATURAS DO ELETRODO REVESTIDO



FASTCAM SA5 mod...

7000 fps

1/440000 sec

700 x 390

+00.000000

Photron



REVESTIMENTOS

Este esquema de fabricação é ilustrado nas fotos a seguir:



1. Alma: aço baixo teor de Carbono cortado na forma de varetas.



2. Pesagem e peneiramento das matérias-primas do revestimento.

REVESTIMENTOS



3. Mistura e aglomeração com silicato de sódio ou potássio.



4. Formação de um bloco homogêneo das matérias-primas do revestimento.



5. Prensa: a alma (vareta) e o bloco do revestimento são prensados juntos.



6. Acabamento do eletrodo revestido, fazer as pontas e identificação.

FUNÇÕES DOS REVESTIMENTOS

As principais funções do revestimento do eletrodo na soldagem são:

(FUNÇÃO ELÉTRICA)

1- estabilização do arco elétrico através de elementos ionizantes (CC+/CC- ou CA);

(FUNÇÃO METALÚRGICA)

2- proteção da poça de fusão – GÁS DE PROTEÇÃO

3- desoxidação principalmente com Mn - manganês e Si - silício, reduzindo a tendência para a porosidade;

4- adição de elementos de liga que aumentam a resistência do metal de solda;

5- aumento da deposição de metal de solda, quando é incorporado pó de ferro no revestimento.

(FUNÇÃO FÍSICA)

6- formação de escória, agentes que promovem a remoção das impurezas da superfície do metal base e metal de solda;

7- isolamento térmica formada pela escória;

TIPOS DE REVESTIMENTOS

Em função da constituição química do revestimento, podem-se distinguir os seguintes tipos de eletrodos revestidos:

1. **Ácido;**

2. Celulósico;

3. Rutílico;

4. Básico (Baixo hidrogênio).



Mais utilizados

Revestimento Celulósico

- É constituído de materiais orgânicos sob a forma de celulose ($C_6H_{10}O_5$);
- Dióxido de titânio (TiO_2);
- Escorificantes a base de sílica, entre outros.
- Produz um cordão de solda com uma grande penetração;
- Confere ao eletrodo boa facilidade de uso;
- O eletrodo com revestimento celulósico é o preferido na soldagem de oleodutos e gasodutos (passe de raiz).



EXEMPLO: AWS E – 6010 (INDICADO PARA RAIZ DE TUBULAÇÕES)



Revestimento Rutílico

- O constituinte mais importante na composição deste revestimento é o dióxido de titânio (TiO_2);
- Facilitar na abertura do arco elétrico;
- Manter o arco estável durante a transferência metálica seja em corrente alternada como contínua.

EXEMPLO: AWS E – 6013 (INDICADO PARA SERRALHERIAS)



Revestimento Básico

- Os principais componentes deste tipo de revestimento são: carbonato de cálcio (Ca CO_3) e sais
- Por serem altamente **higroscópicos**, estes eletrodos devem ser conservados em ambientes secos e ressecados antes de serem utilizados.

EXEMPLO: AWS E – 7018 (INDICADO PARA CALDEIRARIAS)

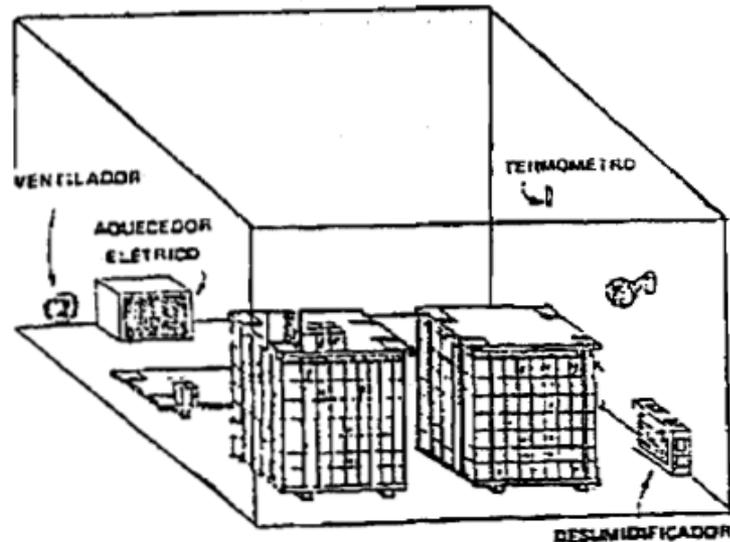


ARMAZENAMENTO DOS CONSUMÍVEIS

Os consumíveis devem seguir as especificações quanto ao seu armazenamento. No Brasil se utiliza a norma Petrobrás N133.

- **ESTUFA DE ARMAZENAMENTO**

- Pode ser um compartimento fechado do almoxarifado;
- Conter aquecedores elétricos e ventiladores;
- Manter temperatura 5°C acima da ambiente – mínimo 20°C;
- Manter umidade relativa do ar máximo de 50%.



ARMAZENAMENTO DOS CONSUMÍVEIS



⇒ **Estufa de Secagem:** Devem ter termostato e termômetro. A estufa deve manter a temperatura até 400°C.



⇒ **Estufa de Manutenção de Secagem:** Devem ter termostato e termômetro. A estufa deve manter a temperatura até 200°C. Estas estufas devem permitir a circulação do ar.



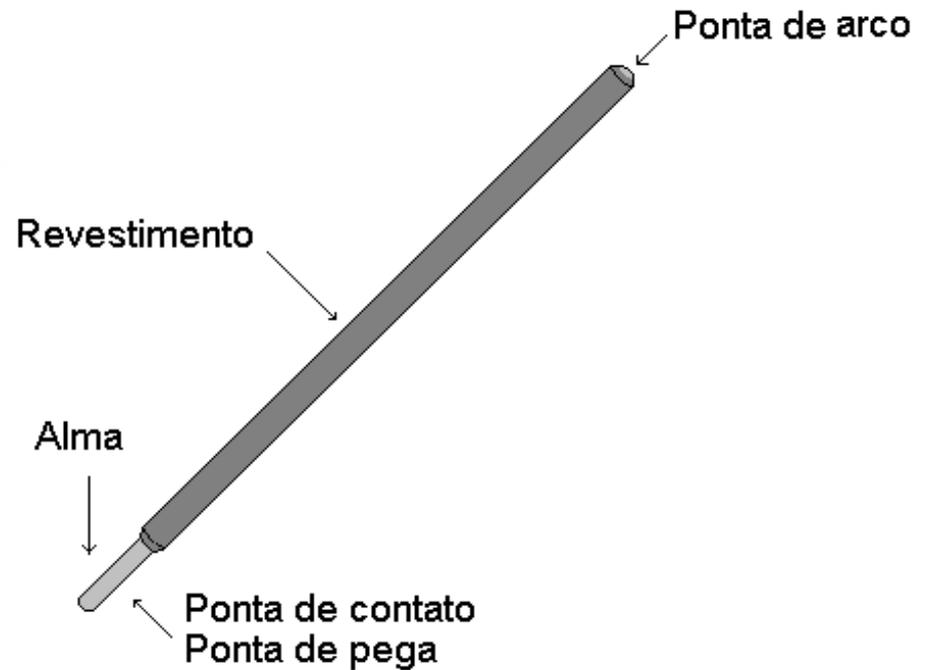
⇒ **Estufas Portáteis:** Devem ter termostato e termômetro. Acompanham o soldador individualmente. Estas estufas devem manter a temperatura entre 80°C e 150°C.

ESTUFAS



Inspeção Visual e Dimensional dos eletrodos revestidos

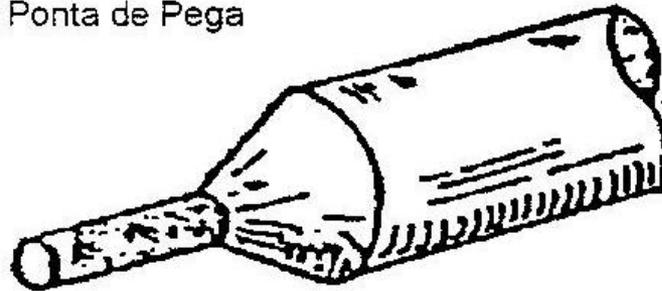
Embalagem



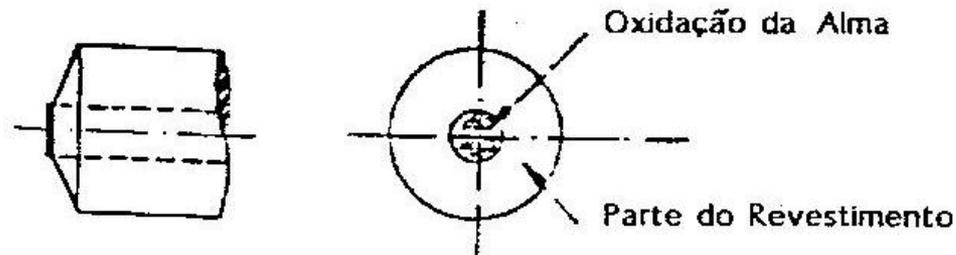
Inspeção Visual e Dimensional dos eletrodos revestidos

- Exame Visual de eletrodos:
 - Oxidação da ponta de pega;
 - Oxidação da alma.

a) Oxidação da Ponta de Pega



b) Oxidação da Alma



Inspeção Visual e Dimensional dos eletrodos revestidos

- Redução localizada.



Inspeção Visual e Dimensional dos eletrodos revestidos

- Danos na ponta de arco.



Inspeção Visual e Dimensional dos eletrodos revestidos

- Destacamento com exposição da alma



Inspeção Visual e Dimensional dos eletrodos revestidos

- Trincas transversais



Inspeção Visual e Dimensional dos eletrodos revestidos

- Trincas longitudinais



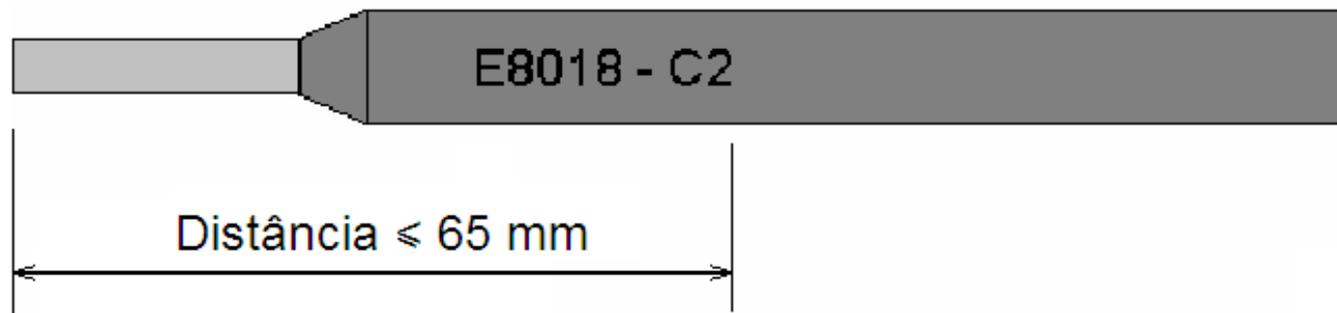
Inspeção Visual e Dimensional dos eletrodos revestidos

- Ausência de conicidade na ponta de arco

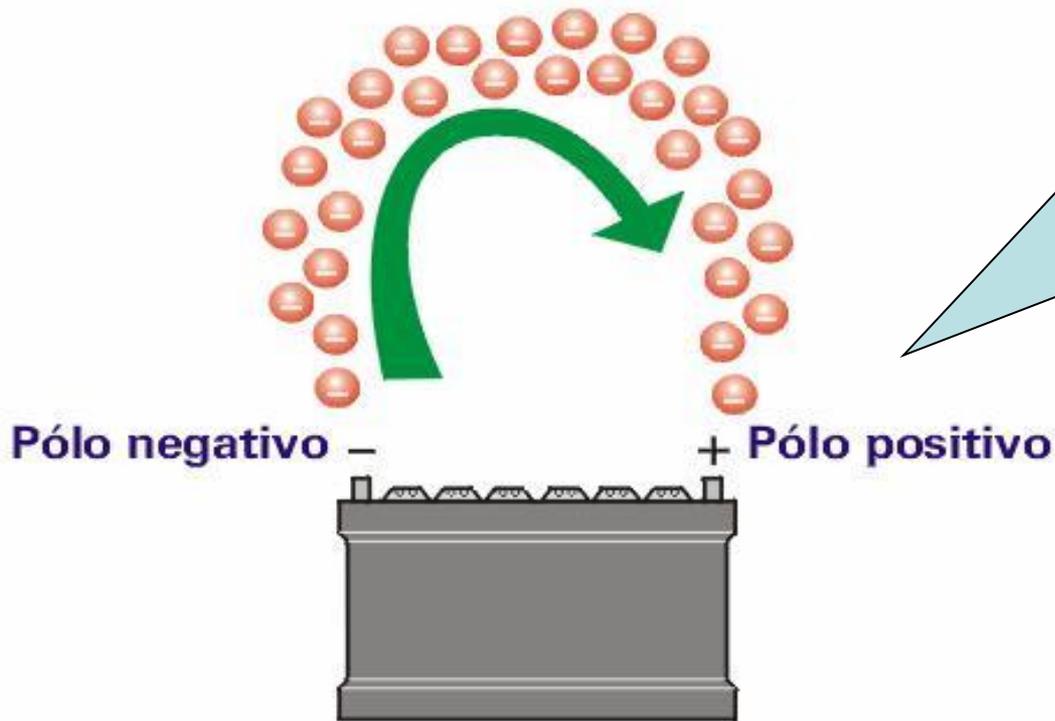


Inspeção Visual e Dimensional dos eletrodos revestidos

- Identificação de eletrodos:
 - Classificação AWS legível;
 - Identificação individual;
 - Próxima a ponta de pega (máximo 65 mm de distância).



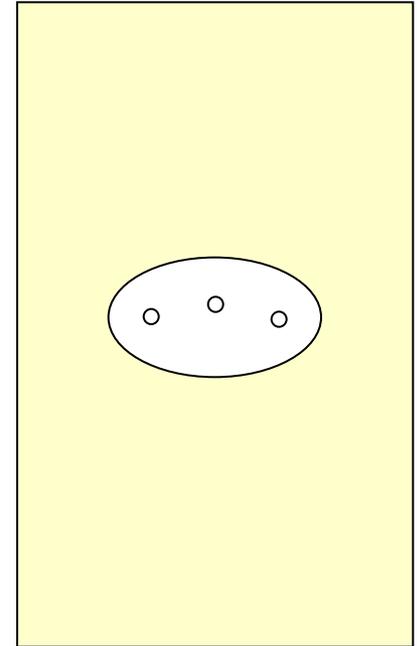
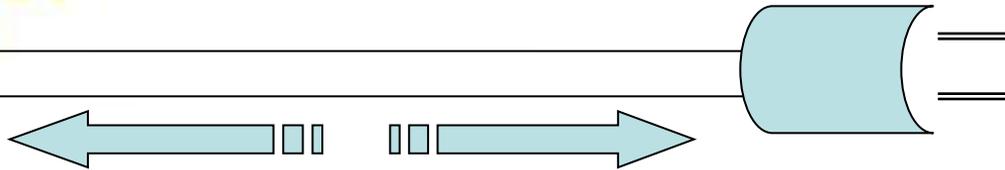
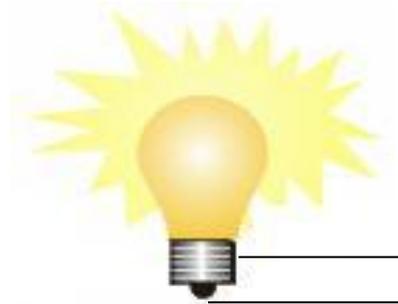
Corrente elétrica (CC / DC)



Corrente
Contínua

A =

Corrente elétrica (CA / AC)

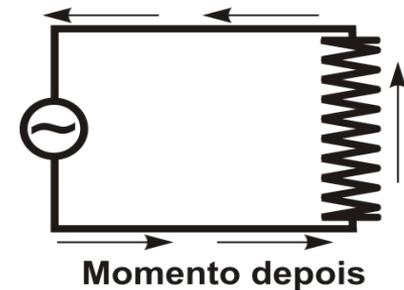
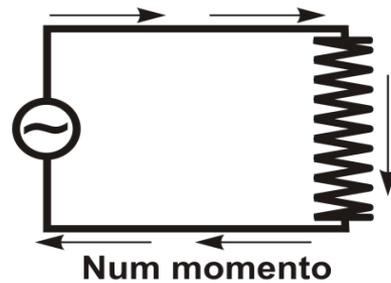
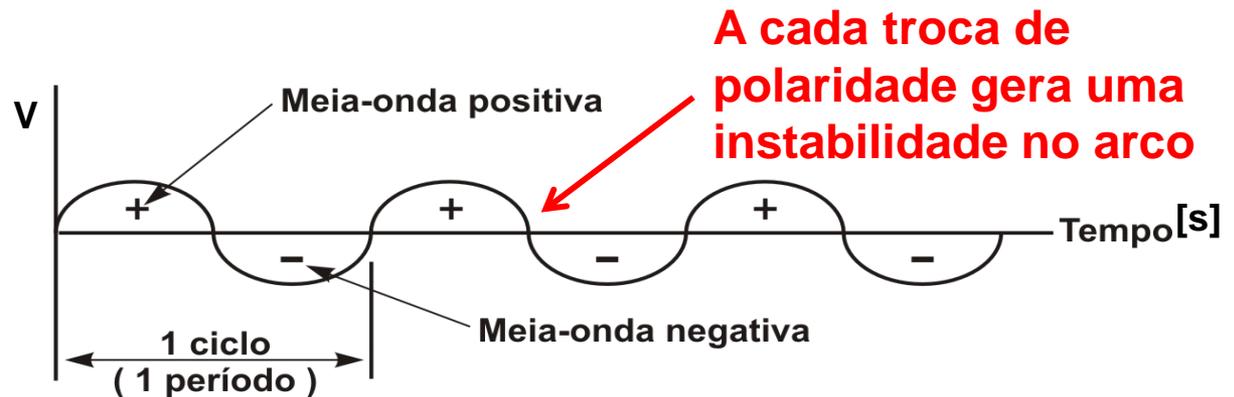


Corrente
Alternada

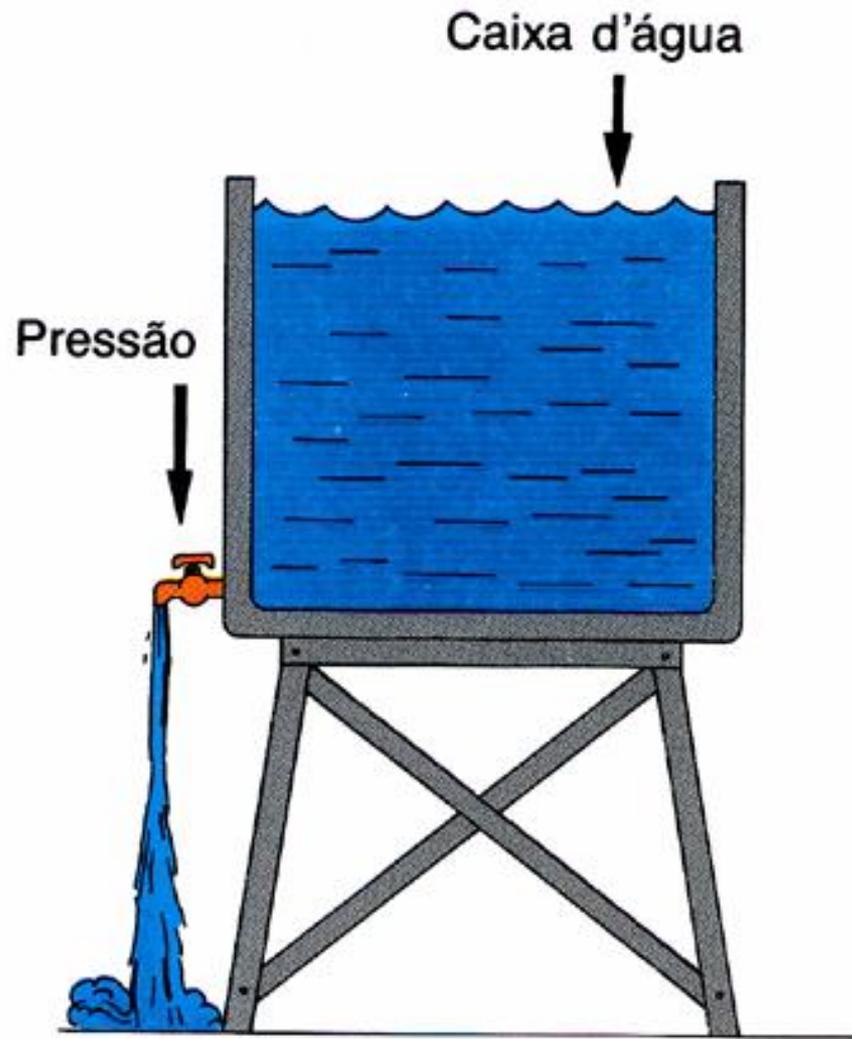
A ~

Corrente elétrica (CA / AC)

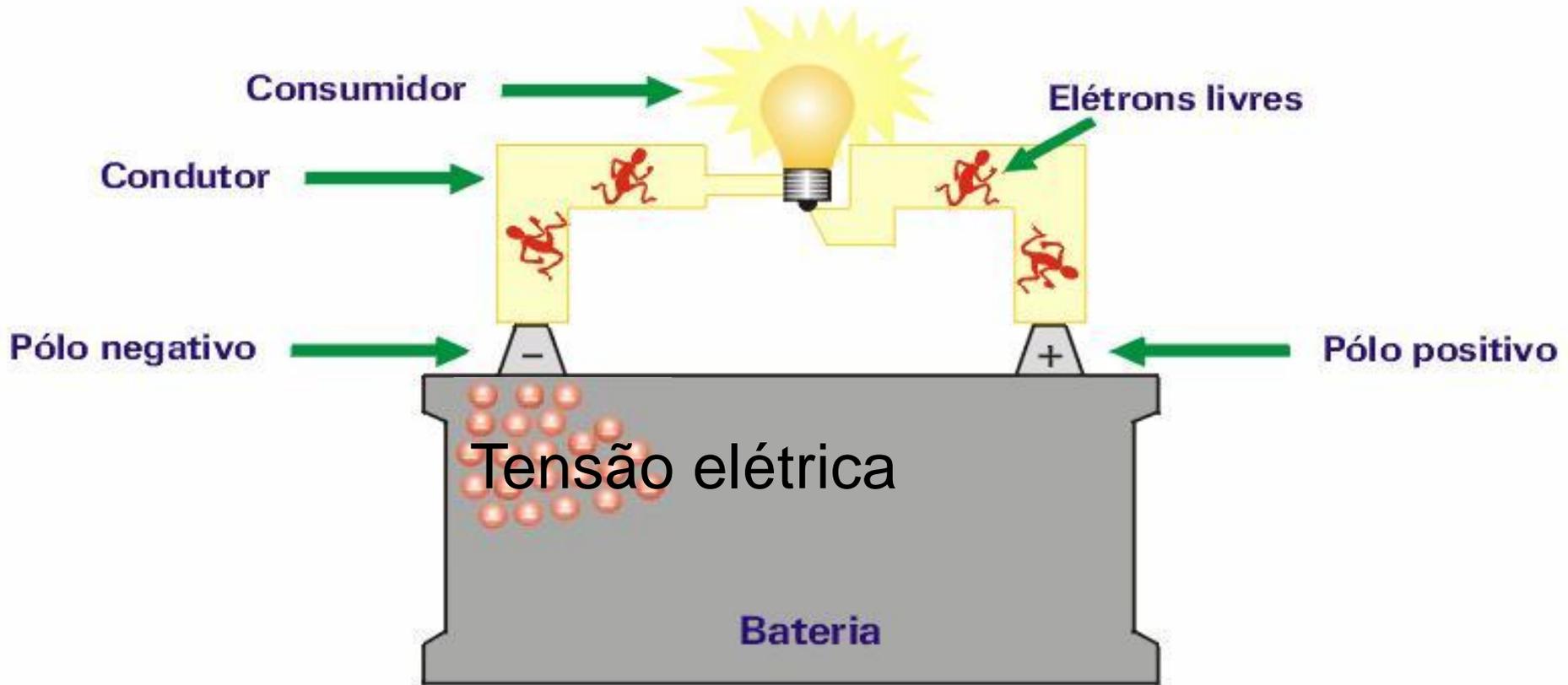
CORRENTE ALTERNADA
CA / AC / ~



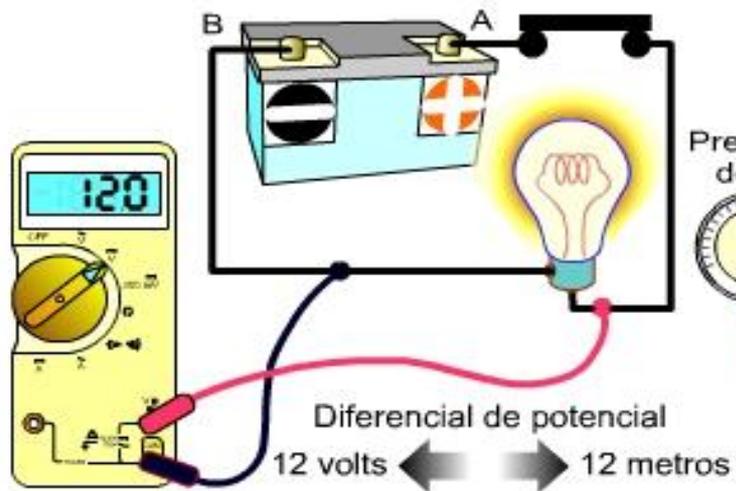
TENSÃO ELÉTRICA



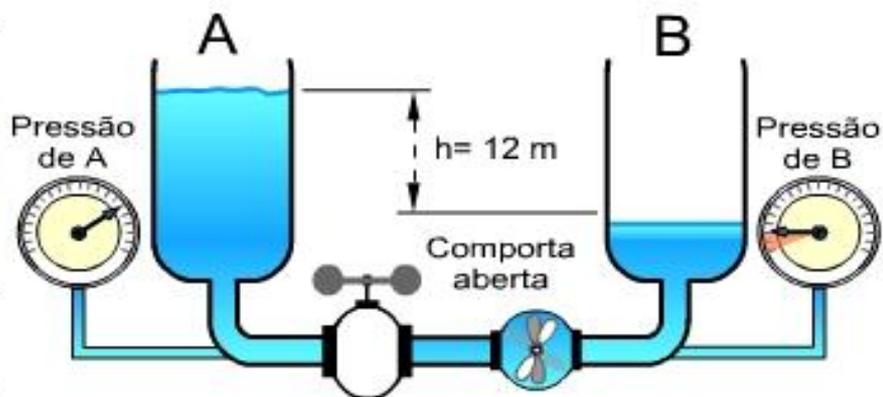
Manifestação da energia elétrica



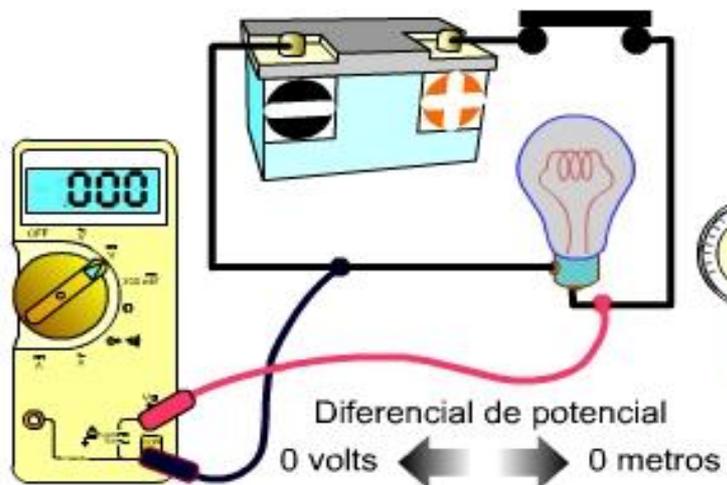
TENSÃO ELÉTRICA



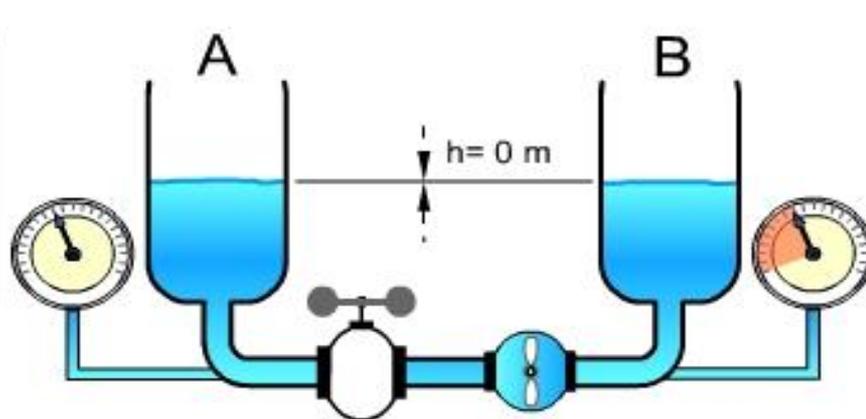
A corrente circula até o equilíbrio dos potenciais



A água circula até equilibrar os níveis

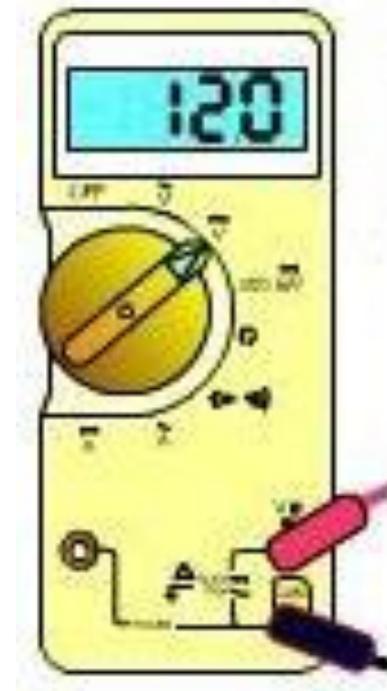
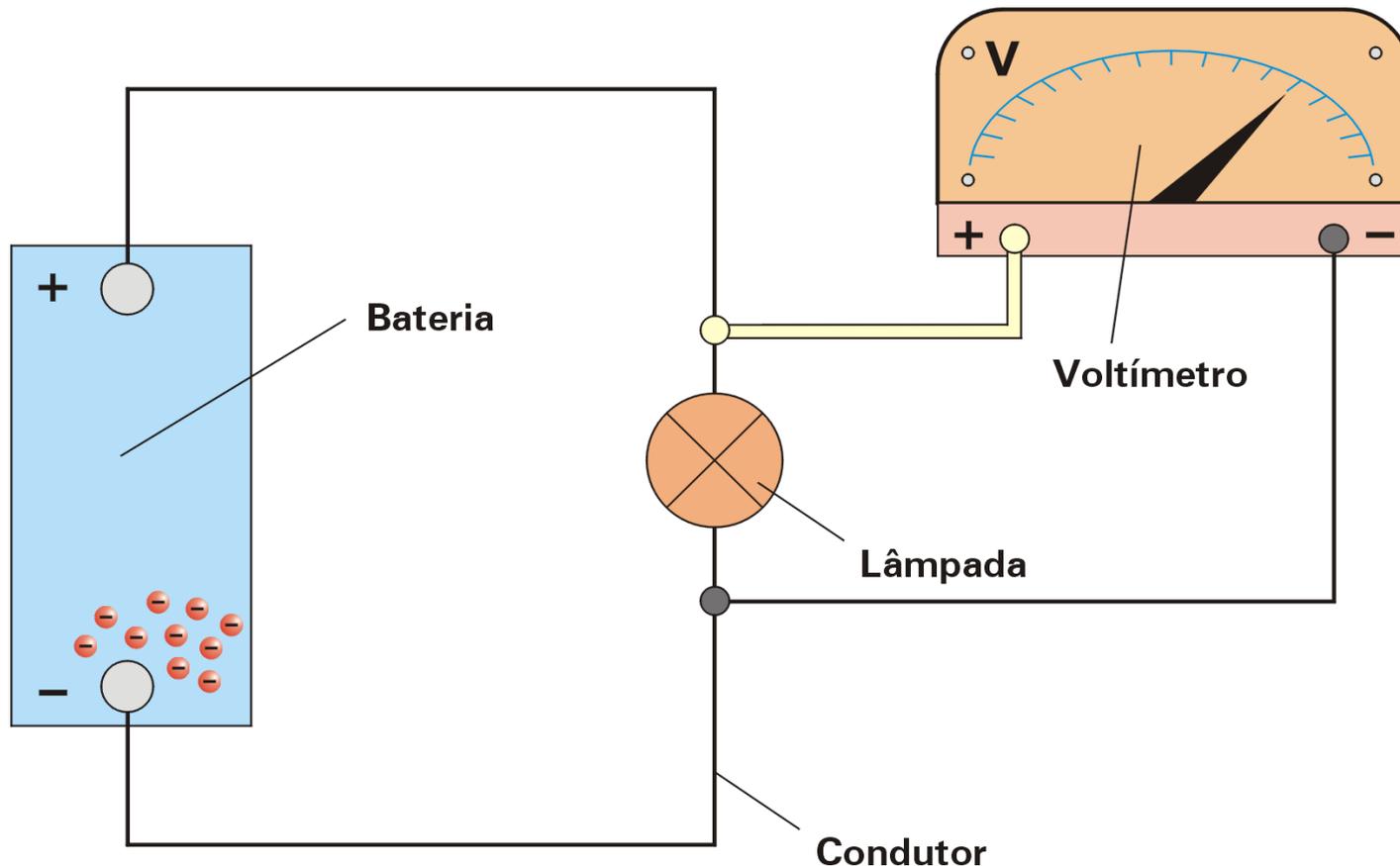


A corrente não circula mais



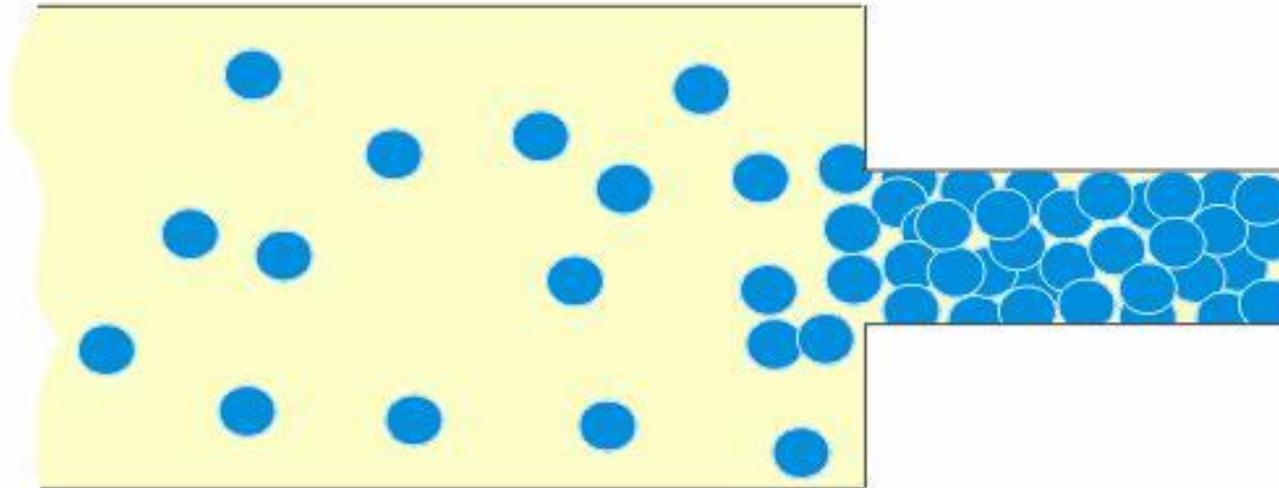
A água não circula mais

LEITURA DA TENSÃO ELÉTRICA



Tensão Elétrica: É a diferença de potencial entre dois pontos. O voltímetro é o instrumento utilizado para medi-la e o volt (V) é a unidade de medida utilizada;

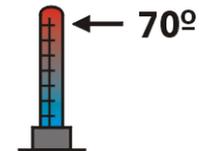
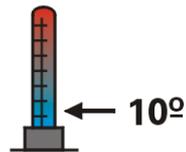
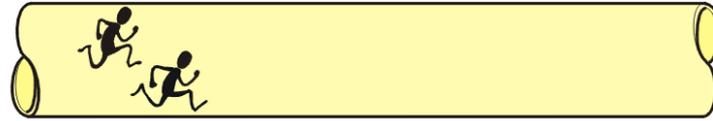
RESISTÊNCIA ELÉTRICA



Movimento dos Elétrons

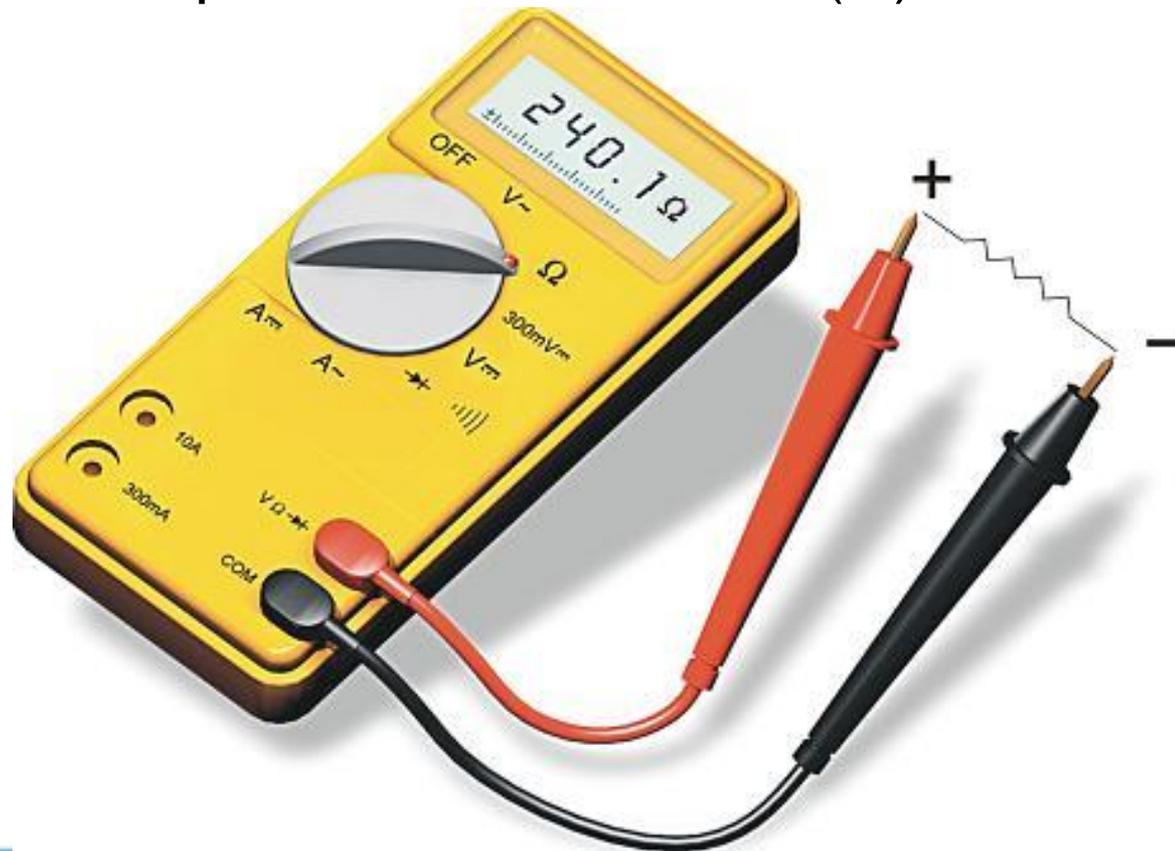


RESISTÊNCIA ELÉTRICA



LEITURA DA RESISTÊNCIA ELÉTRICA

Resistência Elétrica: É a oposição que os materiais oferecem à passagem da corrente elétrica. O ohmímetro é o instrumento utilizado para medi-la e o ohm (Ω) é a unidade de medida utilizada;



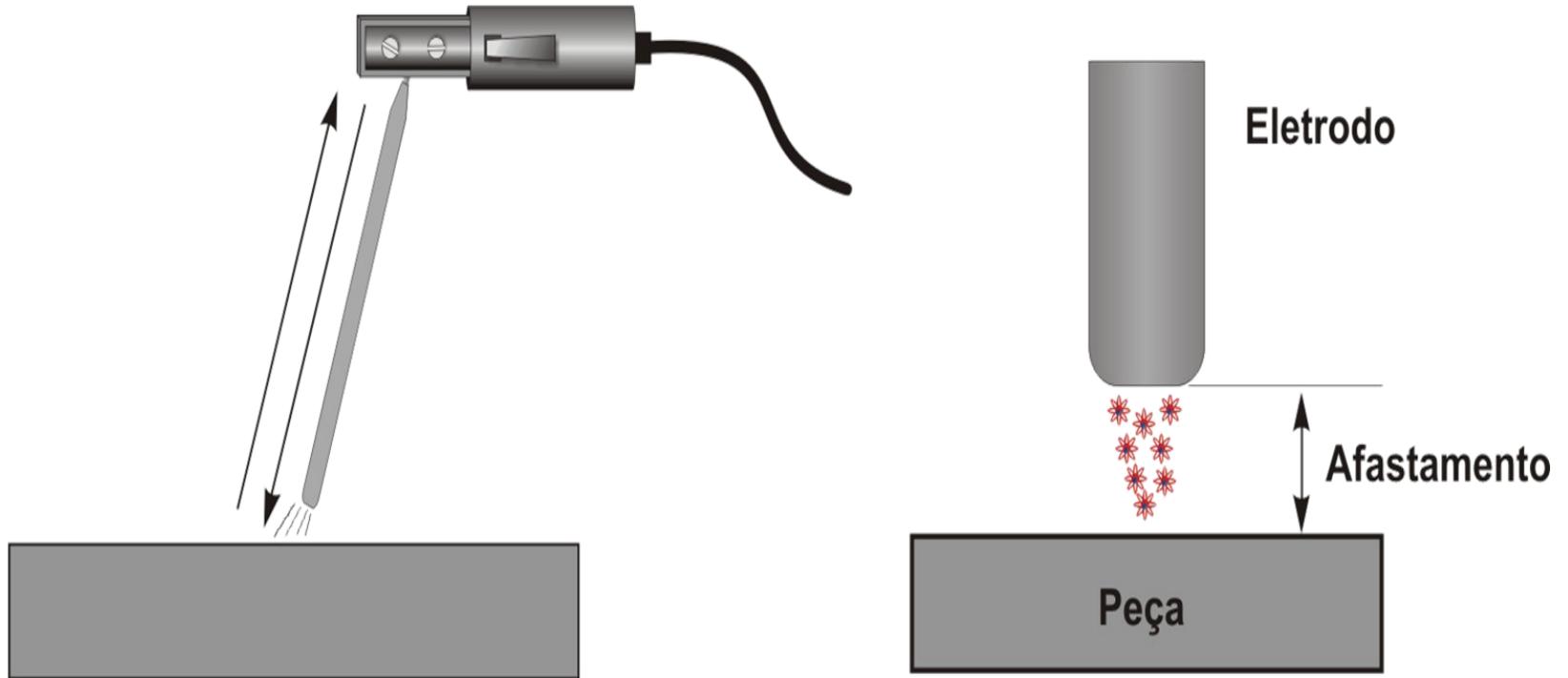
UNIDADES ELÉTRICAS

Grandeza	Símbolo da Grandeza	Unidade de Medida	Símbolo da Unidade de Medida	Múltiplo e Sub-Múltiplo	Equivalência	Instrumento de Medição
Tensão	E	Volt	V	Quilovolt (kV) Milivolt (mV)	1000 V 0,001 V	Voltímetro
Corrente	I	Ampére	A	Quiloampére (kA) Miliampére (mA)	1000 A 0,001 A	Amperímetro
Resistência	R	Ohm	Ω	Quilohm ($k\Omega$) Miliohm ($m\Omega$)	1000 Ω 0,001 Ω	Ohmímetro
Potência	P	Watt	W	Quilowatt (kW) Miliwatt (mW)	1000 W 0,001 W	Wattímetro

Multímetro

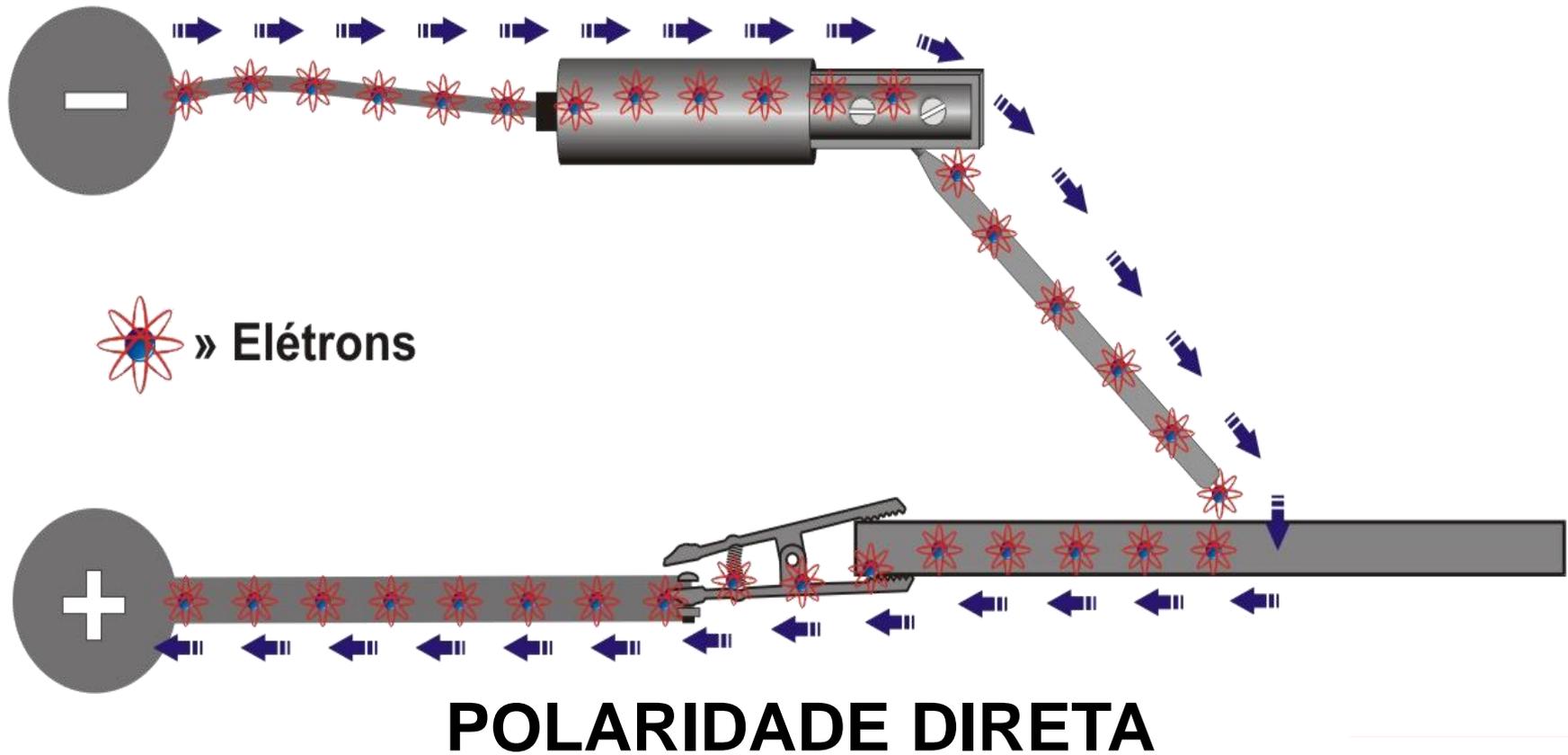


EFEITO DA TENSÃO ELÉTRICA

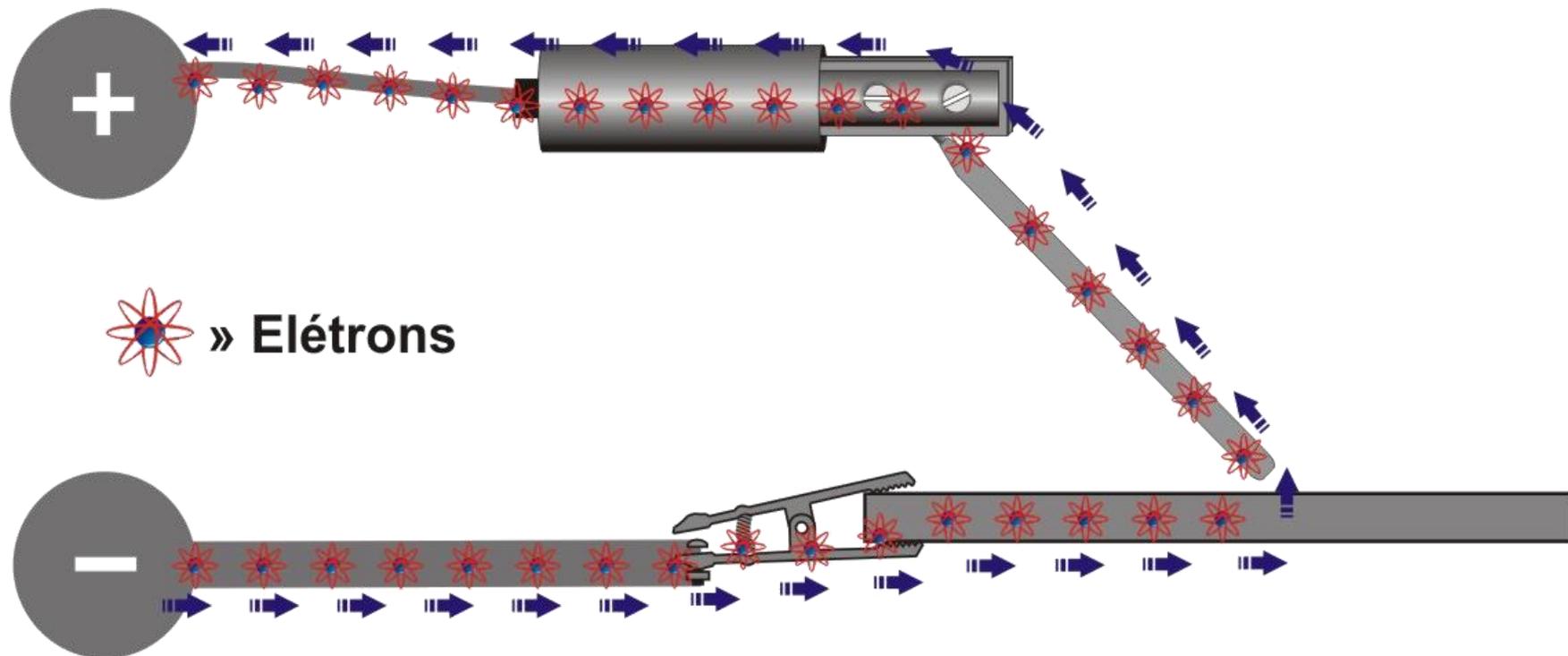


> AFASTAMENTO => TENSÃO => CALOR NO ARCO ELÉTRICO.

SENTIDO DA CIRCULAÇÃO REAL DA CORRENTE ELÉTRICA É DO PÓLO NEGATIVO PARA O POSITIVO

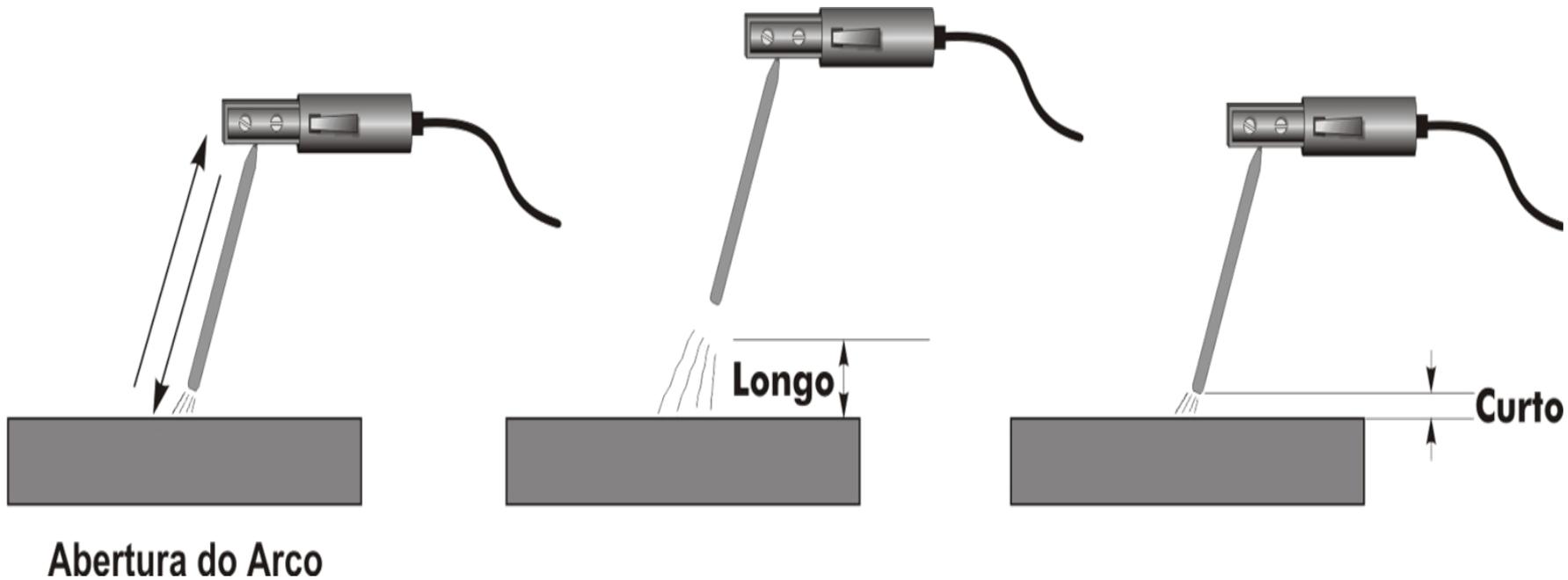


SENTIDO DA CIRCULAÇÃO REAL DA CORRENTE ELÉTRICA É DO PÓLO NEGATIVO PARA O POSITIVO



POLARIDADE INVERSA / REVERSA

FORMAÇÃO DO ARCO ELÉTRICO



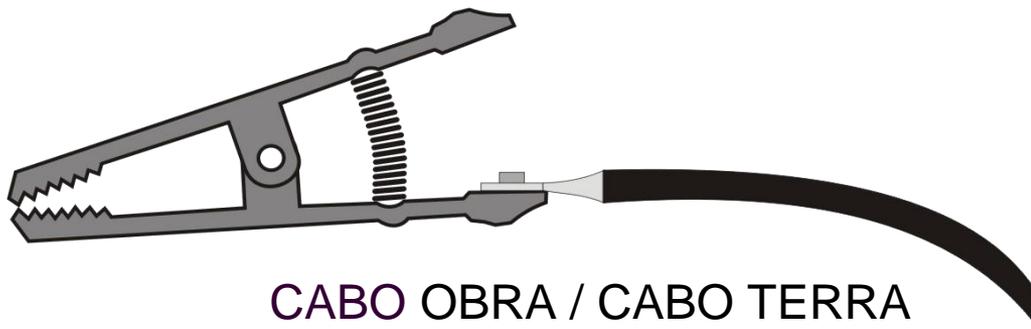
RECOMENDADO: ALTURA = Ø DA ALMA

CABO DO ALICATE PORTA ELETRODO

Correntes máximas admissíveis em ampéres

Distância da máquina ao alicate porta eletrodo

Diâmetro em mm do cabo	Até 15m	De 15 a 30m	De 30 a 75m
12	200A	150A	100A
16	300A	250A	175A
18	375A	300A	200A
20	450A	400A	300A
22	550A	500A	400A



CABO OBRA / CABO TERRA

FERRAMENTAS DO SOLDADOR



PORTA ELETRODO



PICADEIRA



TENAZ



ESCOVA DE AÇO

FERRAMENTAS DO SOLDADOR



MARTELO PNEUMÁTICO



TRENA



PUNÇÃO



MARTELO



RISCADOR

FERRAMENTAS DO SOLDADOR



ESQUADRO



RÉGUA GRADUADA

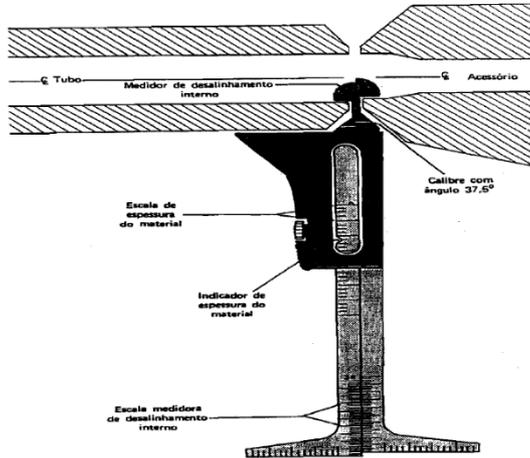


PAQUÍMETRO

LÁPIS DE FUSÃO / TÉRMICO



CALIBRES DE SOLDA



Calibre de solda hi-lo

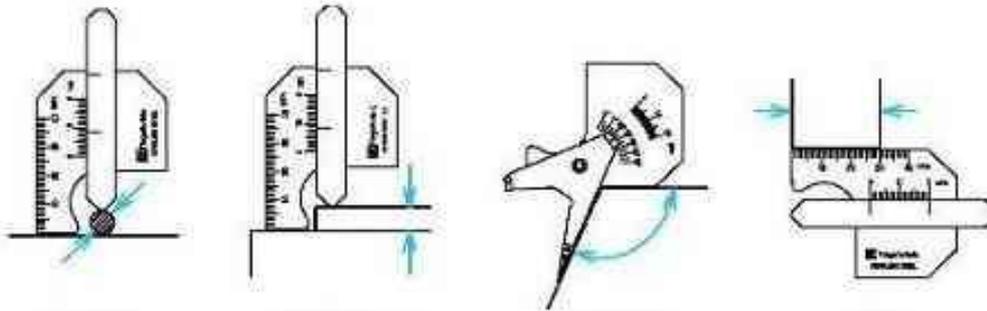
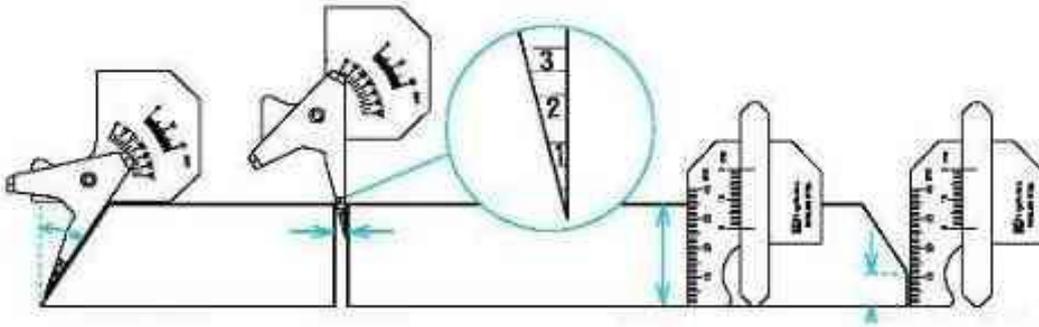
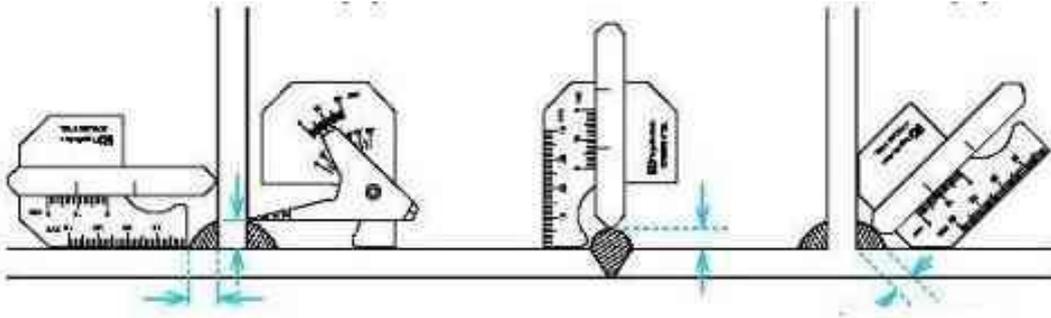


Calibre digital



Calibre de solda em ângulo

CALIBRES DE SOLDA



PREPARAÇÃO, LIMPEZA E ACABAMENTO



Lixadeira de 4 ½”



Lixadeira de 7”



Retífica manual

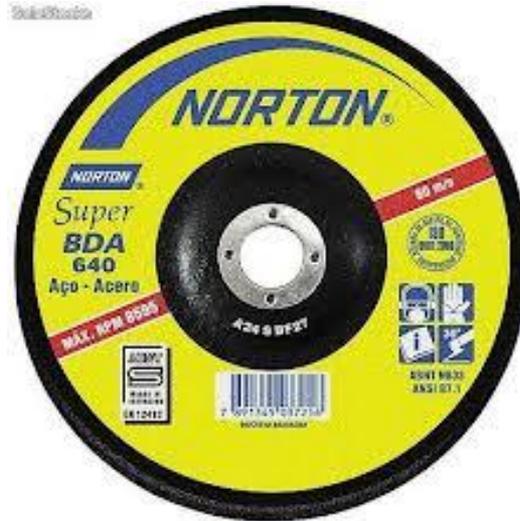


Lixadeira pneumática

PREPARAÇÃO, LIMPEZA E ACABAMENTO



SoloStocks

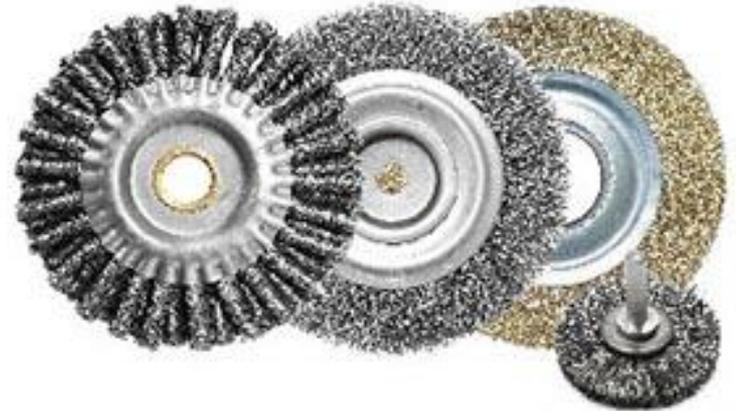


SoloStocks



Discos de desbaste, corte e polimento (flap).

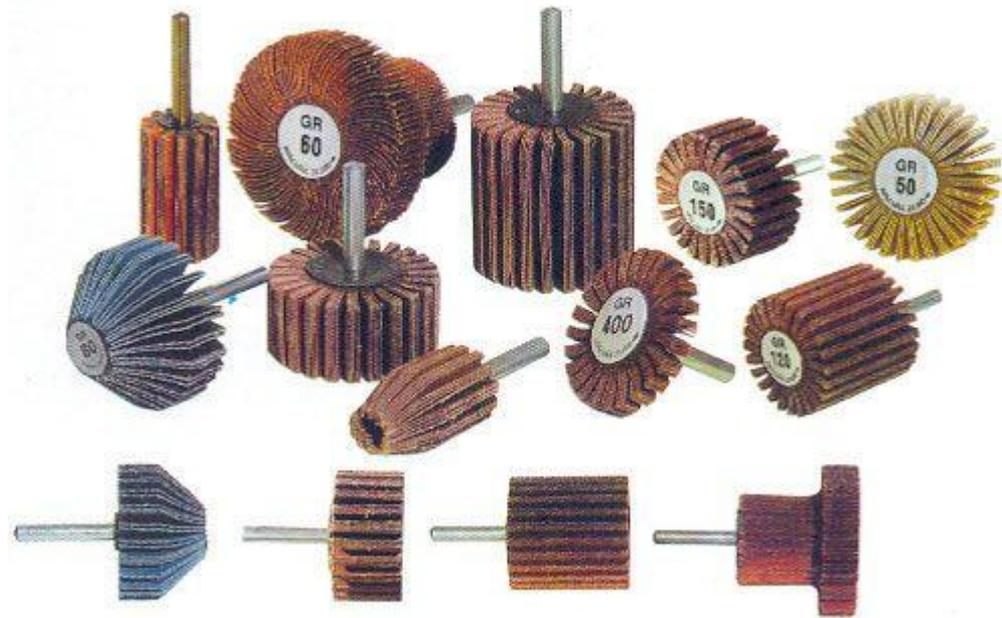
PREPARAÇÃO, LIMPEZA E ACABAMENTO



Escovas rotativas



PREPARAÇÃO, LIMPEZA E ACABAMENTO



Ponta montada (Mini kontur) e fresa rotativa



PREPARAÇÃO, LIMPEZA E ACABAMENTO

Pano de polimento e pasta de diamante



Tipos de máquinas usadas para realizar a soldagem

Transformador (CA - AC).

Fornece somente corrente alternada (CA) não define a polaridade (+ -).

Retificador / Inversor (CA/AC – CC/DC).

Fornece primeiramente corrente contínua (CC) podendo em algumas máquinas fornecer também (CA).

Gerador (CC - DC).

Fornece corrente contínua (CC).



Transformador CA



Retificador / Inversor CA/CC



Gerador CC

Tipos de máquinas usadas para realizar a soldagem

Fonte multiprocesso

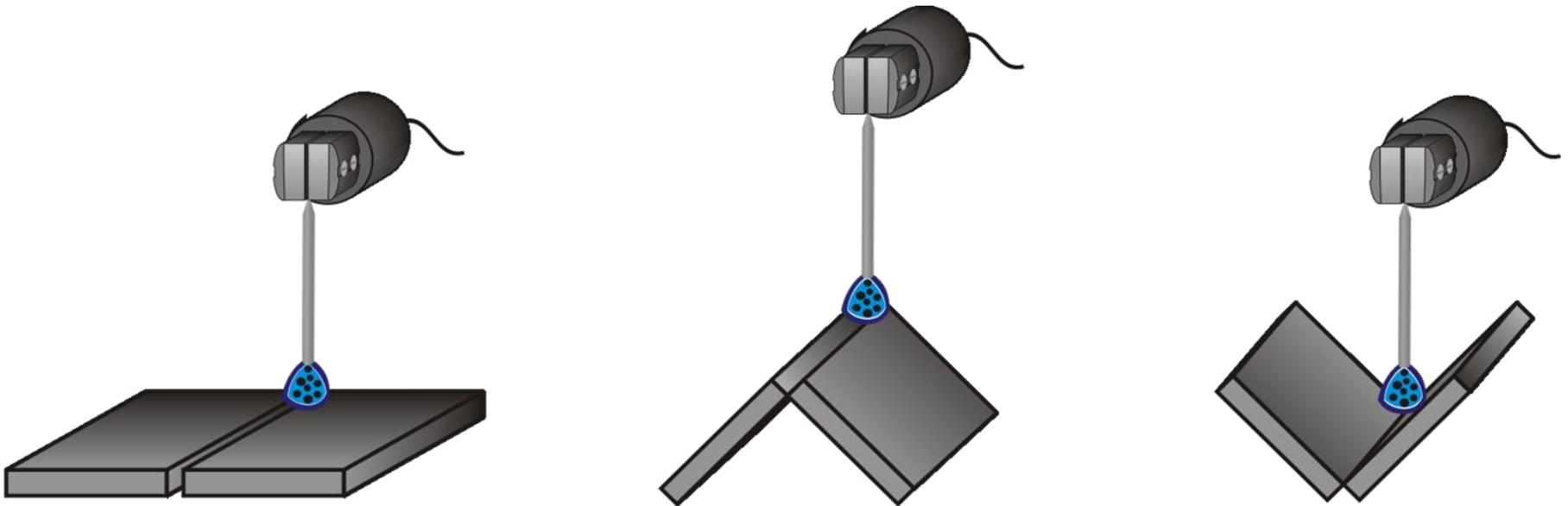


INVERSOR AC / DC com alta frequência
e arco pulsado

Fonte Tig e Eletrodo Revestido

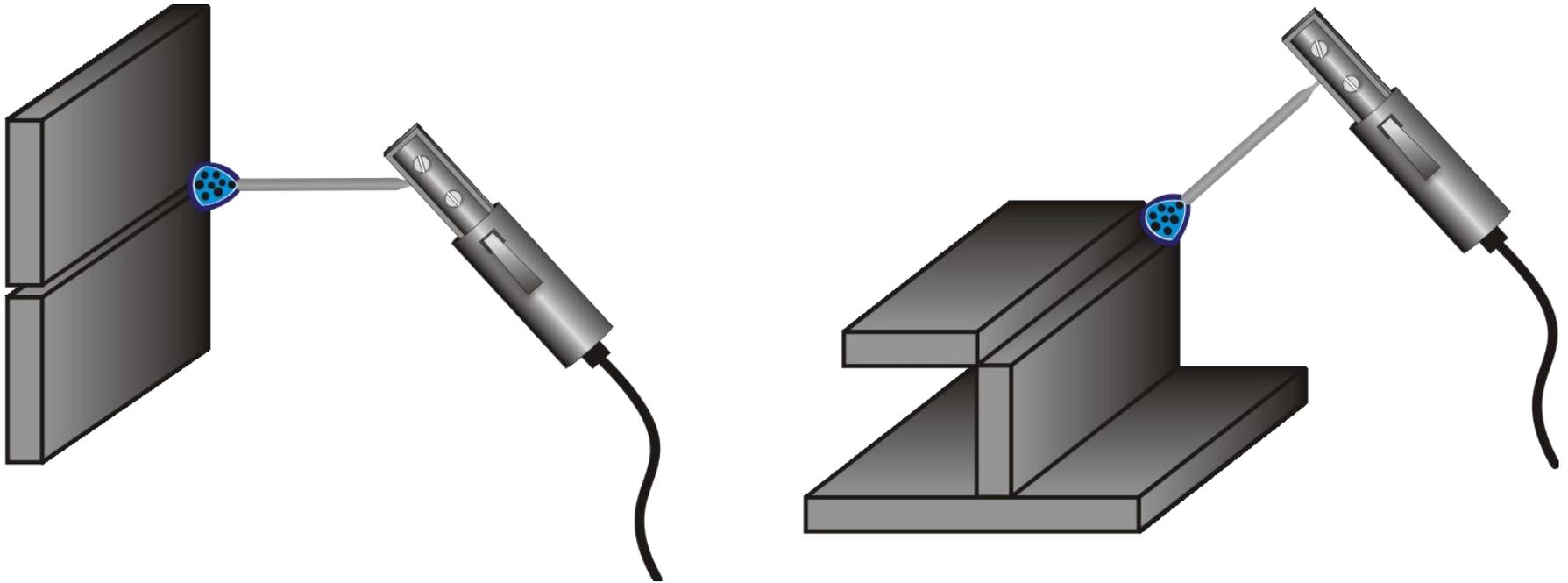


POSIÇÕES DE SOLDAGEM



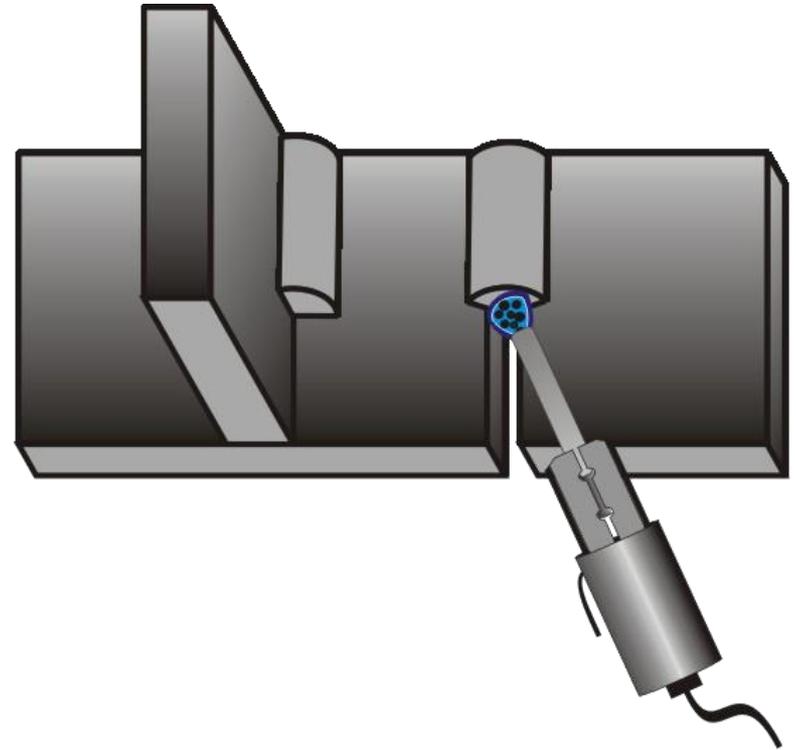
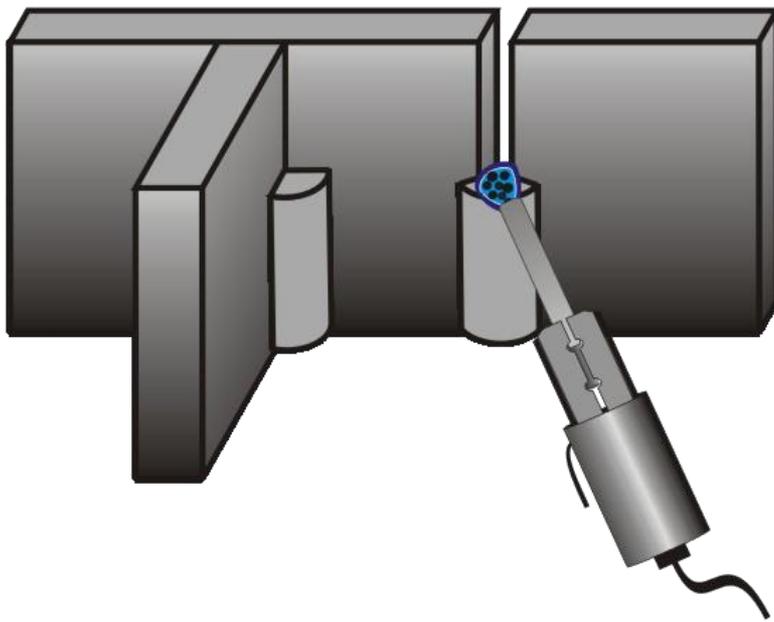
- POSIÇÃO PLANA OU DE NÍVEL (1)

POSIÇÕES DE SOLDAGEM



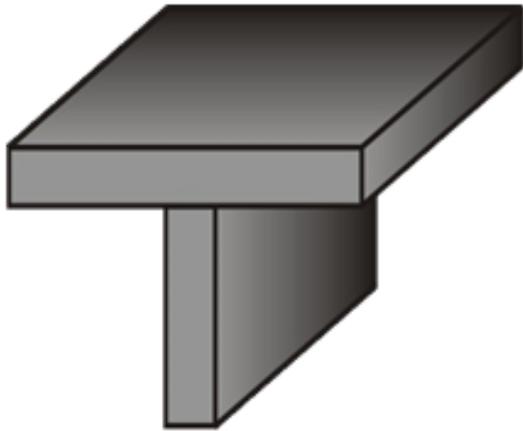
- POSIÇÃO HORIZONTAL (2)

POSIÇÕES DE SOLDAGEM



- POSIÇÃO VERTICAL (3)

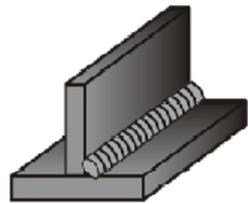
POSIÇÕES DE SOLDAGEM



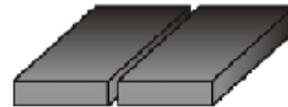
- POSIÇÃO SOBRE CABEÇA (4)

POSIÇÕES DE SOLDAGEM

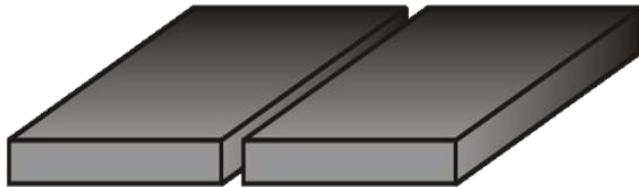
SOCIEDADE AMERICANA DE ENGENHARIA MECÂNICA ASME IX



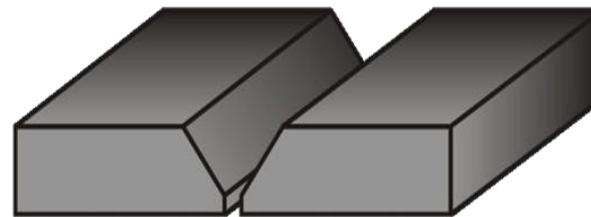
F = ÂNGULO



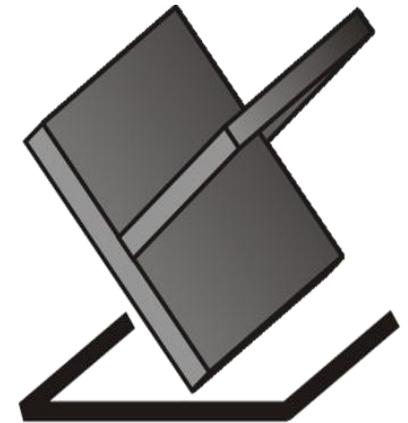
G= TOPO



1G



1G

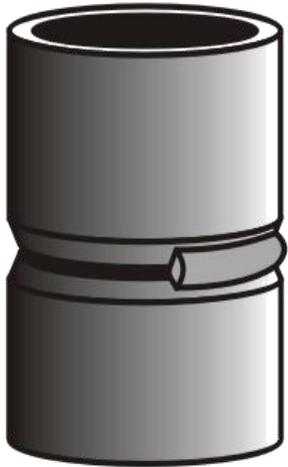


1F

- SOLDAGEM NA POSIÇÃO 1G OU 1F

POSIÇÕES DE SOLDAGEM

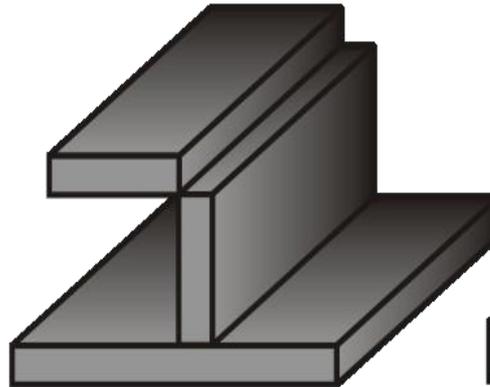
MÓVEL / GIRANDO



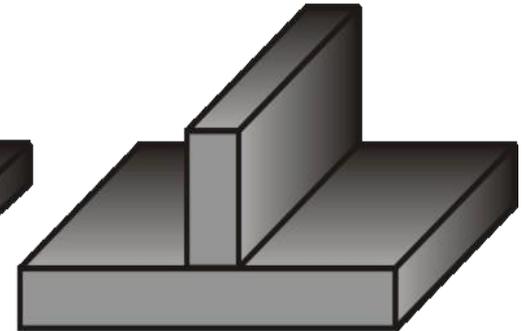
2G



2G



2F

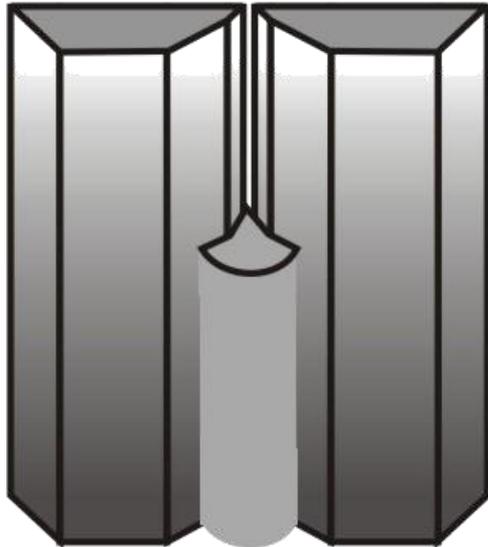


2F

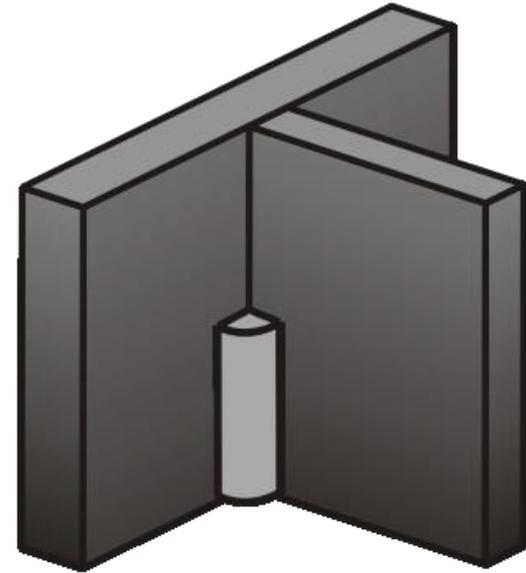
- SOLDAGEM NA POSIÇÃO 2G OU 2F

POSIÇÕES DE SOLDAGEM

3G

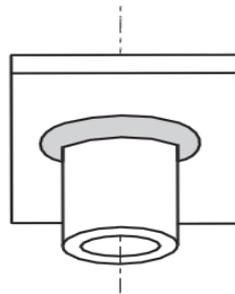
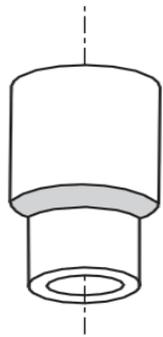
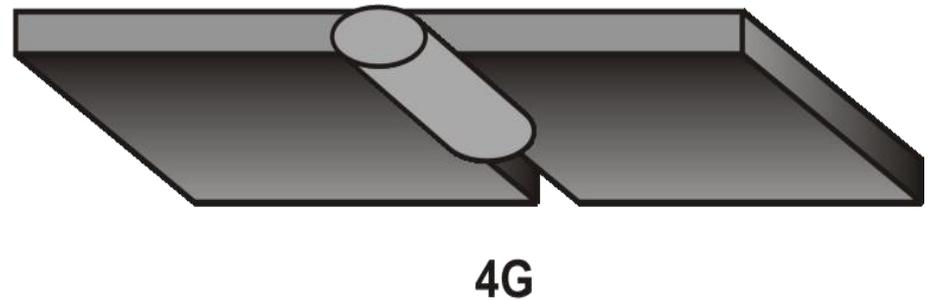
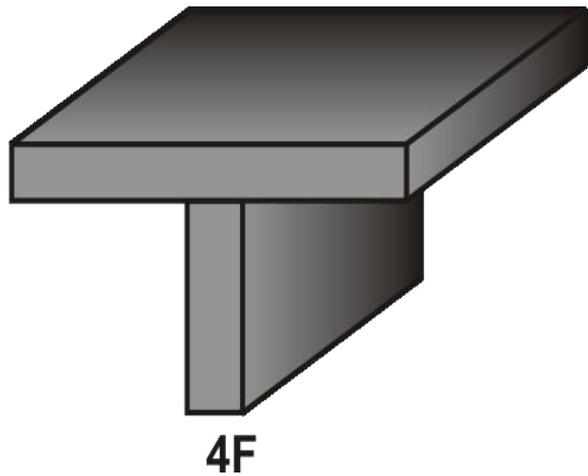


3F



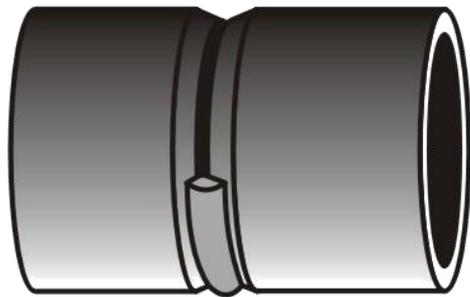
- SOLDAGEM NA POSIÇÃO 3G OU 3F

POSIÇÕES DE SOLDAGEM



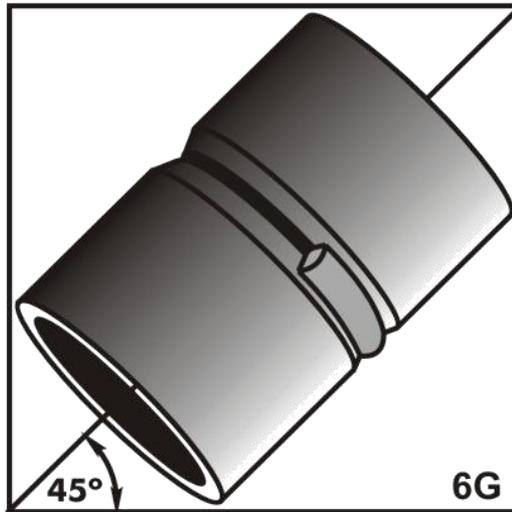
- POSIÇÃO DE SOLDAGEM 4G OU 4F

POSIÇÕES DE SOLDAGEM

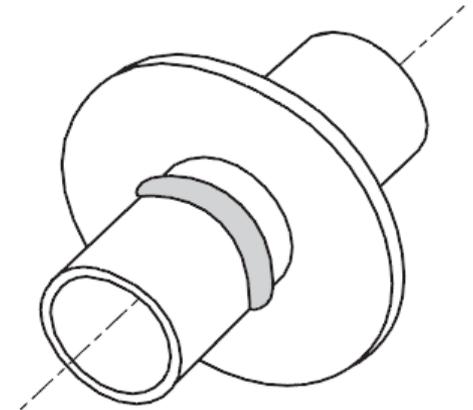


5G

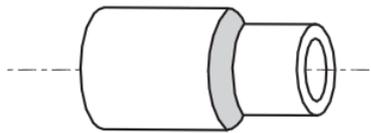
Tubos
Fixos



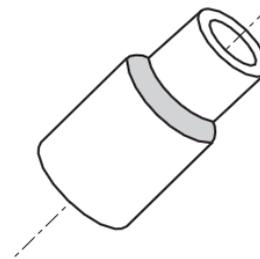
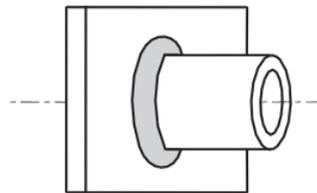
6G



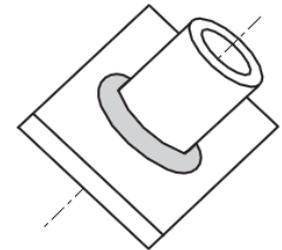
6GR



5F

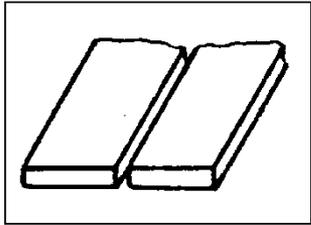


6F

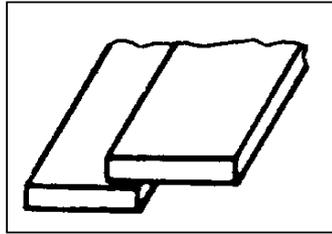


TIPOS DE JUNTAS, CHANFROS E SUAS PREPARAÇÕES

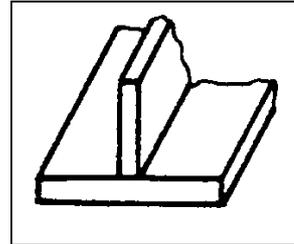
JUNTA: REGIÃO DE DUAS OU MAIS PARTES A SEREM UNIDAS POR UM PROCESSO DE SOLDAGEM



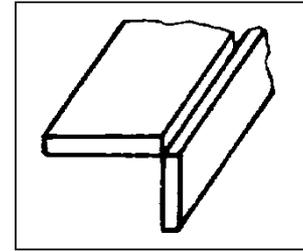
Topo



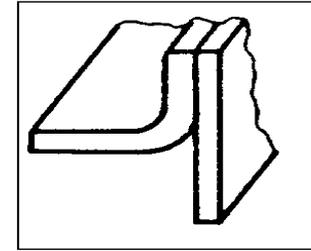
sobreposta



ângulo



quina



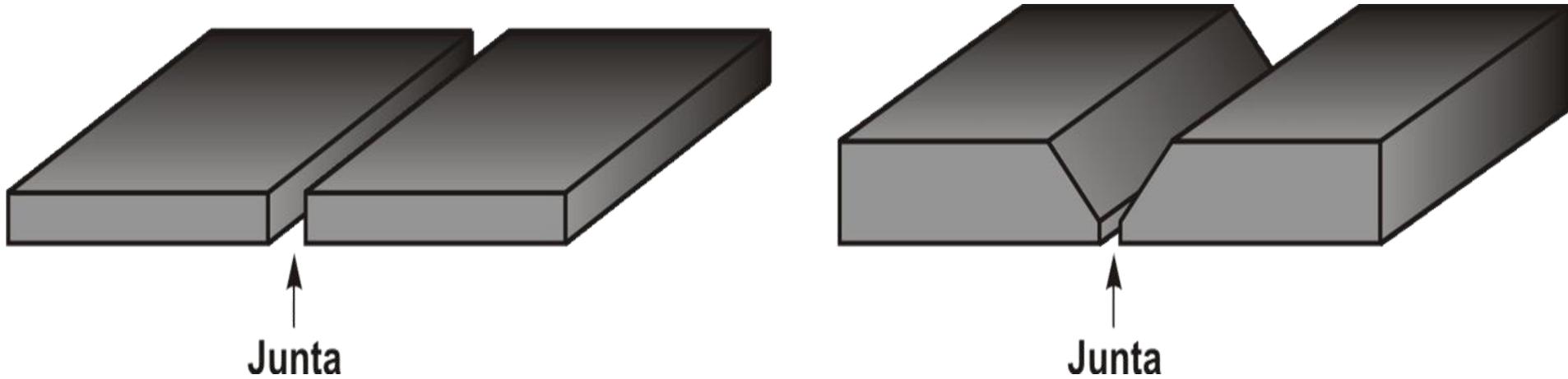
aresta

Junta dissimilar

Junta soldada, cuja composição química do metal de base das peças difere entre si significativamente.



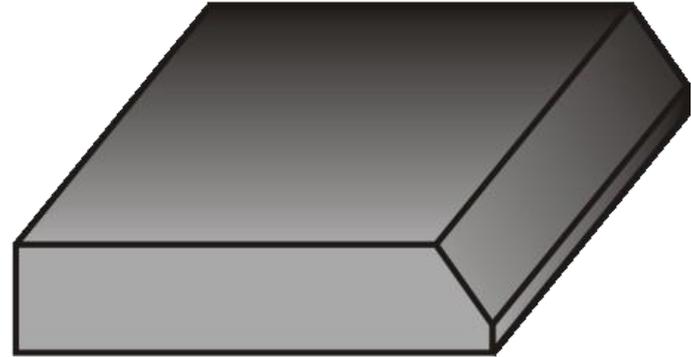
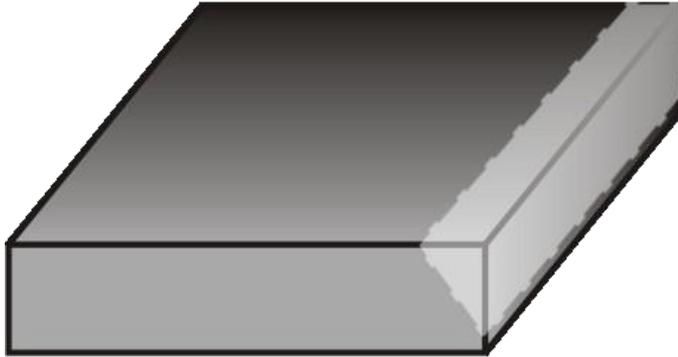
JUNTAS



JUNTAS SEM CHANFRO E COM CHANFRO



CHANFROS



Sem chafro



Em V



Em meio V



Em K



Em duplo V



Em U



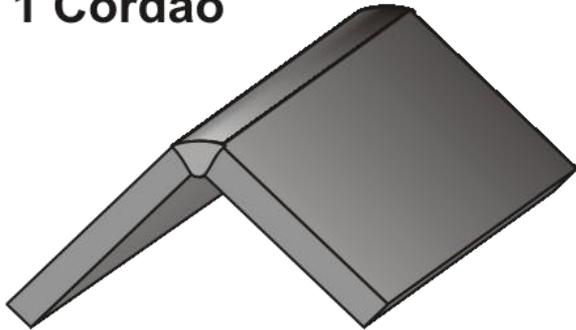
Em duplo U



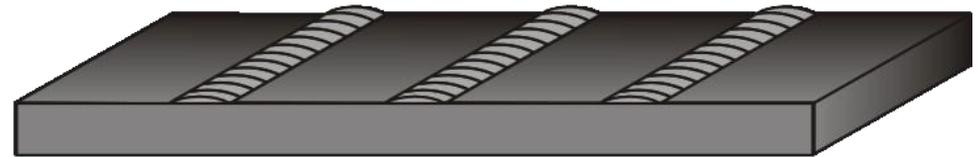
Em J

TERMINOLOGIA DE SOLDAGEM

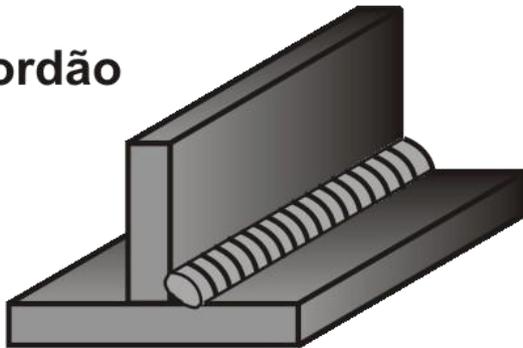
1 Cordão



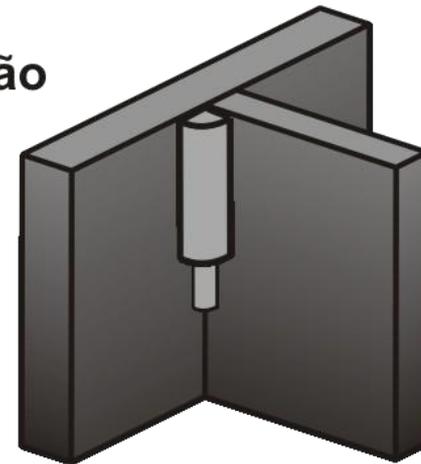
3 Cordões



1 Cordão

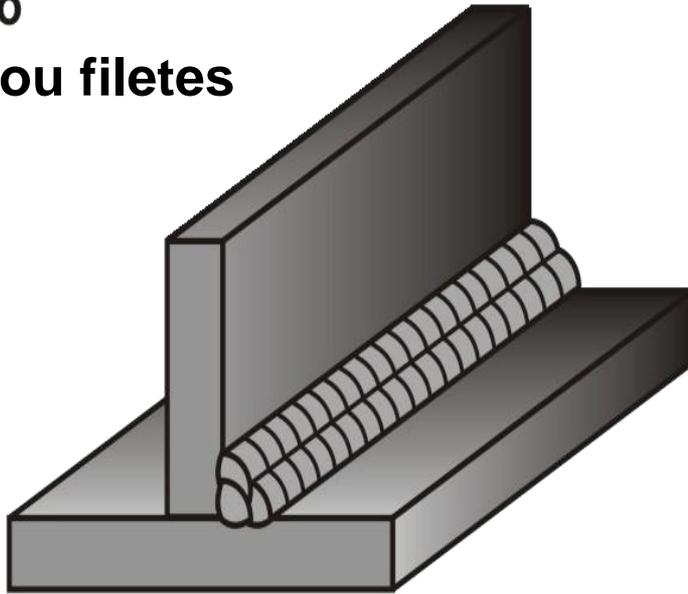


1 Cordão

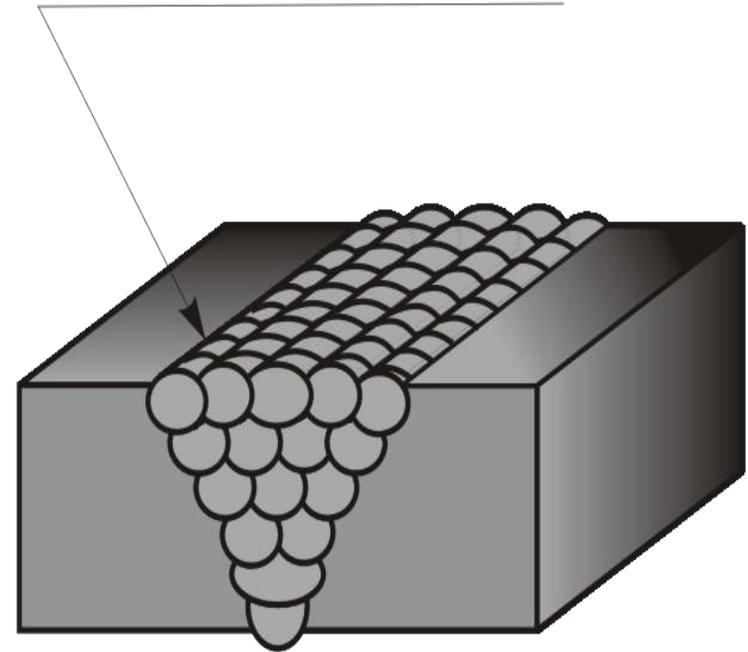


TERMINOLOGIA DE SOLDAGEM

1 Cordão
3 passes ou filetes

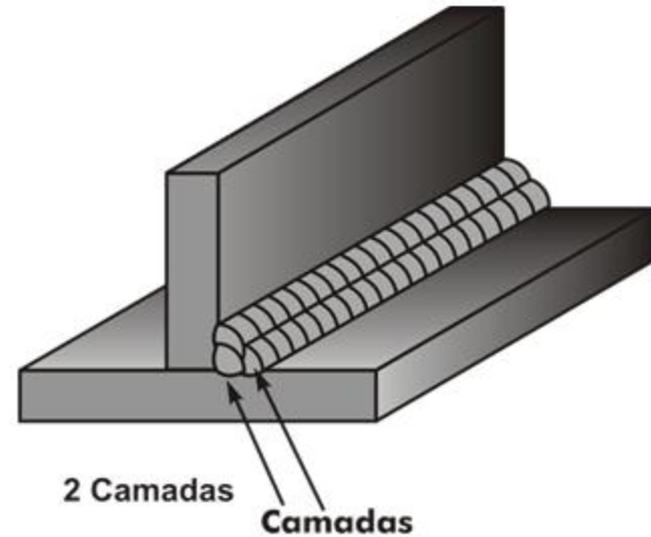
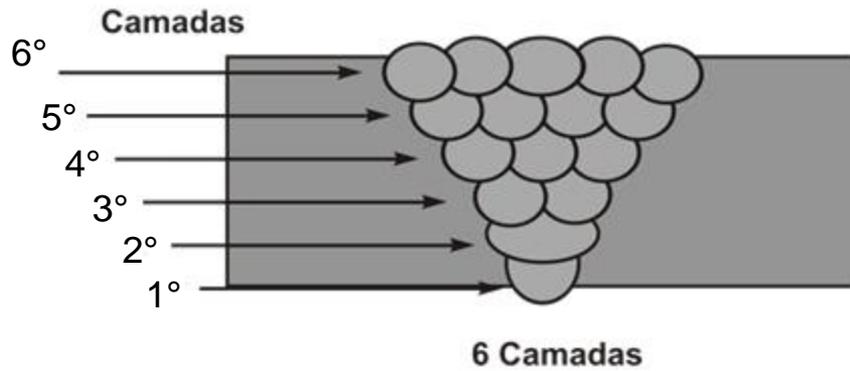
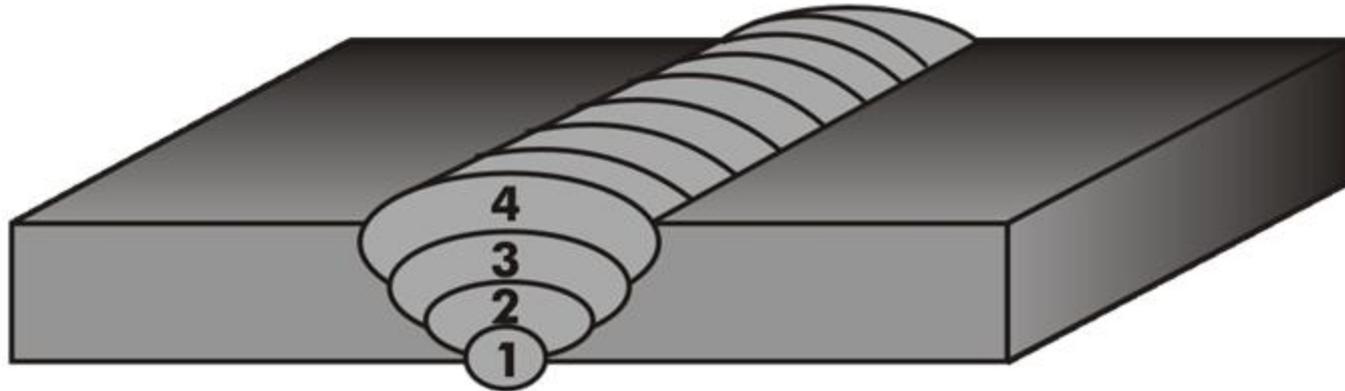


Passe de solda ou filete

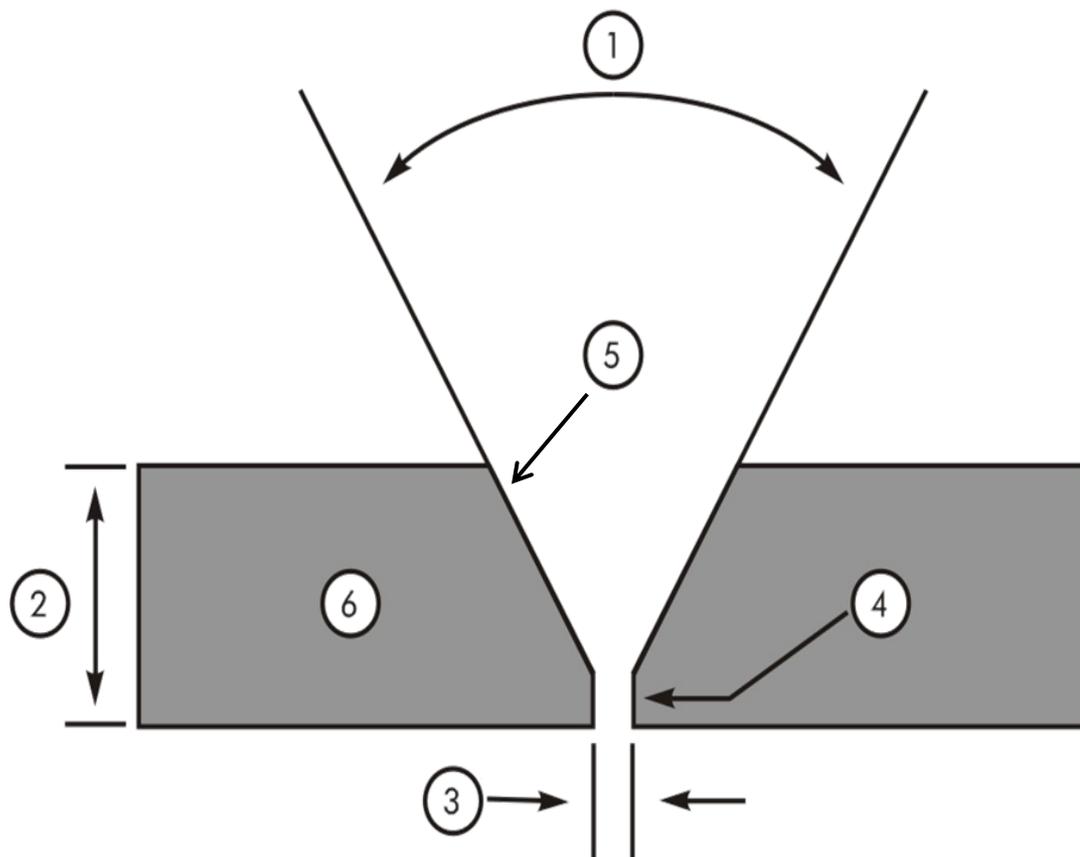


TERMINOLOGIA DE SOLDAGEM

4 Camadas

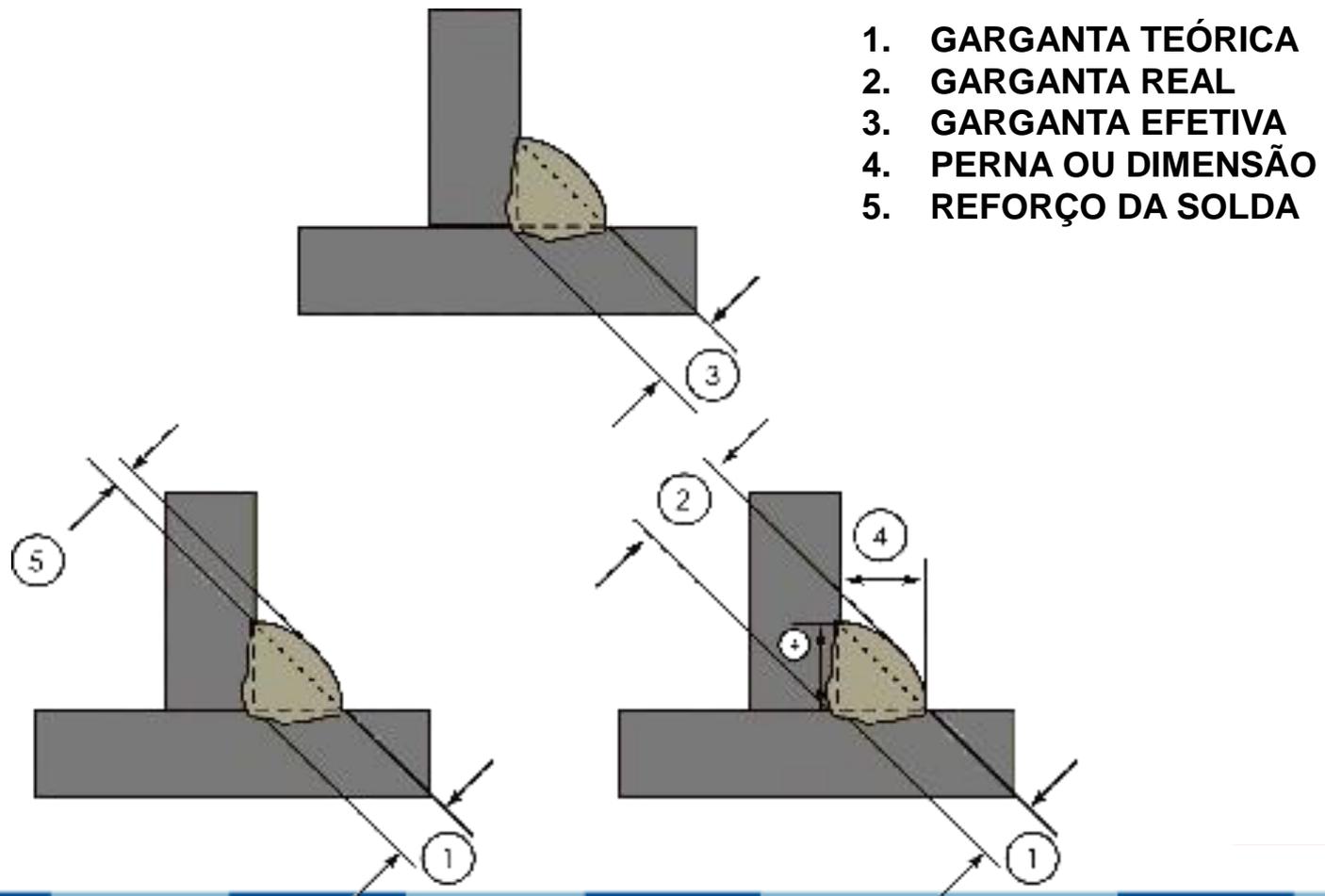


TERMINOLOGIA DE SOLDAGEM

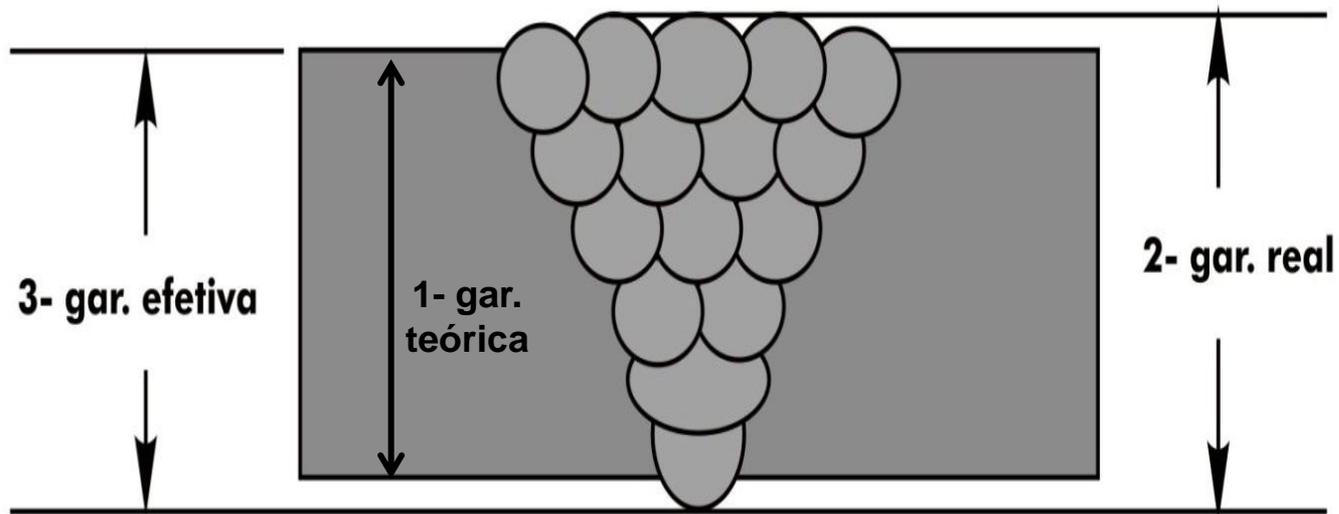


- ① Ângulo do chanfro
- ② Espessura do metal base (peça)
- ③ Fresta (abertura da raiz)
- ④ Face da raiz
- ⑤ Face do chanfro
- ⑥ Metal base (peça)

NOMENCLATURA DA SOLDA EM JUNTA DE ÂNGULO

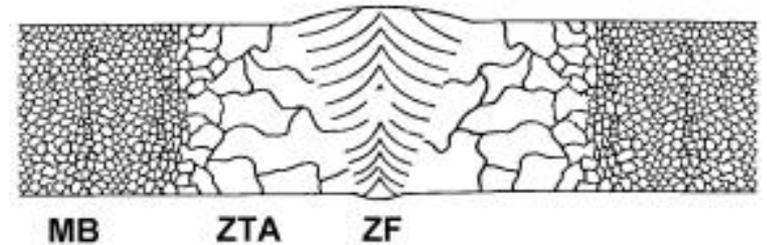
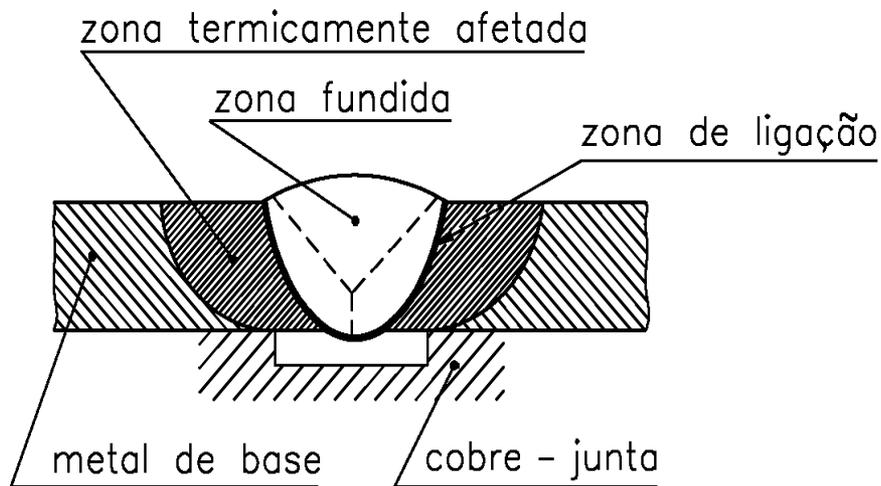


NOMENCLATURA DA SOLDA EM JUNTA DE TOPO



1. GARGANTA TEÓRICA = ESPESSURA DA CHAPA
2. GARGANTA REAL
3. GARGANTA EFETIVA

REGIÕES DA JUNTA SOLDADA

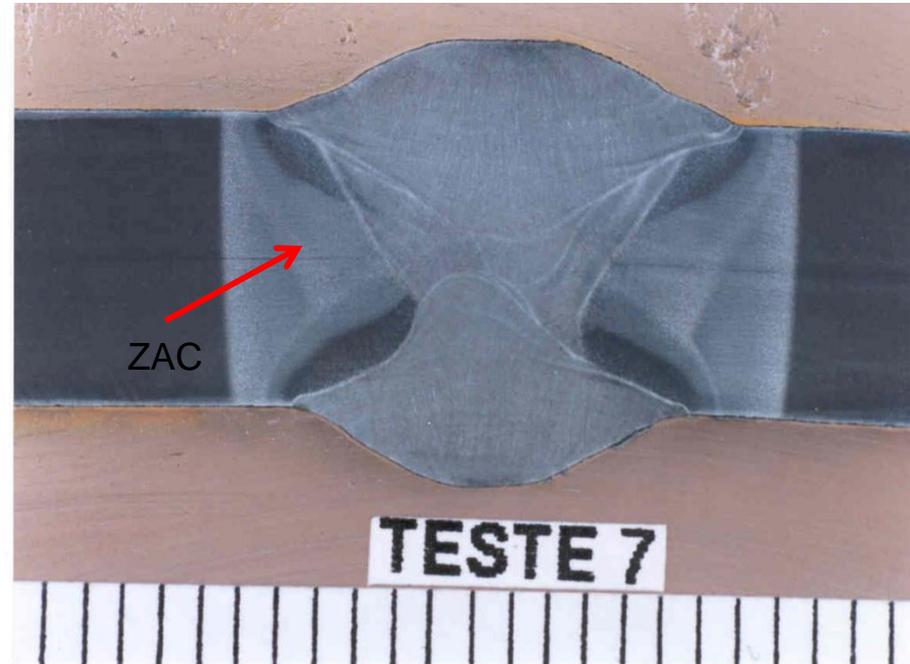
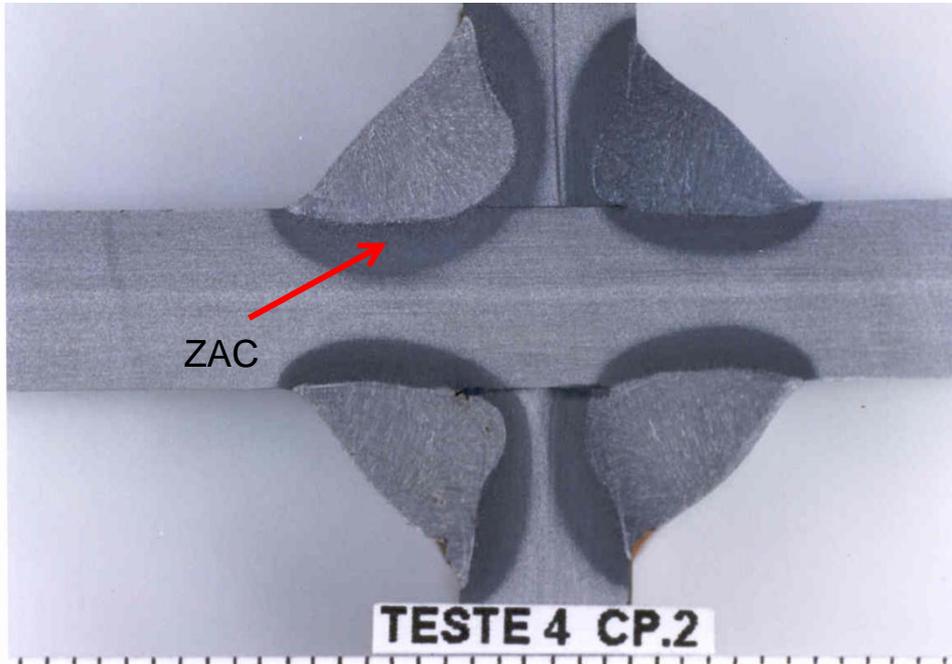


ZF – ZONA FUNDIDA
ZTA – ZONA TERMICAMENTE AFETADA
MB – METAL DE BASE

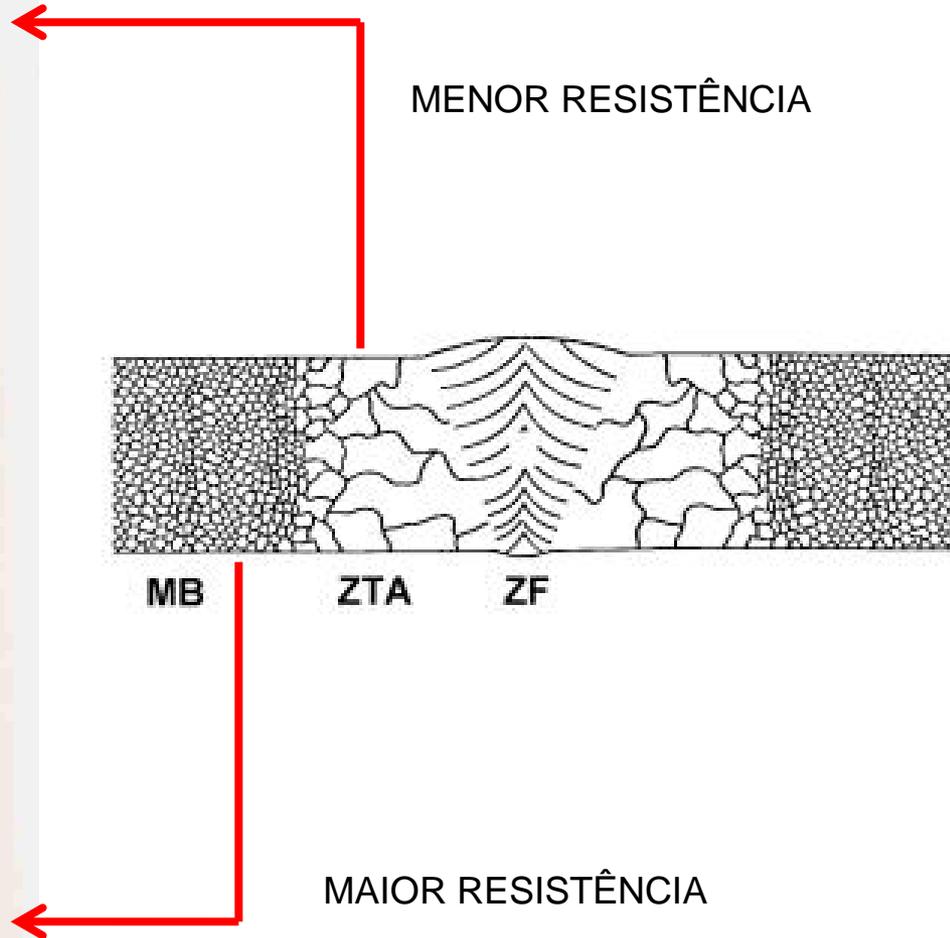
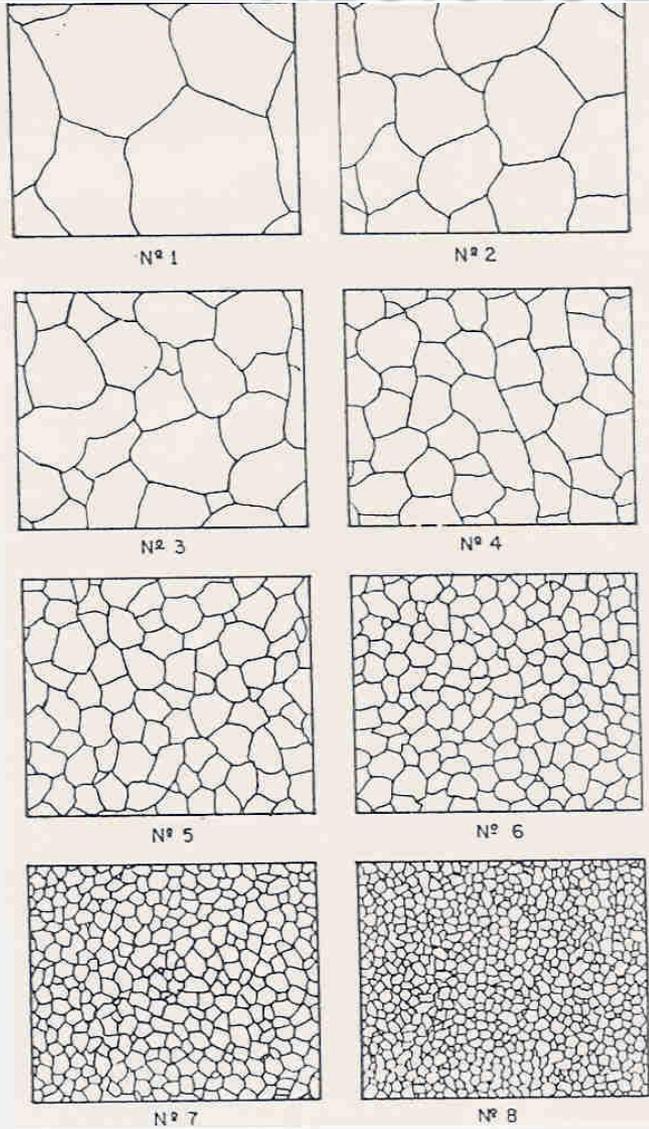
REGIÕES DA JUNTA SOLDADA

ZAC – ZONA AFETADA PELO CALOR (REGIÃO DE GRANULAÇÃO GROSSEIRA)

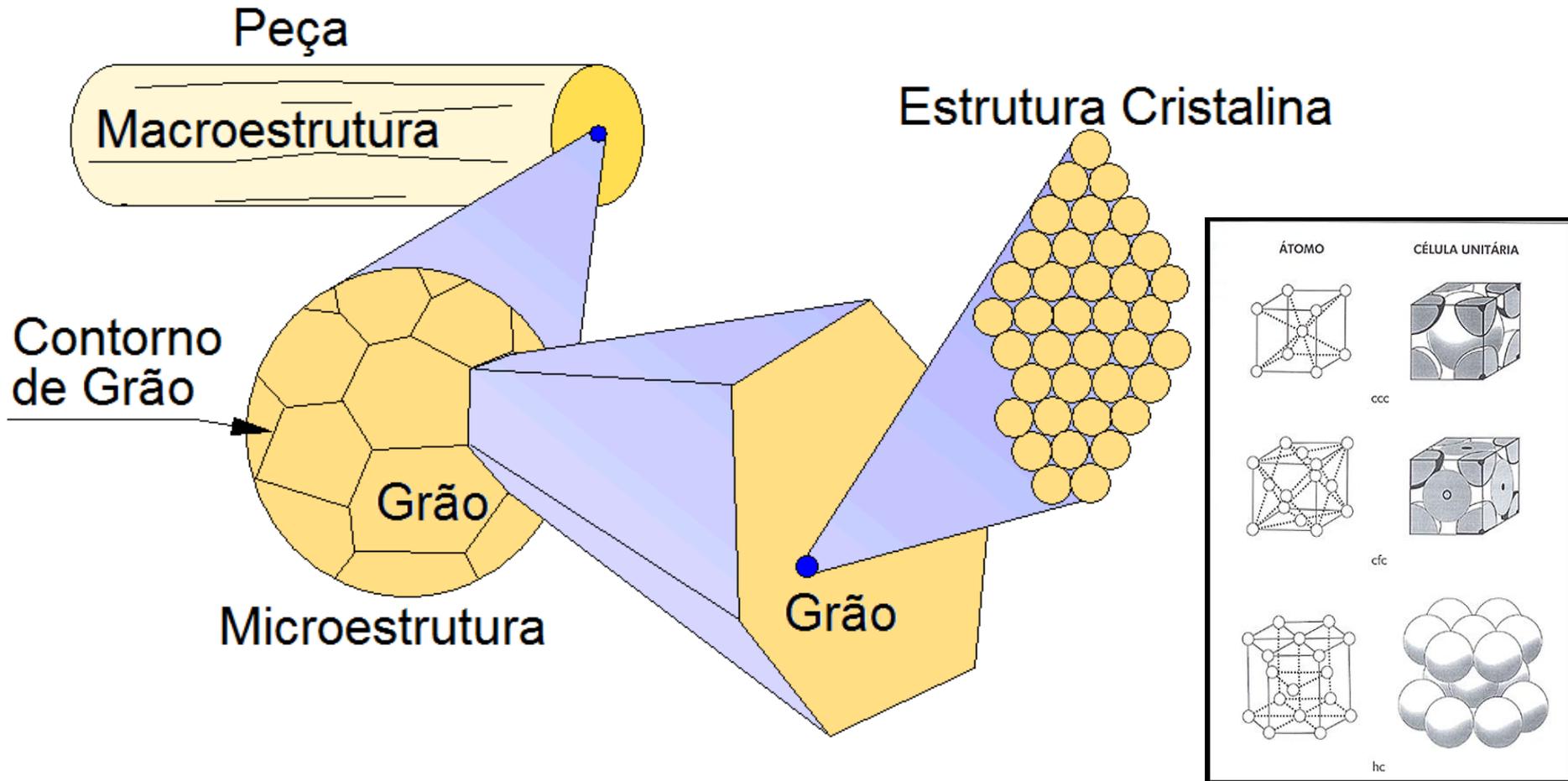
↳ DIMINUI A RESISTÊNCIA MECÂNICA



REGIÕES DA JUNTA SOLDADA



NÍVEIS ESTRUTURAIS DE UM MATERIAL

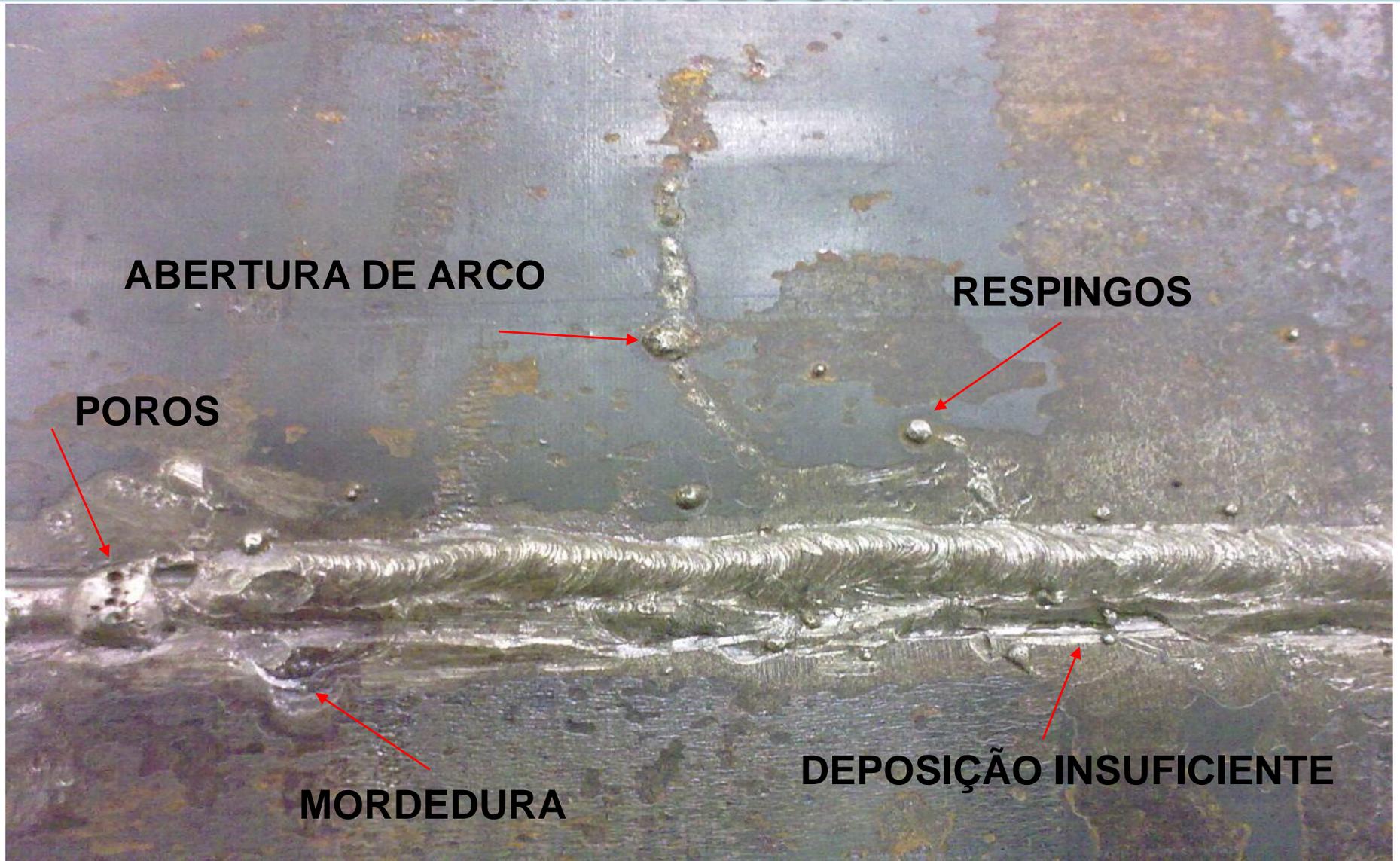


DESCONTINUIDADE OU DEFEITO ?

“A descontinuidade não é necessariamente um defeito, porém um defeito deve ser tratado sempre como uma descontinuidade. A descontinuidade se tornará um defeito quando por efeito acumulativo, dimensões ou natureza não satisfazer o requisitos mínimos exigidos pela norma técnica aplicável” (PETROBRAS – N-133).

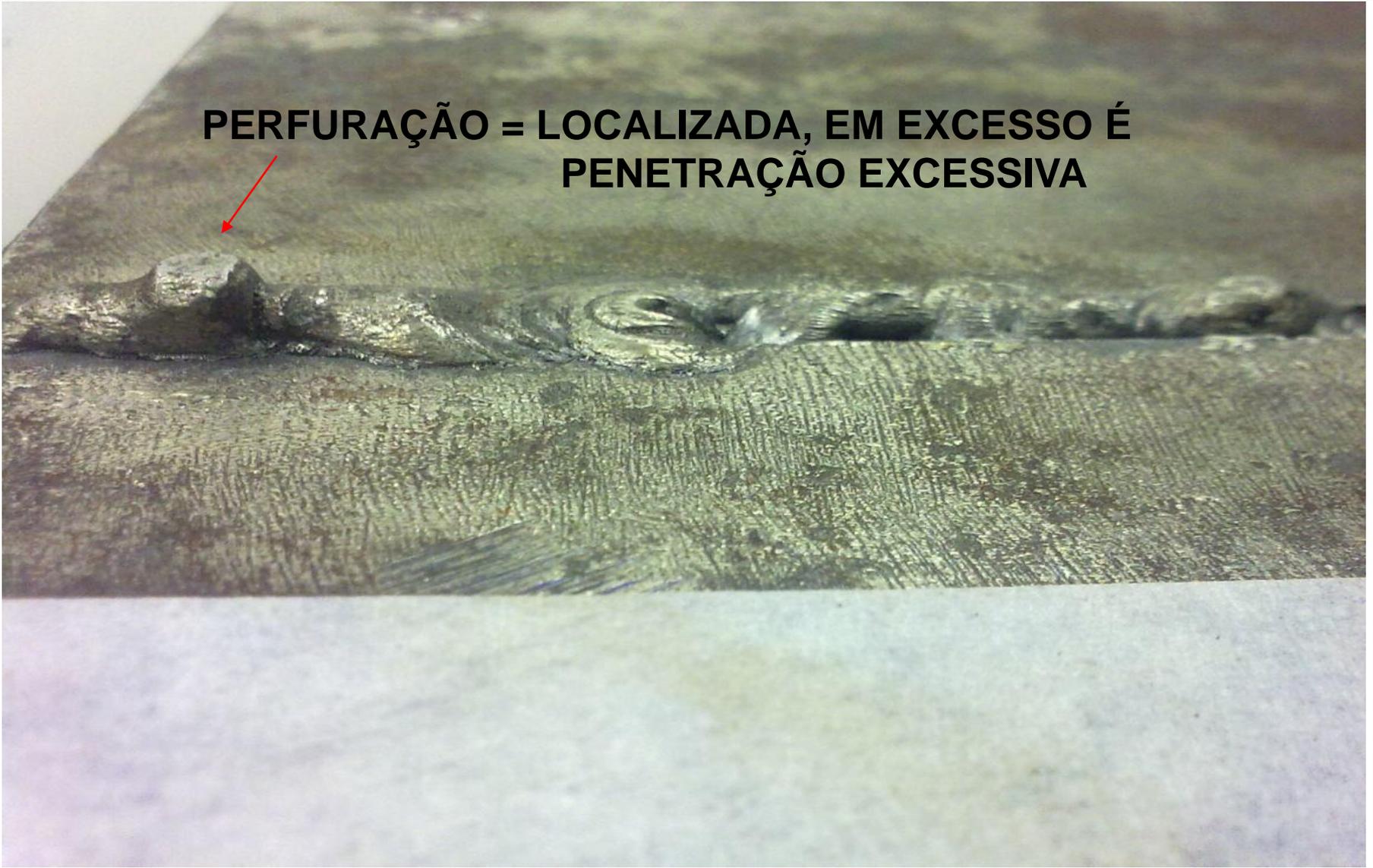
Este item se baseia nas normas AWS A 2.1, AWS A 2.4 e NBR 5874, que trata especificamente deste assunto.

TERMINOLOGIA



TERMINOLOGIA

**PERFURAÇÃO = LOCALIZADA, EM EXCESSO É
PENETRAÇÃO EXCESSIVA**



FALTA DE PENETRAÇÃO



TERMINOLOGIA



FALTA DE PENETRAÇÃO

TERMINOLOGIA



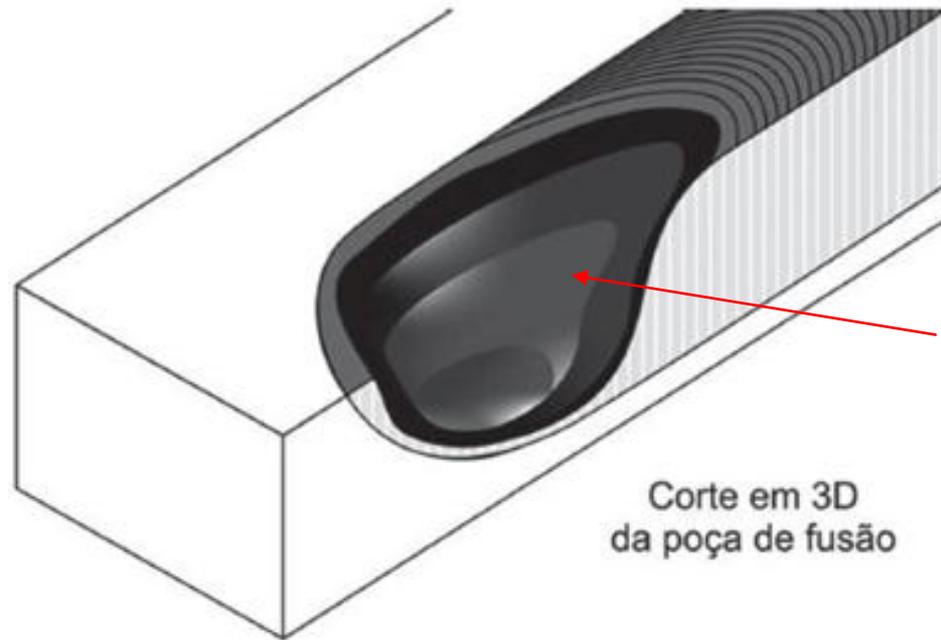
TERMINOLOGIA



TERMINOLOGIA



TERMINOLOGIA



FALTA DE MATERIAL =
RECHUPE DE CRATERA =
TRINCA DE CRATERA

Corte em 3D
da poça de fusão

EXERCÍCIO

