


Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



PRO3610 – Métodos e Meio de Produção


Principais Processos para o Design de Produtos

Processos de Junção – Parte I


Prof. Fausto Mascia

Bibliografia: Ashby, M., Johnson, K. Materiais e Design. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011

1



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Processos de junção

Semi acabados, sub-sistemas, produto final
Montagem – etapa que agrega custos
Reduzir o número de componentes – facilita a montagem do conjunto



A seleção do processo de união/junção – critério mais adequado aos materiais, à geometria das peças, ao desempenho exigido da união escolhida.

Adesivos, uniões mecânicas e soldagem.

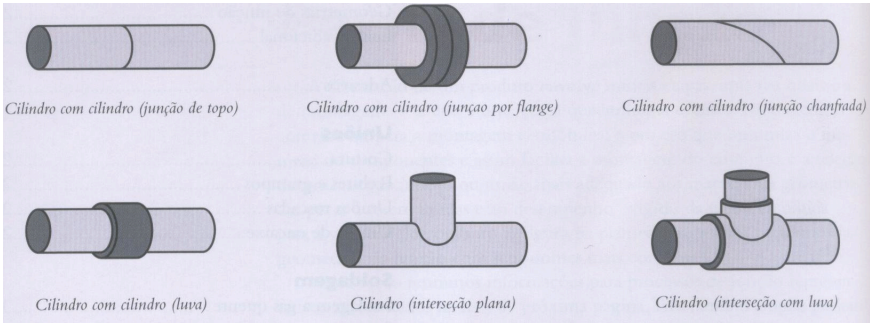
A escolha do processo depende dos materiais que serão unidos.

2

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

Geometria de junção – Cilindros/tubos



Cilindro com cilindro (junção de topo)

Cilindro com cilindro (junção por flange)

Cilindro com cilindro (junção chanfrada)



Cilindro com cilindro (luva)

Cilindro (interseção plana)

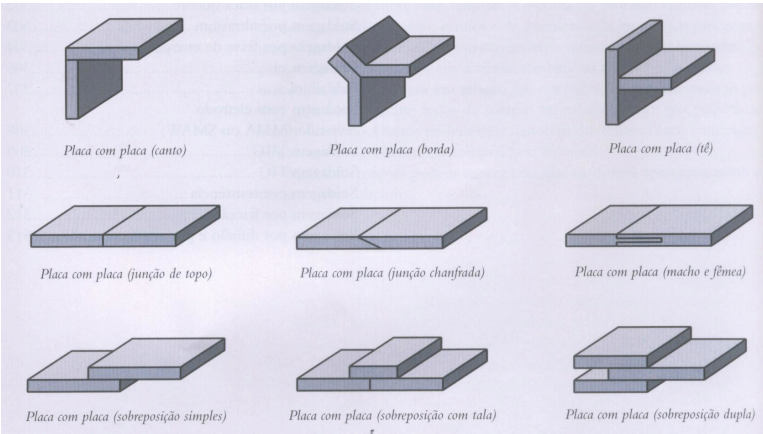
Cilindro (interseção com luva)

3

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

Geometria de junção – Planos



Placa com placa (canto)

Placa com placa (borda)

Placa com placa (tê)

Placa com placa (junção de topo)

Placa com placa (junção chanfrada)

Placa com placa (macho e fêmea)

Placa com placa (sobreposição simples)

Placa com placa (sobreposição com tala)

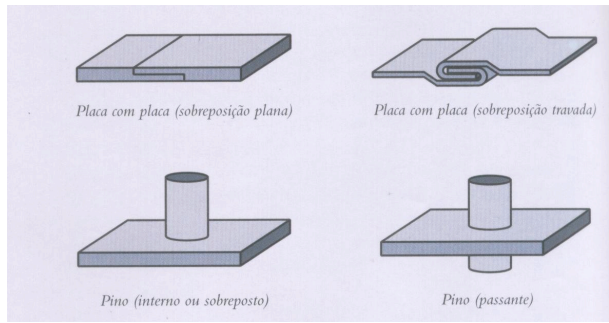
Placa com placa (sobreposição dupla)

4

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO

Geometria de junção



Placa com placa (sobreposição plana)

Placa com placa (sobreposição travada)

Pino (interno ou sobreposto)

Pino (passante)

5

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO

Junção – União mecânica

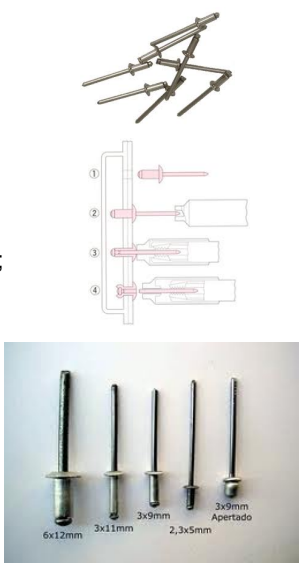
Rebites e grampos

- Não necessitam calor;
- Podem unir materiais diferentes;
- Materiais e espessuras diferentes.

Aplicadores – dispositivos elétricos e pneumáticos;



Tipo – junção

Em geral baratos, mesmo para lotes pequenos



6x12mm 3x11mm 3x9mm 2,3x5mm 3x9mm Apertado

6

 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção 

Junção – União mecânica

Rebites e Grampos

Aplicações: ampla gama de possibilidades



Cuidados com os pontos de tensão no local em que o elemento de fixação penetra no material.

Grampos: indicados para materiais finos.

Condições de trabalho para aplicação: merece atenção

Processos alternativos: adesivos, costura; uniões com rosca.

7

 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção 

Junção - Rebites



8

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Junção - Rebites



9

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção





Junção - Rebites



10


Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

Junção

União mecânica

Grampos





União de papel, papelão, couro, tecido (indústria moveleira)

Rapidez e baixo custo

Aplicação – aparelho manual, elétrico ou pneumático; o grampo atravessa os materiais e bate em um ranhura, curva as pernas do grampo para dentro finalizando a fixação.

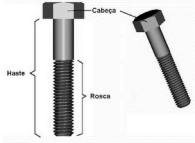
11

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

Junção - União mecânica – Uniões com rosca

Não envolvem calor;
União de materiais diversos e espessuras diferentes,
Podem ser desmontados.



Parafusos exigem um orifício pré-roscado ou uma porca.
Parafusos autoatarraxáveis – produzem a rosca no alojamento.



Em geral em aço carbono ou aço inoxidável.
Arruelas de aperto são utilizados para evitar afrouxamento

Entregadas em junções que necessitam desmontagem.

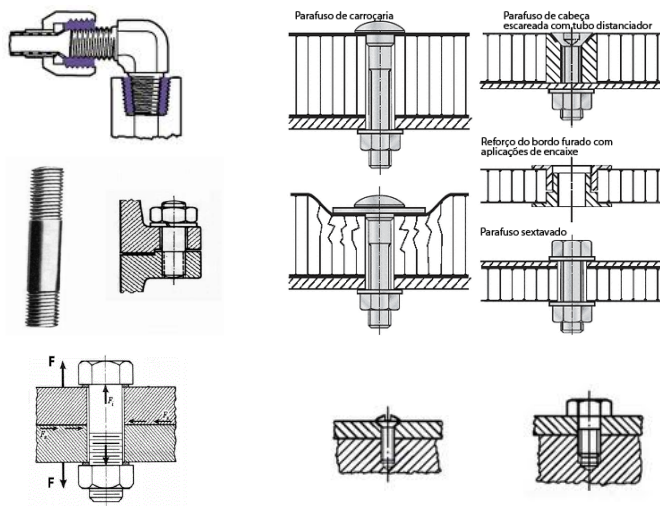
Processos alternativos – junção de encaixe; rebites e grampos.

12

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção





Junção - União mecânica – Uniões roscadas



13

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção






Junção - União mecânica – Uniões roscadas




14

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção





Junção - União mecânica – Uniões roscadas

Parafusos





Parafuso de cabeça tronco-cônica (escareada):
Empregado em montagens que não sofrem grandes esforços e onde a cabeça do parafuso não pode exceder a superfície da peça. São fabricados em aço, aço inoxidável, cobre, latão, etc.



Parafuso de cabeça redonda:
Empregado em montagens que não sofrem grandes esforços. Possibilita melhor acabamento na superfície. São fabricados em aço, cobre e ligas como latão.


15

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção





Junção - União mecânica – Uniões roscadas

Parafusos




Parafuso de cabeça escareada abaulada:
São utilizadas na união de elementos cujas espessuras sejam finas e quando é necessário que a cabeça do parafuso fique embutida no elemento. Permitem um bom acabamento na superfície. São fabricados em aço, cobre e ligas como latão.




Parafuso prisioneiro:
São parafusos roscados, em ambas as extremidades, utilizados quando necessita-se montar e desmontar frequentemente. Em tais situações, o uso de outros tipos de parafusos acaba danificando a rosca dos furos.

16




Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Junção - União mecânica – Uniões roscadas

Parafusos




Cabeça cilíndrica com sextavado interno (Allen):


Utilizado em uniões que exigem bom aperto, em locais onde o manuseio de ferramentas é difícil devido a falta de espaço.

São normalmente fabricados em aço e tratados termicamente para aumentar sua resistência torção.

17

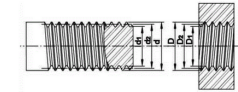
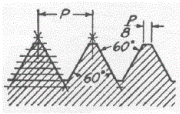


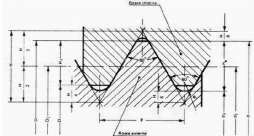
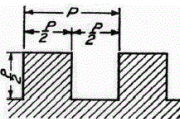
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

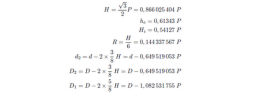
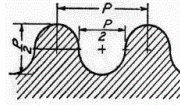


Junção - União mecânica – Uniões roscadas

Roscas






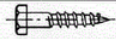
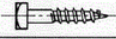

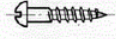



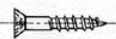
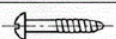

Métrica

18

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção






Junção - União mecânica – Uniões roscadas

	parafuso para madeira, de cabeça sextavada
	parafuso para madeira, de cabeça quadrada
	parafuso para madeira, de cabeça escareado-abeulada com fenda
	parafuso para madeira, de cabeça redonda com fenda
	parafuso para madeira, de cabeça escareada com fenda
	parafuso para madeira, de cabeça escareado-abeulada com fenda cruzada
	parafuso para madeira, de cabeça redonda com fenda cruzada
	parafuso para madeira, de cabeça escareada com fenda cruzada
	parafuso tipo prego, de cabeça redonda
	parafuso tipo prego, de cabeça escareada

19

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

Junção

União de encaixe

Permitem a junção ou travamento de componentes de todas as formas, materiais e texturas.

Baixo custo; menor tempo para montagem; não necessita ferramentas especiais;

Exigência: o material deve tolerar os esforços e a deflexão elástica exigida para montagem e desmontagem.

Material utilizado: polímeros e metais.

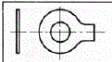
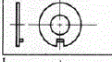


20

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



PRO


Junção União de encaixe

Arruelas de travamento

	arruela de travamento com orelha
	arruela de travamento com unha externa
	arruela de travamento com unha interna
	arruela de travamento com duas orelhas

Contrapinos

	contrapino
	contrapino com ressalto



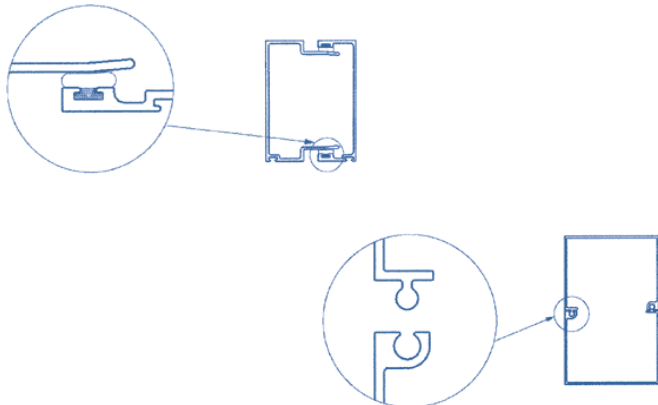
Contrapino - cavilha metálica que se atravessa perpendicularmente à extremidade de um parafuso, eixo, chaveta etc., para evitar que essas peças saiam do lugar.

21

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO

Junção União de encaixe – combinação de perfis



22

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Junção - União de encaixe









23

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

Junção

Adesivos

Adesivos naturais

Civilizações antigas – pasta de amido; colas de gelatinas animais; união de materiais com betume (alcatrão, xisto) e goma arábica.

Adesivos sintéticos

Início do século XX – desenvolvimento da química de polímeros



Adesivos estruturais sintéticos – muito utilizados na atualidade – executar alguma função mecânica

Função secundária – vedação

Adesivos rígidos resultam em adesões rígidas
Adesivos flexíveis

24

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

Junção

Adesivos

Classificação baseada na química

Aplicações para o design

- Praticamente todos os materiais podem ser ligados por adesivo;
- Espessuras de materiais muito diferentes
- Alguns toleram dilatação térmica
- Leveza
- Impermeabilidade à água
- Restrições às junções de topo
- Requer equipamentos especiais (pistolas, sprays, pincéis) – possibilidade de automação
- Requer ventilação no local de aplicação
- Processos concorrentes – uniões mecânicas

25

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Adesivos – aplicações – construção civil

Madeiras
Instalações de pisos




26

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção






Adesivos – aplicações industriais




27

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

Junção - Adesivos


Adesivos acrílicos

Sistemas de duas partes; quando misturadas ou ativadas por radiação UV, são curadas e formam uma camada de ligação resistente a impacto.

Uso – ligações madeira-metal


Algumas características:

- Duráveis;
- Resistentes à água,
- Capazes de unir ampla faixa de materiais.




Aplicações: componentes aeroespaciais; automotivos; computadores

28



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Junção - Adesivos

Adesivos de cianoacrilato


Cura quase instantânea quando confinados entre duas superfícies.

Ligação resistente – porém frágil


Possuem níveis variáveis de velocidade, cura, viscosidade, preenchimento de folgas e compatibilidade entre diferentes substratos. fórmulas especiais com baixo odor e resistência a altas temperaturas.

Não precisam de calor ou aperto para a ligação

29



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Junção - Adesivos

Epóxis e fenólicos de epóxis

Alta resistência à tração

Resistentes à solventes, ácidos, bases e sais

Epóxis de náilon – resistências mais elevadas (usados para unir alumínio, magnésio e aço).



Fenólicos de epóxi – usados para unir metais, vidro e resinas fenólicas

Ponto desfavorável: preço

Uso: indústria aeroespacial, automotiva e náutica.

30

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção


Junção - Adesivos

Adesivos fenólicos

Um dos primeiros adesivos sintéticos



Boa resistência à água;
Resistência ao calor – retardador de chamas

Uso: fabricação de compensado de madeira, agregado de madeira e estruturas de madeira laminada; esmeris e lonas de freio; peças fundidas em areia.



31

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção


Junção - Adesivos

Poliuretanos

Base de poliuretano

Resistência e flexibilidade;
Boa resistência a água e solventes;
Boa faixa de temperatura (até 80°C).

Indústria automotiva; construção; moveis; calçados



32

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção






Junção - Adesivos

Poliuretanos




33

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção


Junção - Adesivos

Silicones

O silício substitui o carbono como principal elemento da cadeia

Propriedades principais: flexibilidade e estabilidade química.

Aplicações: vedações na indústria automotiva, construção e náutica.



34

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção





Junção - Adesivos



35

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção





Junção – Adesivos anaeróbicos

Curados à temperatura ambiente quando na ausência de oxigênio.

Ligação forte com baixo encolhimento.

Aplicações: travas roscadas em uniões mecânicas; fixação de engrenagens e mancais.



36



Bibliografia indicada para a parte de processos

Ashby, M. E. (2011). **Materiais e design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. Rio de Janeiro: Elsevier.

Kiminami, C. S. (2018). **Introdução aos processos de fabricação de produtos metálicos**. São Paulo, Editora Blucher.

Lefteri, C. (2009). **Como se faz: 82 técnicas de fabricação para design de produtos**. São Paulo: Editora Blucher.

Lefteri, C. (2017). **Materiais em design**. São Paulo: Editora Blucher.

Lima, M. A. M. (2006) **Introdução aos materiais e processos para designers**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna.

Michaeli, W. et all. (1995). **Tecnologia dos plásticos**. São Paulo: Editora Blucher.