

PMR 3103

Elementos e Métodos de Fixação

1.Objetivo

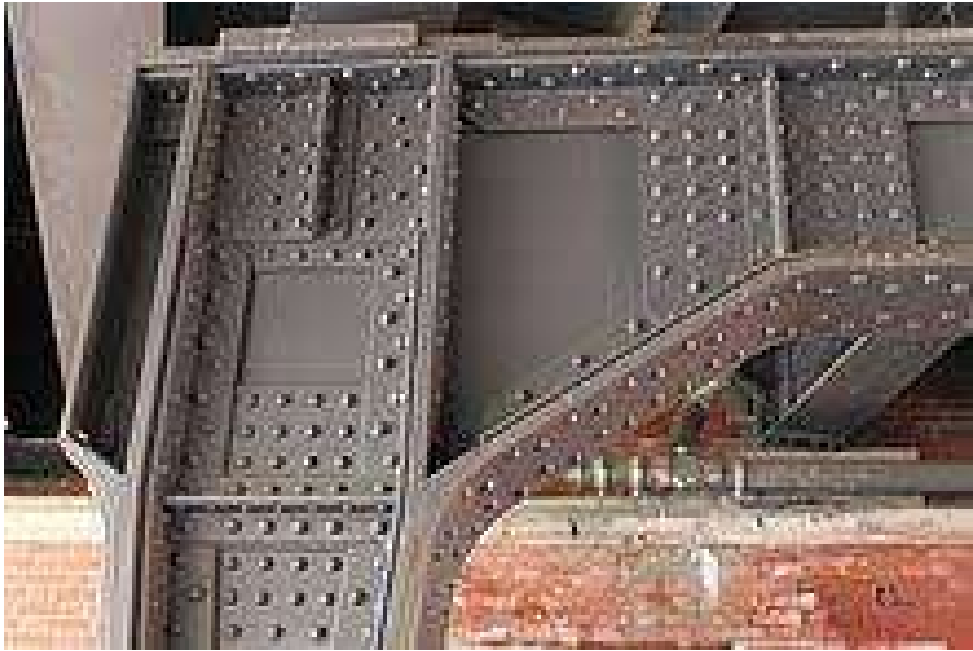
Unir duas ou mais peças de maneira a tornar possível a transmissão de força e/ou movimento

2. Classificação

- **Uniões Fixas ou Permanentes**

“Ao serem desfeitas podem provocar dano ou perda total das peças unidas e/ou dos elementos utilizados para a fixação”

Exemplo: rebites, adesivos ou soldas



Elementos Rebitados

Elementos Soldados



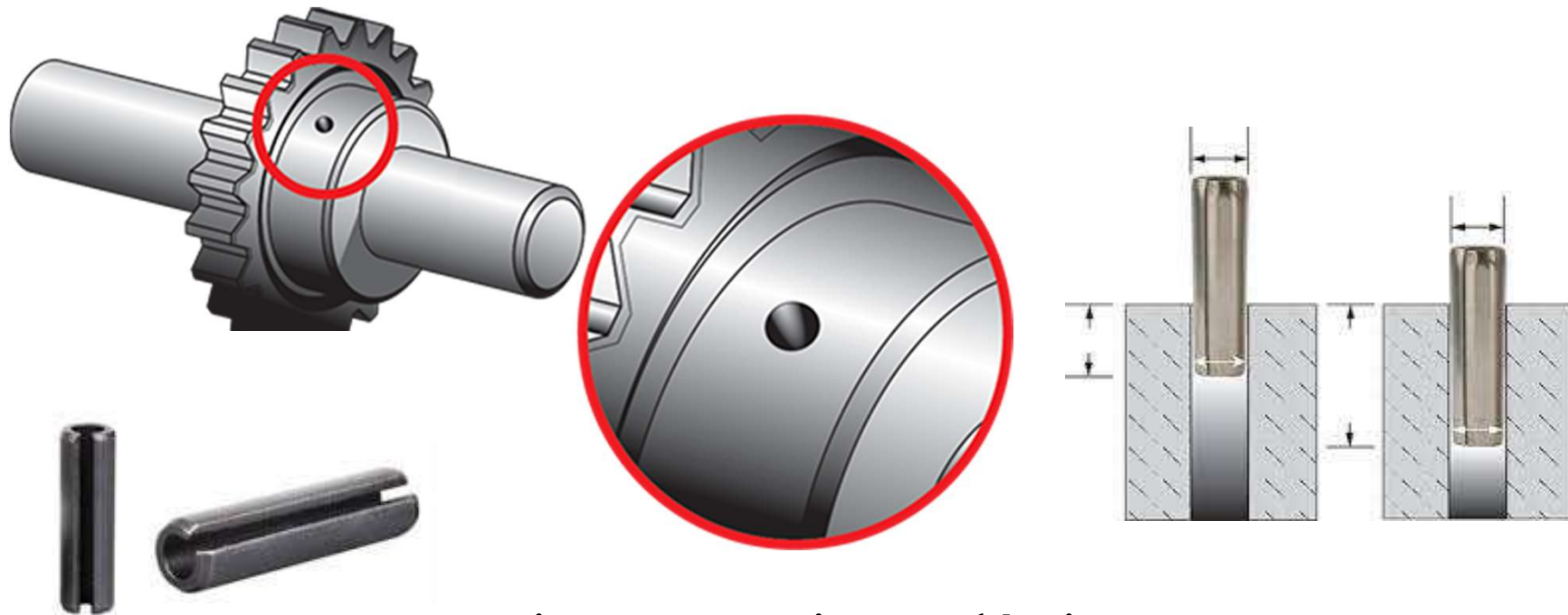
Elementos Unidos por Adesivos

- **Uniões Desmontáveis ou Móveis**
- “Podem ser desfeitas (desmontadas) sem provocar dano (destruição) tanto às peças unidas como aos elementos utilizados para a fixação”

Exemplo: porcas/parafusos, pinos ou anéis elásticos



Unões com Elementos Rosqueados



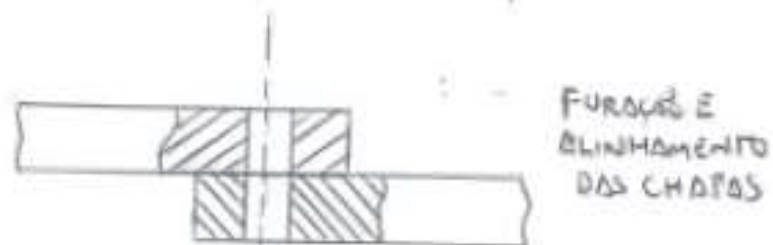
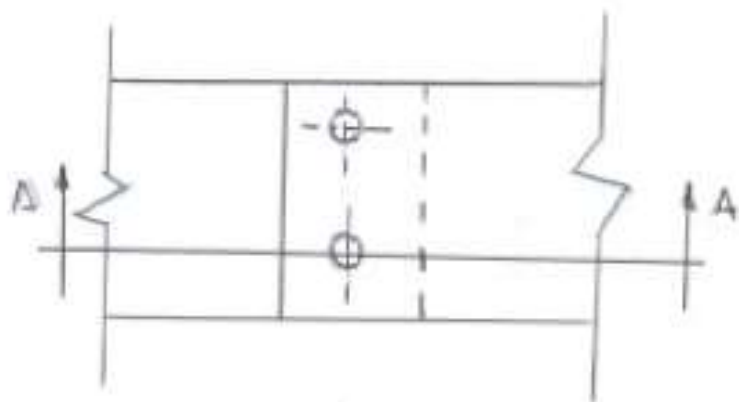
Unões com Pinos Elásticos

3. Rebites

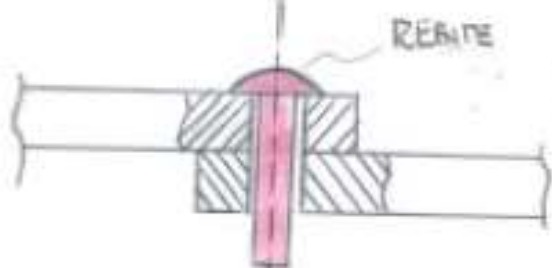
- **Princípio de Funcionamento**

“Neste tipo de união, o elemento de fixação, denominado de rebite, é montado em furos usinados nos elementos a serem fixados, sendo responsável pela transmissão de esforços entre os elementos da união.”

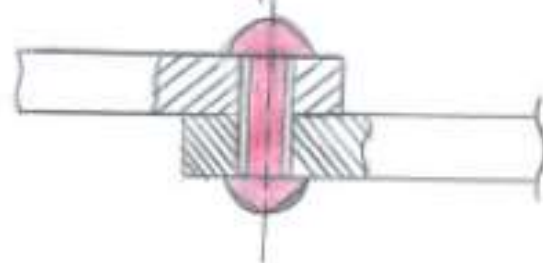
Instalação do rebite



FURACO E ALINHAMENTO DAS CHAPAS

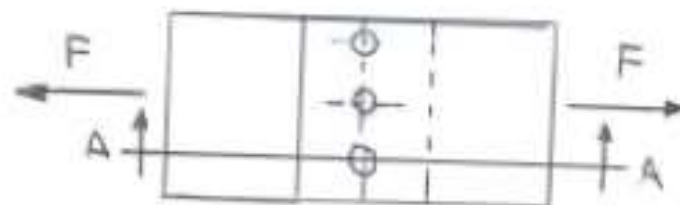


INSTALACAO DO REBITE



CONFORMACAO DA SEGUNDA CABECA NO "CAMPO"

ESFORÇO NO REBITE



$$F_r = \frac{F}{N}$$

N - NÚMERO DE REBITES

d_r: DIÂMETRO DO REBITE

$$\tau_{\text{REBITE}} = \frac{F_r}{\left(\frac{\pi d_r^2}{4}\right)} \leq \tau_{\text{ADMISIVEL}}$$

* FALHA POR CILINDRAGEM DO REBITE *

FUGA DO MATERIAL DO REBITE

- **Processos de Conformação da Cabeça**

O rebite é fabricado com uma de suas cabeças pré-moldada, sendo que a outra cabeça é conformada na própria obra.

São utilizados os seguintes tipos de cabeça:

- redonda
- tronco-cônica
- escareada
- escareada ovalizada

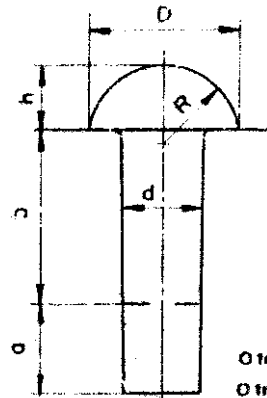
A cabeça conformada na obra é sempre redonda.

Obs.: não se cortam rebites em sentido longitudinal.

REBITES

Norma ABNT EB-48/R

Substituída pela NBR 9580



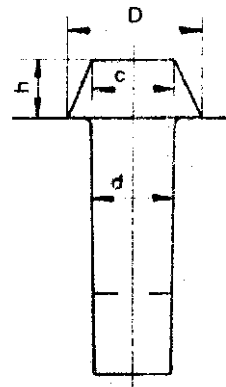
cabeça redonda

$$D = 1,8d$$

$$h = 0,7d$$

$$R = 0,9d$$

O trecho a é cilíndrica
O trecho b é levemente cônico

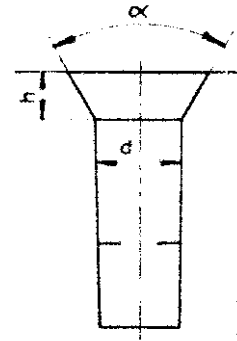


cabeça tronco-cônica

$$D = 1,6d$$

$$c = d$$

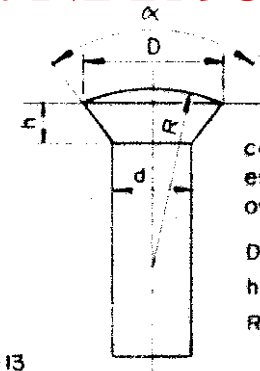
$$h = 0,65d$$



cabeça escareada plana

$$h = 0,5d$$

Valores de α :
 $\alpha = 90^\circ$ para $d=8$
 $\alpha = 75^\circ$ para $d=10 \div 13$
 $\alpha = 60^\circ$ para $d=16 \div 19$
 $\alpha = 45^\circ$ para $d=24 \div 40$

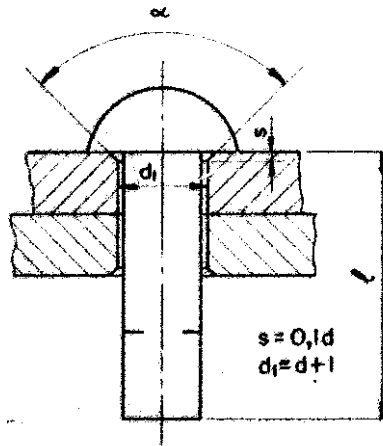


cabeça escareada ovalizada

$$D = 1,7d$$

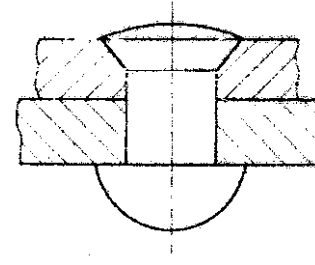
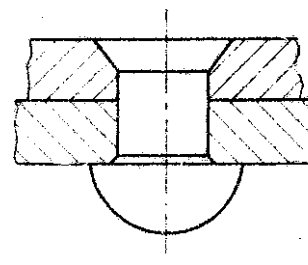
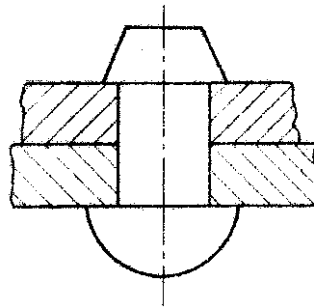
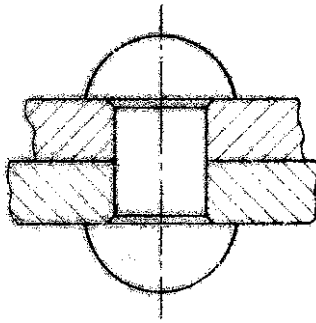
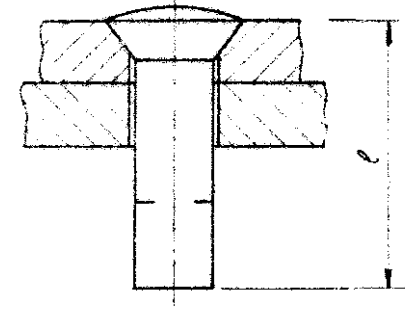
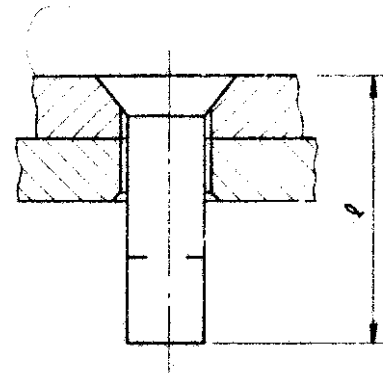
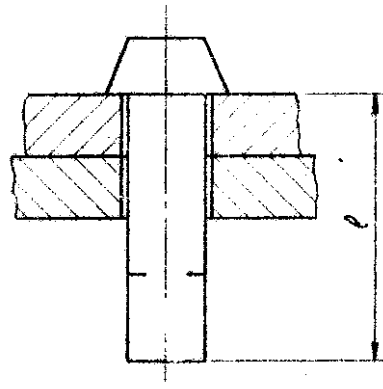
$$h = 0,6d$$

$$R = 2 \div 2,5d$$



$$s = 0,1d$$

$$d_1 = d + 1$$





Torre Eiffel

Projetado e construída por **Gustave Eiffel**

Exposição Mundial de **1889**, centenário da Revolução Francesa.

Alguns Dados:

300 trabalhadores

2 anos (1887-1889) para construção

Oscilação de, no máximo, 120 mm em ventos altos.

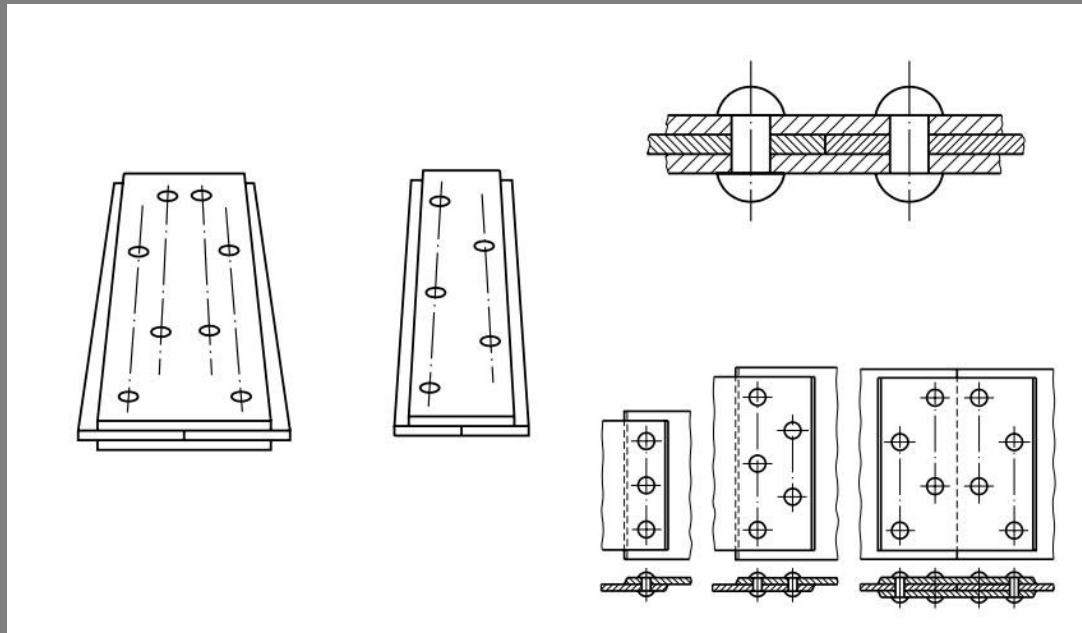
Altura varia até 150 mm dependendo de temperatura.

15,000 peças de aço (excluindo rebites).

2.5 milhões de rebites

40 toneladas de pintura.

1652 passos para o topo.







Boeing 747-400

Custo da Estrutura: US\$100 million

Materiais: ligas de Al e PRFC Peso Vazio: 180 895kg

Peso Máximo Total: 396.890kg, Carga: 33 000kg

Fixadores: 3 milhões (1,5 milhões de rebites)



Lockheed C130A - 2002





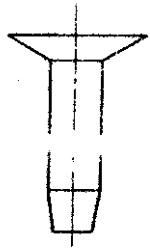
- **Rebites de Expansão/Repuxo**

Este tipo de rebite é bastante empregado em situações não estruturais.

O rebite de expansão/repuxo, muitas vezes denominado de rebite “pop”, pode ser instalado na união de uma forma bastante simples, sem necessitar de equipamento especial para conformação da cabeça, nem de acesso a ambos os lados da união.

- O rebite de expansão é de material metálico, com uma das cabeças já conformada, e com outra cabeça conformada pela movimentação do corpo interno do rebite. Para esta movimentação emprega-se uma ferramenta especial.

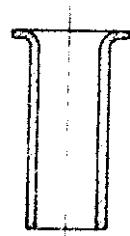
REBITES ESPECIAIS



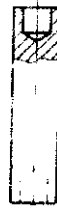
rebite para correio



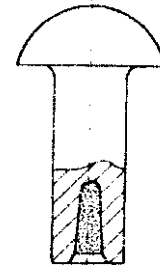
rebite macho e fêmea



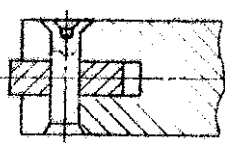
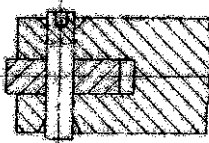
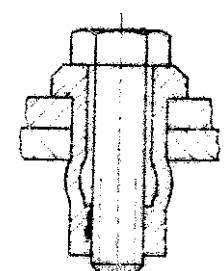
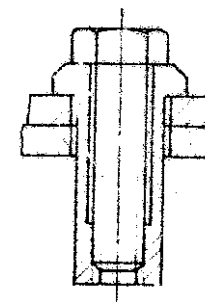
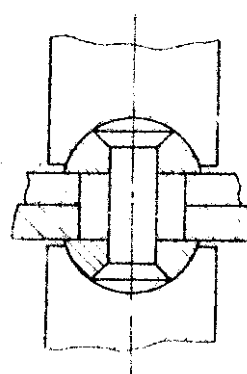
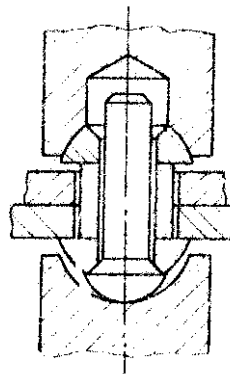
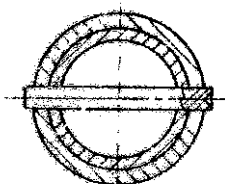
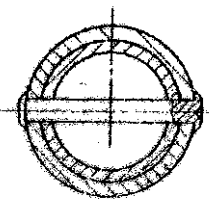
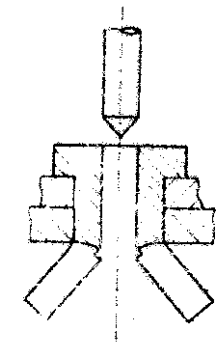
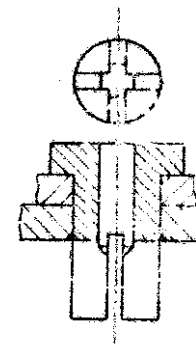
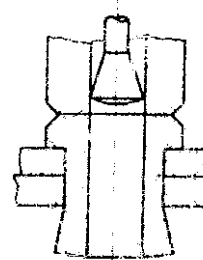
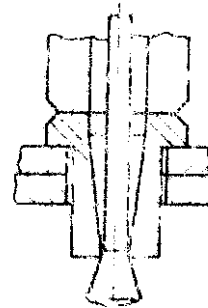
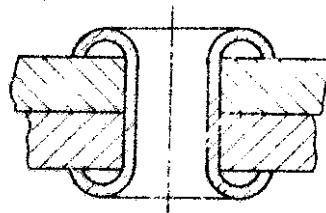
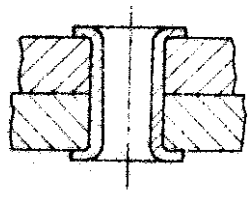
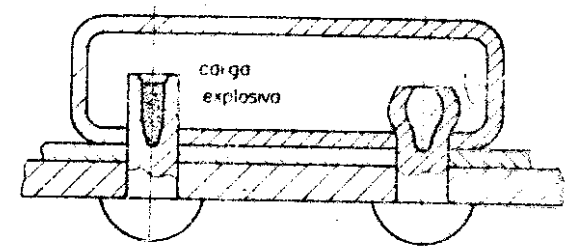
rebite furado

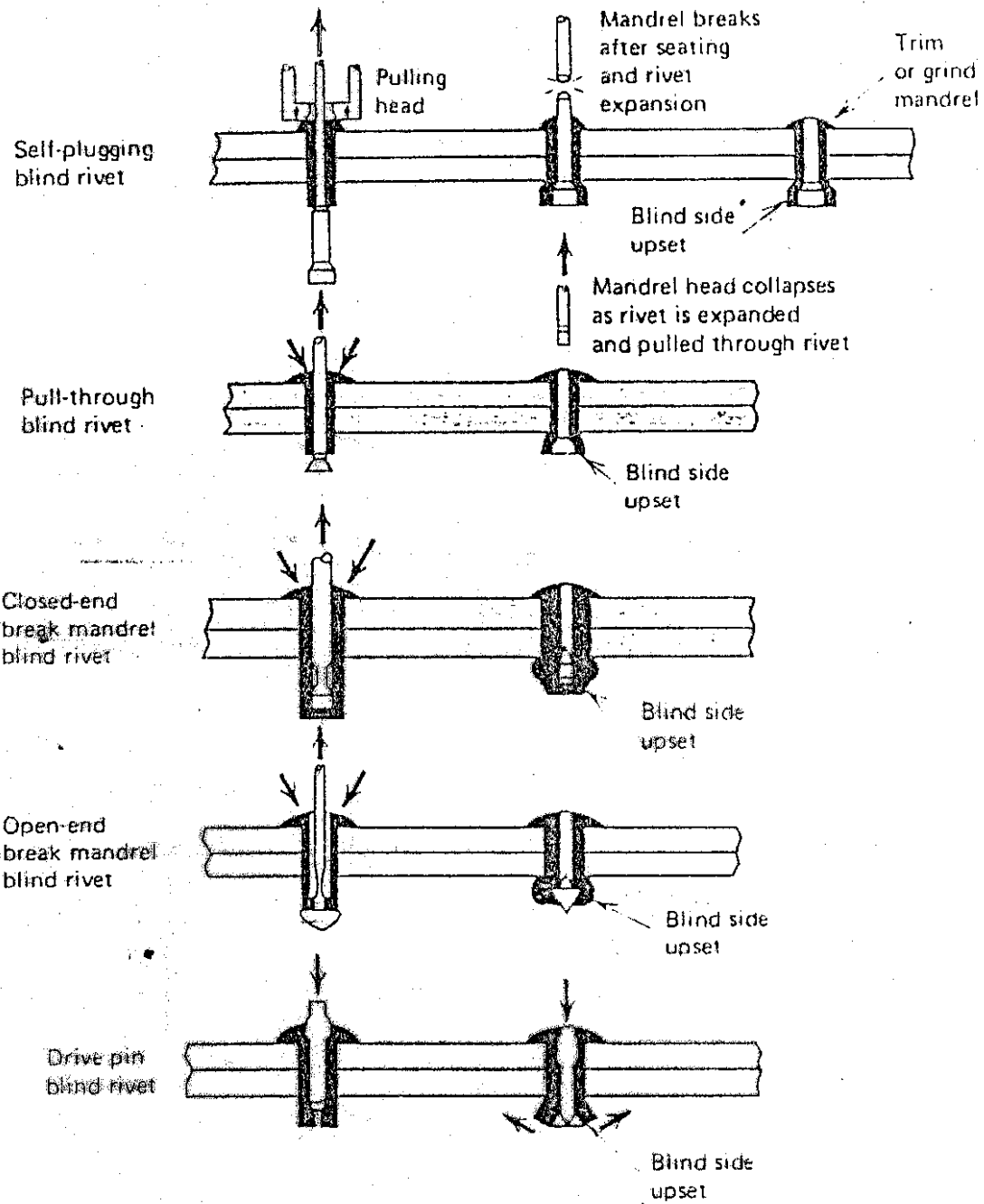


rebites sem cabeça



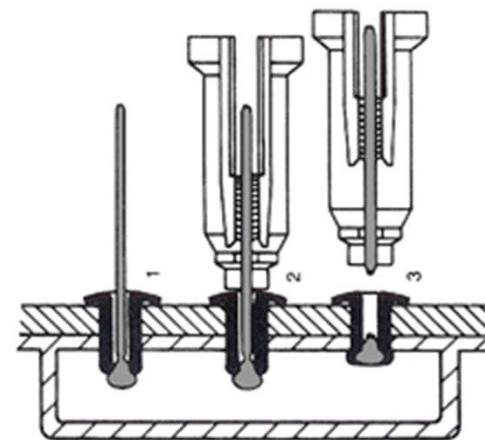
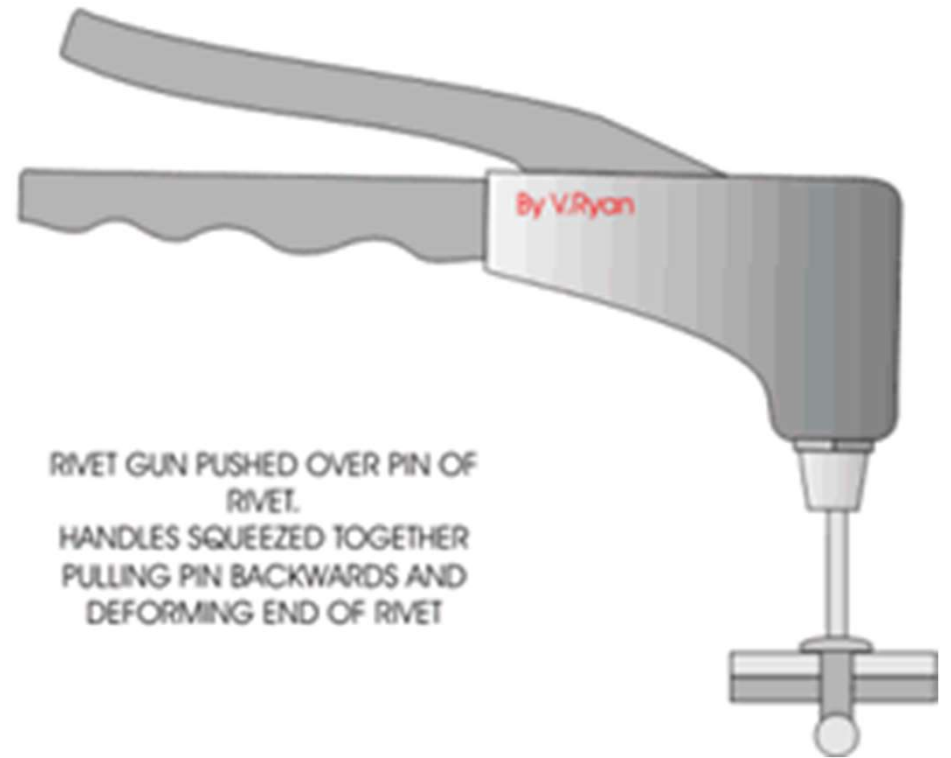
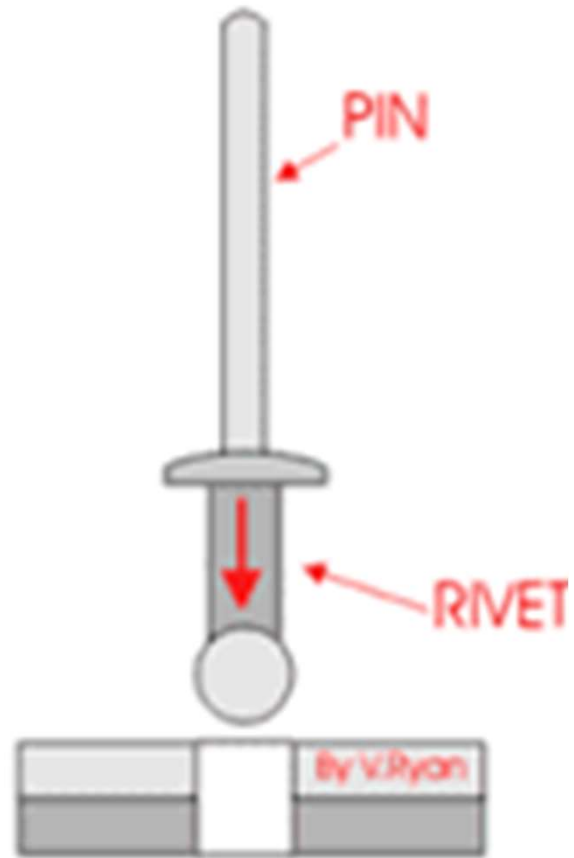
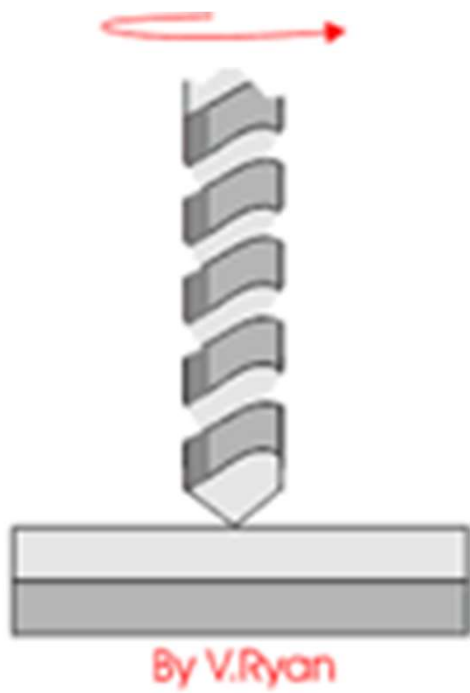
rebite com carga explosiva





- Rebites de Repuxo e Tracionador





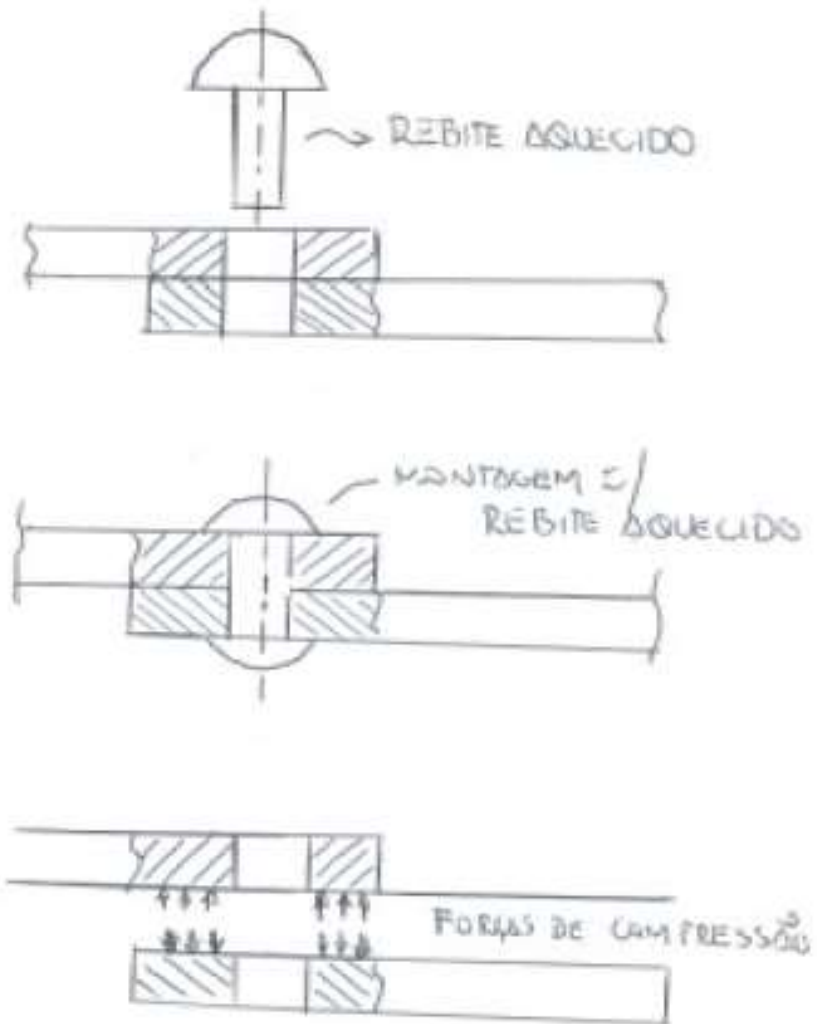
- **Tipos de Junção**

O processo de rebitagem pode ser executado à quente ou à frio.

No processo de **rebitagem à frio**, o rebite é inserido no furo à **temperatura ambiente**.

Já na **rebitagem à quente**, o rebite é inserido aquecido no furo, sendo que após a **contração do mesmo** há o aumento da força de **compressão entre as peças unidas**, fato que aumenta a resistência ao cisalhamento da união.

Rebitagem a Quente



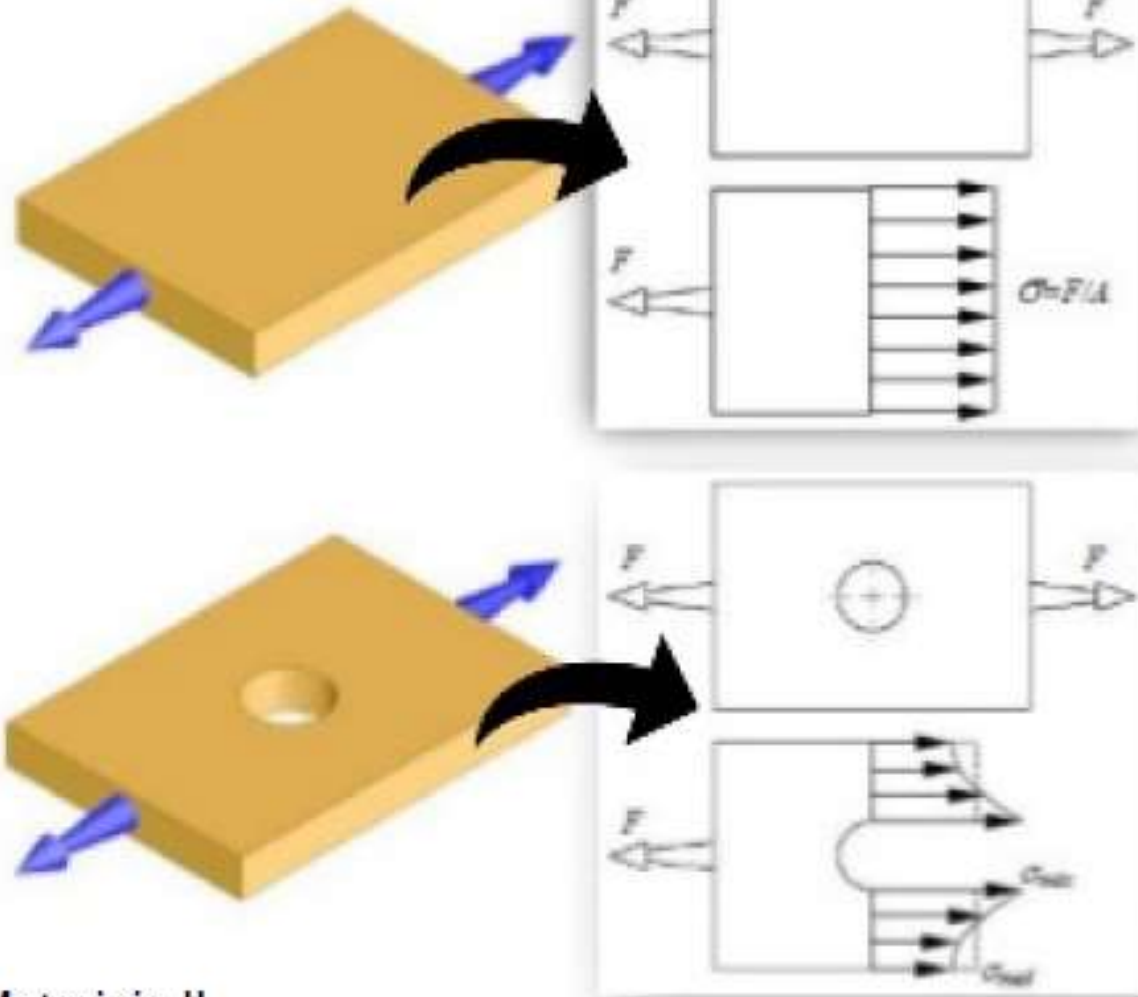
Construção do Empire State Building



- **Tipo de Carregamento Preferencial**

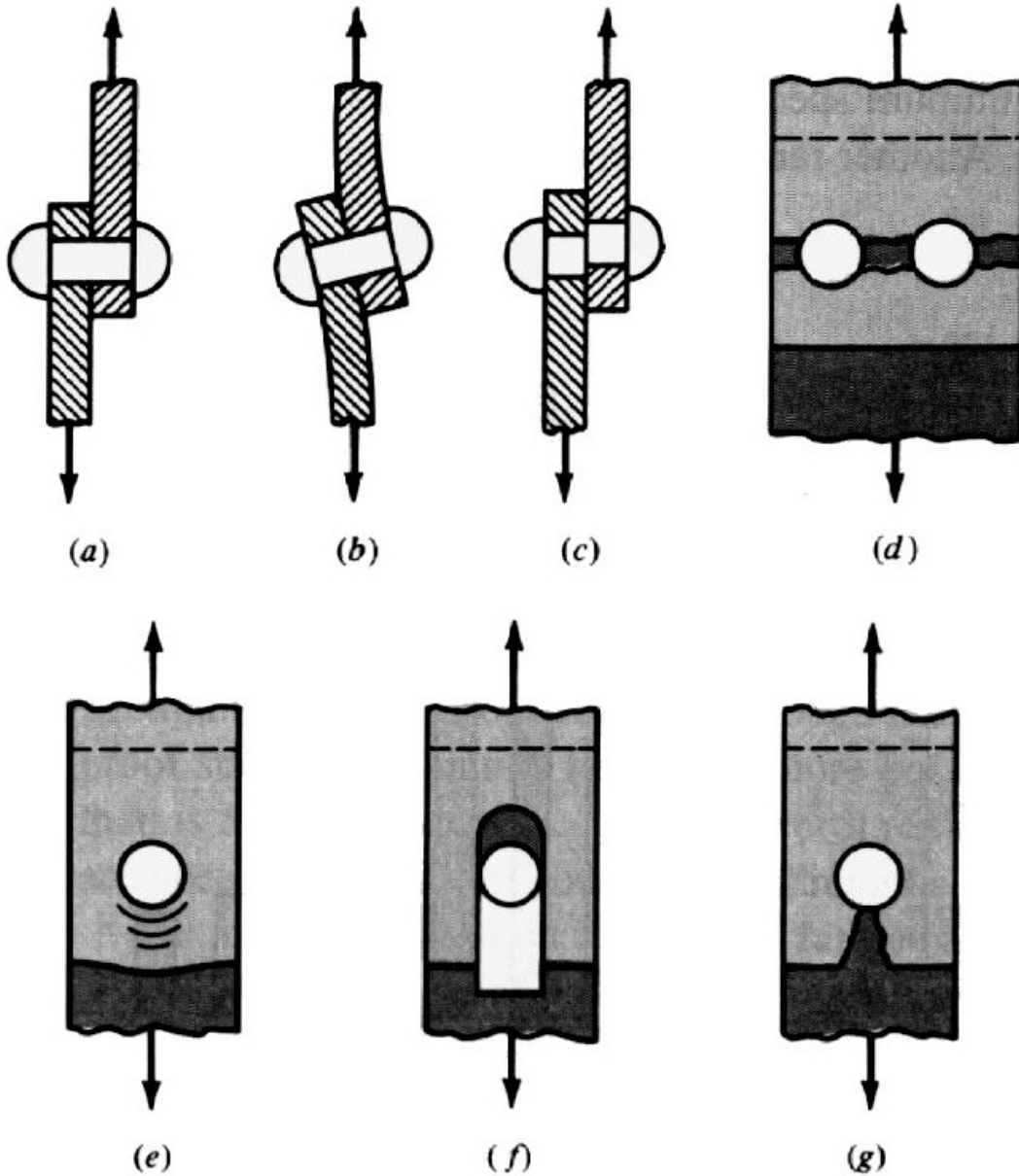
As uniões rebitadas resistem preferencialmente ao **carregamento de cisalhamento**, sendo o rebite responsável por esta resistência. No caso da **rebitagem à quente**, a **força de compressão entre as peças** gera uma **força de atrito** que auxilia na resistência aos esforços de cisalhamento, **aumentando a resistência da união**.

Concentração de
tensão no furo



Resistência do Materiais II
UFVJM Prof. Juliano Oliveira

Modos de Falha de Ligações ao Corte



(a) Aplicação de Rebite

(b) Flexão das Peças Ligadas

(c) Corte do Rebite

(d) Ruptura das Peças

(e) Esmagamento do Rebite ou da Peça

(f) Corte da Bainha

(g) Rasgo da Bainha

SÍMBOLOS DE REBITES

Substituída pela NBR 9580

Diâmetro do rebite (mm)		(8)	10	12	(14)	16	(18)	20	22	24	27	30	(33)	36	
Diâmetro do furo (mm)		8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37	
SÍMBOLOS CONVENCIONAIS	Cabeças redondas de ambos os lados														
	Cabeças chatas	Cabeça superior embutida													
		Cabeça inferior embutida													
		Ambas as cabeças embutidas													
	Rebitar na montagem														
	Furar na montagem														

Até à escala 1:5 os símbolos convencionais serão representados com diâmetros iguais aos furos, para escalas menores usar-se-ão diâmetros iguais as cabeças dos rebites.

Evitar os valores entre parênteses.

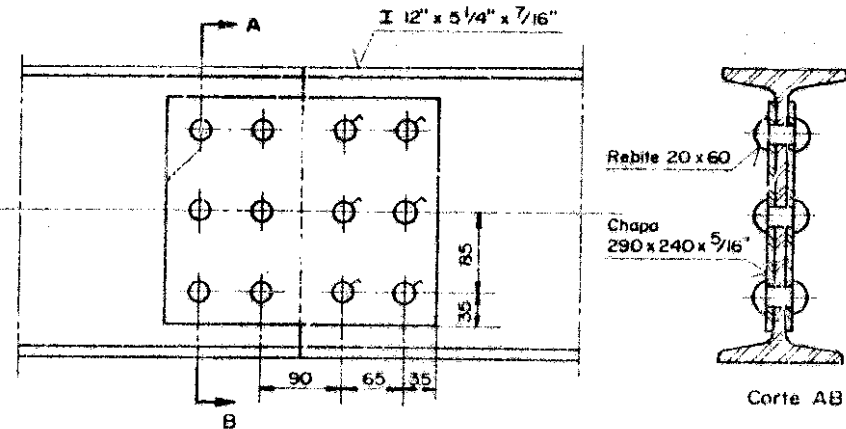
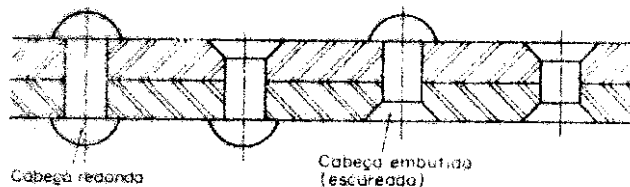

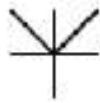


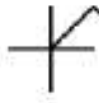
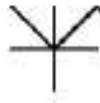



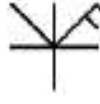




Tabela 2 - Símbolo para parafuso ou rebite

Parafuso ou rebite	Símbolo para parafuso ou rebite para montar no furo			Símbolo para rebite para montar em furo escareado nos dois lados
	Não escareado	Escareado no lado próximo	Escareado no lado oposto	
Montado na oficina				
Montado no campo				
Montado e furado no campo				

Norma NBR 14611

- **Vantagens da União Rebitada**

- não necessita de mão-de-obra especializada para a sua execução;
- impõe uma descontinuidade estrutural, evitando a propagação de defeitos (principalmente trincas) entre os componentes da união.

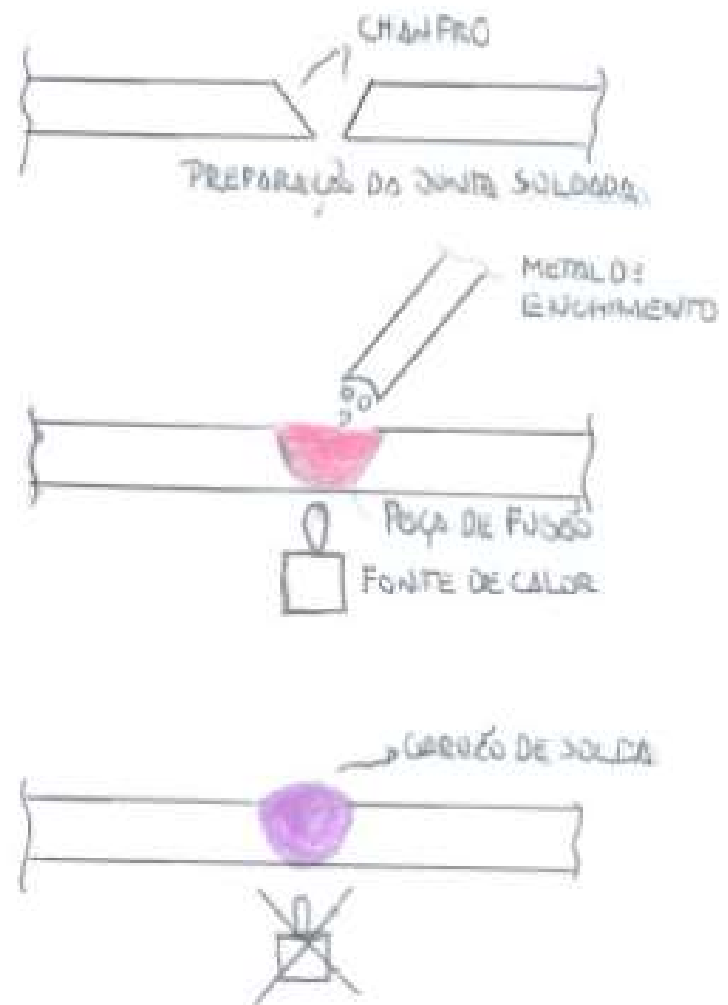
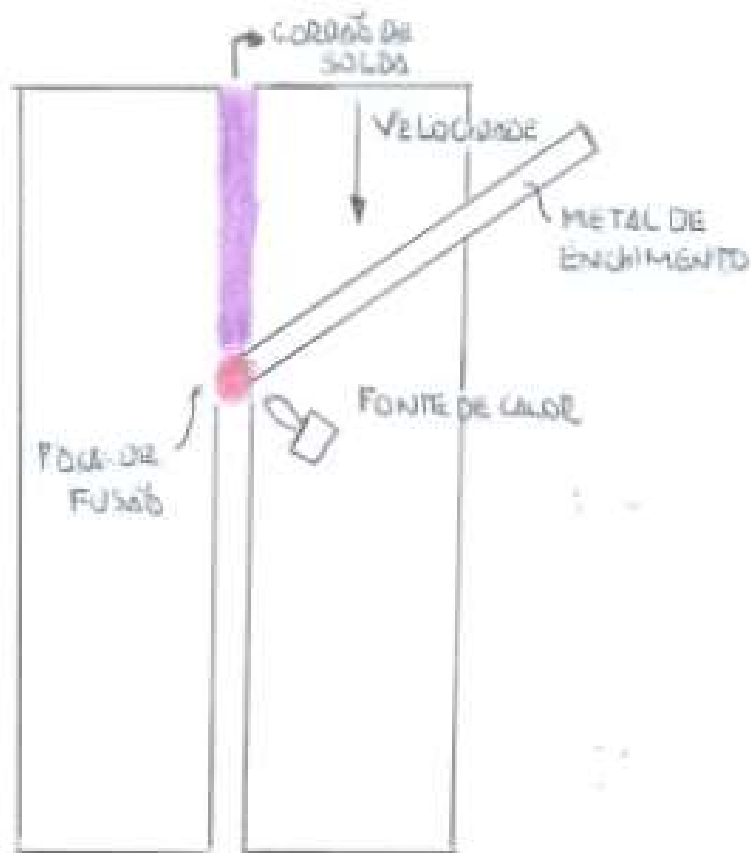
- **Desvantagens da União Rebitada**

- introdução de pontos de concentração de tensões nos componentes da união, devido à presença dos furos;
- peso da estrutura mais elevado, devido a sobreposição das peças componentes da união;
- Eventual ponto de desgaste ou corrosão.

4. Soldagem

- O processo de união por soldagem envolve a fusão de um material de enchimento e/ou do material base, obtendo-se, a partir da solidificação dos materiais fundidos, uma peça contínua, através da união de duas partes distintas.
- Atualmente é o processo de união mais empregado na fabricação de componentes estruturais.

Princípio da Soldagem



Navio da série Liberty – EUA 1941

- Total Construído: 2751 unidades
- Custo médio: US\$ 2.000.000,00
- Partes Pré-fabricadas: 250.000
- Comprimento LOA: 441 pés (140 m)
- Boca: 56 pés (19 m)
- Tempo médio de Construção: 70 dias (Recorde – SS Robert E. Peary - 4 dias ½)
- Propulsão: 2 Motores a Vapor – 2500 HP
- Velocidade de Cruzeiro: 11 nós (20 km/h)

Navio da série Liberty – EUA 1941

Last of the Liberty Ships

Length: 441.5 feet

Width: 57 feet

Wartime crew: 40 merchant marines;
30 Navy gunners

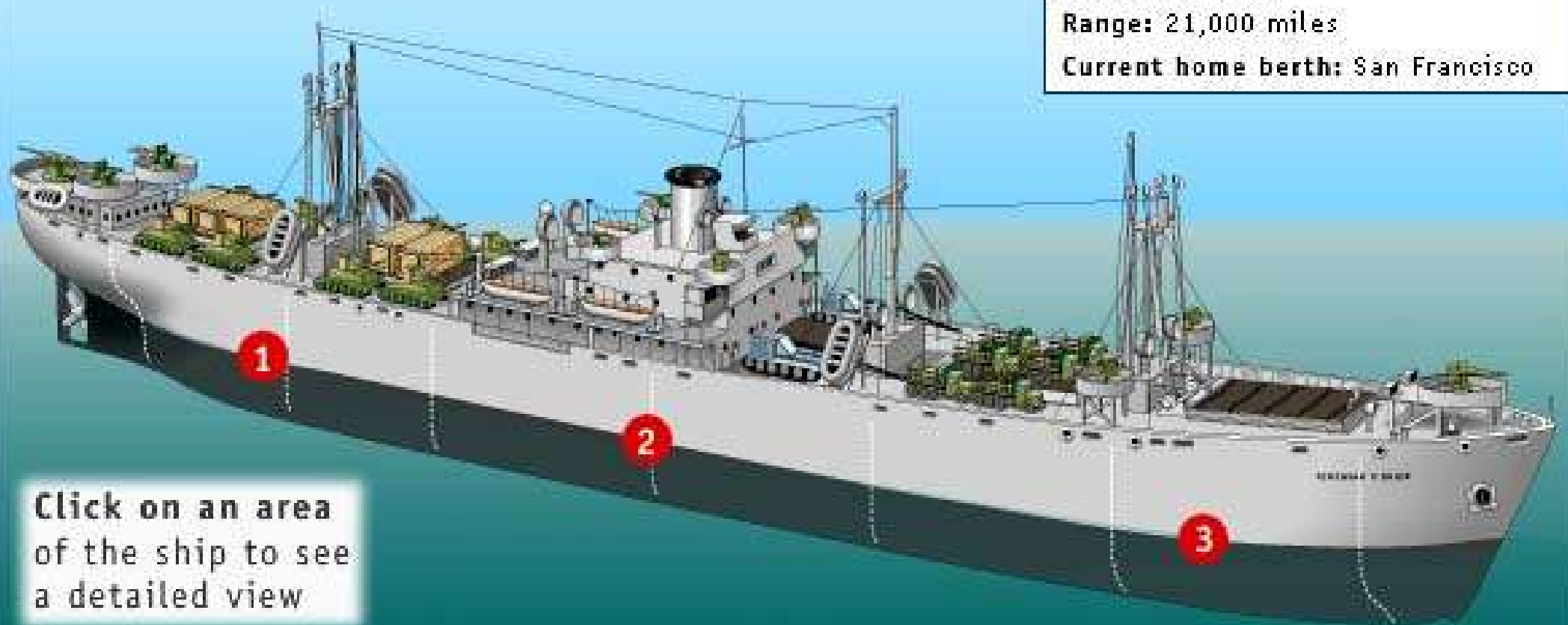
Cargo capacity: 9,146 tons

Power: 2,950 horsepower

Speed: 11 knots

Range: 21,000 miles

Current home berth: San Francisco



Click on an area
of the ship to see
a detailed view

Navio Tanque T2 – EUA 1941



Couraçado Classe *Bismarck*



Bundesarchiv, Bild 193-04-4-19A
Foto: e.Ang. | 1940/1941

Tipos de Soldagem

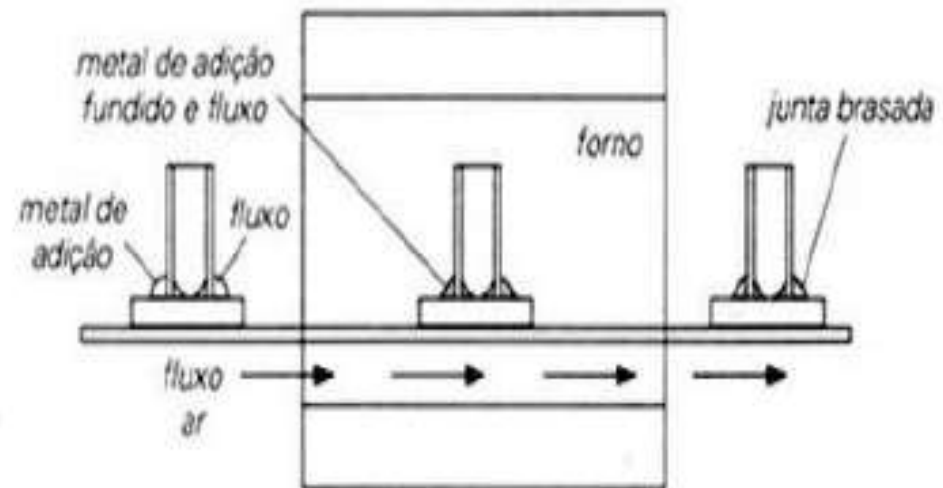
- Os processos de soldagem podem ser classificados em três tipos, os quais são:
- **Fusão do Material de Enchimento:**
- neste processo, o material de enchimento apresenta um ponto de fusão inferior ao metal base, e este é posicionado entre as peças a serem unidas. A junta é aquecida, havendo a fusão do material de enchimento, que por capilaridade escoava entre as peças a serem unidas.

- Uma vez cessada a fonte de calor, há a solidificação do material de enchimento, havendo a união entre as peças.

Exemplo: brazagem (brazing) e solda fraca (soldering)

O material de enchimento é usualmente uma liga a base de estanho ou prata.

- A brasagem (brazing ou solda forte) é um processo de soldagem no qual o metal de adição apresenta temperatura de fusão acima de 450°C, mas inferior à temperatura de fusão do metal de base.



- A solda fraca (soldering) é um processo de soldagem no qual o metal de adição apresenta temperatura de abaixo de 450°C , mas inferior à temperatura de fusão do metal de base.



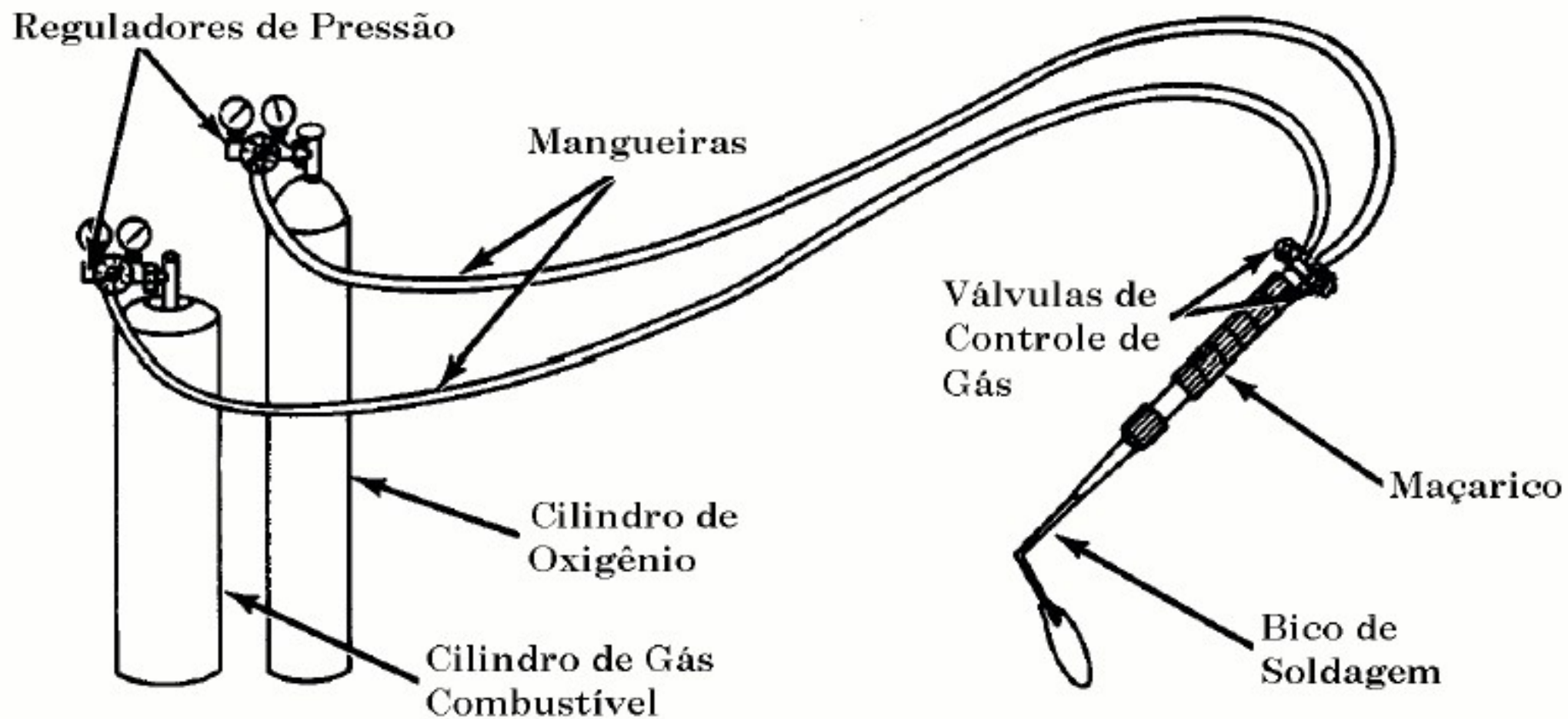
Download from
Download.com

Download from
Download.com

- **Fusão do Material Base e do Material de Enchimento:**
- nestes processos de soldagem ocorre a fusão do material de enchimento e do material das peças que compõem a união, denominado de material base.

Com a utilização de uma fonte de calor, funde-se o material de enchimento e o material base, formando uma poça de material liquefeito. Cessando a fonte de calor há a solidificação deste material, havendo a formação de uma peça contínua, ou seja, há uma completa união entre as partes que compõem a junção. Dentre estes processos podem ser citados:

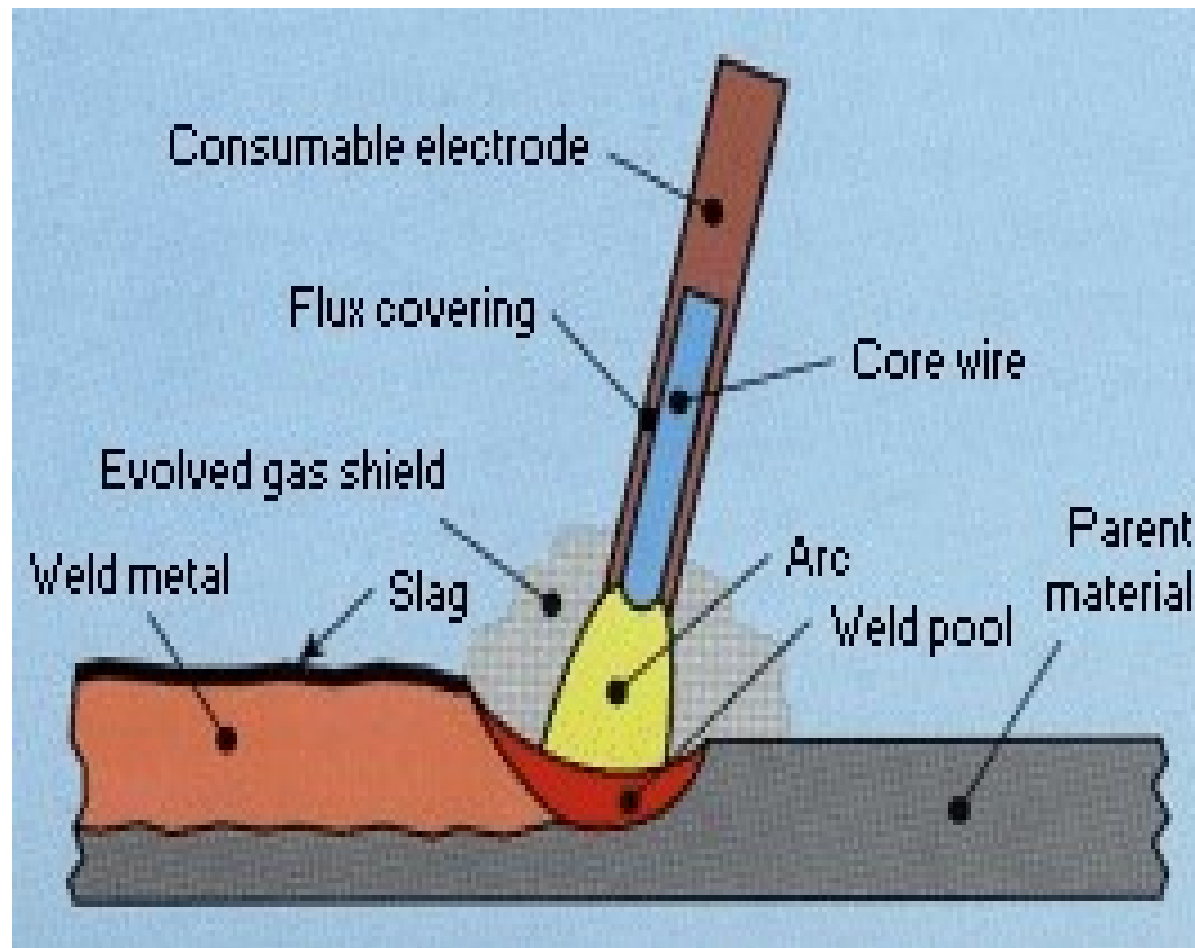
- *soldagem a gás (oxi-acetileno)*: utiliza o calor gerado por uma chama como fonte de calor para fusão dos materiais



Cf. UFMG



- *soldagem a arco-elétrico*: utiliza o calor gerado por uma arco elétrico, formado entre um eletrodo e as peças a serem unidas, para fusão dos materiais.



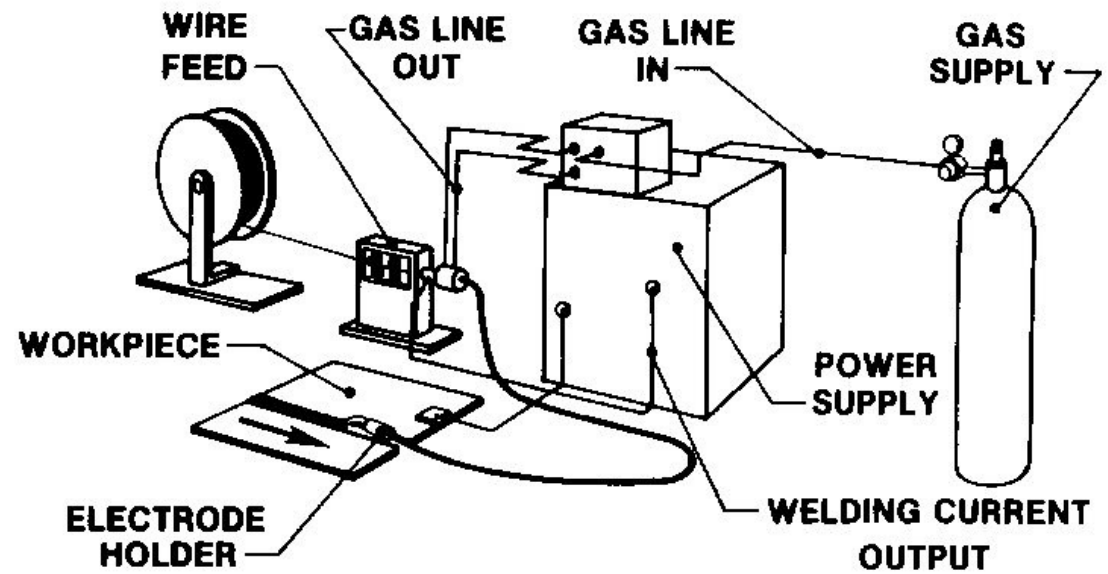
Soldagem por Eletrodo Revestido

Eletrodos Revestidos

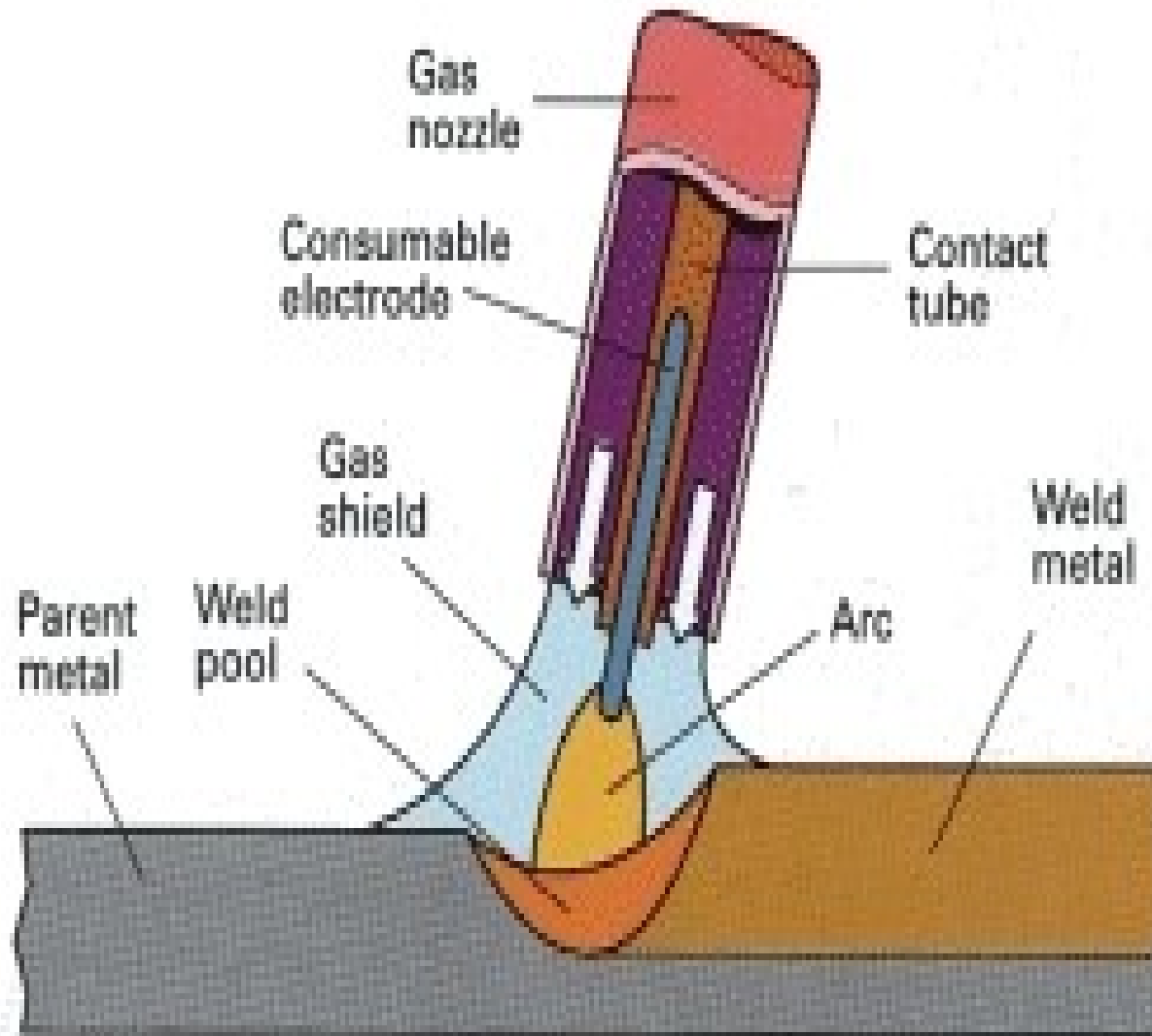


Bitolas (mm)	Tipos de Eletrodos		
	Amperagem		
	6010	6013	7018
2,5	60-80	60-100	65-105
3,25	80-140	80-140	110-150
4,0	110-180	120-205	140-195

Equipamento

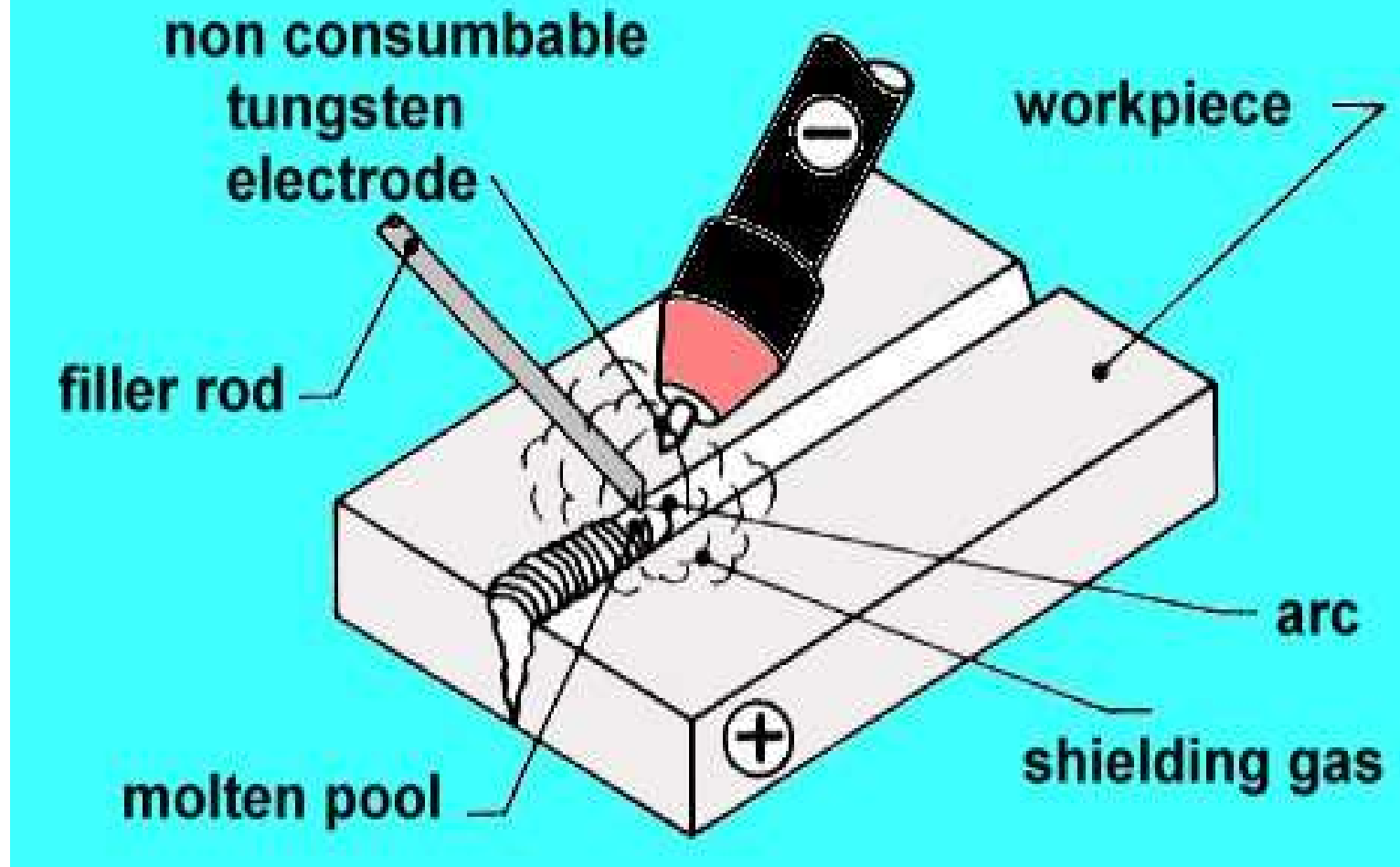


MIG WELDING EQUIPMENT



Soldagem MIG – “Metal Inert Gás”

TIG Welding



Soldagem TIG – “Tungsten Inert Gas”



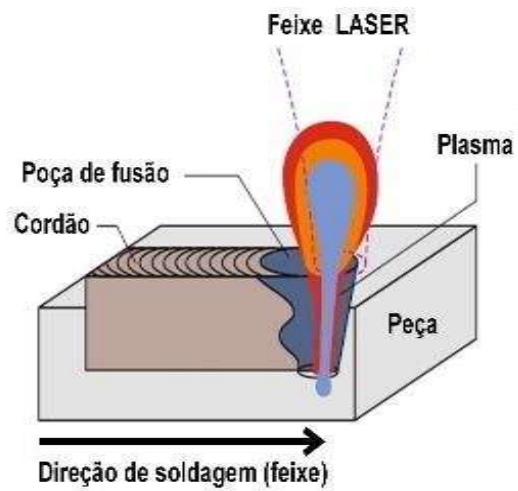
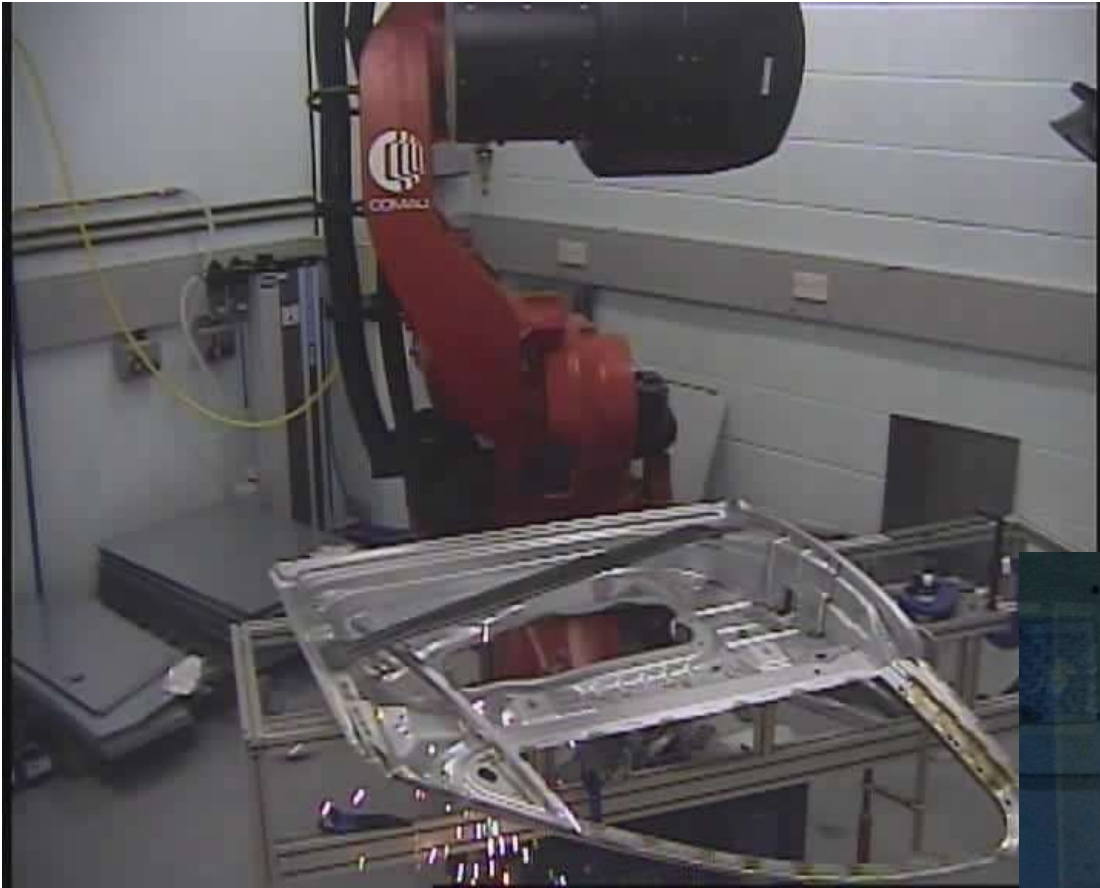
Soldagem Automatizada com Robô



- **Fusão do Material Base:**

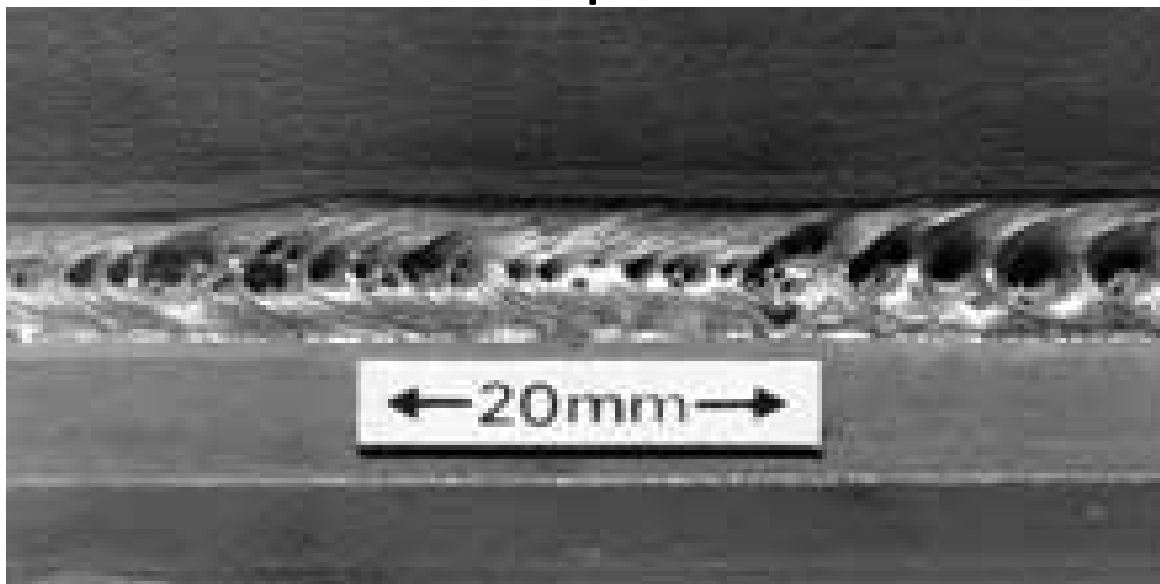
- neste processo de soldagem não emprega-se um material de enchimento, sendo que apenas o material que compõe as partes a serem unidas forma a junta soldada.
- Como fonte de calor emprega-se uma fonte de energia concentrada, como feixe de elétrons ou raio laser, que causa a fusão do material das partes a serem unidas, formando uma poça de material liquefeito. Cessando a fonte de energia, há a solidificação do material liquefeito, gerando a união entre as peças.

Solda a Laser



Exemplos de “Cordões” de Solda

- Problemas:
- Trincas
- Cavidades - Poros
- Impurezas
- Fusão Incompleta



RUIM

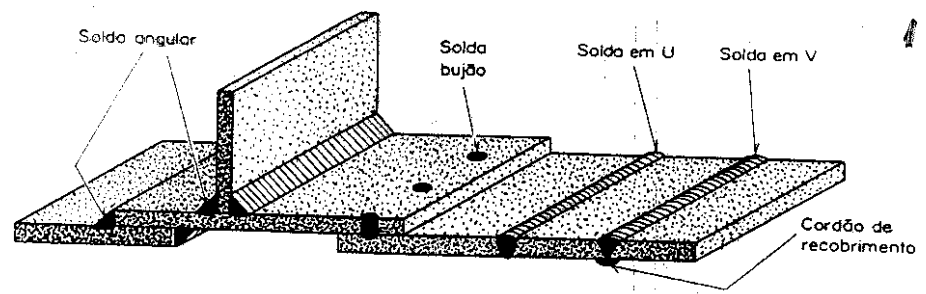


BOM

Representação da Soldagem em Desenho Técnico

65

15

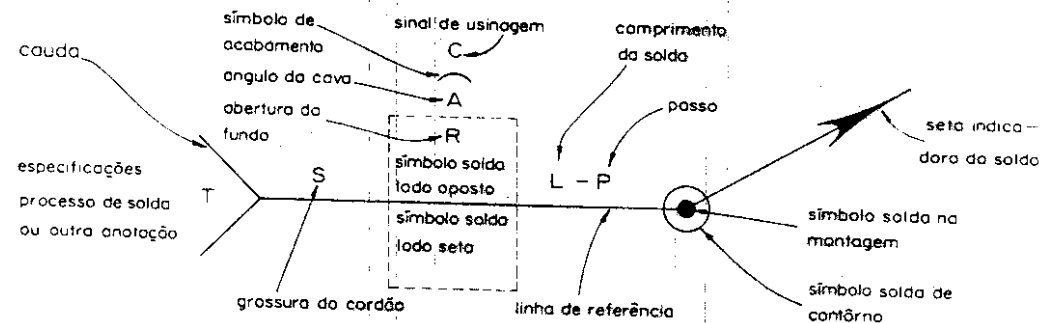


INDICAÇÃO E SÍMBOLOS

TIPOS DE SOLDA							
Recortes de chapas					bujão e ranhura	Cordões	
reto	V	bisel	U	J		recobrimento	filête ou angular
	∇	∇	∪	∩	∩	—	∇

Acabamento do cordão		Solda em todo o contorno	Solda de campo ou de montagem
raso	convexo		
—	⌒	○	●

Soldar varando a junta	Revestimento ou enchimento



66

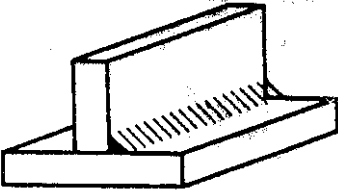
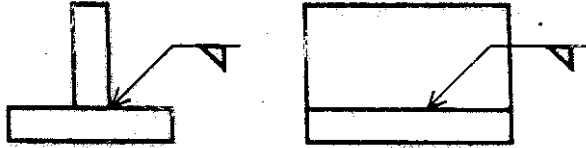
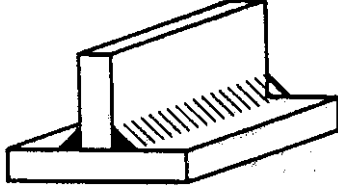

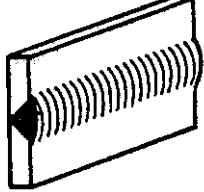

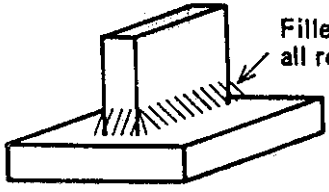
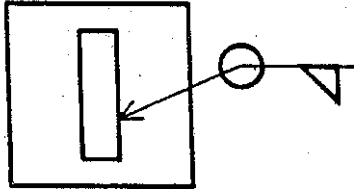
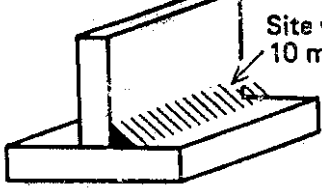
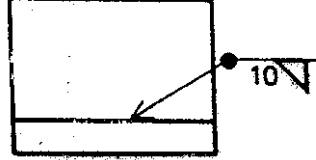
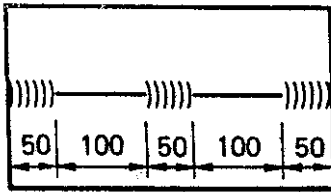
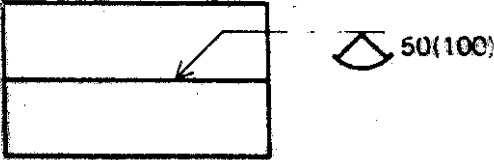
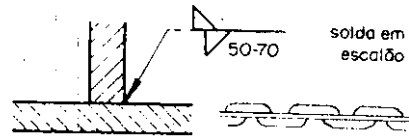
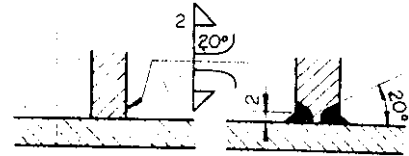
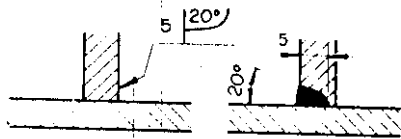
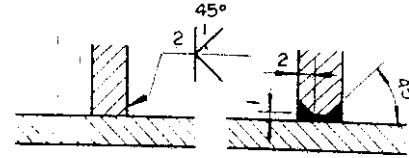
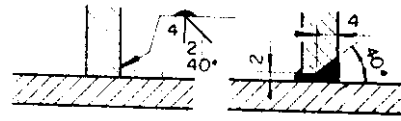
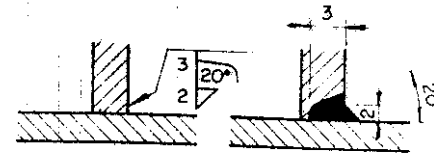
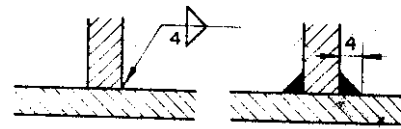
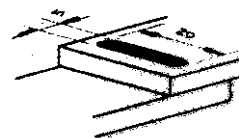
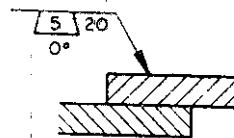
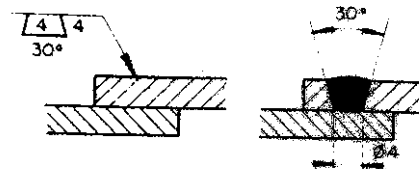
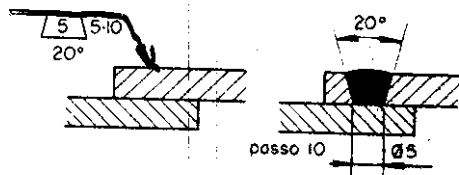
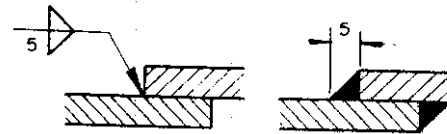
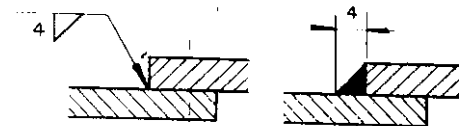
SKETCH OF WELD	SYMBOLIC REPRESENTATION ON DRAWING
	
	
	
 <p>Fillet weld all round</p>	
 <p>Site weld 10 mm fillet</p>	
 <p>50 100 50 100 50</p>	

Fig. A7.2. Examples of the use of welding symbols.

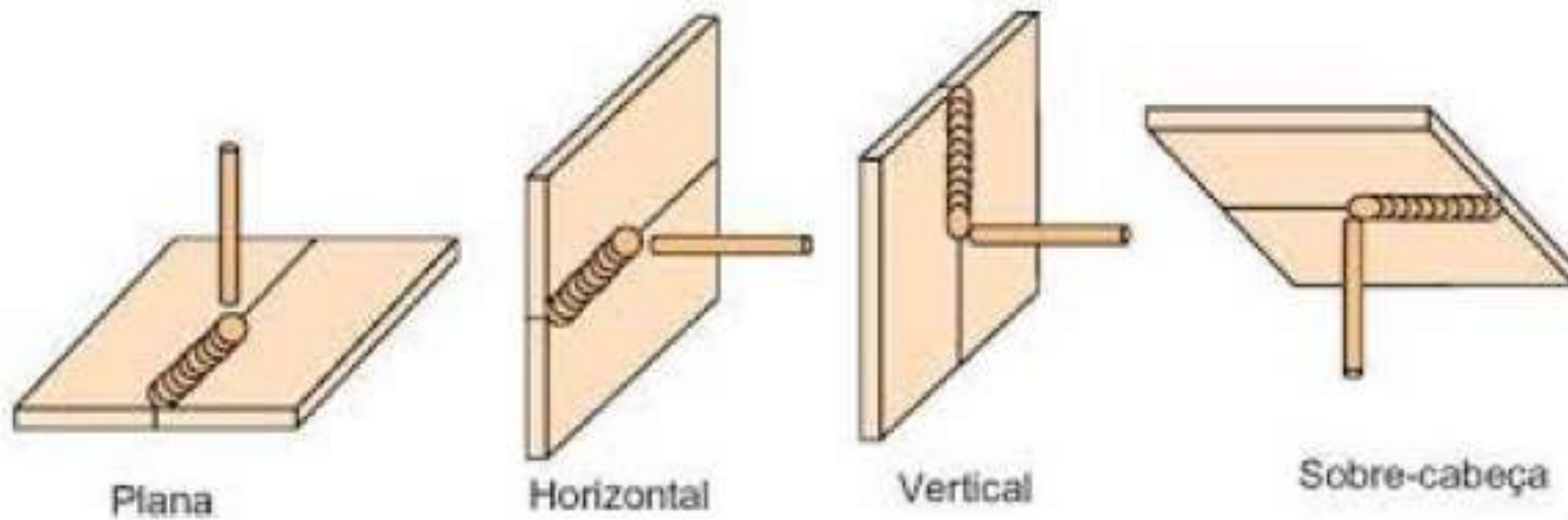
JUNTA EM T



JUNTA SUPERPOSTA



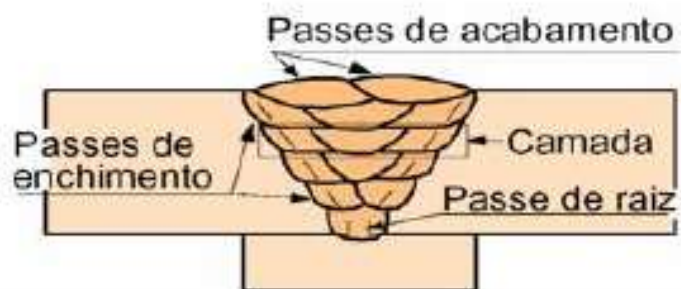
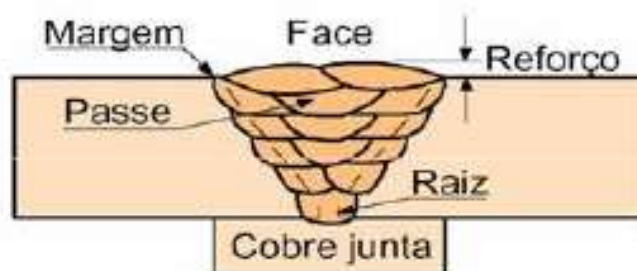
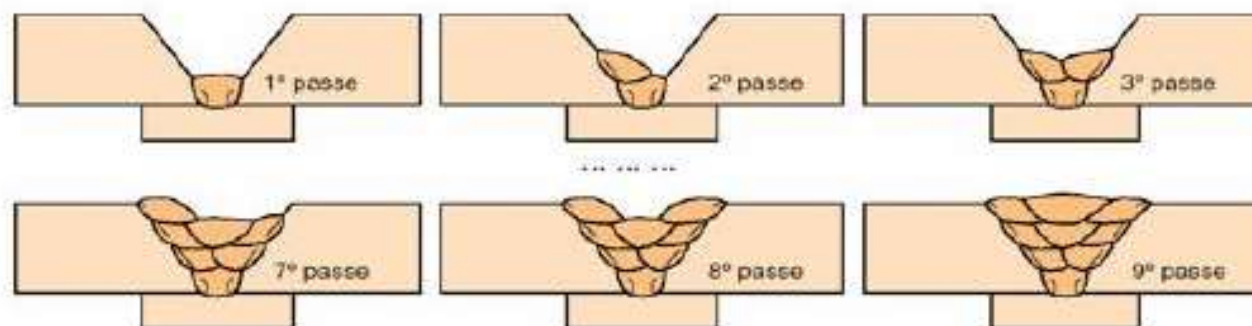
Posições de Execução de Soldagem



Vantagens e Desvantagens do Processo de Soldagem

- **Vantagens:**

- Redução do peso da estrutura;
- redução do tempo dispendido na fabricação da estrutura;
- praticamente não há limitação da espessura das peças a serem unidas por soldagem;
- facilidade da obtenção da estanqueidade;
- eficiência mecânica da junta soldada é superior ao da união rebitada.

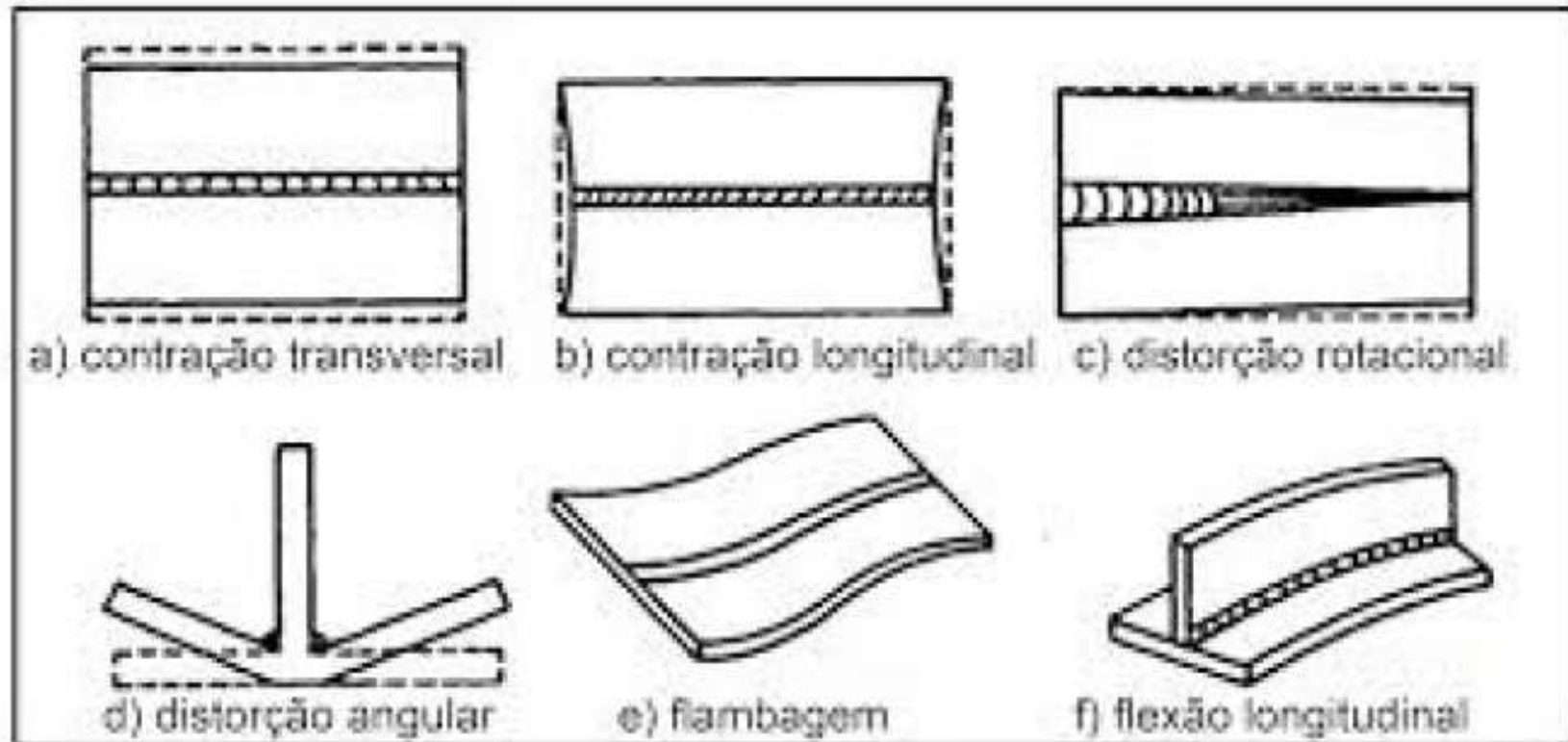


Fonte:
<http://aneste.org/2-definico-de-soldagem.html>

- **Desvantagens:**

- maior sensibilidade do processo com relação aos materiais empregados na união;
- necessita de controle de qualidade bastante rigoroso, envolvendo inspeções antes, durante e após o processo de soldagem, incluindo o uso de mão-de-obra especializada;
- devido ao aquecimento não uniforme ao longo do cordão de solda e das próprias peças a serem unidas, o processo de soldagem introduz tensões térmicas e distorções, as quais podem afetar o desempenho mecânico da união.

Deformações Residuais em Soldagem



7. REFERÊNCIAS

Niemann, G. **Elementos de Máquinas**, vol1, Edgard Blücher Ltda, 1971.

Manfé, G. et alii, “Desenho Técnico Mecânico”, Ed. Hemus, 3 vols, 1996.

Senai, “Telecurso 2000 – Mecânica, Ed. Globo, 2002.

<http://www.infosolda.com.br/index.htm>