



INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP  
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

## PROCESSOS DE LIGAÇÃO UFCD 4572



FORMADOR: DAVID INVERNO

TRABALHO ELABORADO POR: RUI VENDA

AVALIAÇÃO: 15 VALORES

ÉVORA, ABRIL 2016





No âmbito da UFCD 4572 foi-nos solicitado, pelo Formador, a elaboração de um trabalho individual sobre os Processos de Ligação de peças que, podem ser divididos em dois grandes grupos:

**Processos de ligação desmontáveis**, quando as peças ligadas podem ser separadas sem destruição de pelo menos uma delas.

**Processos de ligação permanentes**, quando as peças ligadas não podem ser separadas sem destruição de pelo menos uma delas.

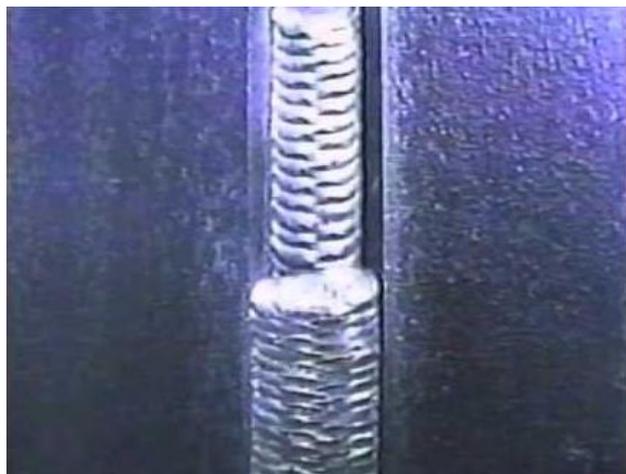
As Porcas e Parafusos, e a Solda e ligação com Rebites são, respectivamente, dois exemplos de ligações desmontáveis e permanentes.



**Foto 1 – Porcas (Roscas Interiores)**



**Foto 2 – Parafusos (Roscas Exteriores)**



**Foto 3 – Exemplo de Soldadura**



**Foto 4 – Exemplo de Rebitagem**



INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP  
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

## ➤ ROSCAGEM





*Roscas* são ranhuras e relevo superficiais de forma helicoidal situadas no exterior (parafusos) e no interior (porcas) de cilindros (rosca cilíndrica).

As normas de roscas determinam a forma do perfil do *filete*, as suas dimensões, assim como o *passo* e as dimensões que correspondem a determinados diâmetros exteriores de parafusos.

As roscas são normalizadas para facilitar a força de elementos roscados e também o seu fabrico.

A rosca que mais se utiliza é a *rosca direita*, gerada mediante movimento helicoidal direita, ou seja, gira no sentido dos ponteiros do relógio produzindo movimento de avanço segundo o eixo.

Por vezes utiliza-se a *rosca esquerda*, gerada mediante movimento helicoidal esquerdo.



## Classificação dos Machos quanto ao tipo de rosca

Sistema de rosca	Angulo do filete ( $\alpha$ )	Medidas	Passo	Crista e raiz do filete
Métrico	60°	mm	mm	
Whitworth	55°	pol	Fios por polegada	
Americano	60°	pol	Fios por polegada	



Os elementos ou peças roscadas são bastante importantes nos diversos tipos de construções, principalmente na realização de ligações desmontáveis.

**As roscas classificam-se quanto à sua função e aplicação. Relativamente à função, existem três tipos diferentes:**

- ❖ **Rosca de Fixação** – destinam-se a efetuar ligações, como por exemplo, no caso corrente das roscas de parafusos e porcas utilizadas em estruturas metálicas;
- ❖ **Rosca de Fixação e Vedação** – para além de realizarem ligações, devem assegurar a sua estanquidade, como por exemplo, o caso dos parafusos e porcas utilizadas em ligações realizadas em depósitos de fluídos;
- ❖ **Rosca de Transmissão** – que se destinam a transmitir um movimento, como por exemplo, a rosca do parafuso de um micrómetro ou dos parafusos sem-fim das máquinas ferramenta.



## Quanto à aplicação, as roscas classificam-se como:

- ❖ **Roscas para Metal** - que se utilizam sempre com rosca conjugada, tendo a crista e o fundo em geral, o mesmo desenvolvimento;
- ❖ **Roscas para Madeira** – Utilizadas com rosca conjugada, sendo geralmente cónicas e com perfil, cujo desenvolvimento do fundo é maior que o da crista;
- ❖ **Roscas para outros fins**, tais como roscas para plástico ou para porcelana (menos usuais).



O processo de **Roscagem Manual** é efetuado com o caçonete ou com o macho de roscar, para isso é necessário montá-los num braço metálico, com que se faz a rotação, denominado “*desandador*” no caso do macho de roscar e “*tarraxa*” no caso do caçonete.



Foto 5 - Desandador



Foto 6 - Tarraxa



Foto 7 – Jogo de Caçonetes e Machos



## ROSCAS INTERIORES

A abertura manual de **roscas** interiores efetua-se por meio de machos. Os jogos de machos manuais de rosca normal são constituídos, normalmente, por três machos escalonados: o primeiro de desbaste; o segundo de pré-acabamento; e o terceiro de acabamento.



Foto 8 – Desandador e Machos



Foto 9 – Machos para Furos Passantes



Foto 10 – Desandador e Macho para Furos Cegos



Foto 11 – Macho Helicoidal para Furos Cegos

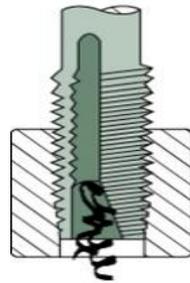


Imagem 1 – Macho para Furos Passantes

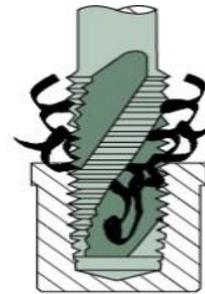


Imagem 2 – Macho para Furos Cegos



## Modo de Utilização

**1** - Marque com um **punção** o centro do furo pretendido. Escolha um macho de diâmetro e **rosca** idênticos aos do **parafuso** que vai ser introduzido no furo.

**2** - Abra o furo com uma **broca** apropriada. O diâmetro da **broca** a utilizar para abrir o furo deve ser inferior ao do macho, sendo este igual ao do **parafuso**. A diferença, que é variável conforme o tipo de **rosca** e é normalmente dada por tabelas.

**3** - Para abrir furos sem saída, isto é, furos que não atravessam completamente a peça (furos cegos), broque até uma profundidade superior à da **rosca** pretendida, para impedir que as pontas dos machos se encravem no fundo.



**4** - Introduza o macho no desandador, perpendicularmente a este, de modo que fique bem firme.

**5** - Introduza o macho cónico, ou de ponta, no furo, verticalmente, e exerça ligeira pressão para baixo sobre o macho, rodando-o no sentido dos ponteiros do relógio (para uma **rosca** direita). Assim que o macho abra as primeiras espiras da **rosca**, alivie a pressão, pois ele continuará a abrir a **rosca** só com o movimento de rotação; em intervalos regulares, rode o macho para trás cerca de um quarto de volta para quebrar as rebarbas.

**6** - Depois de utilizar o macho cónico em todo o seu comprimento, continue a abertura da **rosca** com o macho intermédio.



7 - Para terminar a abertura da **rosca**, utilize o macho direito, ou de acabamento. No caso de um furo sem saída, é necessário retirar completamente o macho, em intervalos, para quebrar e extrair as rebarbas. Ao chegar perto do fundo do furo, proceda com cuidado, para não partir o macho.

Para a abertura de **roscas** em latão ou ferro fundido, não é necessário lubrificar o macho, ao contrário do que sucede quando se trata de alumínio, aço, **cobre** ou bronze. Use **petróleo** para o alumínio e óleo para os restantes materiais.

8 - A abertura de **roscas** com machos é um trabalho que deve ser feito com o maior cuidado, tanto maior quanto menor for o diâmetro da **rosca**. Não esforce demasiado os machos, pois partem-se com facilidade.



## ROSCAS EXTERIORES



Foto 12 – “Tarraxas” e Caçonetes



Foto 13 –Caçonete



Foto 14 –Caçonetes de Várias Medidas



A abertura manual de **roscas** exteriores efetua-se por meio de caçonetes.

## Modo de Utilização

**1** - Chanfre cuidadosamente a extremidade da peça antes de iniciar a abertura da **rosca**. O chanfrado facilita o assentamento e o trabalho do caçonete.

**2** - Desaperte os **parafusos** de travamento central da grade. Coloque o caçonete com a numeração virada para cima e de modo que a fenda fique em frente do **parafuso** central. Ao atarraxar, a numeração deve estar para baixo.

**3** - Aperte o **parafuso** central até este estar bem inserido na fenda e dê mais duas voltas para que faça alargar o caçonete. Aperte os **parafusos** de travamento, a fim de manter o caçonete em posição firme.



4 - Certifique-se de que não existe qualquer rebarba ou partícula que faça desviar o caçonete do centro da grade, que poderia alterar a **rosca**.

5 - Assegure-se de que o caçonete está colocado na grade na posição correta.

6 - Coloque o caçonete perpendicularmente ao eixo da peça na qual se vai abrir a **rosca** (Foto 15). Mantendo sempre a grade bem horizontal, exerça pressão para baixo, ao mesmo tempo que roda o caçonete no sentido dos ponteiros do relógio (para **rosca** direita) até que ele pegue (Foto 16). A partir do momento em que o caçonete abre os primeiros filetes, é desnecessário continuar a fazer pressão.

7 - Assegure-se de que o caçonete está rigorosamente perpendicular à peça e continue a atarraxar até atingir o comprimento desejado. Como para as **roscas interiores**, inverta o sentido da rotação em cada duas ou três voltas (Foto 17), para quebrar ou eliminar as rebarbas (Foto 18).



8 - Verifique a **rosca** procurando introduzir uma porca normalizada da dimensão pretendida. Se estiver muito justa, como é provável, após uma primeira passagem, alivie o **parafuso** central de regulação da grade e ajuste os de travamento.

9 - Verifique de novo a dimensão da **rosca** e efetue nova passagem com o caçonete. Lubrifique com petróleo para o alumínio; com óleo fino para o aço, cobre e bronze.



Foto 15



Foto 16



Foto 17



Foto 18



## Tabela de Roscas

Rosca Métrica 60°	Passo	Pré-furo	Rosca Whitworth 55°	Passo Fios pol	Pré-furo
M3	0,5	2,5	1/8"	40	2,50
M4	0,7	3,3	3/16"	24	3,50
M5	0,8	4,2			
M6	1,0	5,0	1/4"	20	5,00
M8	1,25	6,8	5/16"	18	6,50
M10	1,5	8,50	3/8"	16	7,90
M12	1,75	10,20	1/2"	12	10,50
M14	2,0	12,0	9/16"	12	12
M16	2,0	14,0	5/8"	11	13,50



## ➤ REBITAGEM

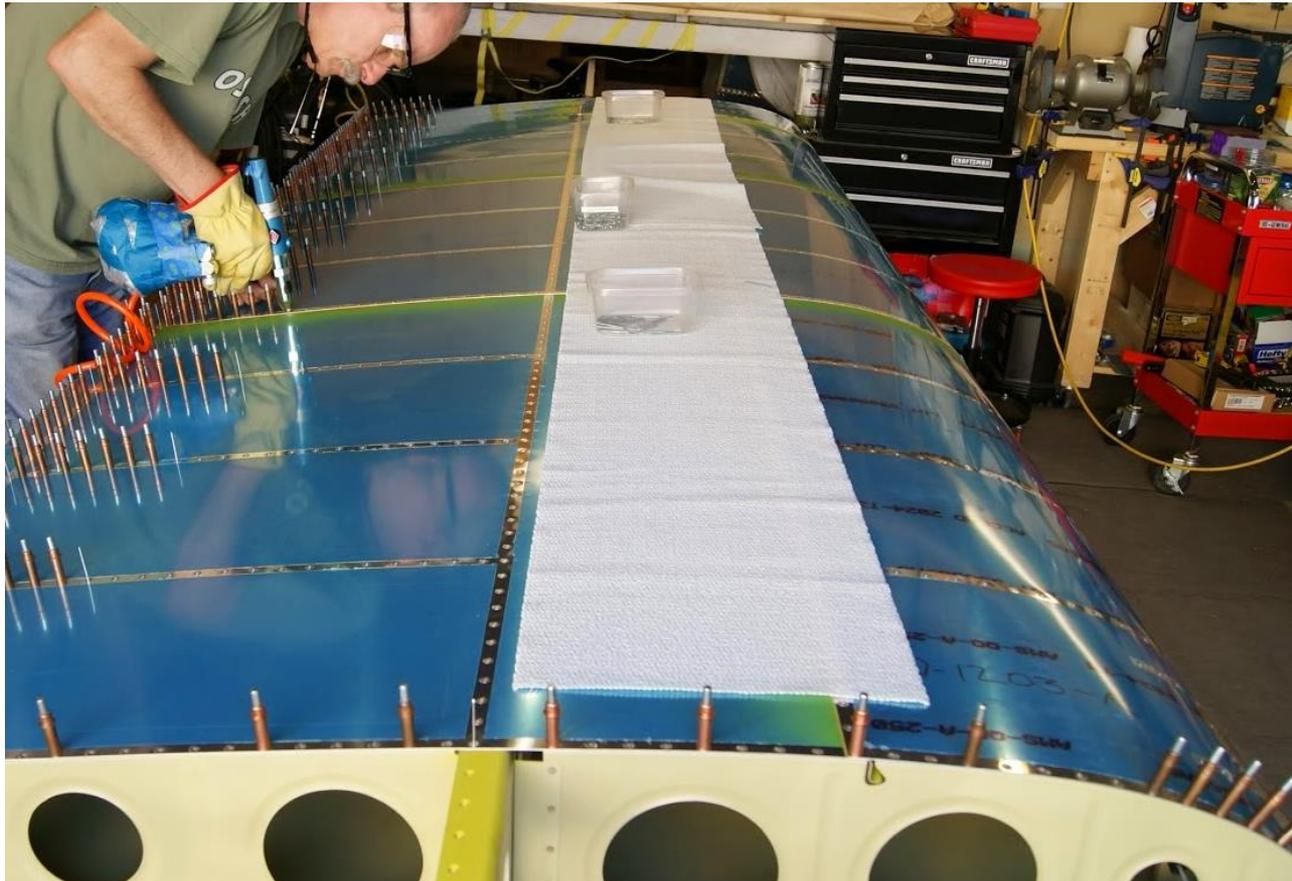


Foto 20 – Rebitagem Aeronáutica



A rebiteagem consiste na união de peças ou chapas principalmente em estruturas metálicas como por exemplo as de reservatórios navios, aviões, etc. por meio de rebites.

Consiste, basicamente, em percutir ou pressionar fortemente a cabeça do rebite fazendo com que este se encaixe e forme uma nova cabeça na outra extremidade, para a qual se aplica uma contramatriz.

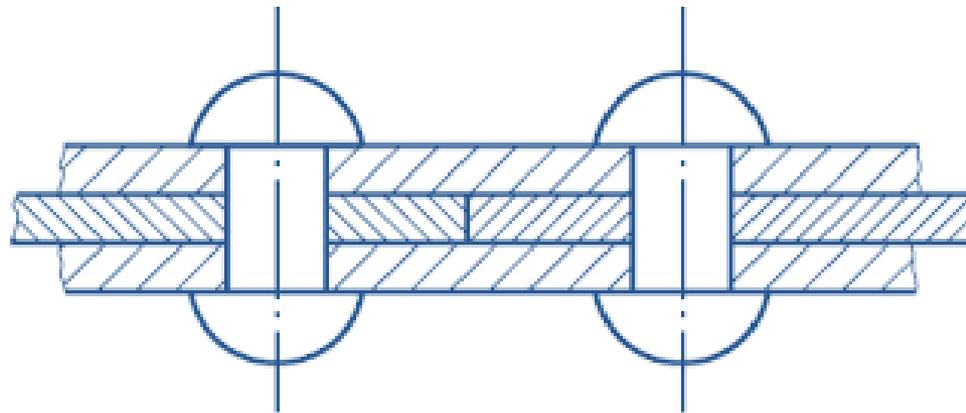


Imagem 3 – Rebiteagem de Recobrimento



Um rebite é composto por um corpo em forma de eixo cilíndrico e por uma cabeça sendo que esta pode ter vários formatos consoante a sua aplicação.

Os rebites são normalmente fabricados em Alumínio, Aço, Latão ou Cobre, de uma forma padronizada, ou seja, segue normas técnicas que referem as medidas do corpo, da cabeça e qual o comprimento útil dos rebites.



Imagem 4 – Rebites



## Proporções Padronizadas para Rebites e suas Respetivas Aplicações

Imagem	Tipo de Cabeça	Aplicação
	Redonda larga	Bastante utilizado pela grande resistência oferecida.
	Redonda estreita	
	Escareada chata larga	Uniões que não admitem saliências
	Escareada chata estreita	
	Escareada com calota	Uniões que admitem pequenas saliências
	Panela	
	Cilíndrica	Chapas com espessura máx. de 7 mm



Para saber qual rebite deve ser usado para cada tipo de aplicação deve ser levado em conta:

- Material que ele é feito
- Tipo de cabeça
- Diâmetro do corpo
- Comprimento útil

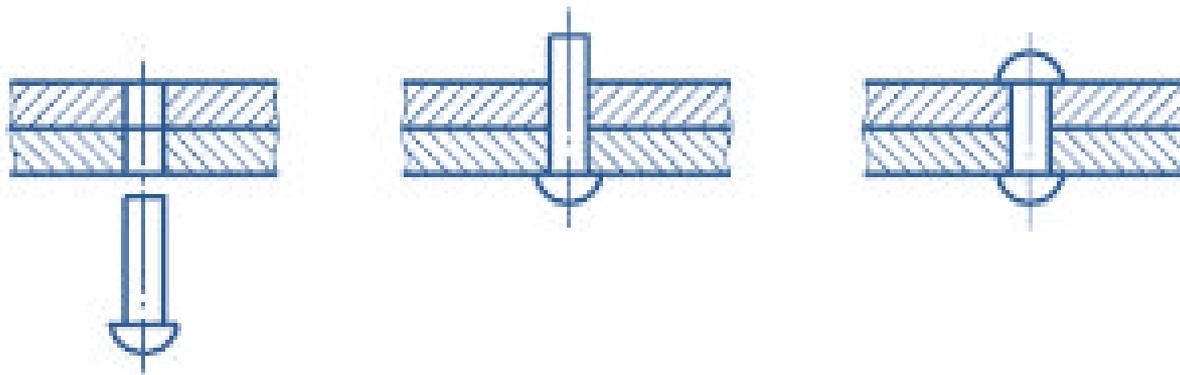


Imagem 5 – Rebitagem correta entre duas chapas



## Cálculo do Diâmetro do Rebite

A escolha do rebite é feita conforme a espessura das chapas que se pretende rebitar. É recomendado que se considere a chapa de menor espessura e se multiplique esse valor por 1,5, segundo a fórmula:

$$d = 1,5 \cdot < S$$

onde:

d = diâmetro;

< S = menor espessura;

1,5 = constante ou valor predeterminado.





## Cálculo do Diâmetro do Furo

O diâmetro do furo pode ser calculado multiplicando-se o *diâmetro* do rebite pela constante 1,06, conforme a fórmula:

$$dF = dR \cdot 1,06$$

onde:

dF = diâmetro do furo;

dR = diâmetro do rebite;

1,06 = constante ou valor predeterminado.



## Cálculo do Comprimento Útil do Rebite

O cálculo desse comprimento é feito por meio da seguinte fórmula:

$$L = y \cdot d + S$$

onde:

L = comprimento útil do rebite;

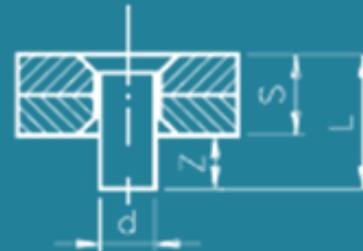
y = constante determinada pelo formato da cabeça do rebite;

d = diâmetro do rebite;

S = soma das espessuras das chapas.

Para rebites de cabeça escareada, temos:

$$L = 1 \cdot d + S$$



Para rebites de cabeça redonda e cilíndrica, temos:

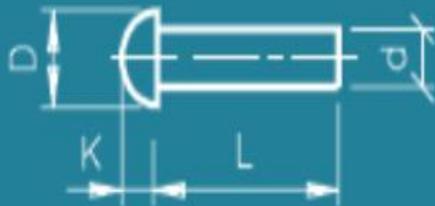
$$L = 1,5 \cdot d + S$$





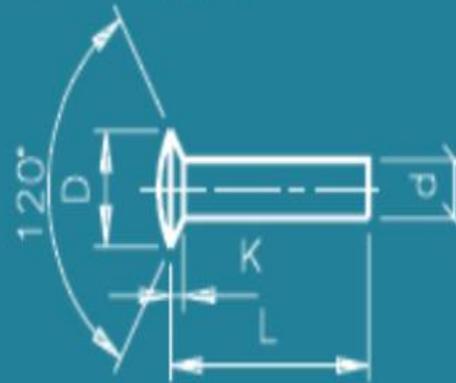
## Dimensões dos Rebites

$d = 1,6$  até  $6\text{mm}$   
 $L = 3$  até  $40\text{mm}$   
 $D = 1,6 d$   
 $K = 0,7 d$



cabeça redonda

$d = 3$  até  $5\text{mm}$   
 $L = 3$  até  $40\text{mm}$   
 $D = 2,4$  até  $1,8 d$   
 $K = \sim 0,3 d$



cabeça escareada

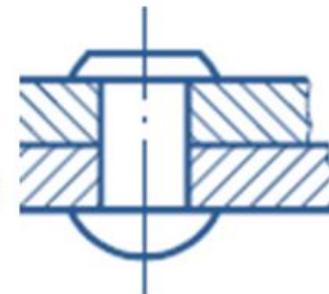


## Exemplos de Defeitos de Rebitagem

**Rebitagem descentralizada** - Nesse caso, a segunda cabeça fica fora do eixo em relação ao corpo e à primeira cabeça do rebite e, com isso, perde sua capacidade de apertar as chapas.



O **comprimento do corpo do rebite** é pequeno em relação à espessura da chapa - Nessa situação, o material disponível para rebitar a segunda cabeça não é suficiente e ela fica incompleta, com uma superfície plana.





## Rebitadeiras



Foto 21 – Rebitadeiras Pneumáticas



Foto 22 – Rebitadeira Manual



Foto 23 – Rebitadeira Hidráulica



Foto 24 – Rebitadeira Manual tipo Sanfona



Algumas recomendações sobre **Epi's** durante as operações de rebitagem:

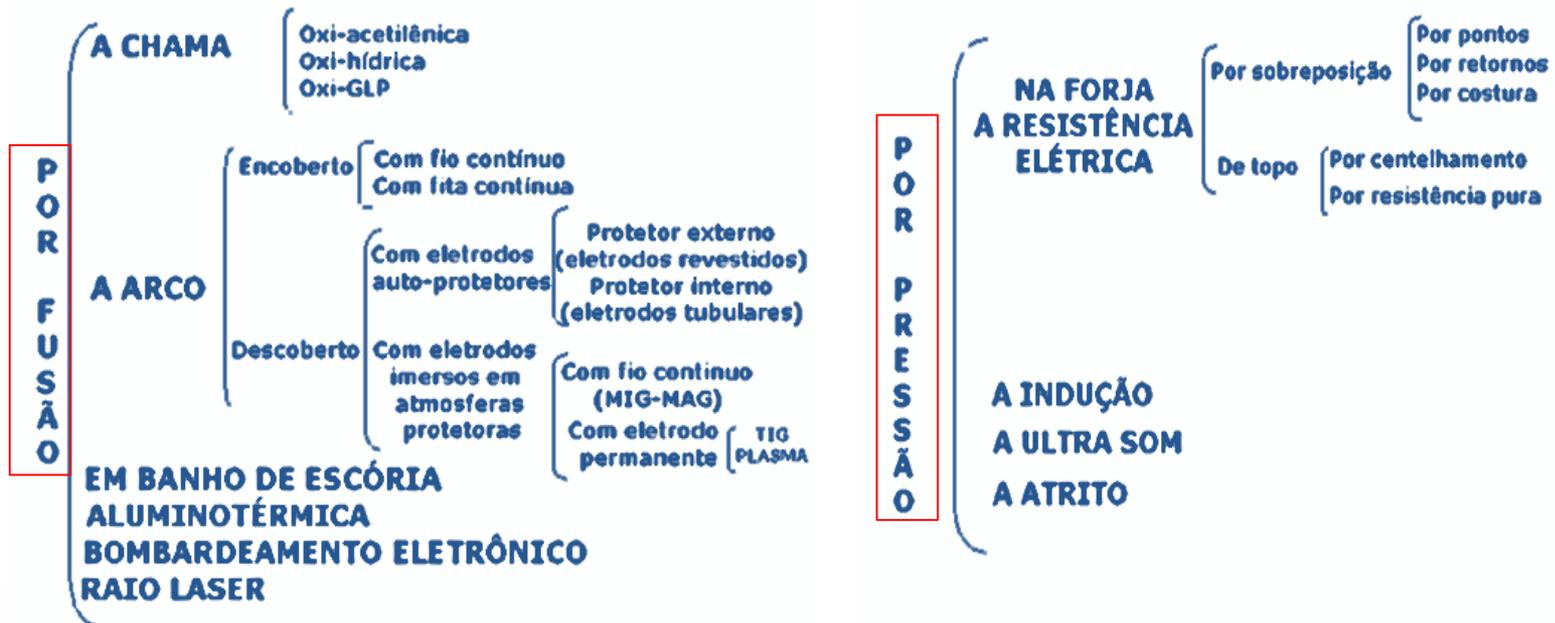
- Use óculos de segurança.
- Use protetor auricular durante todo o trabalho.





## ➤ SOLDADURA

### Processos de Soldadura





## Tipos de Soldadura

- Soldadura a Arco Elétrico
- Soldadura a Gás
- Soldadura TIG (Tungsten Inert Gas)
- Soldadura Semi-automática MIG/MAG
- Soldadura a Resistência
- Soldadura de Materiais Plásticos
- Soldadura de Estanho/Chumbo
- Soldadura por Pontos



## Soldadura a Arco Elétrico

É um processo manual de soldagem que consiste na utilização do calor de um arco elétrico, que é mantido entre a extremidade de um eletrodo metálico revestido e de uma peça de trabalho. Este calor, produzido pelo arco elétrico vai fundir o metal, a alma do eletrodo e seu revestimento de fluxo.



Foto 25 – Soldador de Arco Elétrico

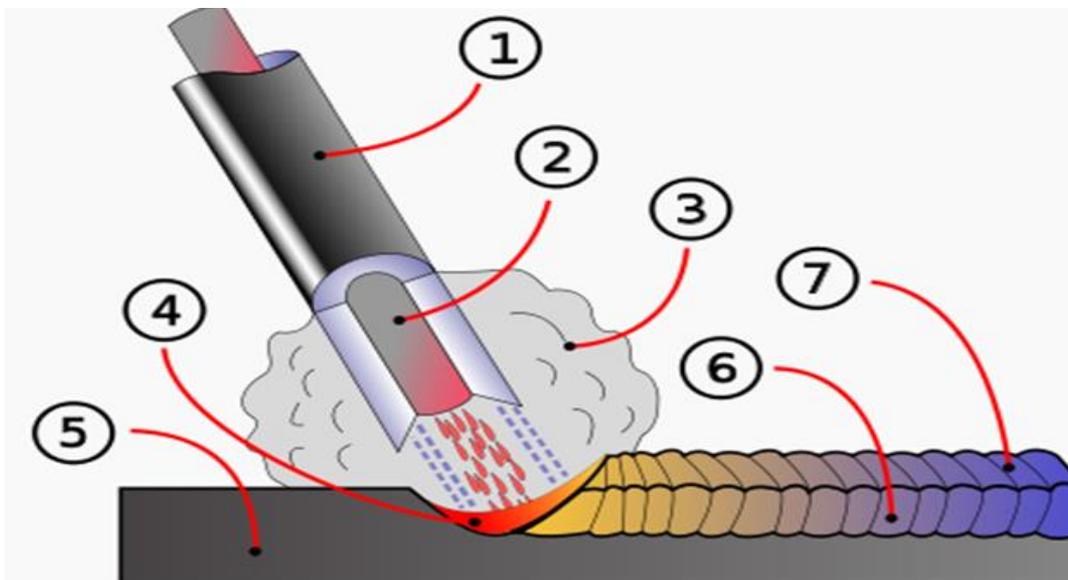


Diagrama Soldagem a arco elétrico com eletrodo revestido

- 1.Revestimento de Fluxo
- 2.Vareta (Alma)
- 3.Gás de proteção
- 4.Poça de fusão
- 5.Metal base
- 6.Metal de solda
- 7.Escória solidificada

Imagem 6 – Diagrama Soldagem a Arco Elétrico



## Soldadura a Resistência

Na “Soldadura a Resistência”, as peças a soldar são pressionadas uma contra outra, por meio de elétrodos não consumíveis, fazendo com que passe por eles uma alta corrente, gerando uma quantidade de calor proporcional ao tempo, resistência elétrica e intensidade de corrente. Este fenómeno irá ser o suficiente para permitir que a região de contato entre as peças atinja o ponto de fusão.



Foto 26 – Soldadura a Resistência



## Soldadura a Gás ou Oxicorte

A Soldadura a Gás define o processo oxicomcombustível como, “... grupo de processos onde o coalescimento é devido ao aquecimento produzido por uma chama, usando ou não metal de adição, com ou sem aplicação de pressão.”. Une as peças metálicas pelo efeito do calor de um maçarico a gás.

O gás mais utilizado neste tipo de soldadura é o acetileno misturado com oxigénio, ou seja, um gás alimentador da chama e um gás combustível.

Outros gases, além do acetileno, podem ser empregados embora os mesmos forneçam menos intensidade de calor e conseqüentemente uma menor temperatura. Estes gases podem utilizar tanto o oxigénio e ar para manter a combustão.



Foto 27 – Soldadura a Gás



## Soldadura Semi-automática MIG/MAG

Este tipo de soldadura consiste na utilização de fios elérodos contínuos na extremidade dos quais, se estabelece o arco elétrico e uma atmosfera protetora.

**Soldadura MIG:** quando é utilizado um gás inerte (Argon, Hélio ou misturas).

**Soldadura MAG:** quando é utilizado um gás ativo (CO<sub>2</sub> - Dióxido de Carbono, ou misturas)

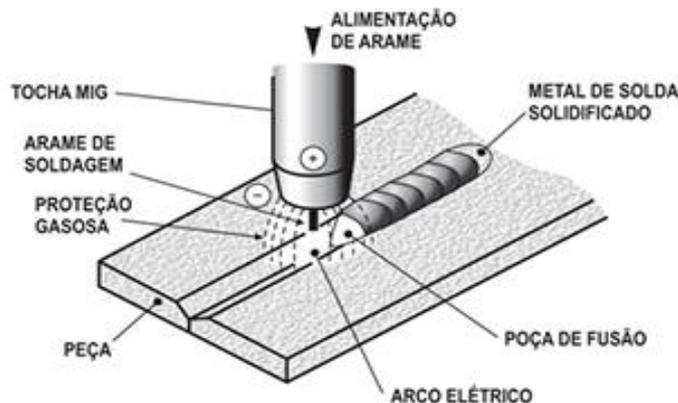


Imagem 7 – Soldadura MIG MAG



**INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP**  
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA



**Foto 28 – Aparelho de Soldar MIG**



## Soldadura TIG (Tungsten Inert Gas)

A “Soldadura TIG”, é considerada um processo de soldadura lento, no entanto, de qualidade elevada. É utilizado para tubagens de espessura fina, como por exemplo os quadros de bicicleta, motas, etc.



Foto 28 – Soldadura TIG (Tungsten Inert Gas)

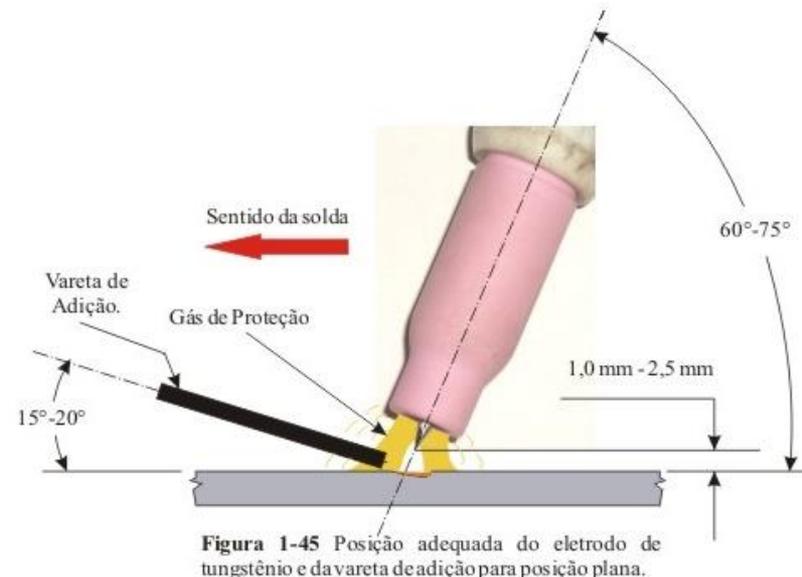


Imagem 8 – Posição adequada do elétrodo de tungstênio e da vareta de adição para posição plana



## Soldadura de Materiais Plásticos

A “Soldadura de Materiais Plásticos”, consiste na junção, através de calor e pressão, de duas peças de materiais poliméricos iguais ou compatíveis.



Foto 29 – Soldadura de Materiais Plásticos



## Soldadura de Estanho/Chumbo

A Soldadura de Estanho/Chumbo é normalmente utilizada na indústria eletrónica e em operações complementares de acabamento.

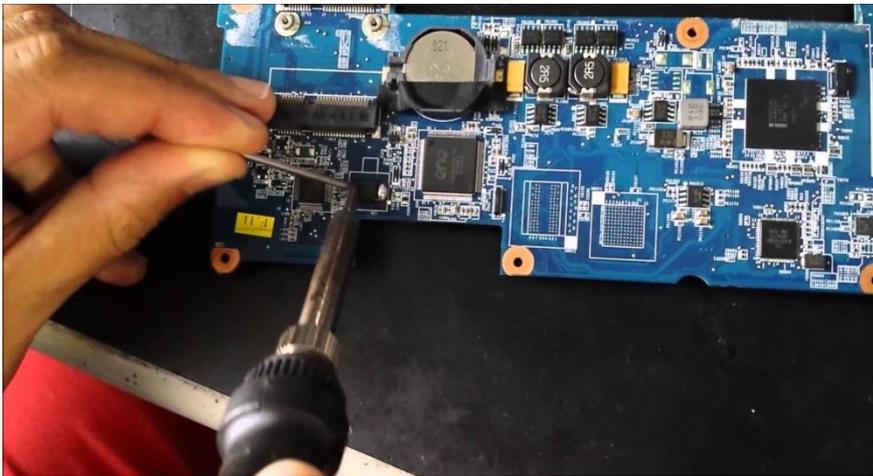


Foto 30 – Soldadura de Estanho



Foto 31 – Estanhando a ponta de um soldador



## Soldadura por Pontos

Este tipo de soldadura, consiste no aproveitamento da resistência que alguns materiais oferecem à passagem da corrente elétrica, transformando-a em calor vai fundir os materiais, consoante a duração do tempo de passagem dessa corrente. Estes irão soldar também conforme a aplicação adequada de pressão.



Foto 32 – Soldadura por pontos

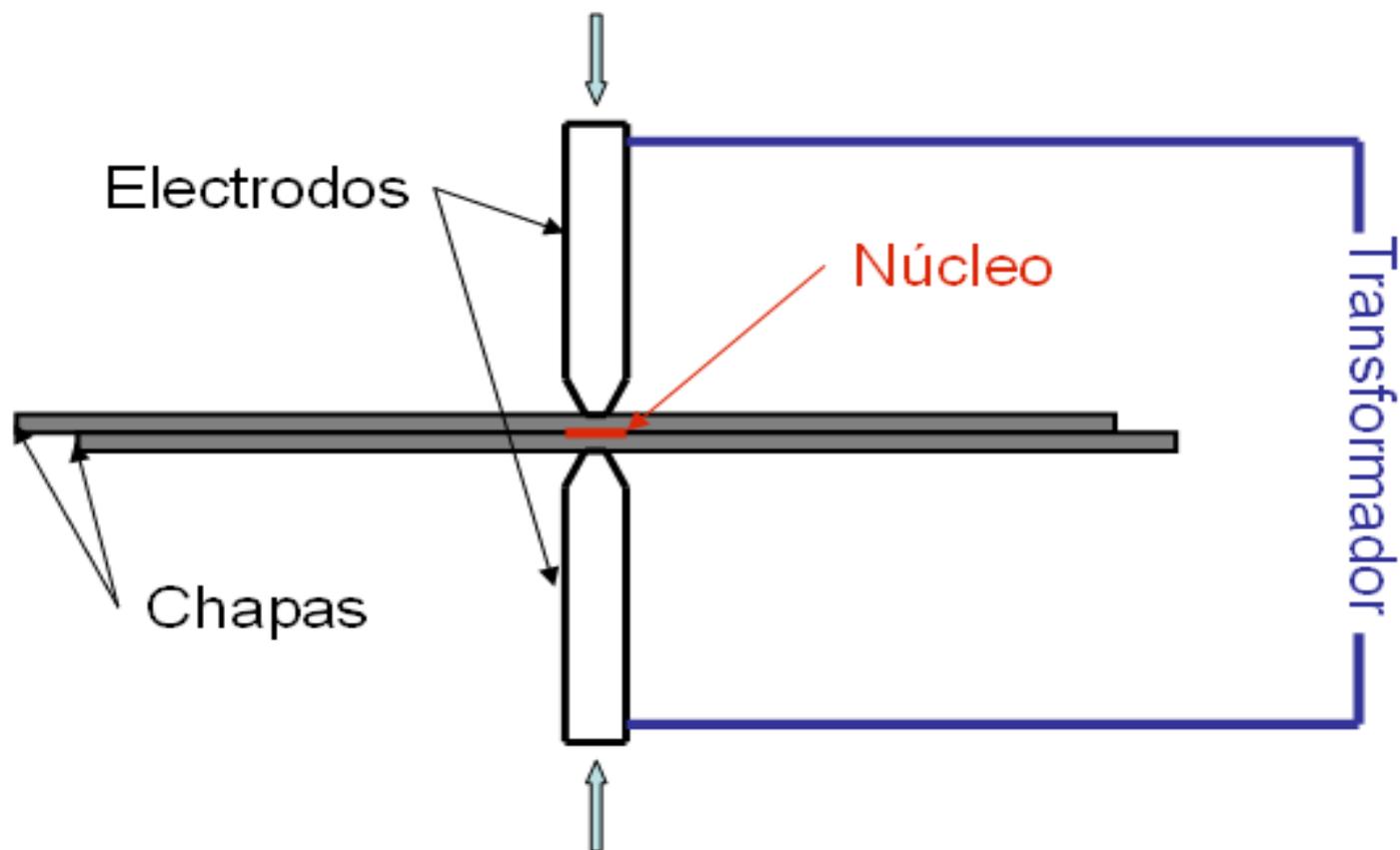
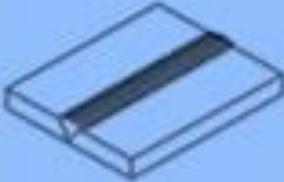
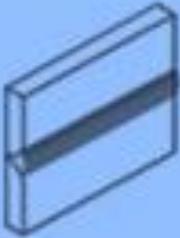
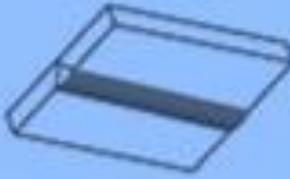
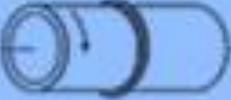


Imagem 9 – Soldadura por Pontos



## Posições de Soldadura

		SOLDA DE TOPO			
		PLANA	HORIZONTAL	VERTICAL	SOBRE-CABEÇA
CHAPAS		PA - ASME 1G			
			PC - ASME 2G	PG ↓ PF ↑ ASME 3Gd ↓ 3Gu ↑	PE - ASME 4G
TUBOS		PA - ASME 1G (Tubo Rodando)			
			PC - ASME 2G (Tubo Fixo)	PG ↓ PF ↑ ASME 5Gd ↓ 5Gu ↑ (Tubo Fixo)	



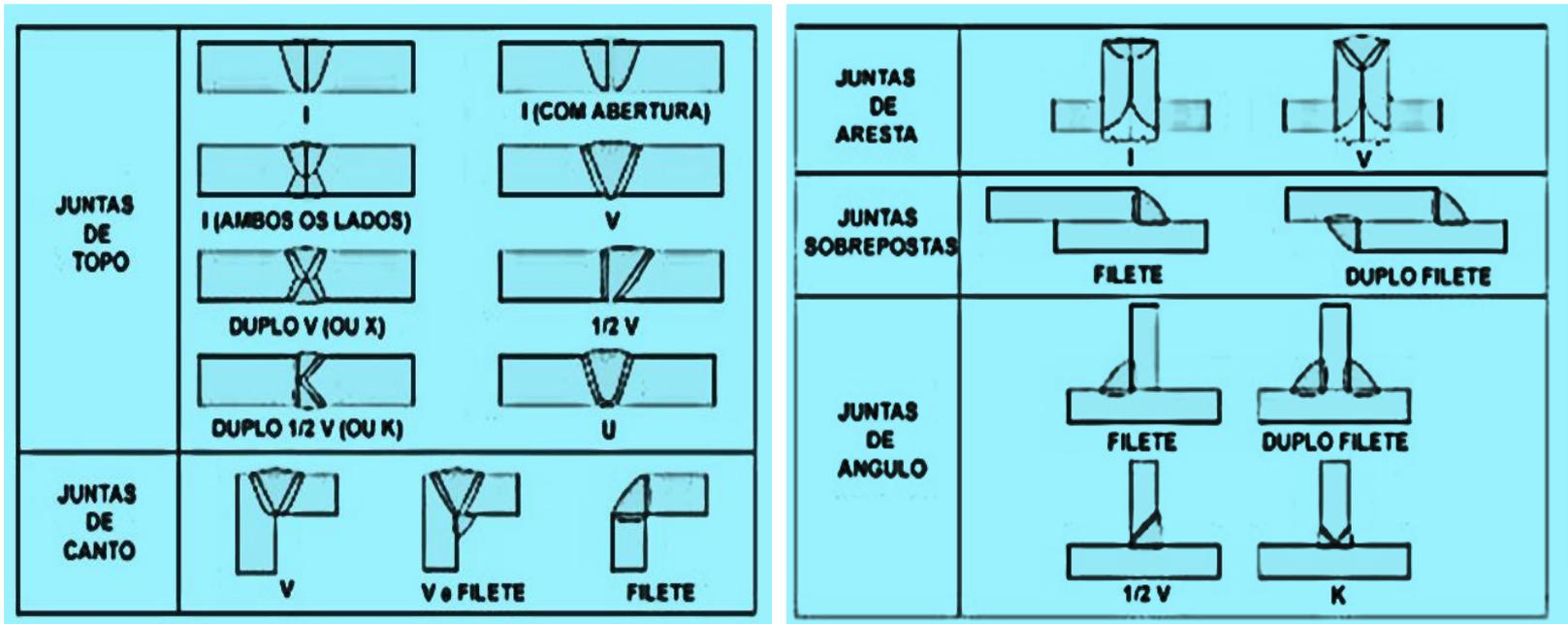
### SOLDA DE FILETE

PLANA	HORIZONTAL	VERTICAL	SOBRE-CABEÇA
PA - ASME 1F	PB - ASME 2F	PG ↓ PF ↑ ASME 3Fd ↓ 3Fu ↑	PA - ASME 1G
PB - ASME 2F (Tubo Rodando)	PB - ASME 2F (Tubo Fixo)	PG ↓ PF ↑ ASME 5Fd ↓ 5Fu ↑ (Tubo Fixo)	PD - ASME 4F (Tubo Fixo)



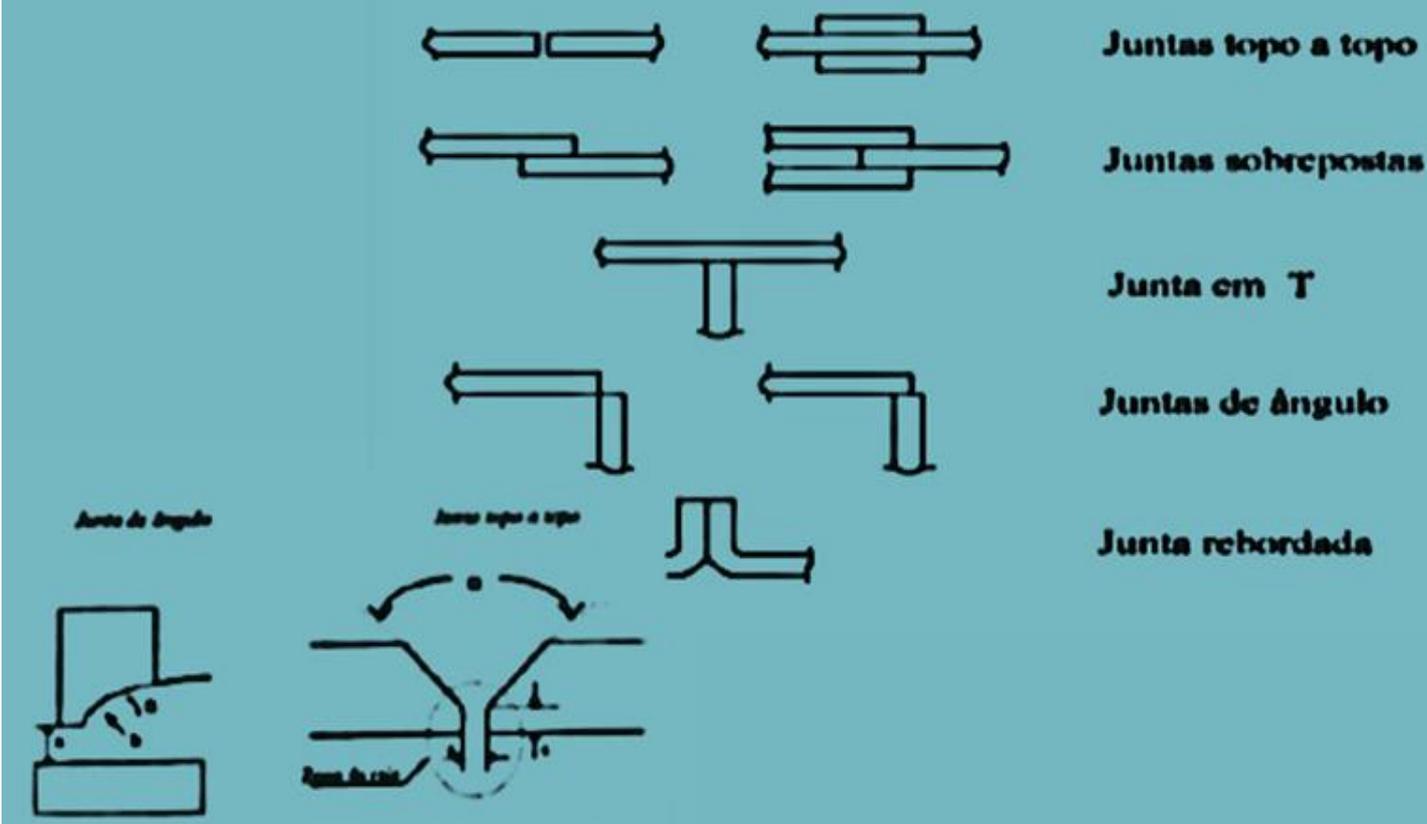
## Tipos de Juntas

**Junta** é a região onde duas ou mais partes da peça são unidas pela operação de soldagem.





As juntas classificam-se segundo a função dos elementos a soldar. Existem cinco tipos básicos de juntas - topo a topo, sobreposta, em T, de ângulo e rebordada.





## Terminologia

- O **chanfro** é a abertura entre as duas peças a soldar, abrindo assim um espaço à contenção da soldadura. Esse chanfro poderá ter diversas geometrias e designações dependendo da espessura das peças, do processo e da aplicação de soldadura

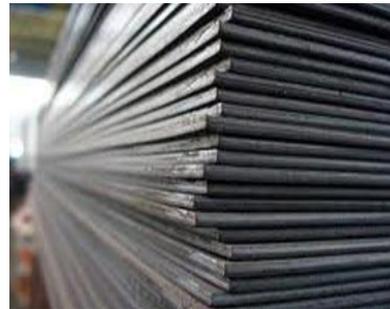
Designação	Esquema	Simbolo
Bordos direitos		
Em V		V
Em X		X
Em Y		Y
Em U		Y
Em meio V		✓
Em K		K
Em Y duplo		X
Em U duplo		X

Quadro - Tipos de Chanfros (para maior pormenor pode-se consultar a Norma Portuguesa NP-1515 ou a ISO 2553).



## Tipos de materiais possíveis de soldar

- Aço resistente à corrosão
- Ferros fundidos
- Cobre ou ligas de cobre
- Alumínio ou liga de alumínio
- Aço-carbono
- Aço microligado
- Aços inoxidáveis
- Níquel ou ligas de níquel





## Equipamentos de Proteção Individual

Devemos escolher os **EPI's** específicos de modo a proteger:

- Face e Olhos
- Ouvidos
- Vias Respiratórias
- Braços e Mãos
- Tronco e Abdómen
- Pernas e Pés





INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP  
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

## Webgrafia:

<https://pt.scribd.com/doc/95495759/roscas-e-parafusos>

[https://elearning.iefp.pt/pluginfile.php/48492/mod\\_resource/content/0/U\\_P0046\\_ROSCAGEM\\_MANUAL.pdf](https://elearning.iefp.pt/pluginfile.php/48492/mod_resource/content/0/U_P0046_ROSCAGEM_MANUAL.pdf)

[www.walter-tools.com/.../manuals/.../handbook-drilling-threading-2009-..](http://www.walter-tools.com/.../manuals/.../handbook-drilling-threading-2009-..)

[www.facavocemesmo.net/abertura-de-roscas](http://www.facavocemesmo.net/abertura-de-roscas)

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Rebitagem>

[www.cimm.com.br/portal/verbetes/exibir/458-rebitagem](http://www.cimm.com.br/portal/verbetes/exibir/458-rebitagem)

<http://pt.slideshare.net/gabrielbedendo5/01-apresentao-rebites>

<http://marioloureiro.net/ensino/manuaisOutros/soldadura/Soldadura.pdf>



INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP  
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Soldagem>

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Categoria:Soldagem>

<http://www.oportaldaconstrucao.com/xfiles/guiastecnicos/sht-vol-10-soldadura.pdf>

<https://pt.scribd.com/doc/61854906/Tipos-de-Soldadura-e-Sua-Finalidade>

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAf97QAD/processos-soldagem-apostila-everaldo?part=5>

[www.univasf.edu.br/~alan.dantas/disciplinas/Elementos1/Aula14.pdf](http://www.univasf.edu.br/~alan.dantas/disciplinas/Elementos1/Aula14.pdf)

<http://wwwo.metlica.com.br/para-entender-os-elementos-de-fixacao>

[www.ridgid.eu/catalog/PT/04 Threading PT%20WEB.pdf](http://www.ridgid.eu/catalog/PT/04 Threading PT%20WEB.pdf)



INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP  
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

# FIM