

## Soldagem por Resistência II

Rodrigo A. L Satyro – E-mail: [rodrigo\\_satyro@hotmail.com](mailto:rodrigo_satyro@hotmail.com)

Rogério Veiga – E-mail: [rogerio.veiga@pirelli.com](mailto:rogerio.veiga@pirelli.com)

Santiago Moreira – E-mail: [smbiscaino@yahoo.com.br](mailto:smbiscaino@yahoo.com.br)

Moacir Santos – E-mail: [moskitows@gmail.com](mailto:moskitows@gmail.com)

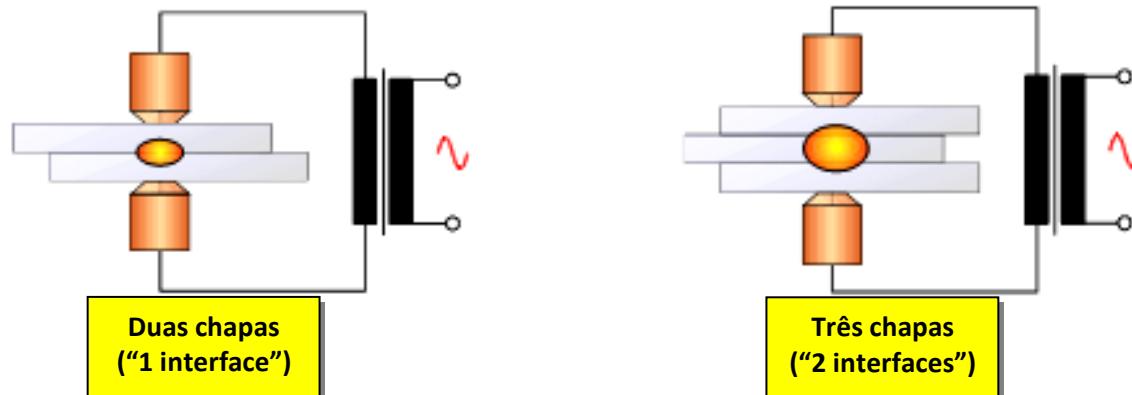
### 1. Tipos de solda a ponto

#### 1- Solda ponto direta “processo dois lados”

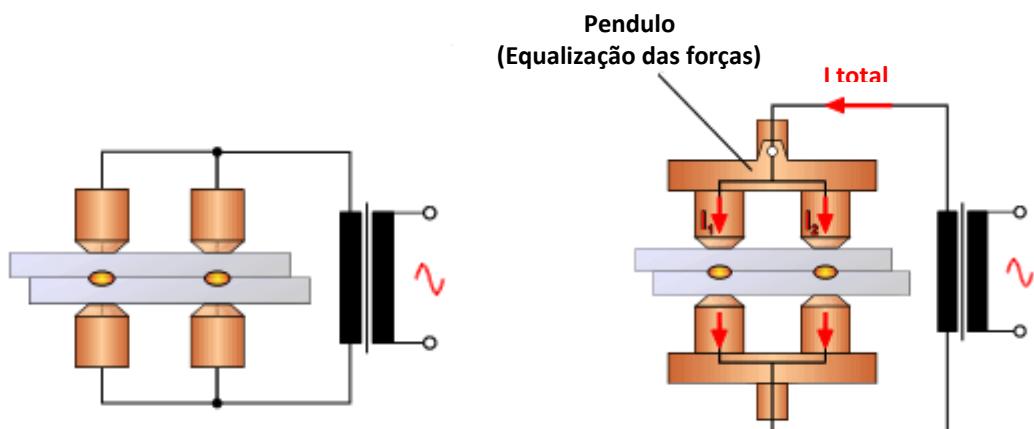
O normal do processo de solda a ponto é realizado através de eletrodos em lados opostos da peça.

Neste caso a corrente pode fluir diretamente através da lentalha a ser formada, em um processo otimizado quase não há efeito manobra “fuga de corrente”.

A maioria das máquinas padrão é construída para esta operação.



Soldagem direta de uma ou mais chapas de cada vez.

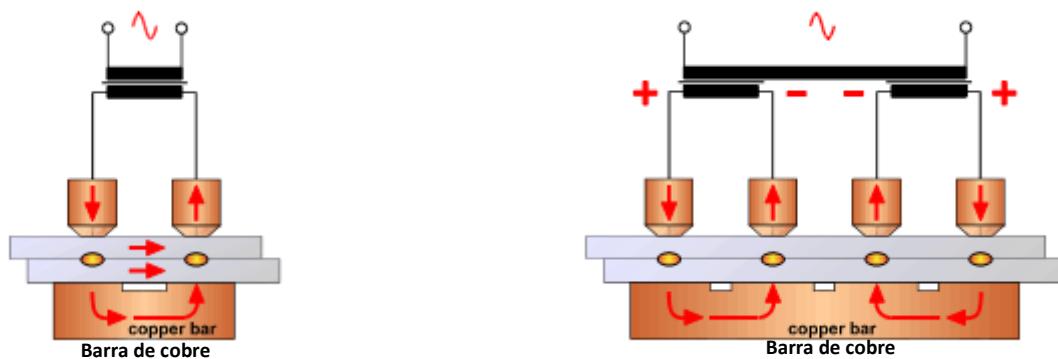


Soldagem paralela de múltiplos pontos.

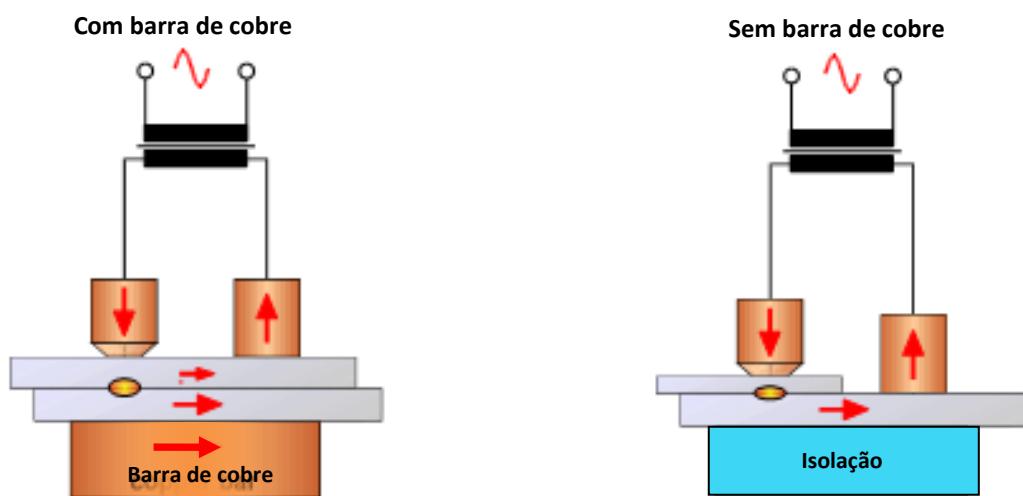
## 1.1 - Soldagem indireta (um processo unilateral)

Em muitos casos não é possível posicionar os eletrodos em lados opostos das peças trabalhadas. Exemplos são montagens muito grandes, tais como partes de um corpo automotivo. Aqui uma técnica especial pode ser utilizada, que é chamada de soldagem indireta.

A corrente não passa diretamente com toda sua energia através da solda, uma parte da corrente é sempre perdida com a fuga da corrente. Portanto, a qualidade deste tipo de solda não pode ser considerada tão boa quanto o tipo de solda direta.



Variação de operações de soldagem em série



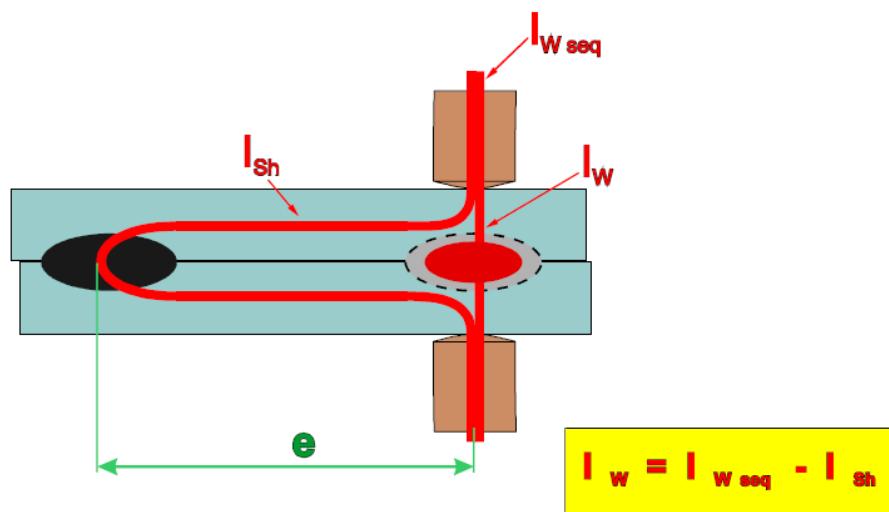
Soldagem unilateral de pontos únicos

## 2. Problemas comuns

### 2.1– Efeitos da manobra

Um dos principais problemas encontrados na solda por resistência é o “efeito da manobra” fuga de corrente. Isto significa que uma parte da corrente não atravessa a lentalha. Em alguns casos a perda pode ser insignificante, mas em muitos casos, reduz a resistência de solda.

- Causas do “efeito manobra” fuga de corrente são:
- Distância entre os pontos de solda é muito pequena
- Fechamento de contato entre os materiais a serem soldados próximos a solda
- Operações de solda a ponto indireta (face única), posição incorreta com a face da chapa
- Contato do material a ser soldado com dispositivos de posicionamento eletricamente condutores.



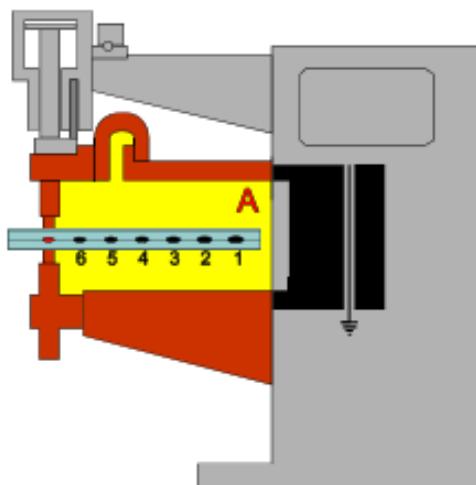
Fuga de corrente na operação de soldagem a ponto direta.



Fuga de corrente em operação de soldagem a ponto em série.

## 2.2 – Perdas Indutivas

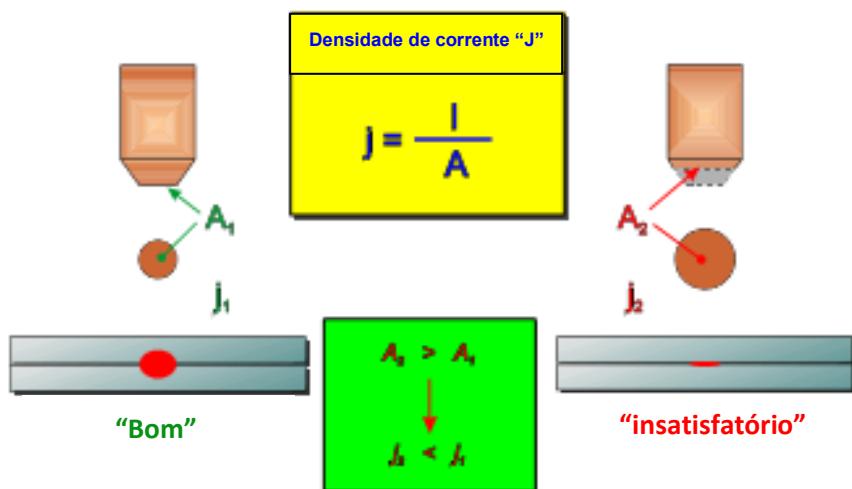
Devido a fatores de área de janelas secundárias (profundidade e altura) a freqüência de corrente secundária e a massa magnetizável da peça a ser soldada aumenta a impedância do circuito de soldagem. Portanto a corrente secundária será reduzida.



Aumento da impedância causada pela peça de trabalho (material magnetizado).

## 2.3 – Desgastes dos eletrodos

A alta potência no eletrodo, a corrente, o calor, o aumento dos números de pontos feitos, causam deformação na área de contato do eletrodo. Se uma corrente constante é passada através dos eletrodos, a densidade da corrente será reduzida e a qualidade dos pontos de solda irá se deteriorar.



Influência da densidade de corrente no desgaste do eletrodo.

### 3. Eletrodos

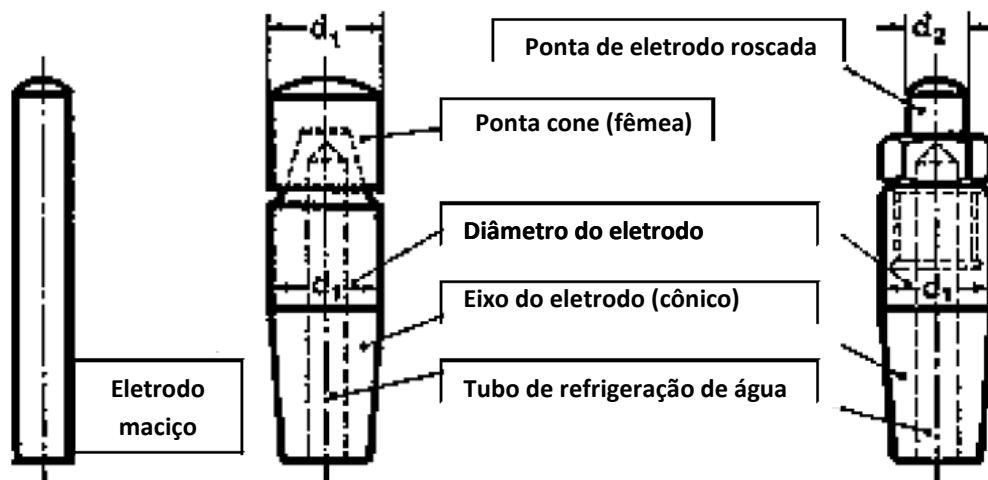
Eletrodos para soldagem por resistência não são usados como eletrodos consumíveis como ocorre na soldagem a arco manual.

O emprego de eletrodos de solda por resistência é para condução da força do eletrodo e corrente de soldagem para o material a ser soldado. Após a soldagem eles têm que garantir a dissipação de calor da peça para esfriar a lentalha fundida.

#### 3.1 – Desenho do eletrodo

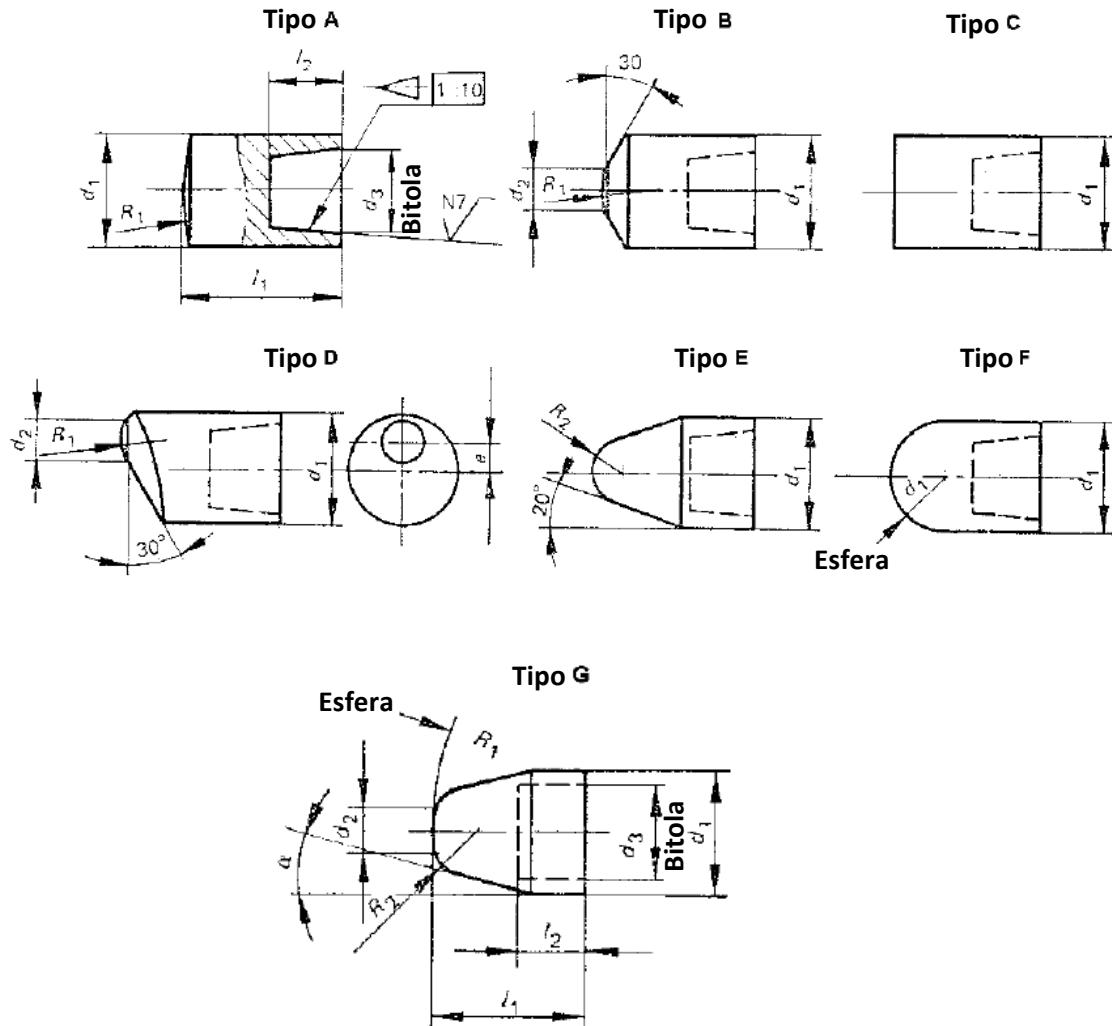
O desenho do eletrodo pode ser o seguinte:

- Eletrodo maciço;
- Eletrodo suporte + eletrodo ponta;
- Ponta macho;
- Ponta fêmea;
- Ponta Roscada (para maior força do eletrodo);



Tipos de eletrodos.

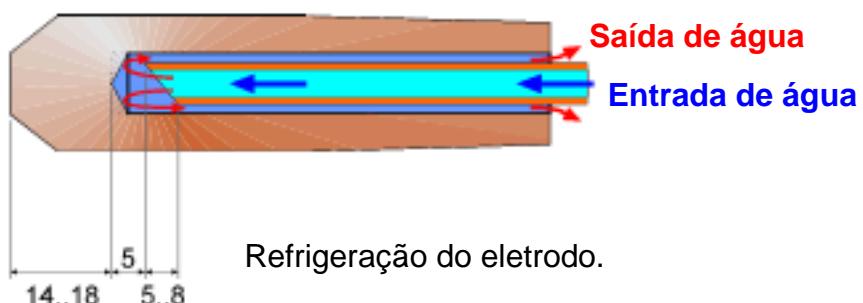
Na maioria das plantas alemãs são usados conjuntos de eletrodos suportes e pontas fêmeas. Mudando apenas as pontas, e não o eletrodo completo reduzindo os custos.



$d_1$ h11	$d_2$	$d_3$ <sup>1)</sup>	$l_1$	$l_2$ +0,5 0	e	$R_1$	$R_2$	$\alpha$	electrode force $F_{max}^{2)}$ kN
13	5	10	18	8	3	32	5	--	2,5
16	6	12	20	9,5	4	40	6	15°	4
20	8	15	22	11,5	5	50	8	22,5	6,3

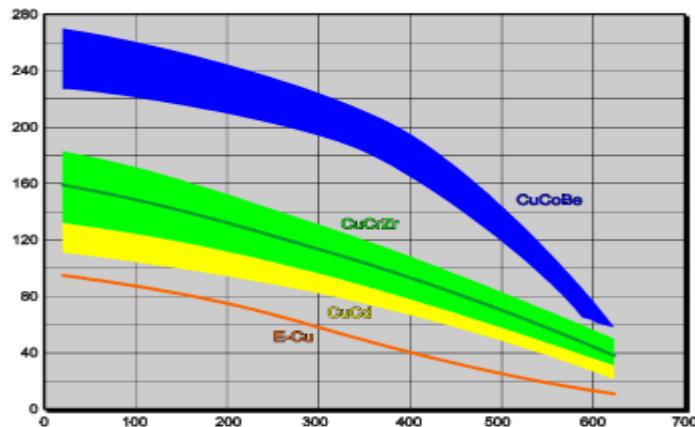
1.  
2. Somente para informação.

Pontas de Eletrodos acc. para ISO 5821.

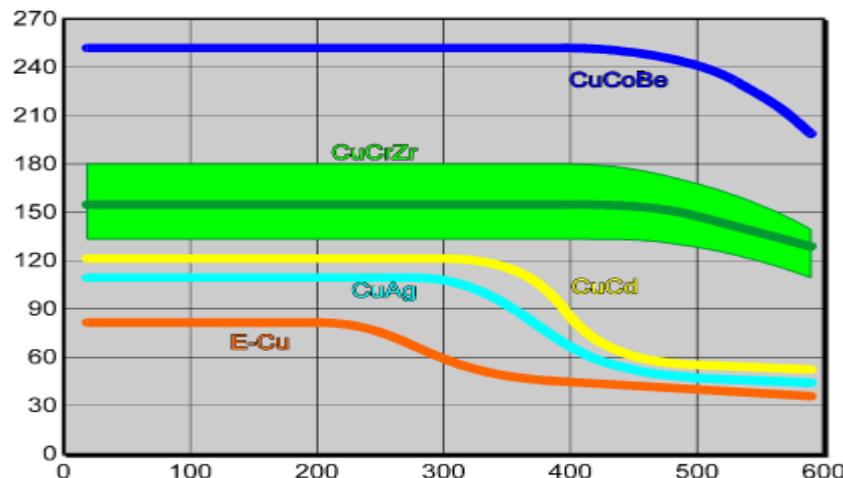


### 3.2 – Materiais de eletrodos

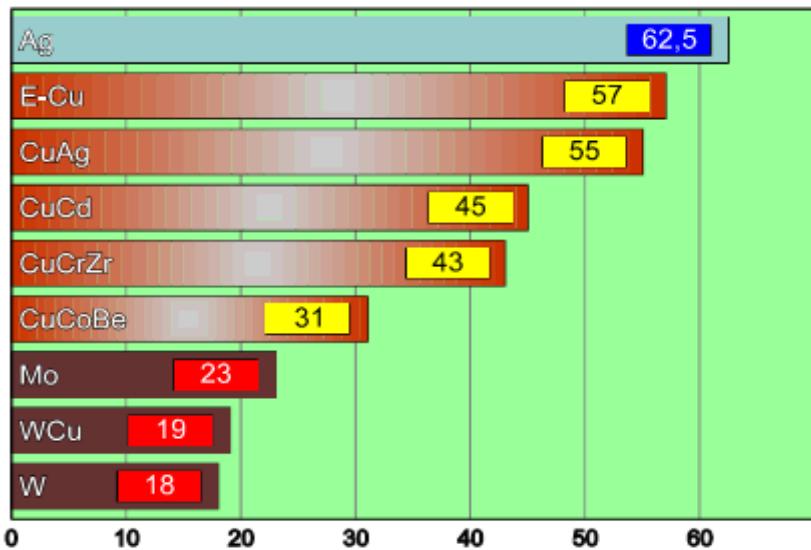
Eletrodos geralmente são feitos de ligas de cobre. Na escolha do material adequado diferentes requisitos devem ser cumpridos. A seleção do material apropriado é sempre um compromisso entre a dureza e a condutividade.



Dureza em temperaturas elevadas



Temperatura de amaciamento para diferentes materiais.

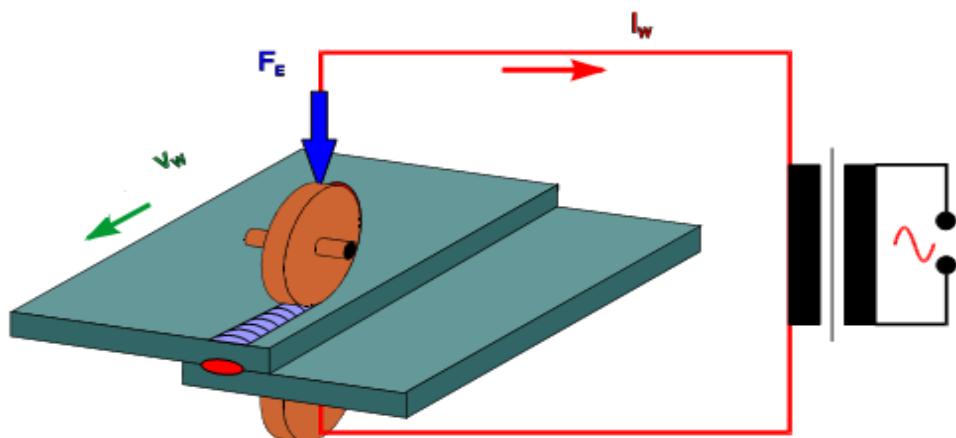


Condutividade elétrica de diferentes materiais

#### 4 – Soldagem por costura

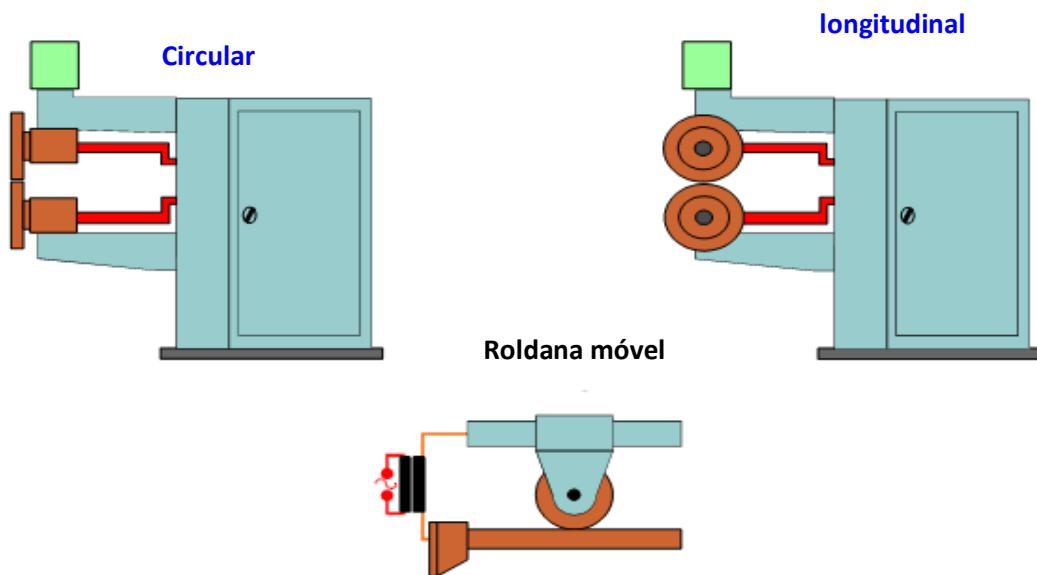
##### 4.1 – Geral

Se muitos pontos de solda são soldados seqüencialmente ou se uma solda de costura deve ser feita, o processo de soldagem por costura pode ser usado. Em vez de eletrodos em formato de pinos, roldanas especiais são usadas para aplicar a força e corrente para a peça de trabalho.



Princípio da soldagem por costura

## 4.2 – Tipos de máquina de soldagem

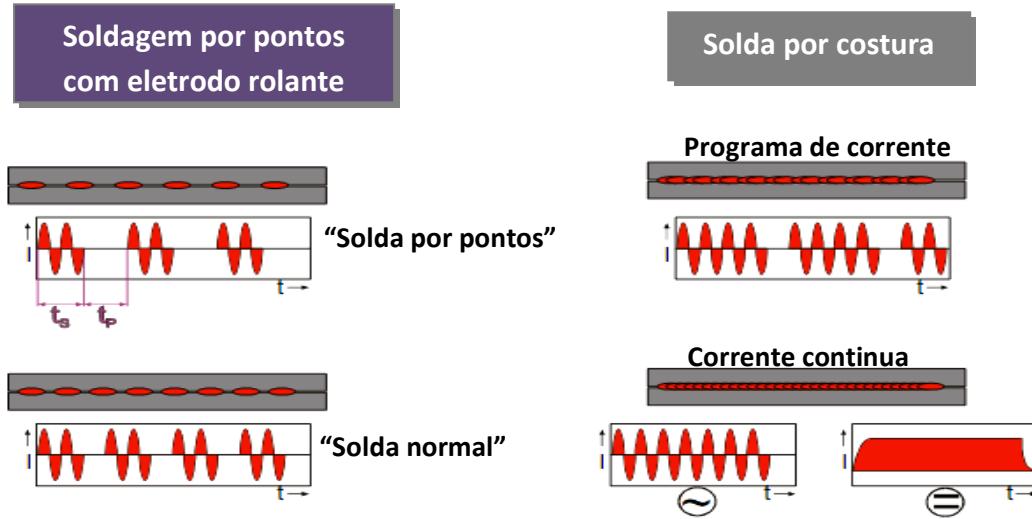


Diferentes tipos de máquina de soldagem para soldagem por costura.

## 4.3 Tipos de Costura

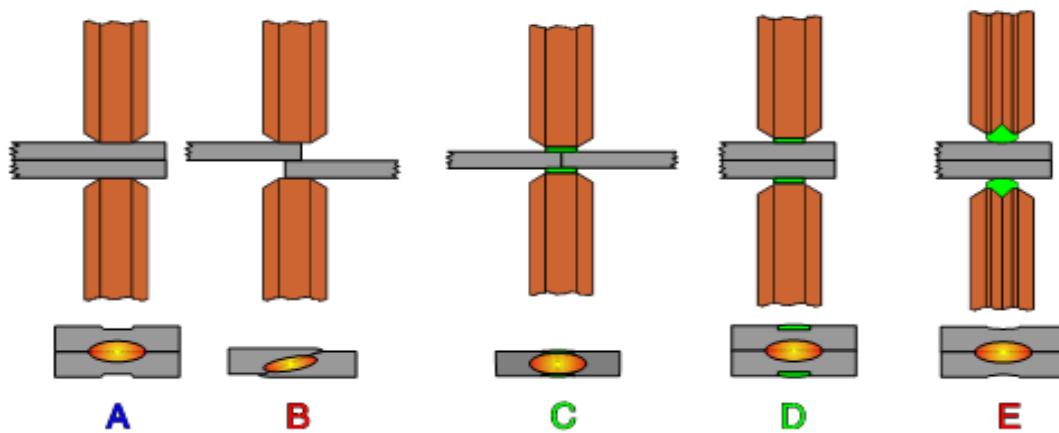
Dependendo das exigências, é possível soldar um número de pontos (ou costuras curtas) ou costuras contínuas, a fim de ter uma solda com estanqueidade a líquidos, ou até mesmo à gás.

Ambos os tipos podem ser obtidos modificando o programa de corrente utilizado na soldagem.



A distância entre as costuras a serem soldadas pode ser ajustada modificando a corrente e tempo frio e adicionalmente modificando a velocidade da soldagem.

#### 4.4 – Tipos de juntas soldadas



- A** – Solda sobreposta
- B** – Solda de estampagem
- C** – Solda Topo com chapa
- D** – sobreposta com chapa
- E** – Sobreposta com arame eletrodo

Soldagem por costura – Tipos de juntas