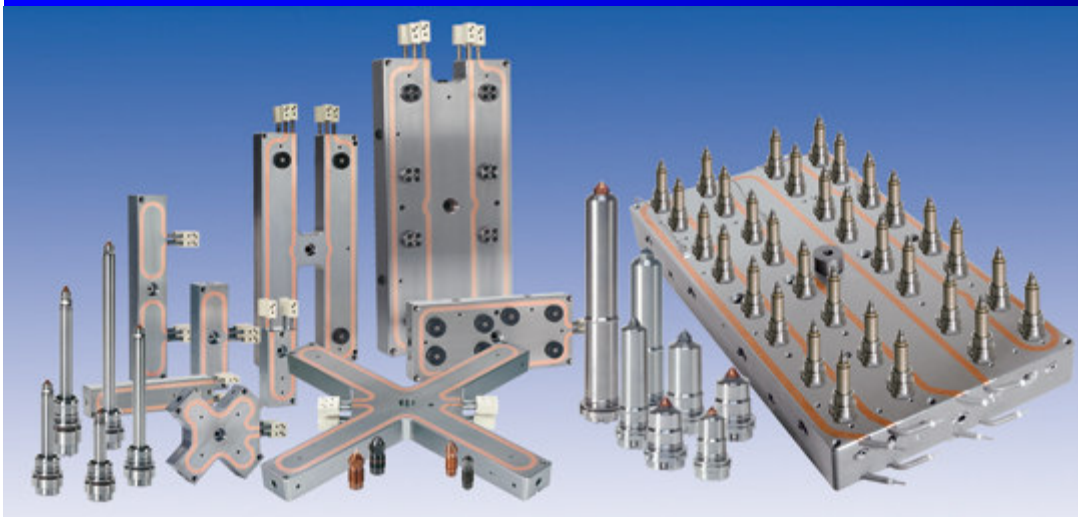


Sistema de alimentação com canais isolados e quentes

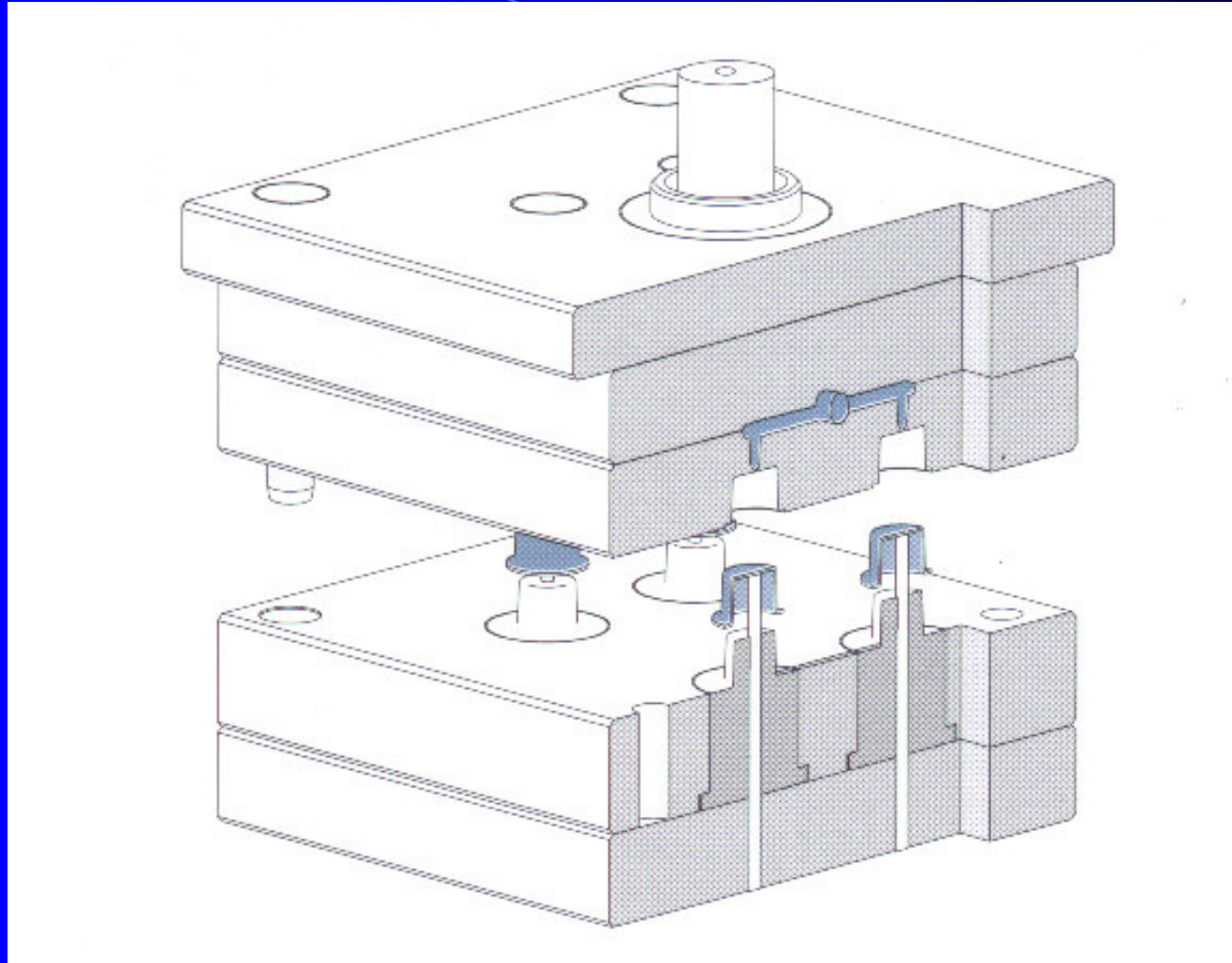
- Fundamentos de Projeto de Ferramentas
- Prof. Mauro César Rabuski Garcia



SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO COM CANAIS ISOLADOS

- Canais com maiores espessuras
- Canal solidificado na periferia serve como isolamento térmico
- Adequados para materiais com alto índice de fluidez, isto é, baixa viscosidade
- Tempos de ciclos relativamente curtos (menores de 20 s)

- Volume de material fundido no canal deve ser inferior ao volume da peça
- Anteriores aos canais quentes, aplicados a moldes multicavidades de baixo custo

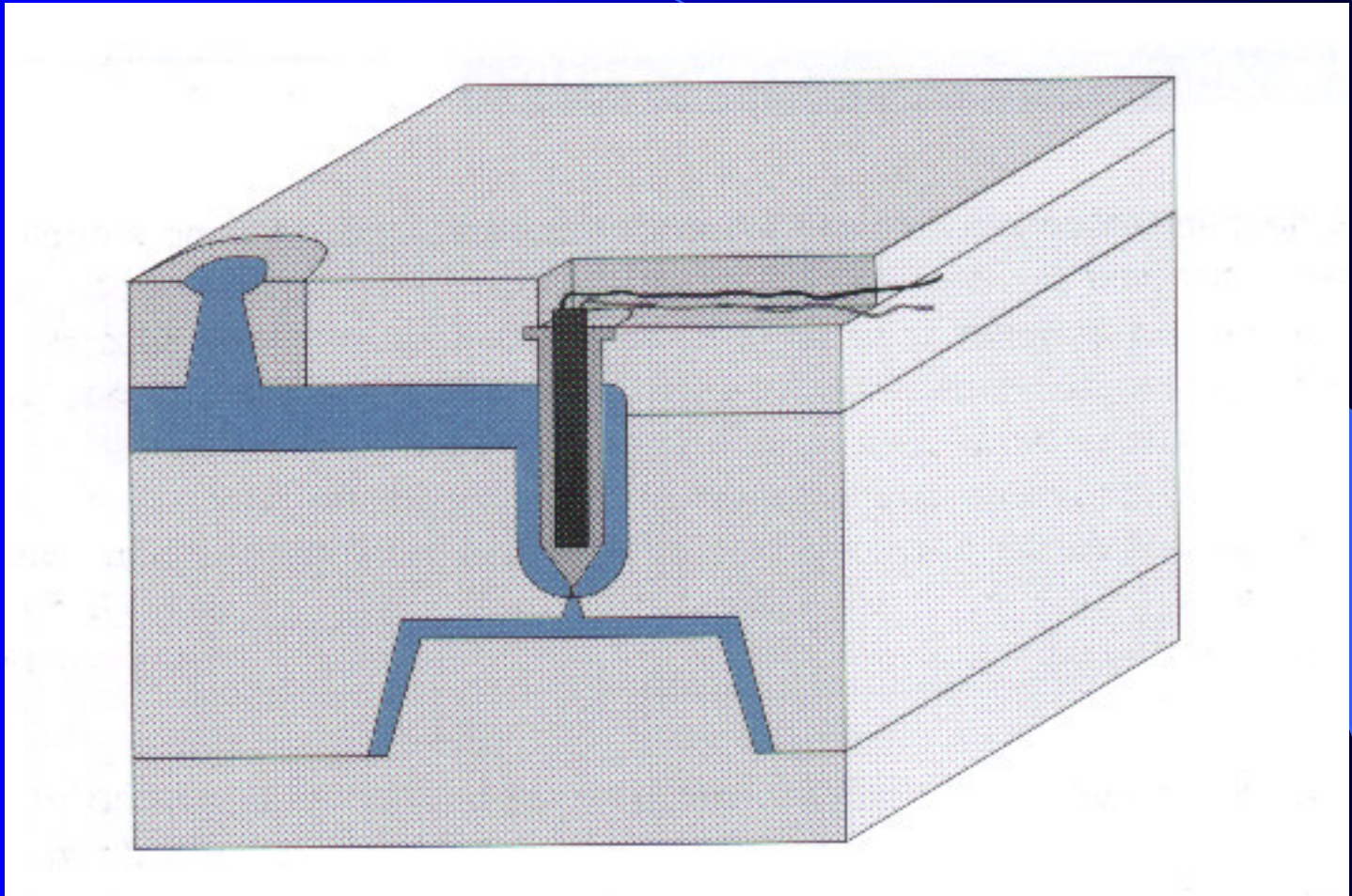


Moldes com canais isolados

- SEM SISTEMA DE AQUECIMENTO
- Semelhante ao molde de três placas
- Plano de partição para extração do canal frio antes do início da produção OU
- Necessidade de pré-aquecimento da ferramenta ou fusão do canal solidificado

Moldes com canais isolados

- COM SISTEMA DE AQUECIMENTO
- Canais isolados + bicos aquecidos



Econômicas

Vantagens

Baixo custo para sistemas multicavidade

Desvantagens

Níveis de produtividade baixos durante o arranque da ferramenta

Tecnológicas

Vantagens

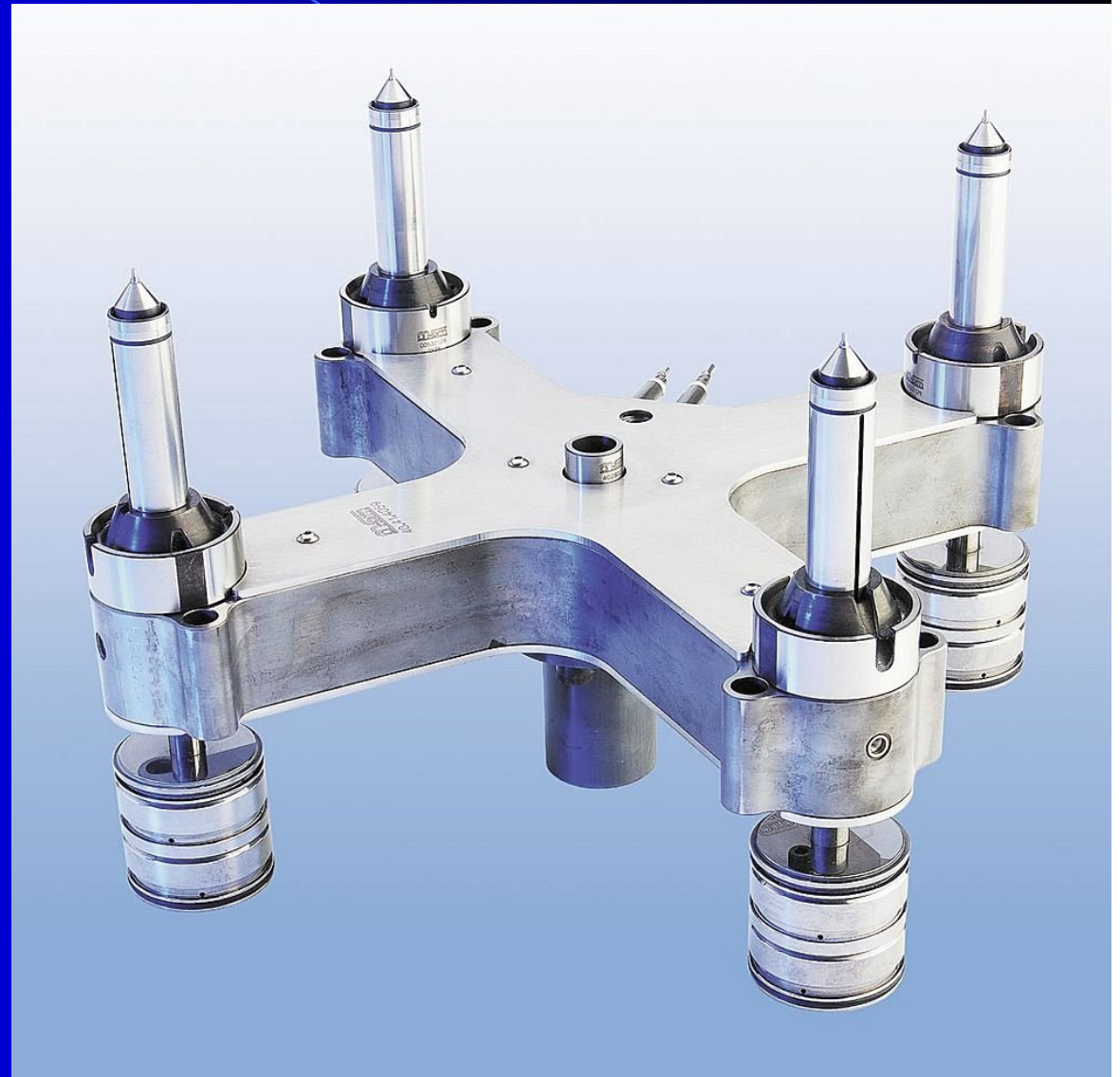
Projeto e fabricação de moldes simples

Desvantagens

Reduzido controle térmico sobre os canais.
Limitação de utilização moldes com tempos de ciclo curtos.
Tempos de estabilização da ferramenta longos
Propensão ao desbalanceamento dos canais.

Sistema de alimentação com canais quentes

- Função:
manter o material no estado fundido desde o bico da injetora até a zona moldante, evitando a solidificação prematura no sistema de alimentação



- A temperatura no canal quente é sempre superior ao nível térmico médio do molde
- Obtenção de peças sem extração do sistema de alimentação
- São adequados a maioria dos termoplásticos, inclusive materiais reforçados e espumas
- Não são indicados para materiais termodegradáveis e materiais com retardadores de chama

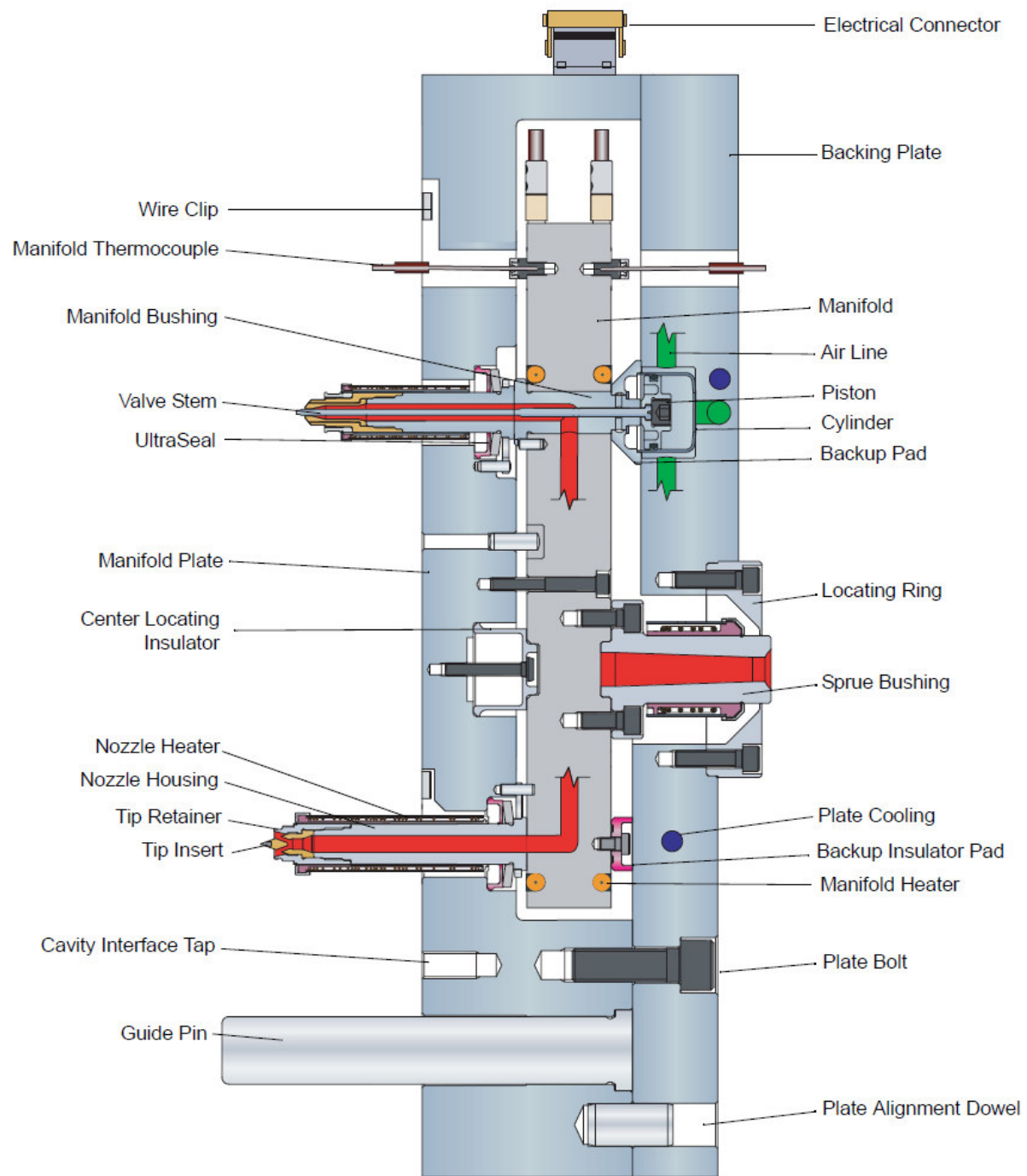
As vantagens dos canais quentes sobre canais frios dependem

- Geometria da peça
- Número de peças à produzir
- Do material a processar
- Da qualidade do sistema de canais quentes utilizado
- Do equipamento auxiliar

- Permite emprego de injetoras menores devido ao menor volume de dosagem e menor perda de pressão
- No caso de sistemas de grande dimensões, o tamanho dos canais frios pode dificultar a sua granulação
- Mas os custos de projeto e de fabricação de um molde com canais quentes é geralmente superior devido à sua maior complexidade e custo de componentes

- Moldes com canais quentes, devem operar com tempos de ciclo mais curtos que os moldes com canais frios
- Moldes de três placas são economicamente mais competitivos para produções pequenas (< 100.000 peças / ano), enquanto que para produções elevadas (> 100.000 peças / ano) moldes de canais quentes são mais competitivos

Económicas	
Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Baixo consumo de material e eliminação da granulação de gitos e canais frios. • Tempos de ciclo curtos, tempos de extracção mais curtos face a moldes de canais frios. • Quedas de pressão mais baixas, menor volume de dosagem, menor curso de abertura relativamente a moldes de três placas que se traduzem em poupança de energia. • Grande diversidade de componentes normalizados para incorporação no molde. 	<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de rejeição elevada durante a fase de arranque do molde. • Maior complexidade do projecto de molde face a moldes equivalentes de canais frios. • Custos de molde mais elevados devido à necessidade de equipamentos auxiliares. • Susceptibilidade a falhas de natureza eléctrica. • Necessidade de mão-de-obra mais especializada ao nível da assistência técnica.
Tecnológicas	
Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de canal frio facilita automatização do processo de produção. • Os canais quentes permitem percursos médios de fluxo elevados e asseguram flexibilidade na localização dos pontos de injeção. • Possibilidade de tempos de compactação longos. • O balanceamento dos canais pode ser realizado térmica e mecanicamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propensão à degradação térmica de materiais sensíveis termicamente. • Propensão ao desbalanceamento por assimetrias térmicas dos canais. • Incapacidade de avaliar a solidificação do material na proximidade do ataque (injecção directa). • Necessidade de prever expansão térmica de componentes durante o projecto do molde.

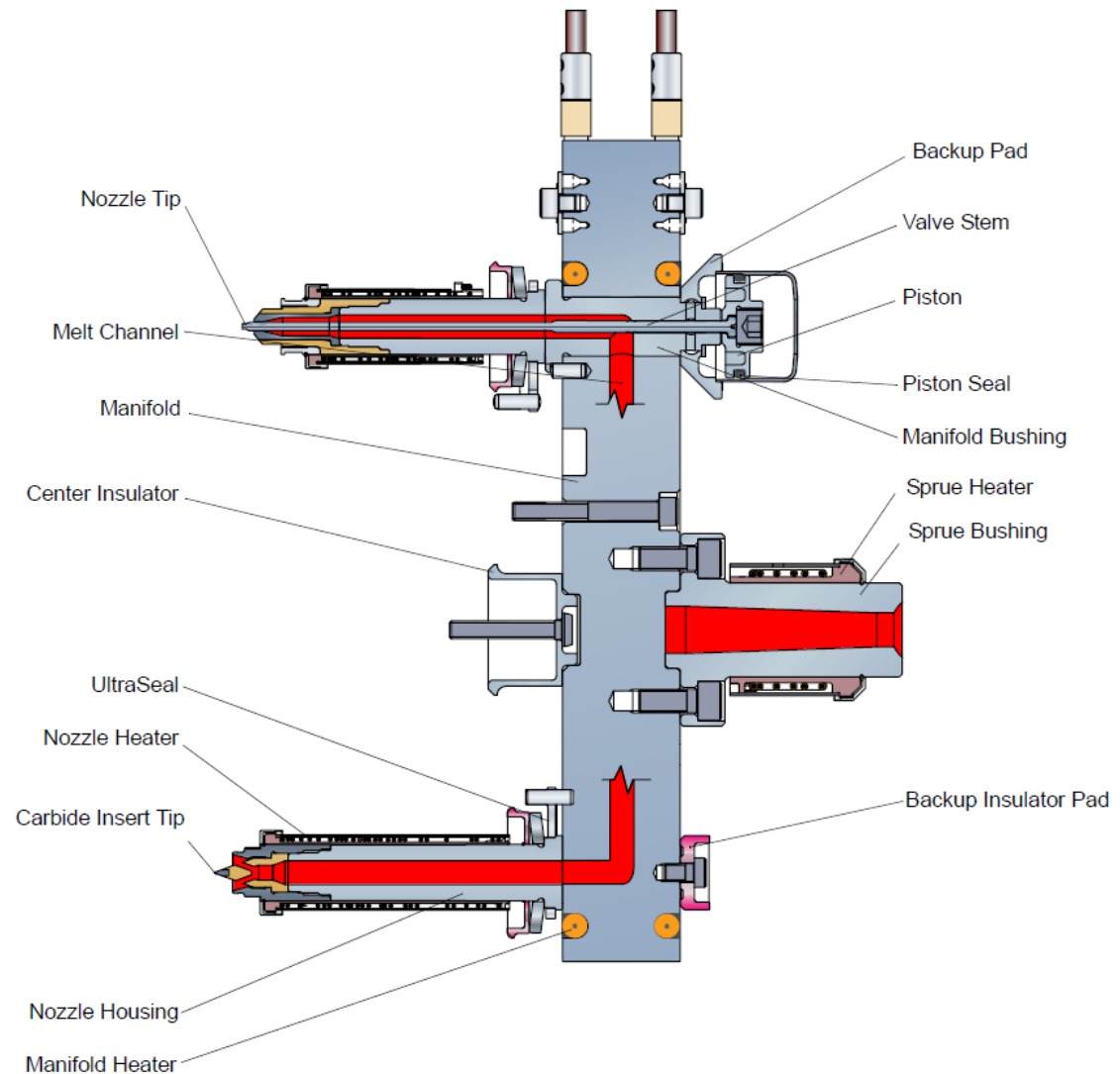


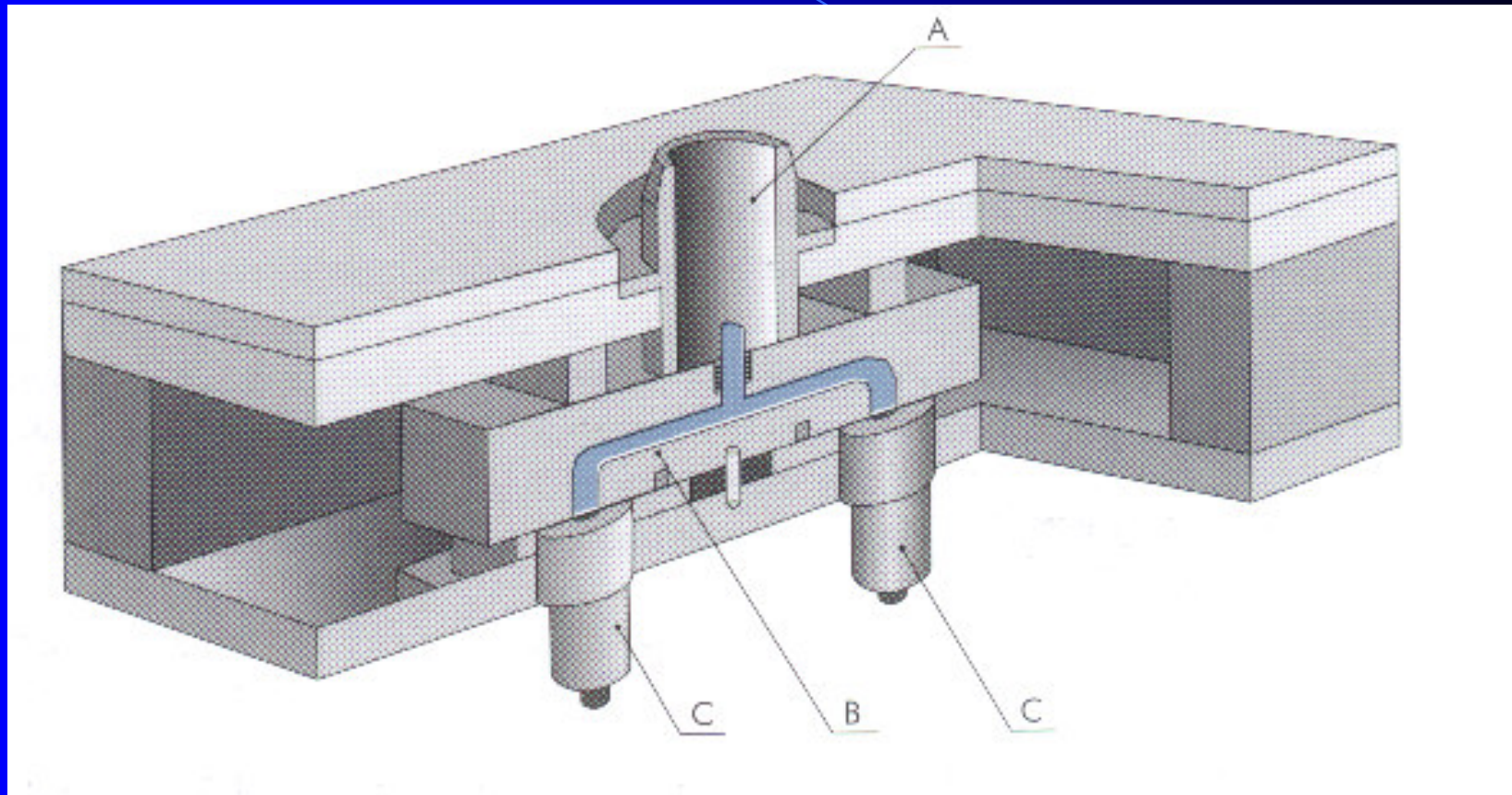
Configurações típicas de moldes com canais quentes

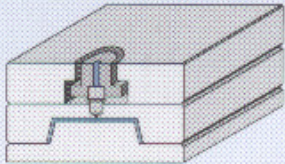
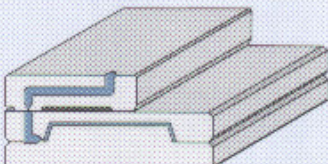
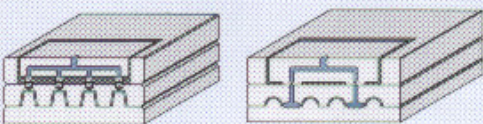
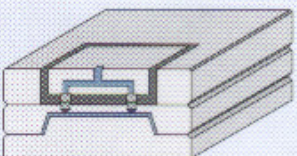
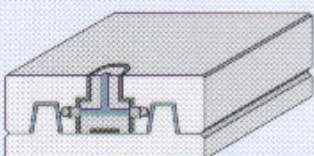
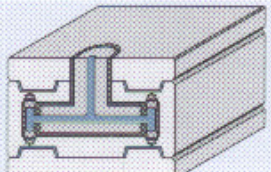
- A estrutura dos moldes de canais quentes é semelhante à dos moldes de três placas. No entanto, por razões de rendimento energético, a zona de aquecimento foi individualizada na forma do distribuidor.

Distribuidor ou Manifold

- É o elemento que contém o sistema de alimentação permanentemente fundido durante a operação do molde



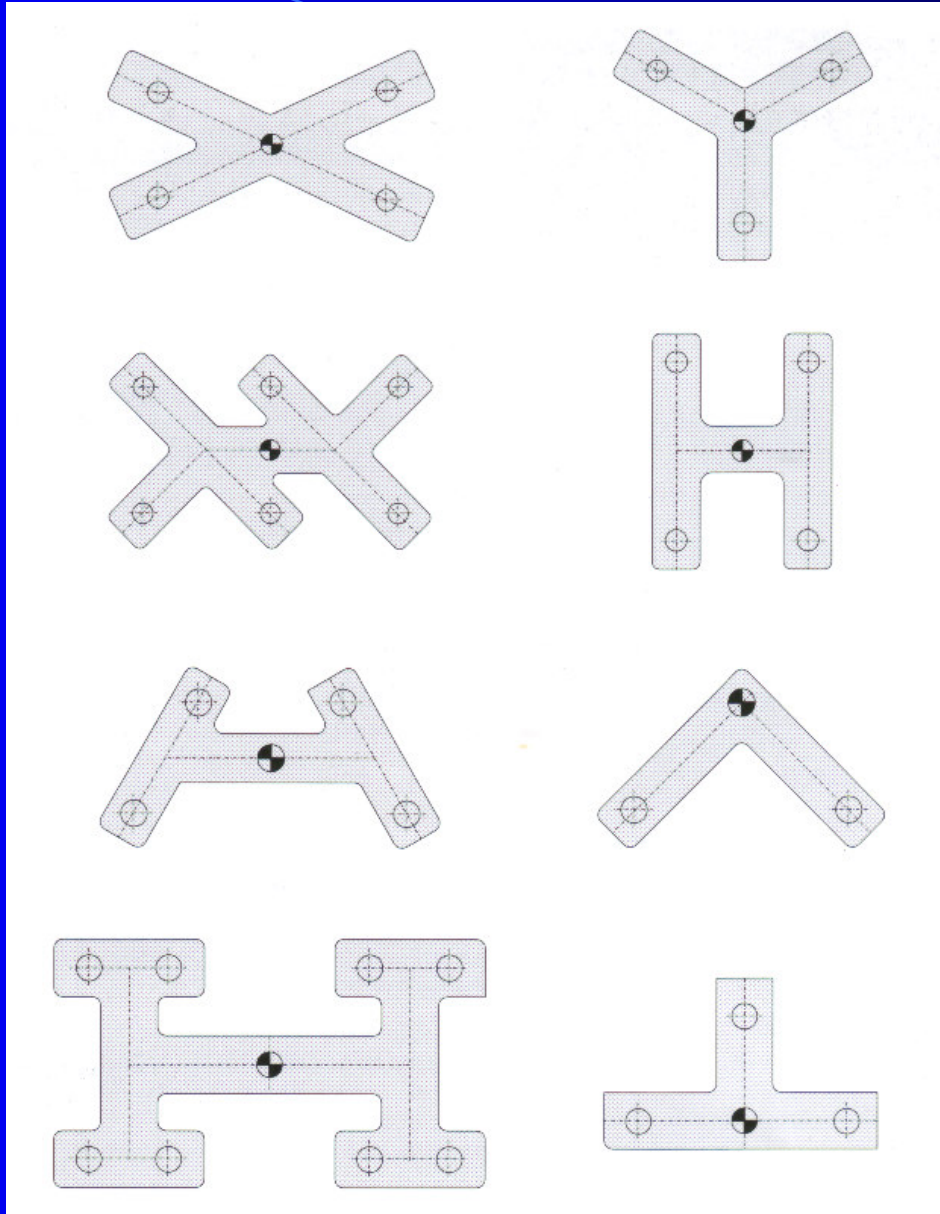


Tipo	Situação
	<p>Bico central em moldes mono-cavidade É o caso mais simples de molde de canais quentes, no qual o ataque na peça é feito directamente através de um bico quente - ataque directo à peça com bico quente.</p>
	<p>Ataque lateral em moldes mono-cavidade Neste caso, o ataque na peça é feito lateralmente de forma a evitar marcas na peça ou efeitos de orientação do material - ataque indirecto à peça. Um distribuidor assegura o transporte do fundido do bico da unidade de injeção até ao canal frio.</p>
	<p>Distribuidor para moldes multi-cavidade O distribuidor é usado sempre que a distribuição do material seja necessária para ataque directo à peça em cada uma das cavidades ou para ataque indirecto à peça através de canal frio.</p>
	<p>Distribuidor para moldes mono-cavidade Em certos casos, as peças de grande dimensão podem requerer o uso de distribuidor de forma a assegurar o enchimento uniforme da cavidade através de vários pontos de injeção na peça, minimizando a espessura global da peça.</p>
	<p>Ataque lateral em moldes multi-cavidade O ataque lateral através de canais quentes é usada para evitar efeitos de jacto nas zonas de ataque. A localização do ataque é fundamental, devendo ser localizada perto de cantos ou zonas curvas por questões de resistência mecânica e de dissipação térmica.</p>
	<p>Casos especiais O distribuidor pode ser configurado para moldes em andares para injeção de um número elevado de zonas moldantes.</p>

Distribuidor

- Possui a função de assegurar o transporte do fundido desde o bico da unidade de injeção até os bicos quentes.
- São usinados a partir de blocos de aço.
- Os Canais quentes dentro do distribuidor devem ter raios de curvatura elevadas nas mudanças de direção do fundido

- Em moldes multicavidades, os canais quentes do distribuidor no mesmo plano devem apresentar comprimentos e diâmetros idênticos para que a queda de pressão seja idêntica para cada cavidade do molde
- A configuração do distribuidor mais adequada e as dimensões respectivas dos canais para uma determinada aplicação devem ser ajustadas com base em estudos de simulação de escoamento.



- Diâmetros dos canais mais reduzidos aumentam a queda de pressão e as tensões de cisalhamento, mas reduzem os tempos de injeção e os tempos necessários para mudança de cor
- Diâmetros mais elevados dos canais são adequados a materiais termicamente sensíveis e a situações que requeiram pressões mais elevadas.
- O aquecimento do distribuidor é assegurado por resistências de cartucho ou tubulares.

RESISTÊNCIAS DE CARTUCHO – mais adequadas onde os bicos são aquecidos indiretamente pelo distribuidor

- Permite o aquecimento individual de zonas específicas do molde
- A distância da resistência ao canal quente é normalmente igual ao diâmetro da resistência
- Potências elevadas – 130 W/cm^2 , mas avarias e superaquecimentos
- Valores máximos recomendados – $15 \text{ a } 25 \text{ W/cm}^2$



● RESISTÊNCIAS TUBULARES

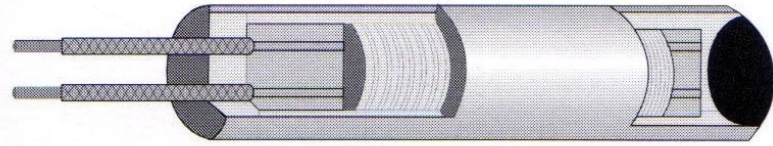
- recomendadas para bicos aquecidos diretamente, sempre que se pretenda um aquecimento uniforme do distribuidor
- é revestida com um material condutor



e inserida num canal usinado no distribuidor e recoberta com um folha metálica potências típicas até 30 W/cm^2



a|



b|

Fig. 6.34 – Resistência de cartucho
a| resistência; b| detalhe

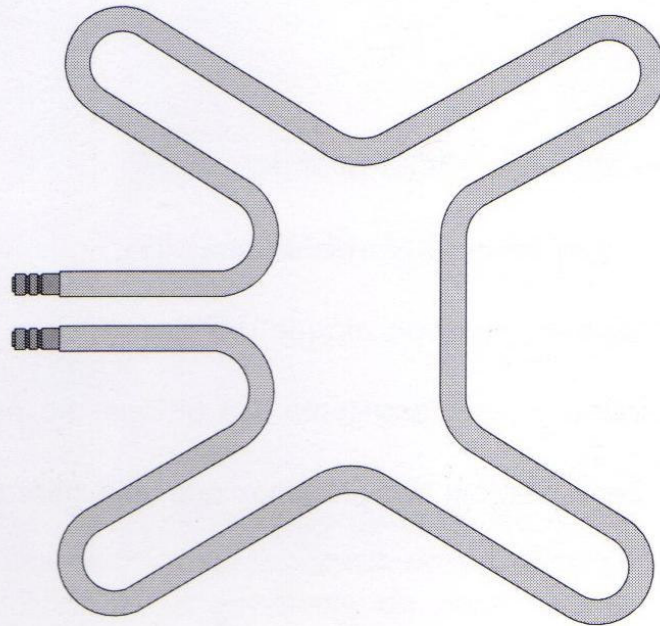


Fig. 6.35 – Resistência tubular

- BICOS QUENTES
- transportar isotermicamente o fundido desde o distribuidor até a zona moldante
- impedir a solidificação prematura na ponteira dos bicos
- providenciar uma barreira térmica entre o distribuidor quente e a cavidade moldante fria
- Assegurar a separação (sem formação de fio) entre o material fundido e o solidificado na cavidade
- vedar as zonas de transição entre o distribuidor e a cavidade

TIPOS DE BICOS

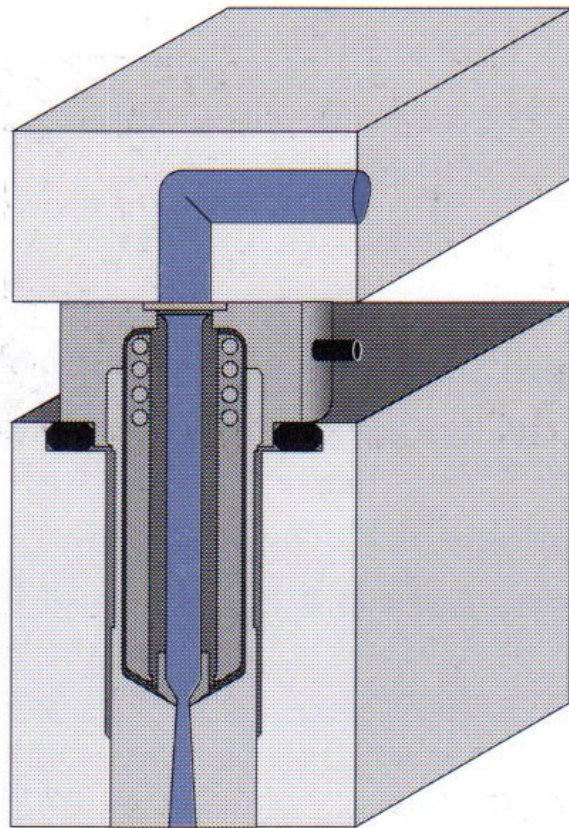
- Bicos para ataque indireto – as ponteiros terminam num pequeno canal frio
- Bicos para ataque direto – as ponteiros terminam na zona moldante
- Bicos com acionamento por válvula



Bicos para ataque indireto

- A injeção da peça é realizada através de ataques frios
- há impedimentos estéticos da peça ao ataque direto
- existe imposições de forma e posicionamento dos ataques na própria peça
- os vários ataques na peça estejam tão próximos que seja impraticável o emprego de vários bicos quentes

- Os bicos de canal aberto são indicados para materiais com janelas de processamento pequenas, materiais termicamente sensíveis ou carregados com retardadores de chama
- Os bicos com torpedos atenuam solidificações prematuras no canal e a formação de fio, janelas de processamento médias



a|

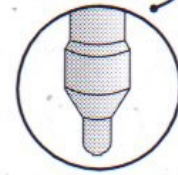
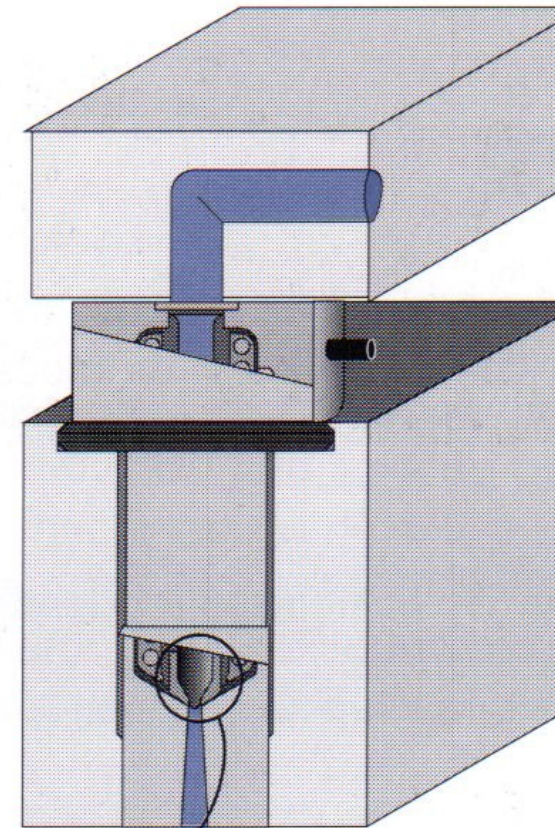


Fig. 6.36 – Bicos para ataque indirecto
a| Bico para ataque indirecto de canal aberto; b| Bico para ataque indirecto com torpedo

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> ■ Boa capacidade de compactação, baixas quedas de pressão. ■ Baixas taxas de corte. ■ Adequado para peças de volume elevado. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Requer remoção do ataque frio. ■ Eventuais custos associados à recuperação e granulação dos canais frios.

Tabela 6.5 – Vantagens e desvantagens dos bicos para ataque indirecto

Bicos para ataque direto

Os bicos para ataque direto terminam na própria zona moldante, ao contrário dos bicos indiretos que terminam num pequeno canal frio.

Deixam uma marca na peça injetada, cuja dimensão depende da geometria da ponteira e das propriedades do material

De forma a garantir uma boa separação do bico da peça injetada, existe uma grande variedade de ponteiras adequadas à especificidade de cada material

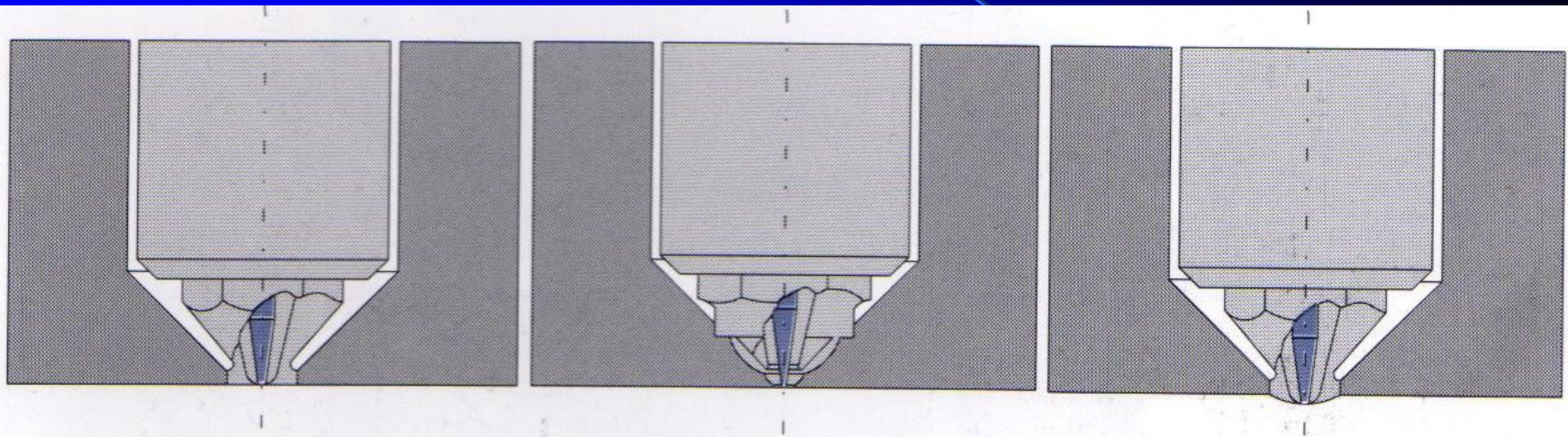


Fig. 6.37 – Exemplos de ponteiras para bicos para ataque directo

Tipos de bico ataque direto

- Bicos aquecidos indiretamente
- Bicos aquecidos internamente
- Bicos aquecidos externamente

Bicos aquecidos indiretamente

- O calor é transmitido por condução a partir do distribuidor.
- O controle individual da temperatura do bico requer controle térmico individual da zona a que o bico pertence no distribuidor.
- O aquecimento do bico é feito através de resistências cartucho ao longo do canal do distribuidor

Bicos aquecidos internamente

- Os bicos aquecidos internamente requerem resistências de cartucho. As dimensões das resistências são determinadas pela dimensão do bico



Bicos aquecidos externamente

- Baseiam-se na utilização de resistências tubulares. A menor potência deste tipo de resistências limita a sua aplicação
- Peça muito pequenas, os bicos de várias ponteiros (multi-point) permitem a injeção simultânea de várias peças
- Permite com um único controle térmico a injeção de várias peças, possibilitando a construção de moldes mais compactos. São comuns bicos de 3 a 4 ponteiros com distâncias entre 7 a 30 mm

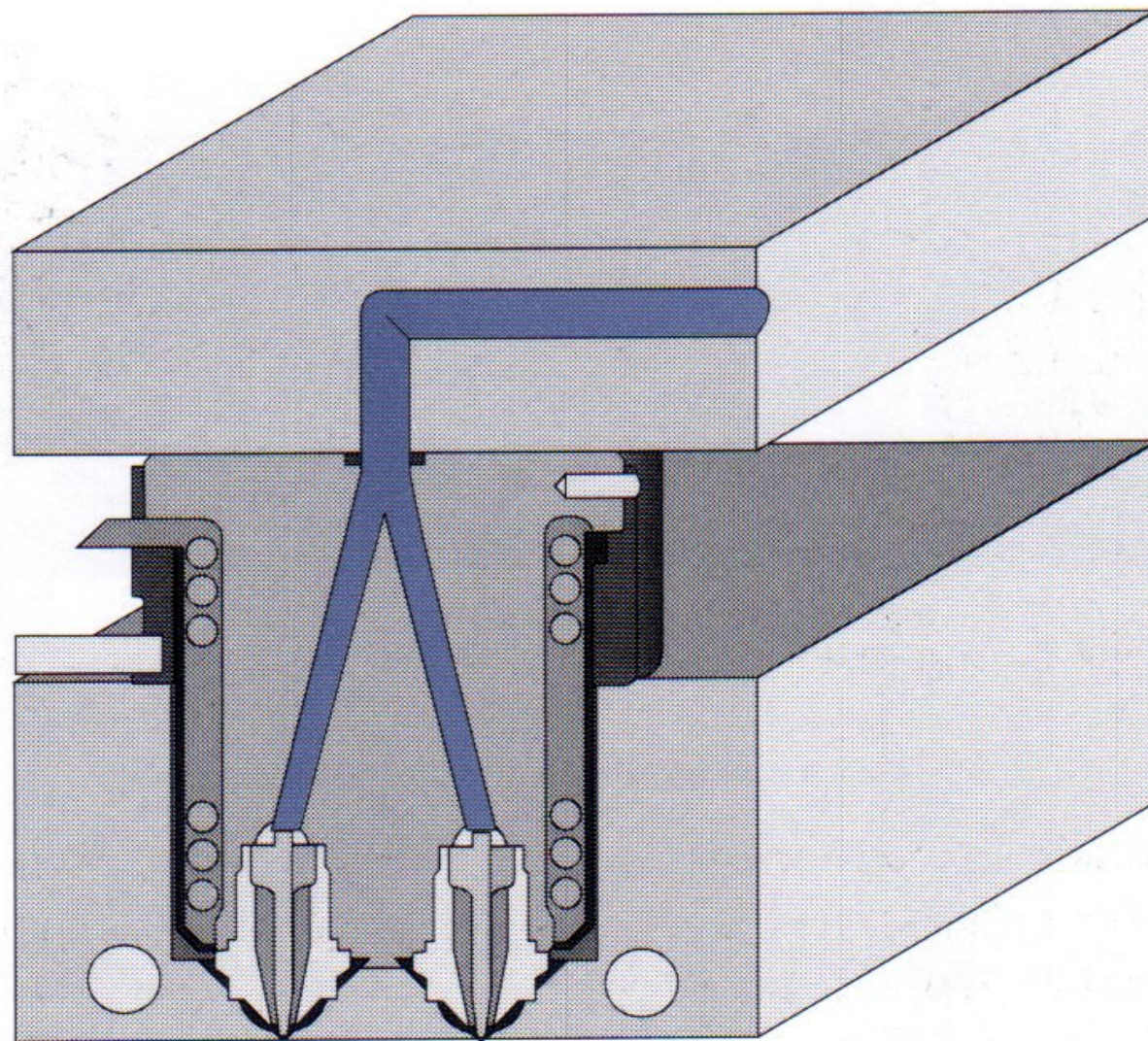


Fig. 6.38 – Bico para ataque directo de várias ponteiros

Bicos valvulados

- Uma válvula de acionamento mecânico (pneumático) pode encerrar o ataque no final do tempo de compactação da peça, requerido.
- O encerramento do ataque pode acontecer ocorrer antes da solidificação do material na zona da ponteira, tornando o tempo de ciclo independentemente da solidificação do material
- Não originam vestígios na peça, apenas uma pequena marca circular
- Uso limitado devido ao elevado preço
- Campo de aplicação é a injeção de peças grandes e elevada exigência superficial, onde a injeção tenha que ser feita em vários pontos de injeção e a existência de linhas de solda seja inadmissível

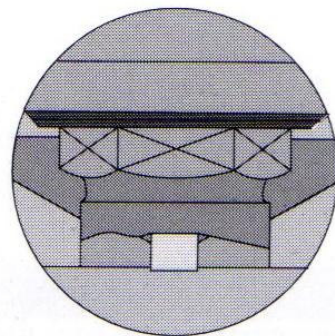
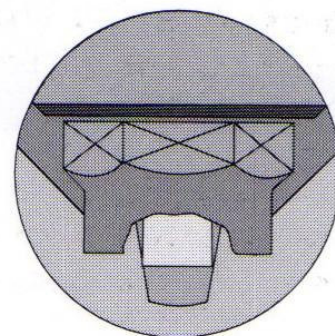
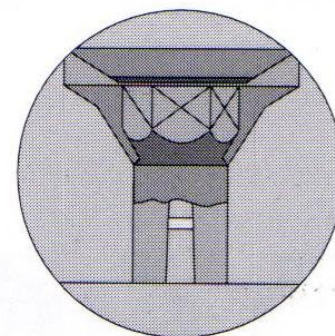
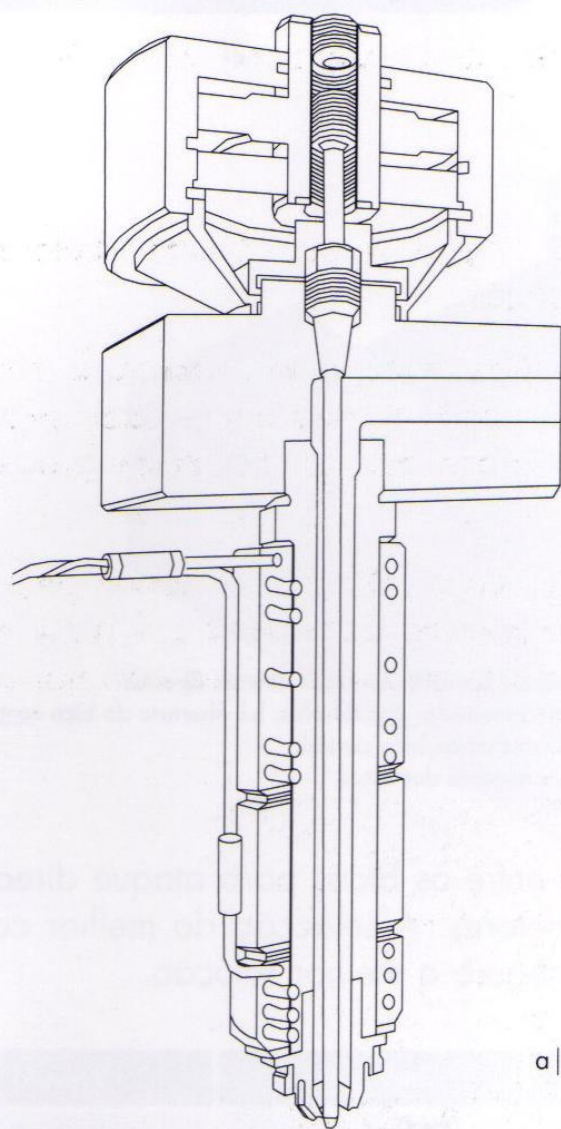


Fig. 6.39 – Bico com accionamento por válvula

a| exemplo de bico com accionamento por válvula; b| exemplos de configurações de ponteiros/válvulas

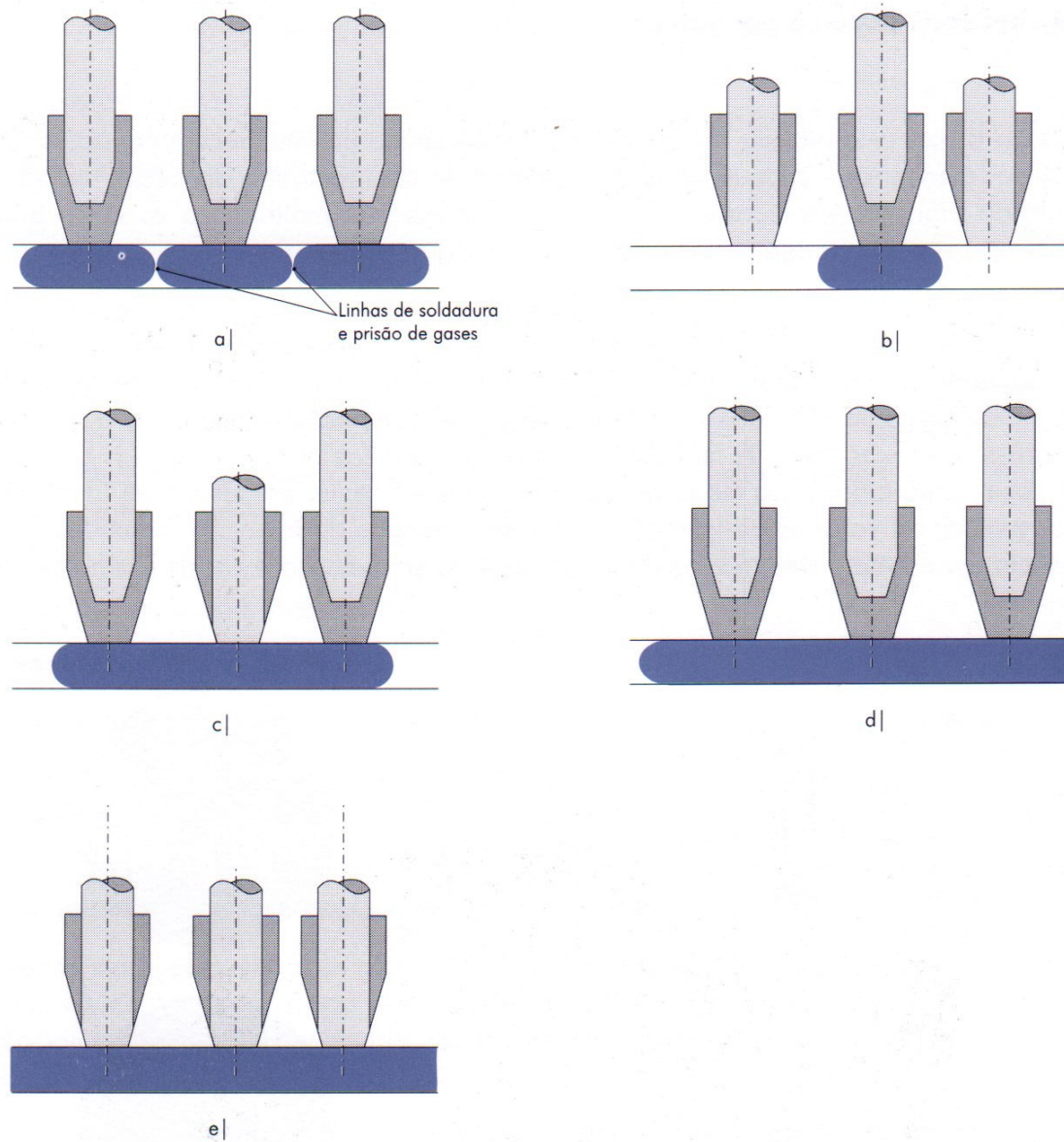


Fig. 6.40 – a) Injeção em vários pontos de uma cavidade baseada em bicos quentes directos
 Injeção em vários pontos de uma cavidade baseada em bicos com accionamento por válvulas: b) abertura do bico central;
 c) abertura dos bicos laterais e encerramento do bico central;
 d) compactação da peça; e) encerramento dos bicos

Factores críticos	Directo	Indirecto	Válvula
Evitar taxas de corte	◆ ◇ ◇	◆ ◆ ◇	◆ ◆ ◇
Evitar tensões residuais	◆ ◇ ◇	◆ ◆ ◇	◆ ◆ ◇
Tempos de ciclo reduzidos	◆ ◆ ◇	◆ ◇ ◇	◆ ◆ ◆
Bom acabamento	◆ ◆ ◇	◆ ◇ ◇	◆ ◆ ◆
Preço de molde baixo	◆ ◆ ◇	◆ ◆ ◇	◆ ◇ ◇
Volumes de injeção elevados	◆ ◇ ◇	◆ ◆ ◇	◆ ◆ ◇
Capacidade de compactação elevada	◆ ◇ ◇	◆ ◆ ◇	◆ ◆ ◇
Janela de processamento reduzida	◆ ◇ ◇	◆ ◆ ◇	◆ ◆ ◇

Tabela 6.6 – Análise comparativa dos bicos para ataque directo, indirecto e accionados por válvula