

SISTEMA DE ALINHAMENTO

- Fundamentos de Projeto de Ferramentas
- Prof. Mauro César Rabuski Garcia

Função da centragem

- É fundamental promover uma perfeita centragem do molde, para garantir alta confiabilidade de funcionamento do mesmo quando montado na máquina

Função da centragem

- O acoplamento das metades do molde na unidade de fechamento da máquina de injeção, constituída pela placa fixa, placa móvel, colunas da máquina e os respectivos sistemas de acionamento e fechamento da placa móvel, é efetuada com sistemas de fixação tais como grampos, garras hidráulicas, etc.

Função da centragem

- Os acoplamentos não garantem, por si só, que o molde esteja alinhado com a unidade de plastificação da máquina
- Existe também a necessidade de promover um guiamento entre as duas metades do molde, já que há movimento de uma das partes

Função da centragem

- Um molde desalinhado provoca desvios no processo de injeção, entre ciclos sucessivos de moldagem
- Variações das espessuras das paredes de peças moldadas
- Não há precisão dimensional requerida para as peças plásticas
- Destruição de componentes internos do molde

Centragem do molde na máquina de injeção

- Deve-se buscar a forma mais correta para fixar e centrar com rapidez e precisão o molde as placas da máquina de injeção
- A precisão da centragem é fundamental, caso contrário, pode haver vazamento de material entre o bico da injetora e o canal de injeção

Acessórios para centragem

- Anel de centragem – componentes são disponibilizados por diferentes fabricantes de acessórios normalizados para moldes
- Dependendo do tipo de injetora existem diferentes tipos e dimensões

Colocação do anel de centragem

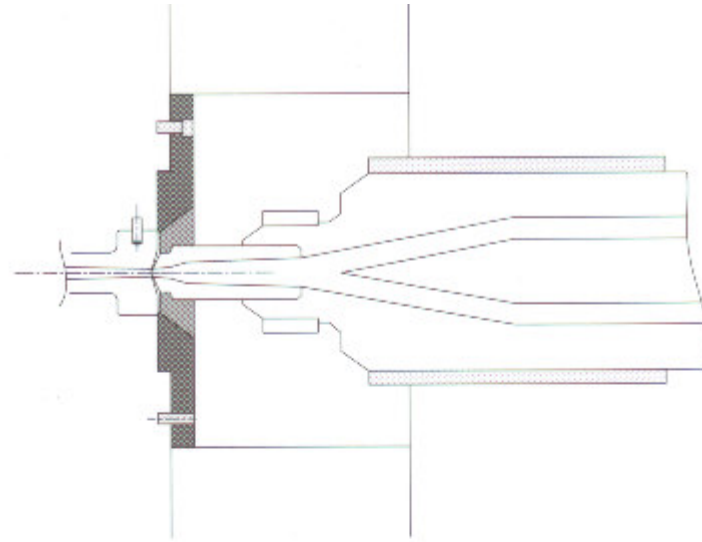


Fig. 5.14 – Colocação do anel de centragem em moldes que trabalham a frio

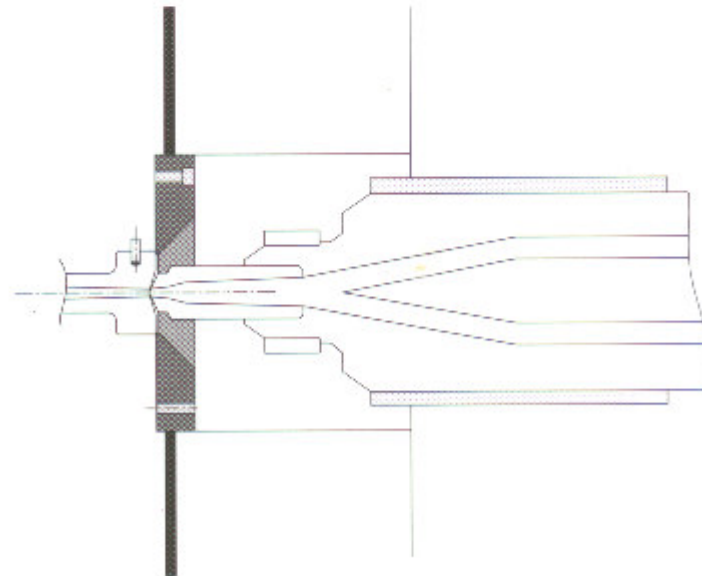


Fig. 5.15 – Colocação do anel de centragem em moldes que trabalham a quente

Anel de centragem

- Normalmente o anel de centragem encontra-se acoplado na placa base superior do molde, a centragem do molde, é promovida pelo ajustamento do mesmo no furo da placa fixa da injetora
- Recomenda-se colocar um anel de centragem também na placa de base inferior, pois caso o molde soltar-se ele não cairá

Anéis de centragem



a|



b|

Fig. 5.16 – Anéis de centragem
a| tipo A – dois corpos; b| tipo B – corpo simples

Anéis de centragem

- Moldes de maiores dimensões – anéis do tipo A (dois corpos), nesta situação o anel não sai fora já que está encaixado na placa e simultaneamente encostado a placa da injetora
- Possuem ajustamento de aperto na placa do molde e um ajustamento de deslize no furo da placa da injetora

Sistemas rápidos de aperto

- O sistema de centragem do molde à máquina, pode também ser feito por outros sistemas, chamados sistemas rápidos de aperto que incluem também centramento do molde

Sistema de aperto rápido do molde

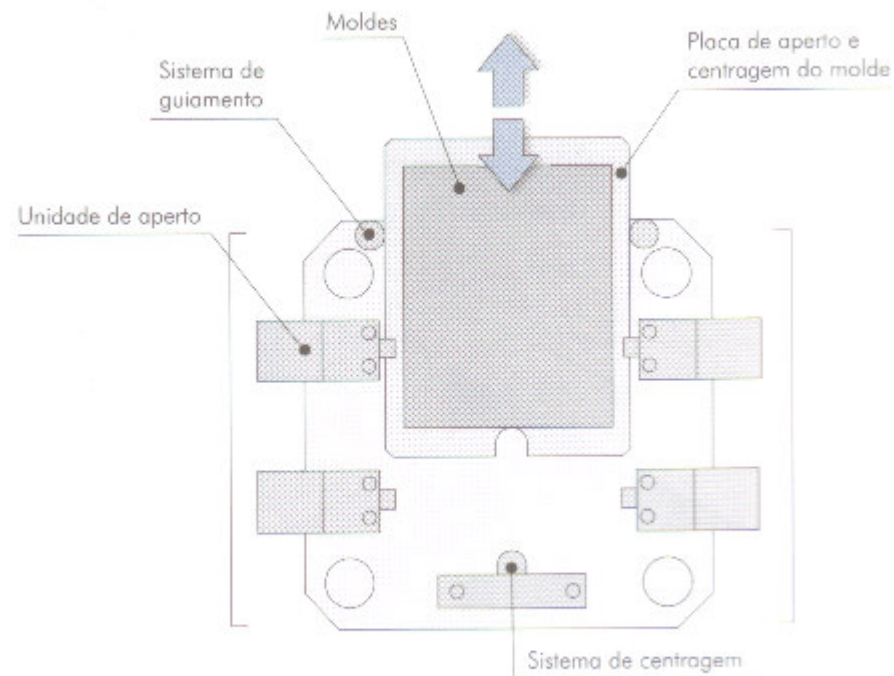


Fig. 5.18 – Sistema de aperto rápido do molde

Sistema de ligação à injetora

- A escolha dos sistemas de ligação, guiamento e centragem depende também do tipo de molde:
- Moldes residentes – são moldes que estão por longos períodos a trabalhar na injetora (mais de 6 meses) – não é necessário ser do tipo rápido
- Moldes que mudam de máquina ou saiam e entrem em produção muitas vezes (mudam toda a semana ou até todos os dias) – justifica-se ter um sistema rápido

Alinhamento e guiamento do molde

- Existem nesta situação dois casos distintos:
- Guiamento e alinhamento das duas metades do molde
- Alinhamento entre placas do molde

Função do guiamento

- Além do guiamento feito pelas colunas da injetora e por sua unidade de fechamento, há os sistemas de guiamento internos do molde, podendo ser divididos em dois grupos:
- Guiamento principal
- Guiamento da unidade de extração

Função do guiamento

- O guiamento promovido pelas colunas e sistema de fechamento da injetora não é suficiente para garantir a necessária precisão de trabalho de um molde
- O guiamento é fundamental para o funcionamento do molde, pois, cada vez que o molde abre, ele tem que regressar exatamente para a mesma posição em que se encontrava de modo a iniciar um novo ciclo de moldagem

Função do guiamento

- Regra geral: O guiamento de um molde é feito basicamente através de colunas e respectivas buchas
- As **colunas** e as **buchas** têm como única **função guiar o molde**

Tipos de guias

- Existem vários tipos de colunas, a sua função é guiar as duas metades do molde e as placas de extração
- Montagem das colunas – são montadas normalmente 4 colunas principais e as correspondentes buchas
- Para facilitar a montagem e garantir que o molde é sempre corretamente montado, uma das colunas é deslocada ou tem diâmetro diferente das restantes

Tipos de guias

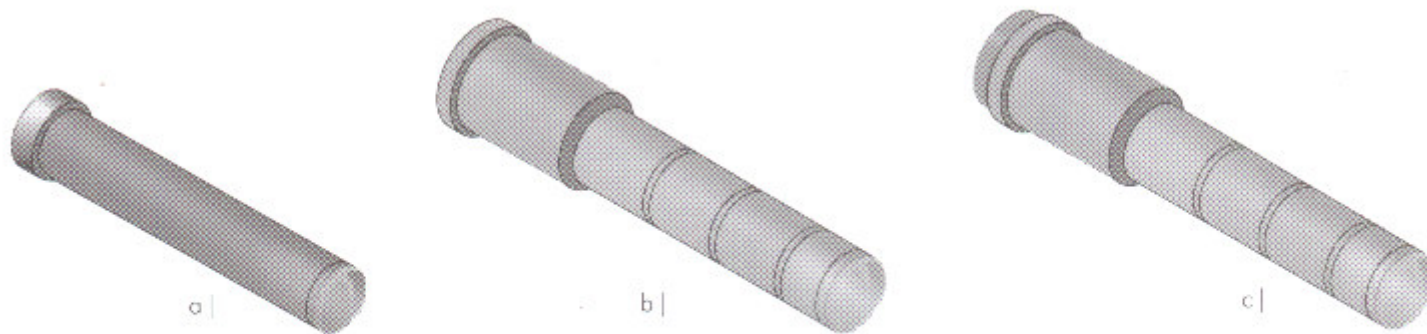


Fig. 5.19 – Diferentes tipos de guias
a| Guia; b| Guia de corpo respigado; c| Guia respigada com cabeça de centragem

Métodos para colocação de colunas deslocadas

- Deslocar o posicionamento do furo de uma coluna em relação às outras três
- Coluna com dimensão diferente das restantes (coluna deslocada tipo alemão)

Coluna deslocada em posição

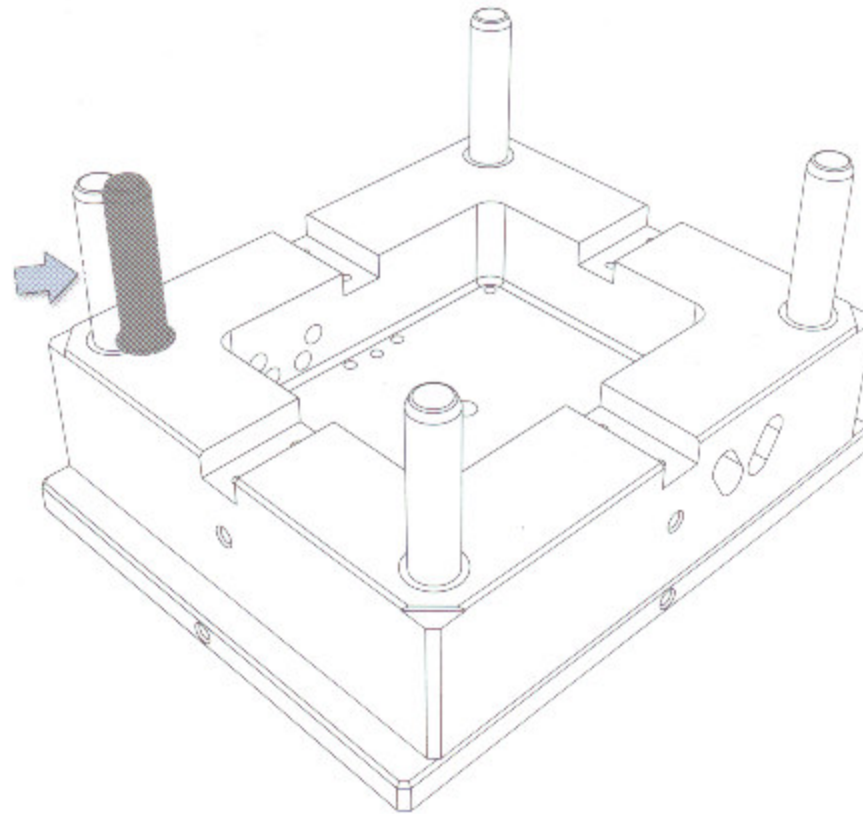


Fig. 5.20 – Guia deslocada em posição

Coluna deslocada (tipo alemão)

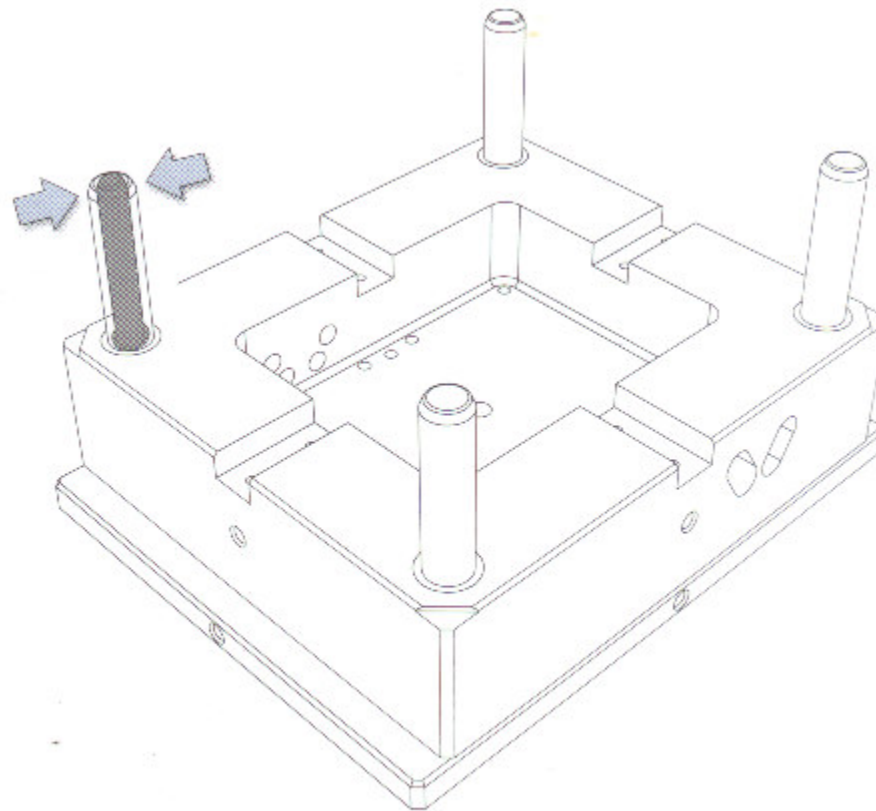


Fig. 5.21 - Guia deslocada (tipo alemão)

Colunas diagonalmente opostas

- Colocação de duas colunas diagonalmente opostas com comprimento maior que as restantes, permitindo assim um deslize mais fácil das metades, quando estas são montadas na injetora ou durante a montagem do molde

Coluna diagonalmente oposta

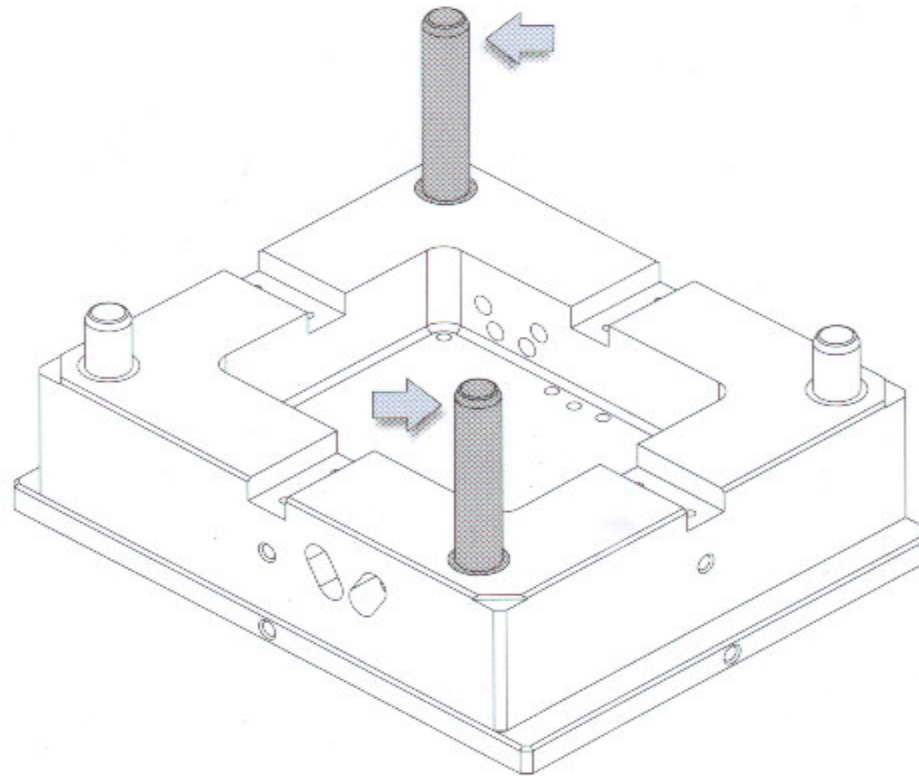


Fig. 5.22 - Guias diagonalmente opostas (diferentes em comprimento)

Colunas com cabeça de centragem e buchas

- Além do guiamento permitem o encavilhamento e alinhamento das placas de trás

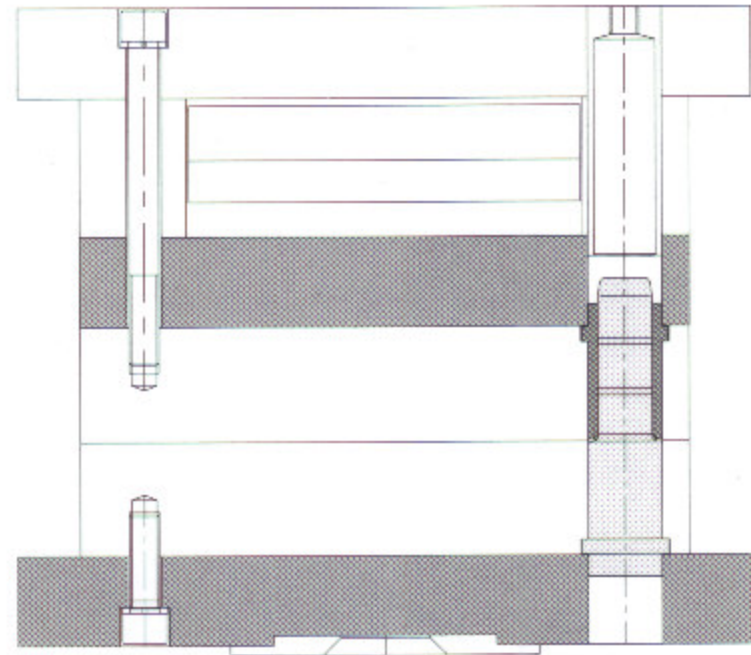


Fig. 5.23 – Encavilhamento de placas por guia respigada com cabeça de centragem

Colunas lisas e cavilhas

- O uso de colunas lisas e cavilhas para alinhamento/centramento das placas do molde, é cada vez mais evitado por ser um método pouco eficiente com custos acrescidos

Observações

- Para melhor aproveitamento de toda a área das placas, os furos das colunas devem ser colocados o mais próximo da extremidade, sem fragilizar estruturalmente as placas (seguir o exemplo das placas normalizadas, disponibilizada por diferentes fabricantes de acessórios para moldes)

Buchas

- Um alinhamento eficiente só é conseguido se as apertadas tolerâncias entre as colunas principais e os furos são mantidas constantes.
- Esta exigência leva à incorporação de acessórios designados por buchas que evitam o trabalho direto entre as guias e os furos das placas, situação que levaria ao desgaste da mesma.

Funções das buchas

- Contrapor o desgaste provocado pelas guias
- Garantir confiabilidade no alinhamento
- Acessórios de fácil substituição

Material das buchas

- São feitas do mesmo aço das colunas
- Dureza de 6062 HRc
- Existem diversos tamanhos e formas

Tipos de buchas

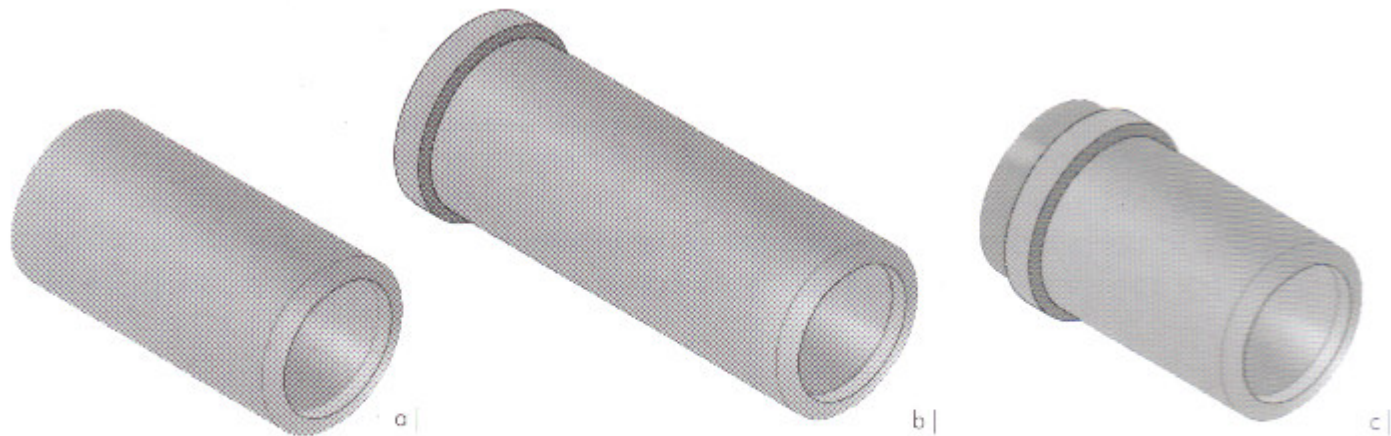


Fig. 5.25 – Diferentes tipos de casquilhos
a) casquilho; b) casquilho respigado; c) casquilho com cabeça de centragem

Lubrificação

- O desgaste pode ser reduzido com a lubrificação
- Pode-se usar colunas com rasgos de lubrificação ou buchas com rasgos de lubrificação
- Moldes pequenos, elementos móveis ou aplicações especiais – buchas com gaiolas de esferas (guias sem rasgo de lubrificação)
- Podem ser lisas, grafitadas ou com gaiola de esferas

Buchas especiais

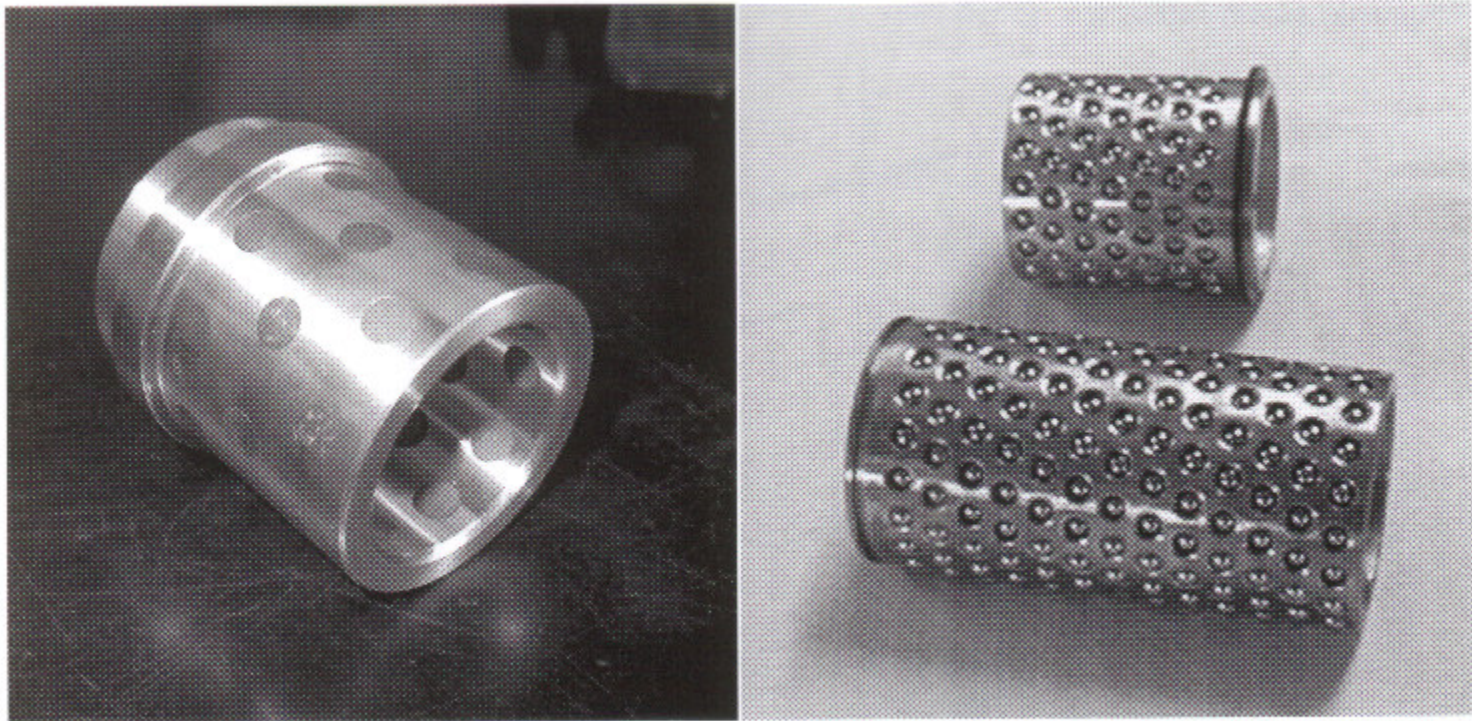


Fig. 5.26 – Casquilhos especiais.
a) autolubrificado (grafitado); b) gaiola de esferas

Buchas com gaiolas de esferas

- Recomendadas em situações em que há placas suspensas, ciclos muito rápidos de moldagem, necessidade de alta confiabilidade nos moldes, moldes em andares, moldes de três placas e em placas extratoras

Montagem de buchas

- A seleção do comprimento da bucha é importante, já que este poderá encavilhar mais que uma placa do molde.
- A bucha com cabeça de centragem, além de alinhar a placa do macho com a cavidade, encavilha e alinha a placa que se posiciona atrás desta
- A bucha de centragem é extremamente importante para alinhar e encavilhar as restantes placas do molde e é colocado atrás da bucha da coluna principal
- A furação de todas as placas com o mesmo diâmetro para encavilhamento, apresenta-se como uma solução mais eficiente (maior produtividade) e rápida, além dos erros no alinhamento serem reduzidos ao mínimo.

Encavilhamento das placas do molde

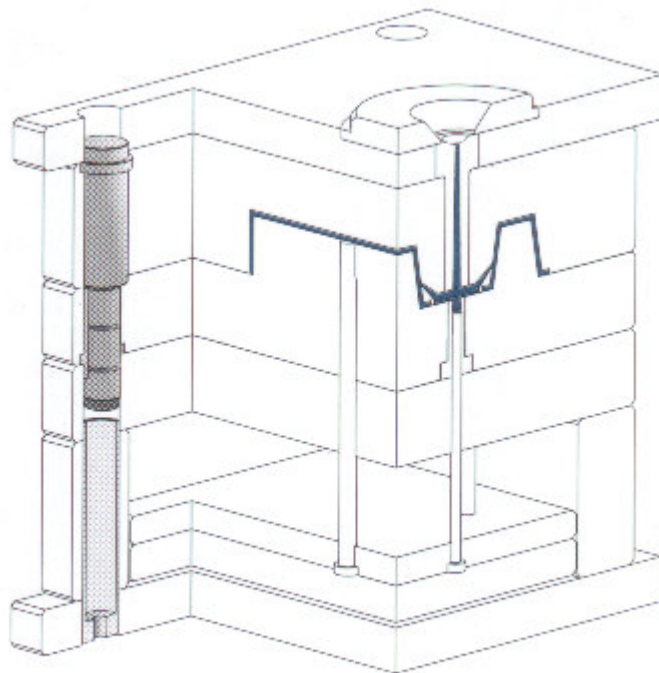


Fig. 5.28 – Encavilhamento das placas do molde

Guiamento principal

- O guiamento principal tem como função fundamental guiar as duas metades do molde
- As colunas estão salientes numa das metades do molde, quando o molde se encontra aberto, entrando na outra metade quando este se fecha
- As buchas garantem o ajustamento e alinhamento, de forma a conferir uma maior precisão de trabalho

Guiamento principal

- A situação mais comum é a utilização de colunas do lado da injeção e as buchas do lado da extração, embora possam surgir por vezes situações em que a montagem é feita ao contrário ou mesmo dos dois lados

Colunas do lado da injeção

- As peças são extraídas sem terem as colunas a impedir a sua saída
- Quando é necessário permite que um robô retire as peças

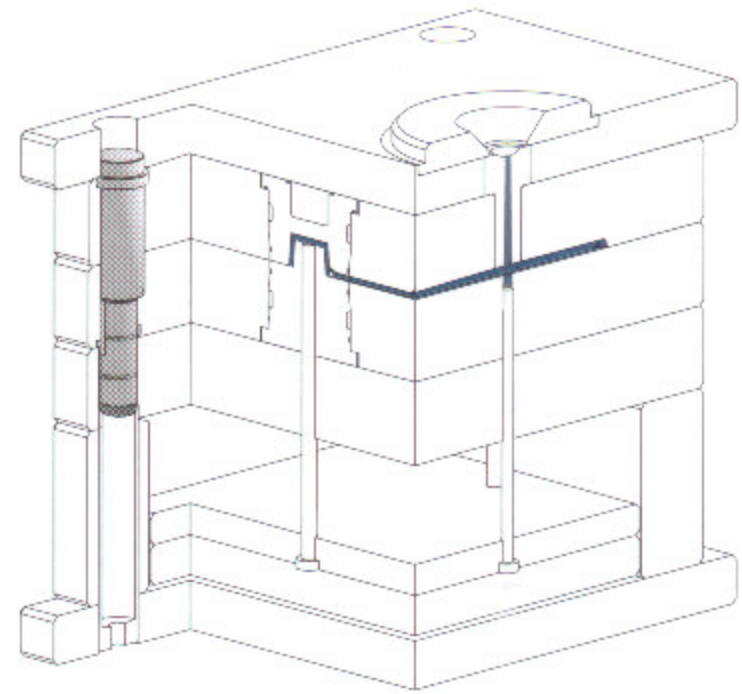


Fig. 5.29 – Guias colocadas do lado da injeção

Colunas do lado da extração

- Nos moldes com extração por placa (placa extratora)

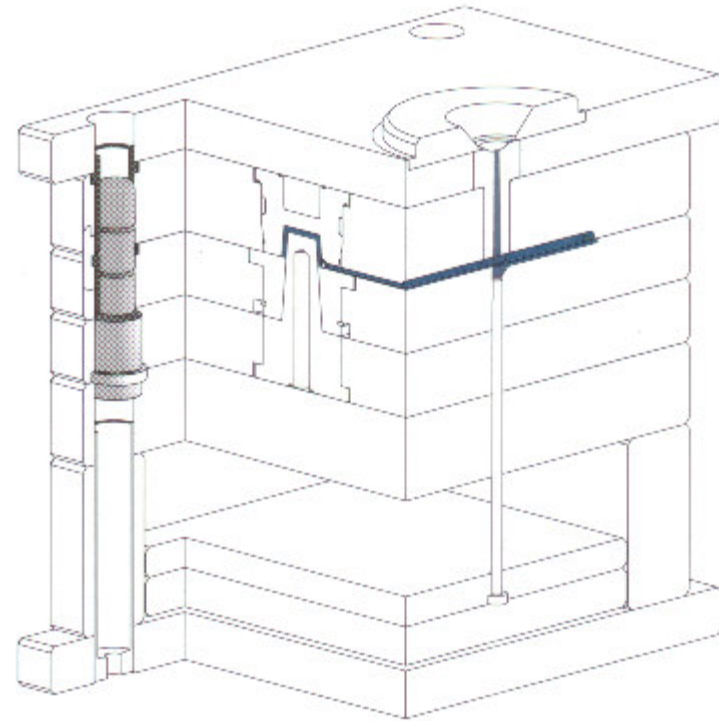


Fig. 5.30 - Guias colocadas do lado da extração

2 conjuntos de guiamento

- Moldes de 3 placas + extração por placa extratora ou moldes em andares
- Este guiamento poderá ser suficiente para moldes com zonas moldantes planas e relativamente baixas
- Em moldes com cavidades profundas e paredes acentuadamente verticais, o que corresponde a buchas altas, o guiamento através das colunas principais não é eficaz, podendo ocorrer o deslocamento da bucha

Molde com dois conjuntos de guiamento

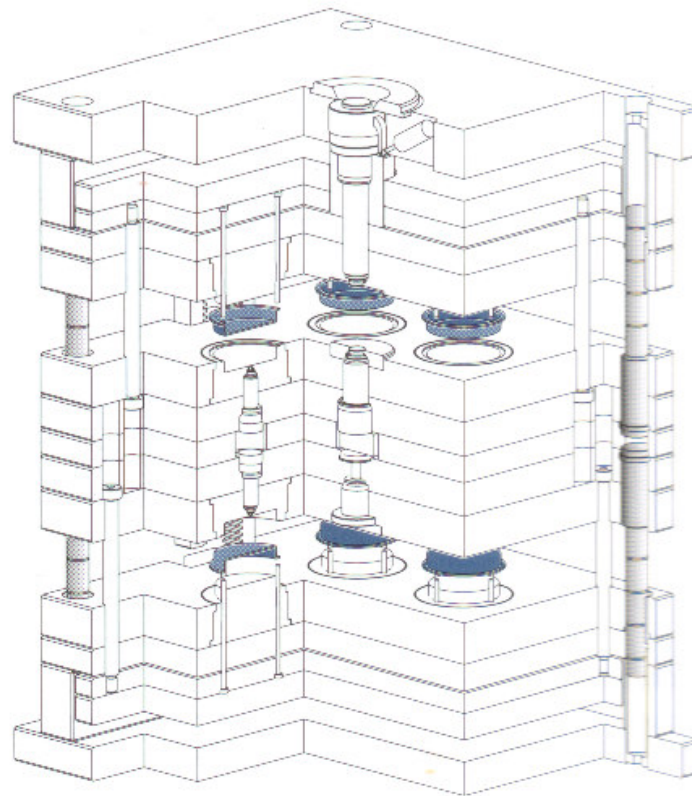


Fig. 5.31 – Molde com dois conjuntos de guiamento

Guiamento de placas de extração

- Deve-se cuidar o diâmetro das guias das placas extratoras, pois estão submetidas a carregamentos laterais, que em situações extremas poderão ultrapassar a flecha máxima admissível.
- Para o seu dimensionamento recorre-se às convencionais equações da resistência dos materiais

Montagem das guias e buchas nas placas de extração

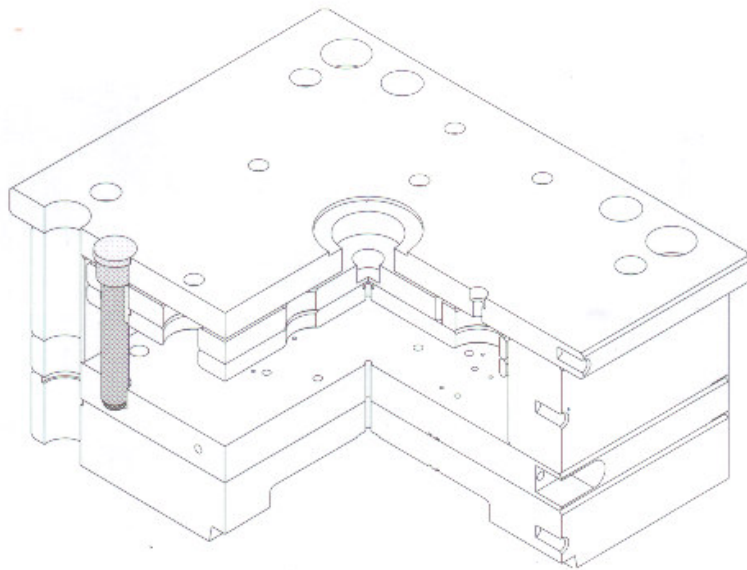


Fig. 5.32 – Montagem normal das guias das placas extractoras

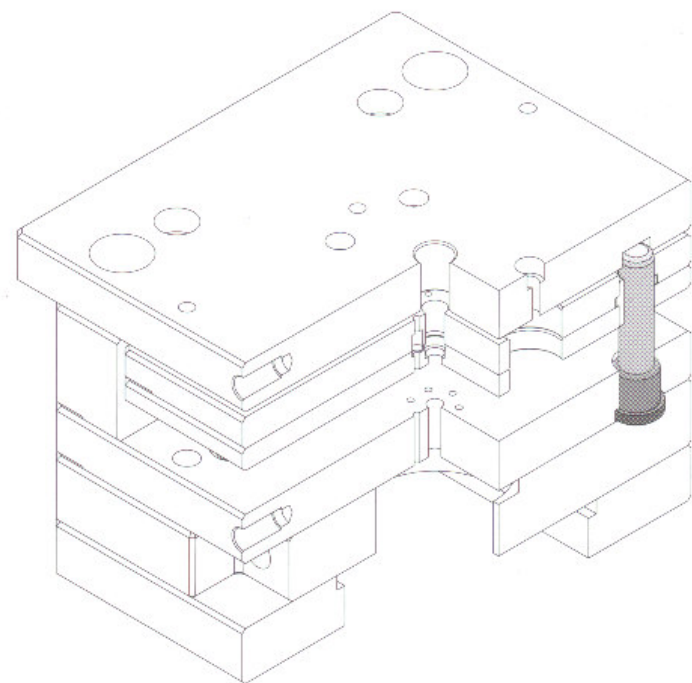


Fig. 5.33 – Montagem invertida das guias das placas extractoras

Guiamento de moldes mais pesados

- Moldes grandes e pesados não se deve utilizar no guiamento principal as colunas e buchas vistas anteriores, pois não suportariam os esforços associados a este tipo de moldes, sendo por esse fato recomendável a aplicação de guiamentos retangulares, mais robustos.
- Os guiamentos muitas vezes não são suficientemente rigorosos e seguros para centrar e alinhar as duas metades do molde, incorporam-se quase sempre outras soluções, vulgarmente designadas por travamento

Guiamento retangular

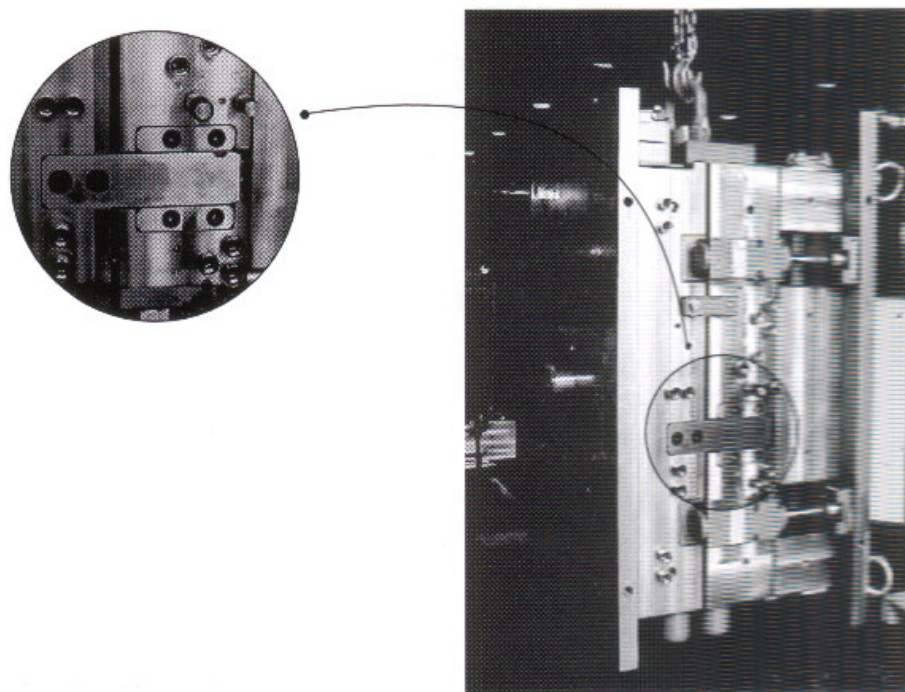


Fig. 5.34 – Guiamento rectangular ("guias prismáticas")

Travamento

- Para um maior rigor do guiamento e proteção das zonas moldantes, existe a necessidade de se conceber sistemas mais eficientes –
Sistemas de Travamento

Moldes muito precisos

- Para guiamentos rigorosos, como por exemplo no caso de guiamento de 3 graus entre a cavidade e a bucha, é necessário travamento de 2 graus de inclinação
- Nestas situações pode-se complementar o guiamento clássico por coluna e bucha, com blocos de travamento ou blocos de encosto lateral
- Este tipo de solução elimina folgas normais do guiamento convencional
- Uso de blocos de travamento é muito importante para garantir rigor no guiamento de moldes precisos

Blocos de travamento

- Existem no mercado vários tipos de blocos de travamento normalizados com diferentes formas, ângulos de travamento e tamanhos
- A inclinação mais comum é 15°

Blocos de travamento

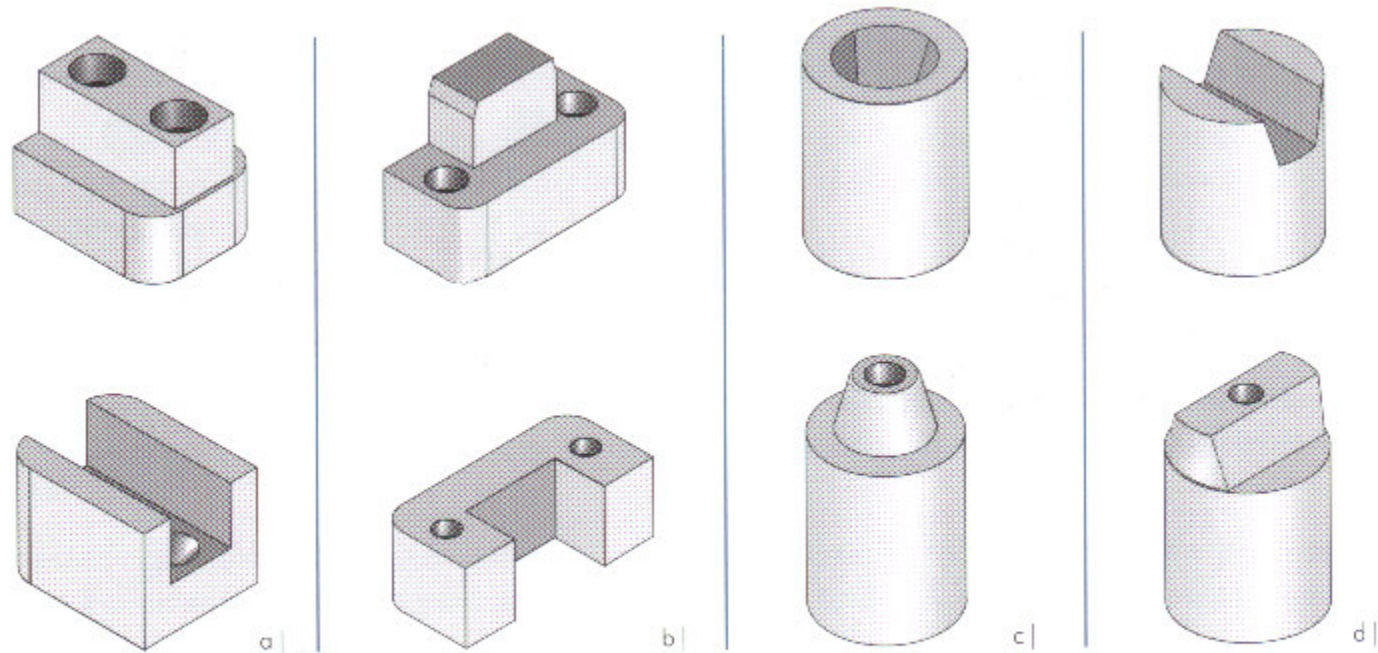


Fig. 5.35 – Alguns tipos de blocos de travamento
a| Bloco de travamento rectangular tipo A; b| Bloco de travamento rectangular tipo B
c| Bloco de travamento circular tipo B; d| Bloco de travamento circular tipo A

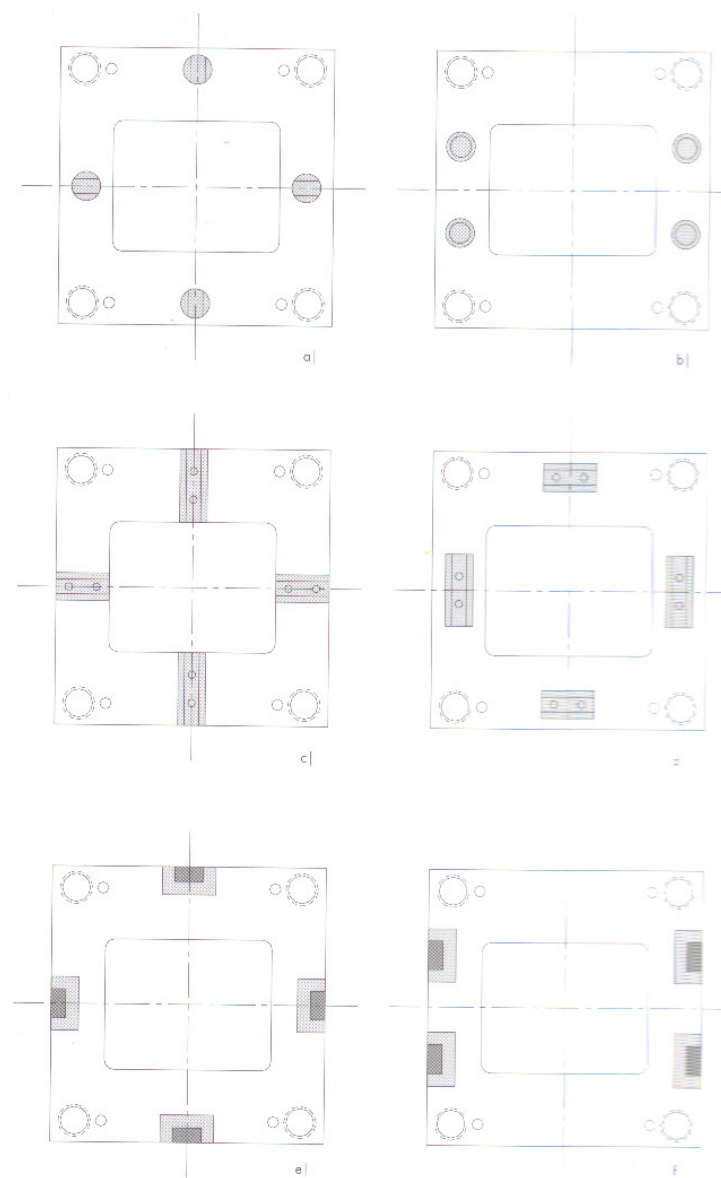


Fig. 5.36 – Disposição dos blocos de travamento

- a) Travamento circular para moldes de pequena/média dimensão que trabalham a quente;
- b) Travamento circular para moldes de pequena/média dimensão que trabalham a frio;
- c) Travamento rectangular para moldes de média/grande dimensão que trabalham a quente;
- d) Travamento rectangular para moldes de média/grande dimensão que trabalham a frio;
- e) Travamento rectangular para moldes de grandes dimensões que trabalham a quente;
- f) Travamento rectangular para moldes de grandes dimensões que trabalham a frio

Moldes de grande dimensão

- O alinhamento de moldes de grandes dimensões não é conseguido com os convencionais sistemas de guiamento (colunas e buchas), sendo por isso, necessário o recurso a sistemas de travamento.
- Há mesmo casos em que o guiamento é deixado à unidade de fechamento da máquina de injeção, sendo o travamento efetuado pela estrutura do próprio molde

Travamento em moldes de grande dimensões

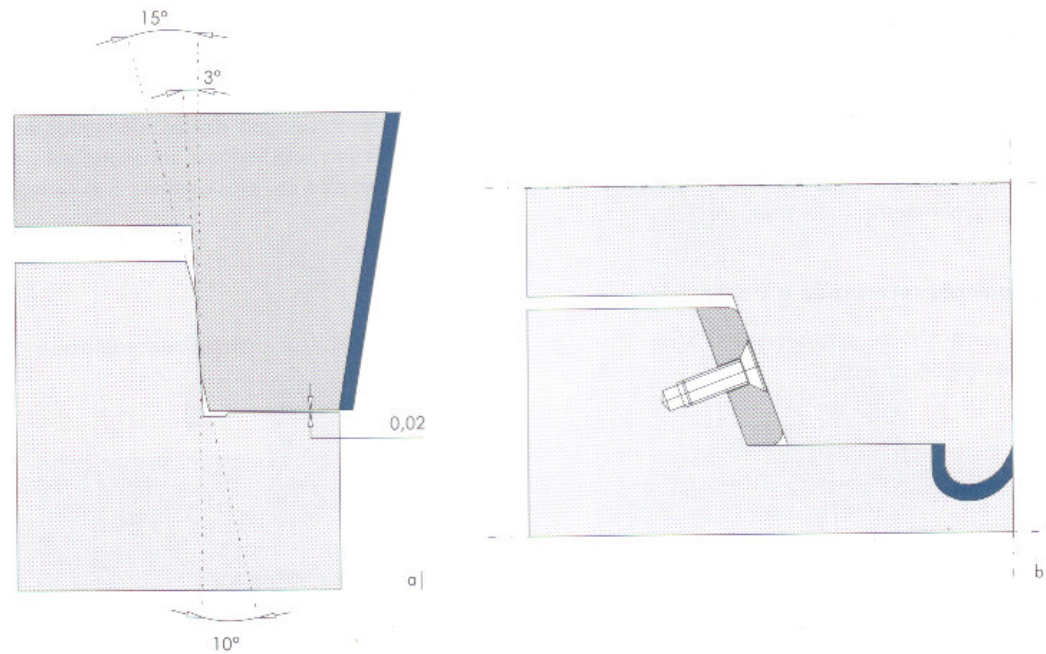


Fig. 5.37 – Configuração de travamentos efectuada pela estrutura do próprio molde
a| Angulos típicos usados no travamento; b| Uso de placas de ajuste no travamento

Moldes de grande dimensão

- b) o travamento recorre a placas de ajuste removíveis que permitem melhor ajustamento. Essas placas podem ser retificadas para uma melhor ajuste entre o macho e a cavidade, ou até substituídas no caso de desgaste.
- As placas de ajuste podem ter rasgos que permitem a lubrificação e a redução do efeito de atrito.

Colocação de blocos de encosto

- Este tipo de travamento simplifica grandemente a fabricação do molde, sendo largamente utilizado no travamento de elementos móveis. Existem diversas formas de colocação destes elementos no molde
- Vantagens: ser substituível em situação de maior desgaste, a sua facilidade de fabricação e forma simples de ajustamento que permite um alinhamento mais preciso

Colocação de blocos de encosto

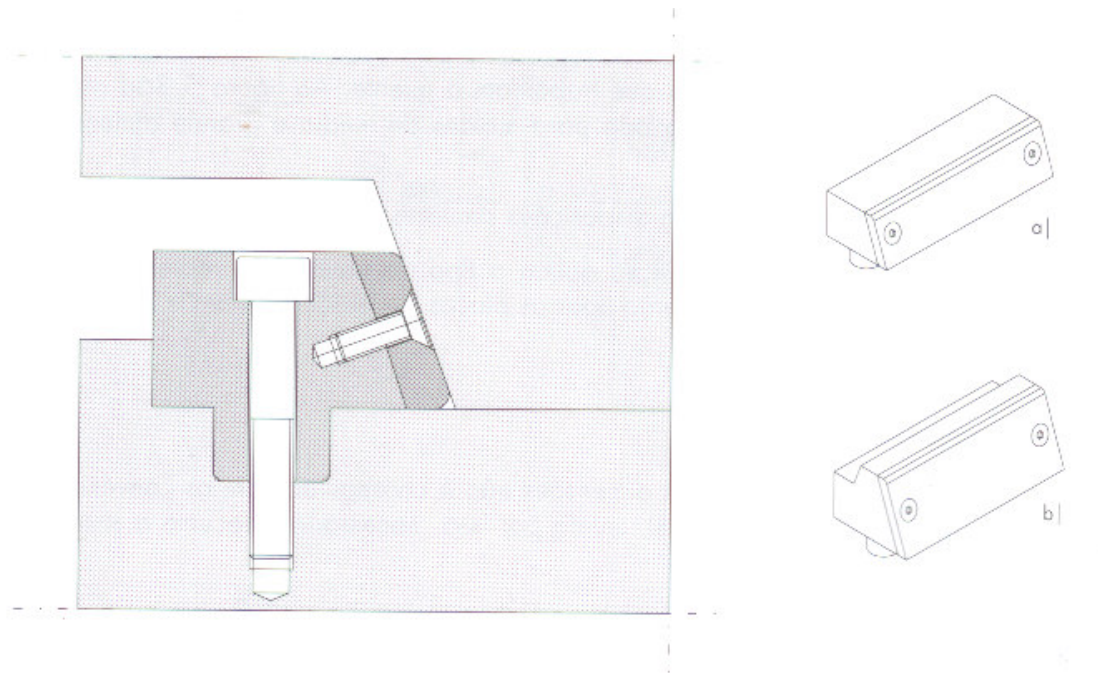


Fig. 5.38 – Uso de blocos de encosto com placa de ajuste
a) Bloco de encosto com travamento simples; b) Bloco de encosto com travamento duplo

Travamento recorrendo a troncos cilíndricos

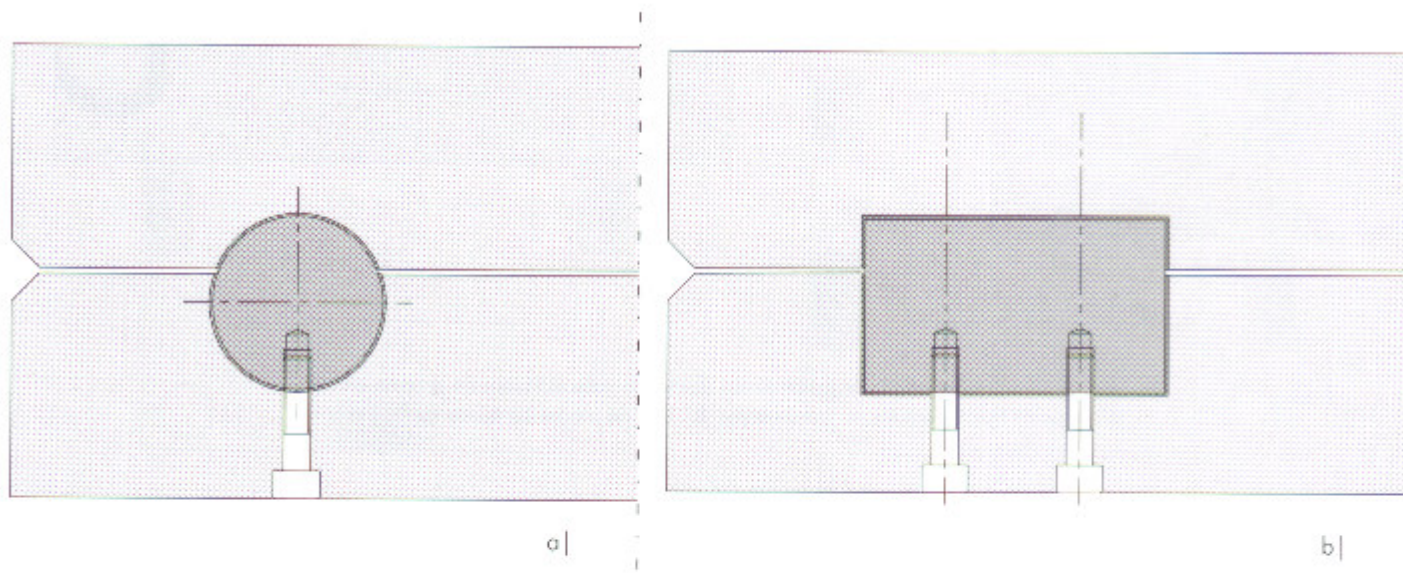


Fig. 5.39 - Travamento c/ troncos cilíndricos
a) Vista frontal; b) Vista Lateral

Travamento de moldes para caixotes de grandes dimensões

- É o travamento típico de moldes para cestas de lixo ou similares.
- Não deve permitir deslocamentos entre cavidade e macho de modo a garantir que o enchimento se proceda de forma equilibrada e que se mantenha a espessura da peça rigorosamente igual em toda a sua extensão.

Travamento de moldes para caixotes de grandes dimensões

- Não deve submeter os componentes de molde (principalmente a cavidade), a flexões, fator que provocaria o desequilíbrio no enchimento das peças e por efeito de memória, o aço da cavidade tenderia a fechar, dificultando a abertura do molde no final do processo de injeção
- Facilitar a usinagem

Travamento de moldes para cestas de lixo

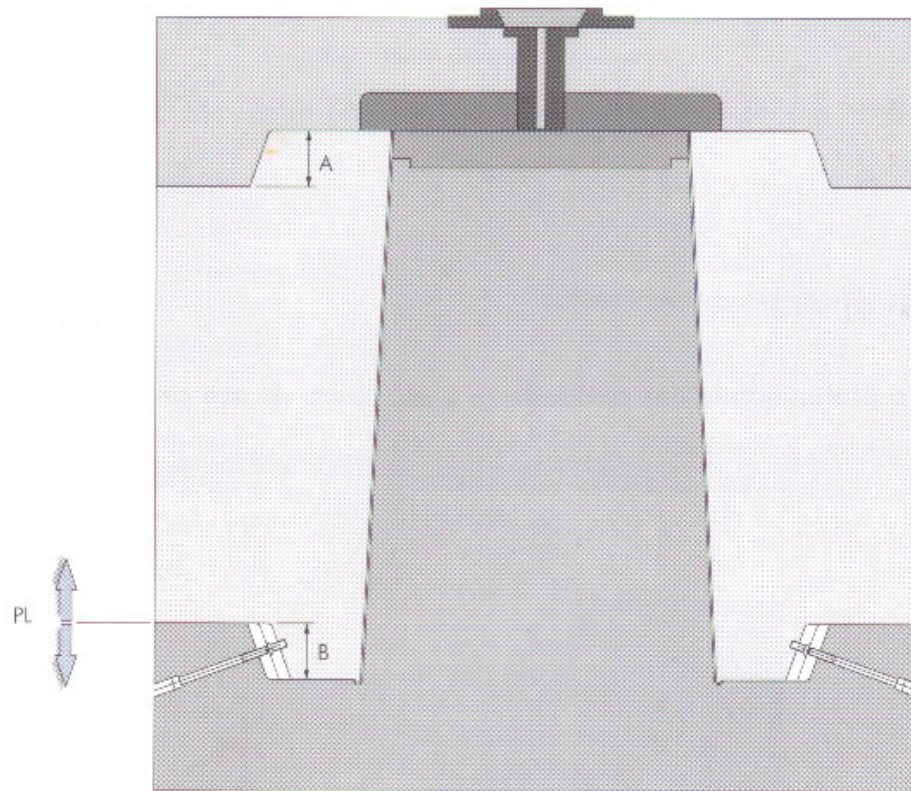


Fig. 5.40 - Exemplo de travamento de moldes para caixote do lixo

Relação entre a profundidade das cavidades e a espessura de aço circulante

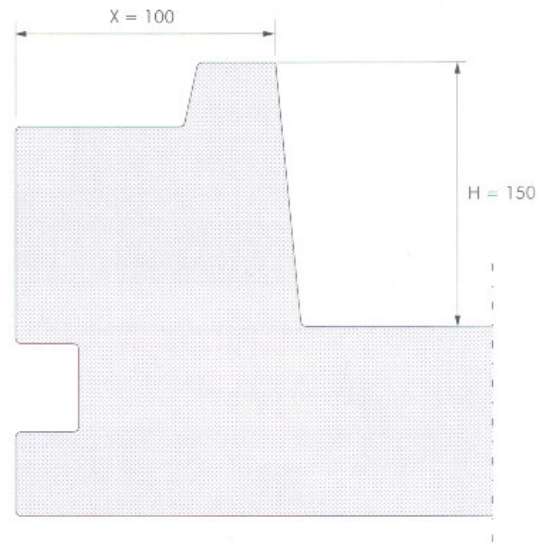


Fig. 5.41 – Dimensionamento da estrutura

- Cavidades pouco profundas ($H \leq 150$ mm) $\Rightarrow X_{\text{mín}} = 100$ mm
- Cavidades profundas ($H \geq 150$ mm) \Rightarrow O aço que circunda a peça deve aumentar proporcionalmente à profundidade da cavidade

Dimensões dos travamentos

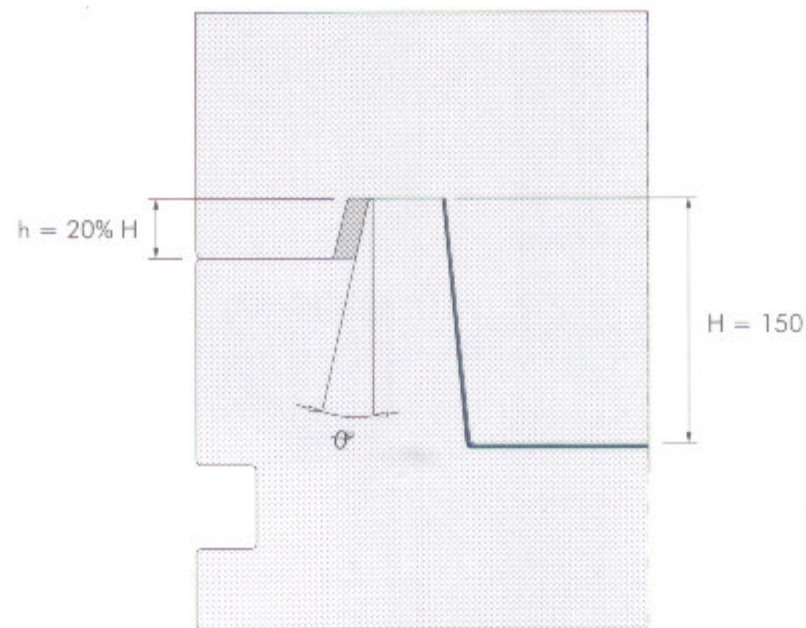


Fig. 5.42 - Dimensionamento dos travamentos

Peças plásticas com:

- Menores espessuras de parede
 - Maiores profundidades das cavidades
 - Menores ângulos de saída da peça
- Travamentos de maior dimensão
- $h_{\min} = 20\% H$
 - $\theta = 100 - 200$

- Nota: para θ é aconselhável um valor médio de 15°

Estrutura não monobloco

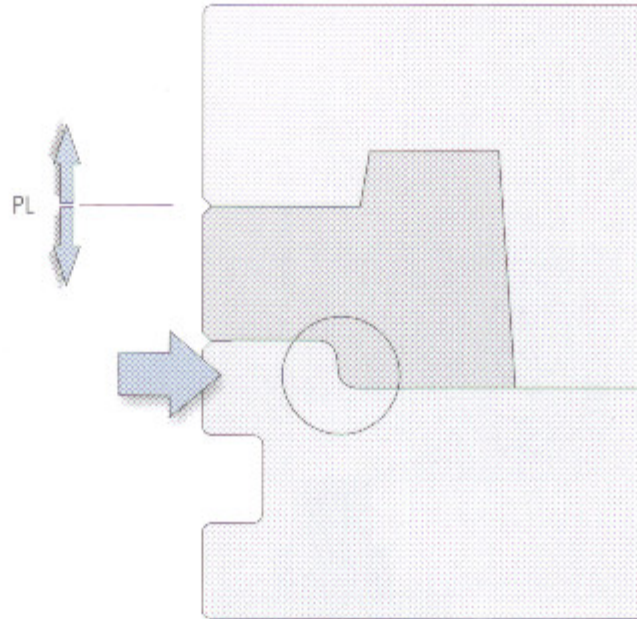


fig. 5.43 – Configuração de travamentos

- Usar travamento também na linha de junta do fundo

Peças de pouca profundidade

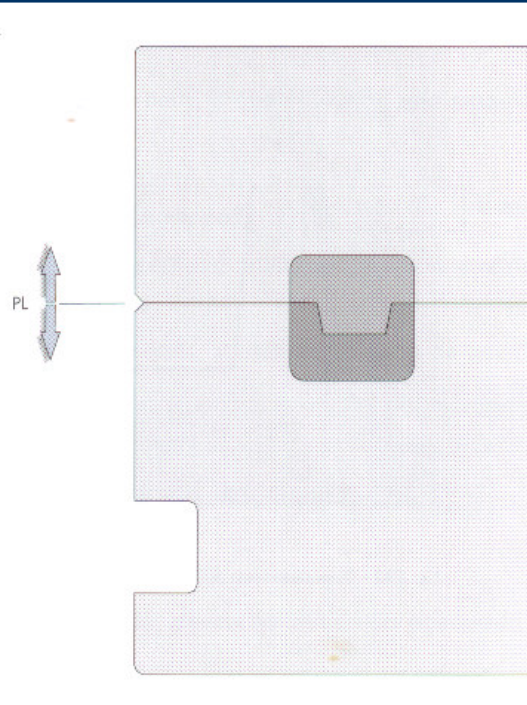


fig. 5.44 – Elementos de travamento (blocos de travamento)

- Os travamentos poderão ser posições (blocos de travamento)

Moldes com pouca saída e sem adequado travamento

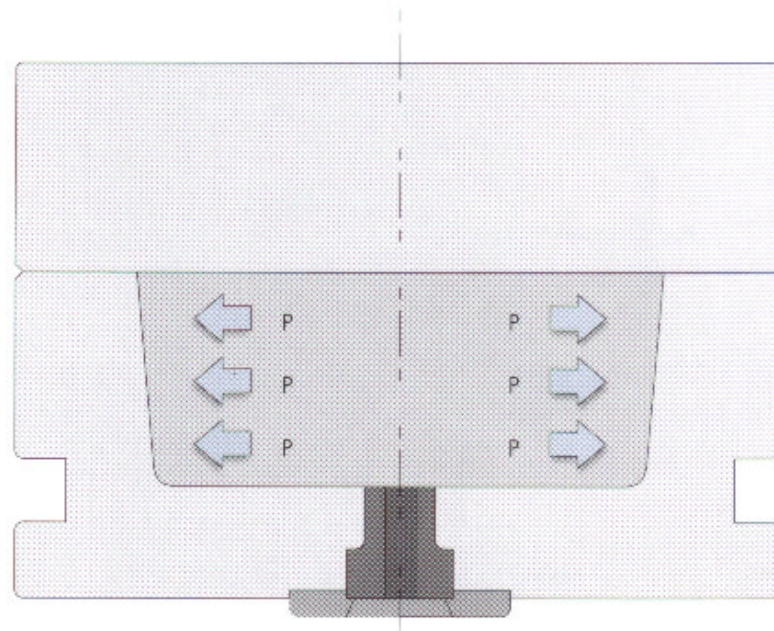


Fig. 5.45 – Travamento de cavidades profundas

- Travamentos equilibrados, de preferência dois em cada um dos eixos do Molde

Folgas na linha de junta

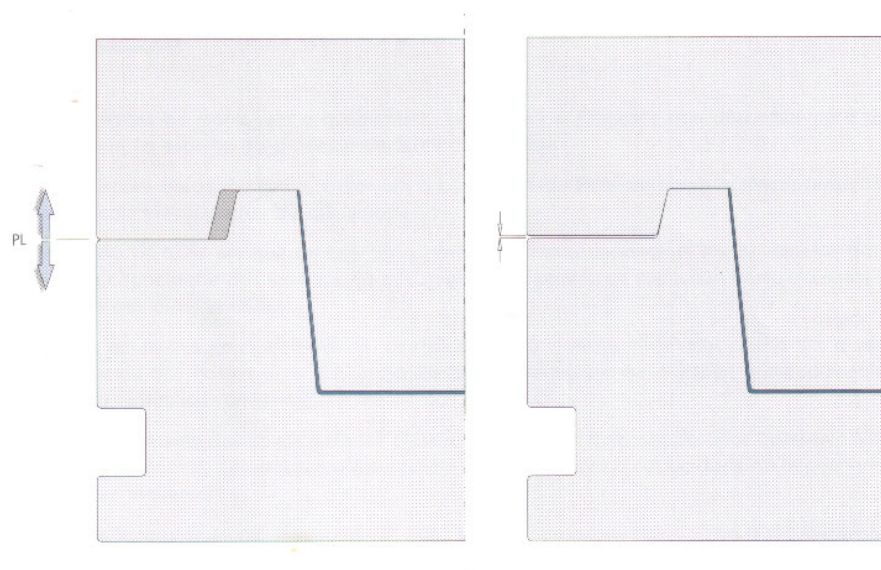


Fig. 5.46 – Configuração de travamentos

- Situação correcta

- Situação incorrecta - quando existem travamentos, é errado dar folga entre placas. Nessa situação a força de fecho será suportada apenas pelos travamentos e pelas guias.