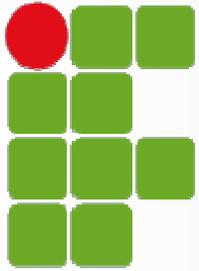


# FUNDIÇÃO



<https://www.youtube.com/watch?v=pt6Tb1Wf1DA>



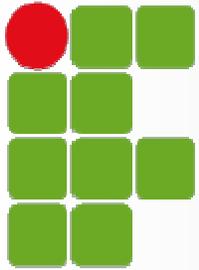
# FUNDIÇÃO

## INTRODUÇÃO:

Fundição é um processo de fabricação onde um metal ou liga metálica, no estado líquido, é vazado em um molde com formato e medidas correspondentes aos da peça a ser produzida.

## Vantagens:

1. podem apresentar formas externas e internas desde a mais simples até a mais complexa.
2. Podem apresentar dimensões limitadas somente pelas restrições das instalações onde serão produzidas
3. Podem ser produzidas dentro de padrões variados de acabamento e tolerância dimensional (**entre  $\pm 0,2$  e  $0,6$  mm**)
4. Possibilita grande economia de peso, porque permite a obtenção de paredes com espessuras quase ilimitadas.

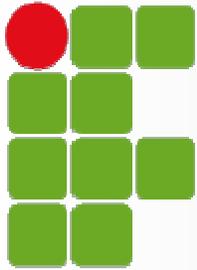


# FUNDIÇÃO

## Principais propriedades do processo de fundição:

1. Temperatura de fusão
2. Fluidez



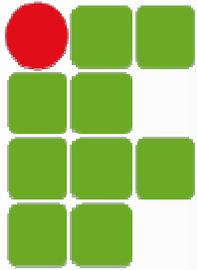


# FUNDIÇÃO

A fundição é realizada com metal em estado líquido. Nesse processo, as peças são conformadas pela solidificação por resfriamento os mais diversos materiais. Durante este processo ocorre a cristalização, contração volumétrica concentração de impurezas e concentração de gases.

Os materiais utilizados no processo de fundição são:

- Ferro
- Aço
- Ferro fundido
- Alumínio
- Magnésio
- Chumbo



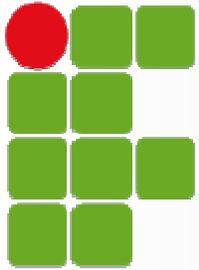
# FUNDIÇÃO

## GENERALIDADES DO PRODUTO:

- Que tipo de solicitações mecânicas a peça estará sujeita.
- Tolerância geométrica, rugosidade.
- A quantidade a ser fabricado.

Processo	Valores de rugosidade (em Ra)												
	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	
Fundição em areia													
Fundição molde permanente													
Fundição de precisão													
Fundição sob pressão													
	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	

Liga	Secção Mínima, em mm			
	Fundição em areia	Fundição em molde metálico	Fundição sob pressão	
			Grandes áreas	Pequenas áreas
De alumínio	3,175 a 4,76	3,175 em áreas pequenas	1,905	1,143
De cobre	2,38	3,175 em áreas pequenas	2,54	1,524
Ferros fundidos cinzentos	3,175 a 6,35	4,76 em áreas pequenas	—	—
De chumbo	—	—	1,905	1,016
De magnésio	4,00	4,00 a 4,176	2,032	1,27
Ferro maleável	3,175	—	—	—
Aço	4,76	—	—	—
De estanho	—	—	1,524	0,762
Ferro fundido branco	3,175	—	—	—
De zinco	—	—	1,143	0,38



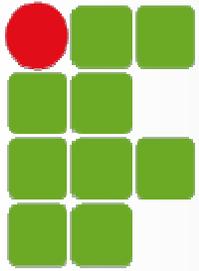
# FUNDIÇÃO

Temperaturas de Fusão:

---

<b>Elemento</b>	<b>Tf (°C)</b>
Estanho	233
Chumbo	328
Alumínio	660
Ferro	1530

---



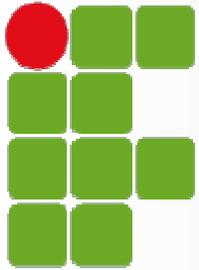
# FUNDIÇÃO

## PASSO A PASSO DA FUNDIÇÃO:

A matéria-prima metálica para a produção de peças fundidas é constituída pelas **ligas metálicas ferrosas (ligas de ferro e carbono)** e **não-ferrosas (ligas de cobre, alumínio, zinco e magnésio)**.

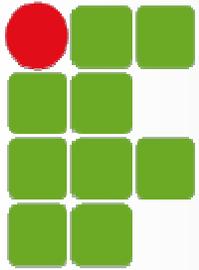
O processo de fabricação dessas peças por meio de fundição pode ser resumido nas seguintes operações:

1. **Confecção do modelo** - Essa etapa consiste em **construir um** modelo com o formato aproximado da peça a ser fundida. Esse modelo vai servir para a construção do molde e suas dimensões devem prever a contração do metal quando ele se solidificar bem como um eventual sobremetal para posterior usinagem da peça. **Ele é feito de madeira, alumínio, aço, resina plástica e até isopor.**



# FUNDIÇÃO

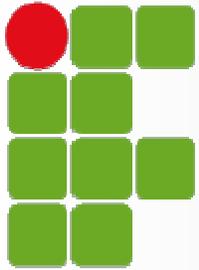




# FUNDIÇÃO

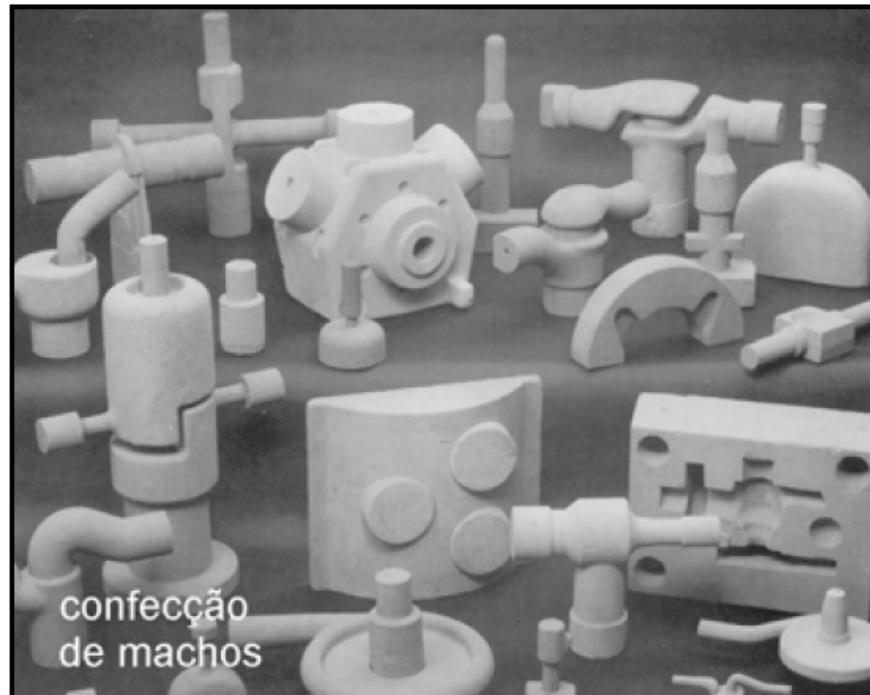
**2- Confeção do molde** - O molde é o dispositivo no qual o metal fundido é colocado para que se obtenha a peça desejada. Ele é feito de material refratário composto de areia e aglomerante. Esse material é moldado sobre o modelo que, após retirado, deixa uma cavidade com o formato da peça a ser fundida.

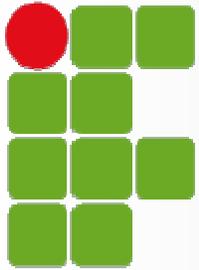




# FUNDIÇÃO

**3- Confeção dos machos** - Macho é um dispositivo, feito também de areia, que tem a finalidade de formar os vazios, furos e reentrâncias da peça. Eles são colocados nos moldes antes que eles sejam fechados para receber o metal líquido.



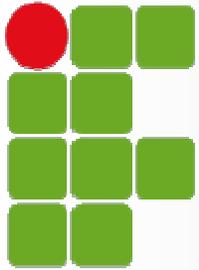


# FUNDIÇÃO

Fusão - Etapa em que acontece a fusão do metal.

**5. Vazamento** - O vazamento é o enchimento do molde com metal líquido.



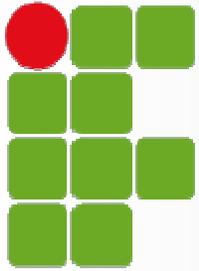


# FUNDIÇÃO

**6- Desmoldagem** – Após determinado período de tempo em que a peça se solidifica dentro do molde, e que depende do tipo de peça, do tipo de molde e do metal (ou liga metálica), ela é retirada do molde (desmoldagem) manualmente ou por processos mecânicos.

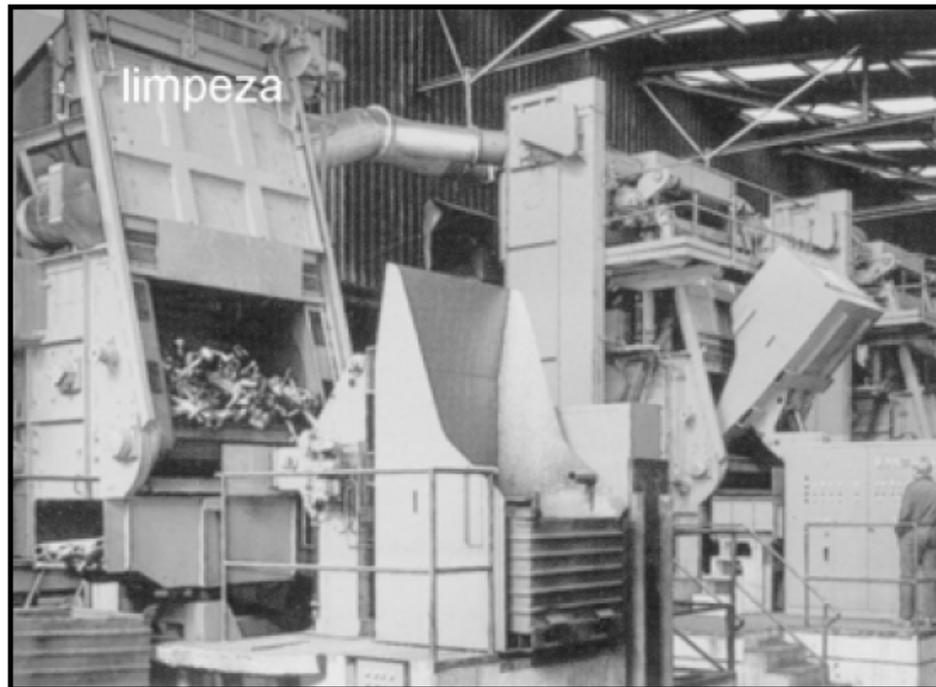
**7. Rebarbação** - A rebarbação é a retirada dos canais de alimentação, massalote e rebarbas que se formam durante a fundição. Ela é realizada quando a peça atinge temperaturas próximas às do ambiente.

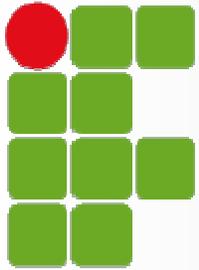




# FUNDIÇÃO

**8- Limpeza** - A limpeza é necessária porque a peça apresenta uma série de incrustações da areia usada na confecção do molde. Geralmente ela é feita por meio de jatos abrasivos.

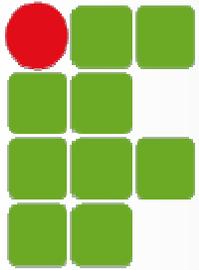




# FUNDIÇÃO

## **Características que estão estreitamente ligadas ao processo de fundição.**

A peça produzida por fundição pode ter as formas e dimensões definitivas ou não. Furos pequenos e detalhes complexos não são feitos na peça, embora apareçam no desenho. Arredondamento de cantos e engrossamento das paredes. As propriedades mecânicas de peças fundidas geralmente são inferiores às propriedades de peças conformadas mecanicamente.



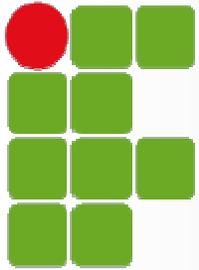
# FUNDIÇÃO

## **Defeitos que ocorrem durante o processo de fundição:**

Inclusão da areia do molde nas paredes internas ou externas da peça.

Defeitos de composição da liga metálica que causam o aparecimento de partículas duras indesejáveis no material.

Rechupe Porosidade, ou seja, existência de “buraquinhos” dentro da peça.

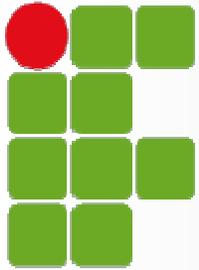


# FUNDIÇÃO

## Cristalização

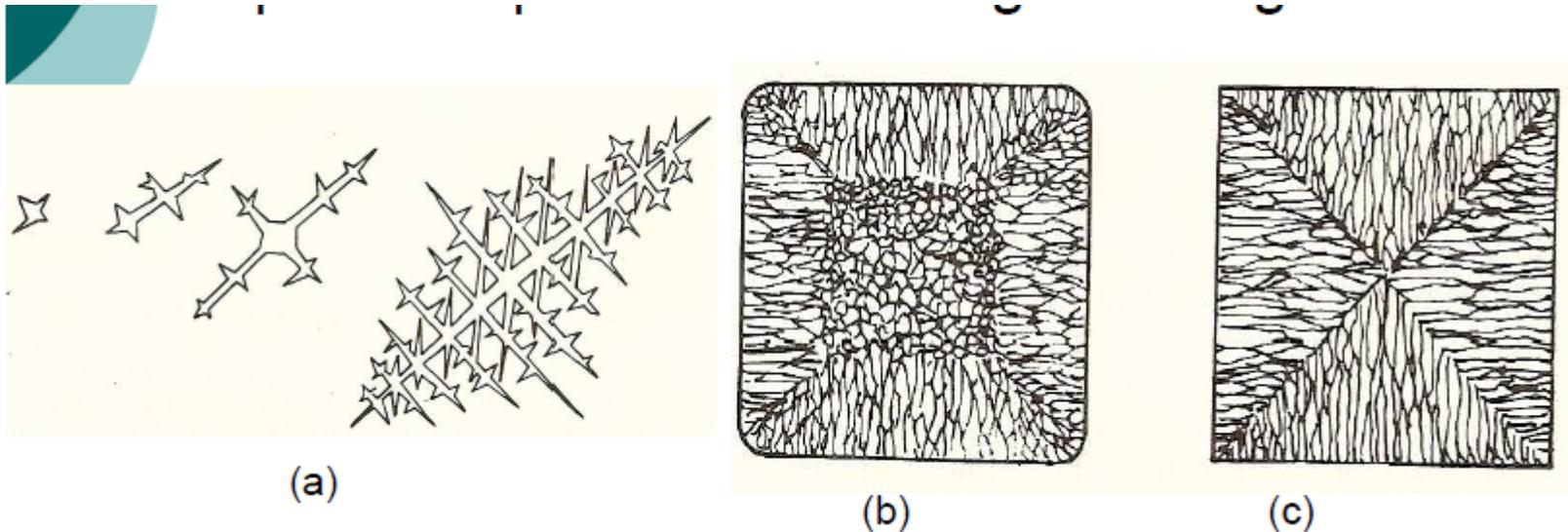
Consiste no aparecimento das primeiras células cristalinas unitárias, que servem como **núcleos, para** o posterior desenvolvimento ou *crescimento* dos cristais, dando, finalmente, origem aos grãos definitivos e à **estrutura granular típica dos metais**.

Esse crescimento dos cristais não se dá, na realidade, de maneira uniforme, ou seja, a velocidade de crescimento não é a mesma em todas as direções, variando de acordo com os diferentes eixos cristalográficos; no interior de um molde, o crescimento é limitado pelas paredes deste.

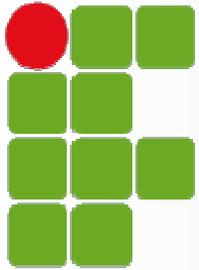


# FUNDIÇÃO

Como resultado, os núcleos metálicos e os grãos cristalinos resultantes adquirem os aspectos representados na figura a seguir.

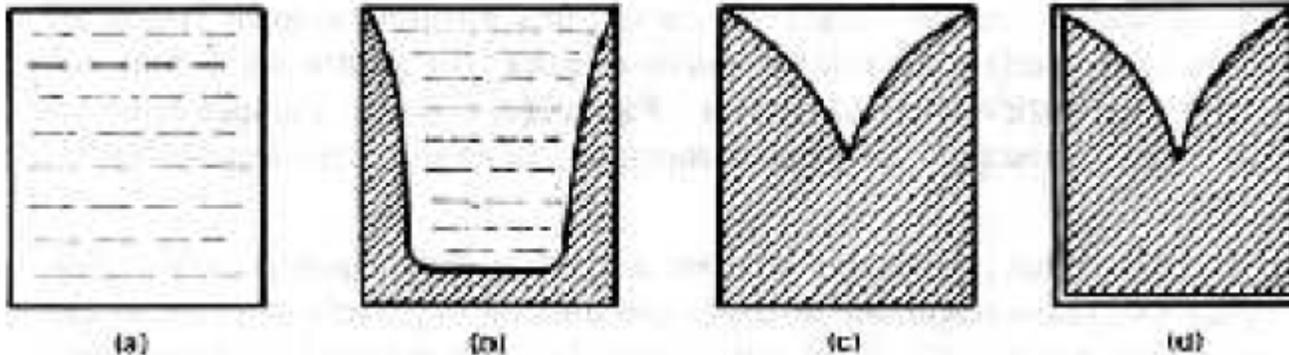


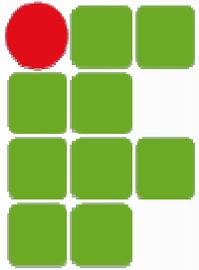
Dendrita originada na solidificação (a); aspecto típico da seção de um lingote (b); efeito dos cantos na cristalização (c).



# FUNDIÇÃO

**CONTRAÇÃO DE VOLUME:**  
contração líquida  
contração de solidificação  
contração sólida





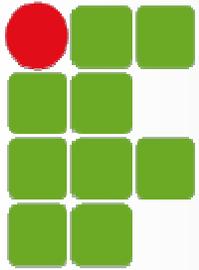
# FUNDIÇÃO

A contração é expressa em porcentagem de volume.

No caso dos aços fundidos, por exemplo, a contração linear, devida à variação de volume no estado sólido, varia de 2,18 a 2,47%, o valor menor correspondendo ao aço de mais alto carbono (0,90%).

No caso dos ferros fundidos - uma das mais importantes ligas para fundição de peças - a contração sólida linear varia de 1 a 1,5%, o valor de 1 % correspondendo a ferro fundido cinzento comum e o valor 1,5% (mais precisamente de 1,3 a 1,5%) ao ferro nodular.

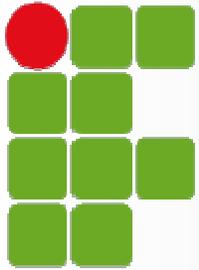
Para os outros metais e ligas, a contração linear é muito variada, podendo atingir valores de 8 a 9% para níquel e ligas cobre-níquel.



# FUNDIÇÃO

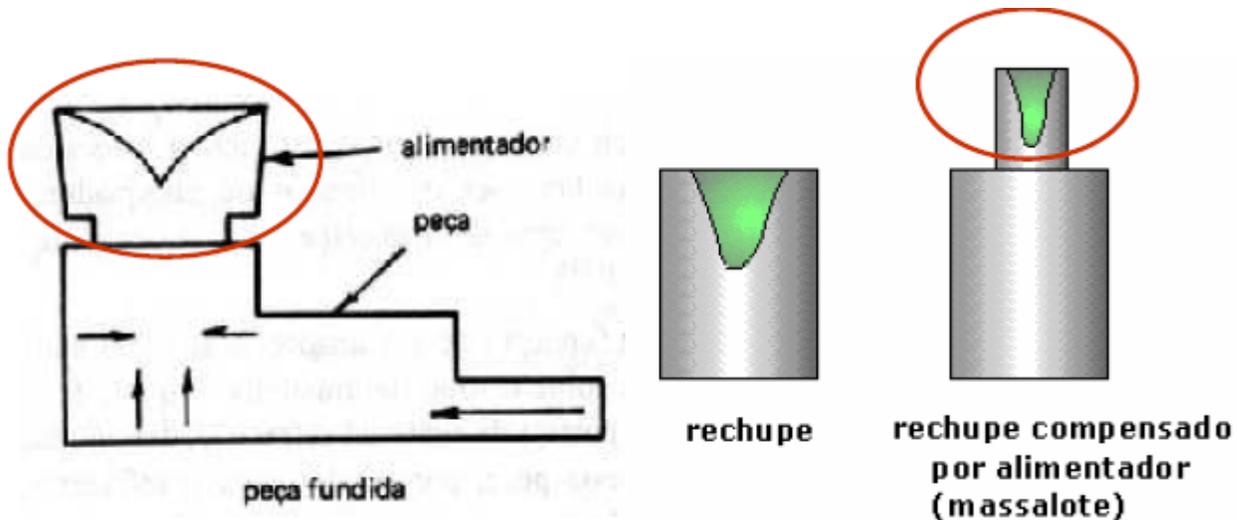
Variação de volume durante a solidificação. A maioria dos materiais metálicos apresenta redução de volume (-), mas alguns apresentam expansão (+).

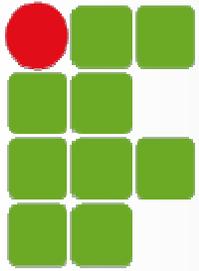
Metal	Variação de volume
Alumínio	-6,0
Zinco	-5,1
Ouro	-4,2
Cobre	-4,15
Magnésio	-4,1
Cádmio	-4,0
Ferro	-3,0
Estanho	-2,3
Antimônio	+0,95
Gálio	+3,2
Bismuto	+3,35
Germânio	+5,0



# FUNDIÇÃO

Solução para problemas de contração em peças:





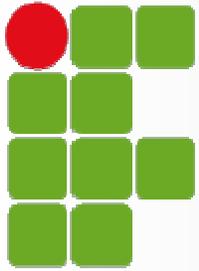
# FUNDIÇÃO

## **Concentração de impurezas - segregação**

Isto pode ocorrer devido à segregação, durante o processo de solidificação. Em ligas, os elementos com mais baixo ponto de fusão se concentram no líquido, sendo assim, a última região a solidificar é mais rica nesses elementos.

O caso mais geral é o das ligas ferro-carbono, que contêm, como impurezas normais, o fósforo, o enxofre, o manganês, o silício e o próprio carbono.

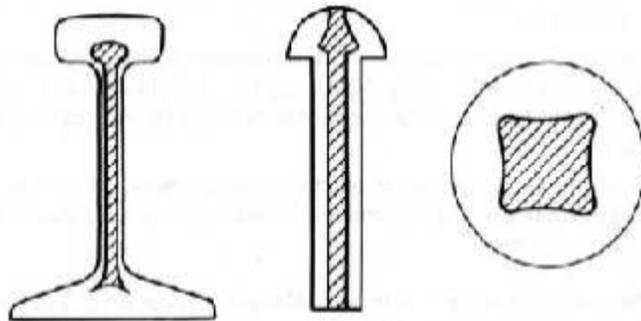
Ao solidificar, entretanto, algumas das impurezas são menos solúveis no estado sólido: P e S, por exemplo, nas ligas mencionadas. Assim sendo, à medida que a liga solidifica, esses elementos vão acompanhando o metal líquido remanescente, indo acumular-se, pois, na última parte sólida formada.

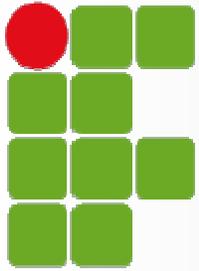


# FUNDIÇÃO

O inconveniente dessa segregação é que o material acaba apresentando composição química não uniforme, conforme a secção considerada, e conseqüentes propriedades mecânicas diferentes.

- Como as zonas segregadas se localizam no interior das peças, onde as tensões são mais baixas, as suas conseqüências não são muito perniciosas, devendo-se de qualquer modo, evitar uma grande concentração de impurezas, quer pelo controle mais rigoroso da composição química das ligas, quer pelo controle da própria velocidade de resfriamento.





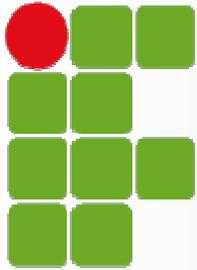
# FUNDIÇÃO

## Desprendimento de gases

Esse fenômeno ocorre principalmente nas ligas ferro-carbono. O oxigênio dissolvido no ferro, por exemplo, tende a combinar-se com o carbono dessas ligas, formando os gases CO e CO<sub>2</sub> que escapam facilmente à atmosfera, enquanto a liga estiver no estado líquido.

A medida, entretanto, que a viscosidade da massa líquida diminui, devido à queda de temperatura, fica mais difícil a fuga desses gases, os quais acabam ficando retidos nas proximidades da superfície das peças ou lingotes, na forma de *bolhas*.

Em aços de baixo carbono, na forma de lingotes a serem forjadas ou laminadas, as bolhas não são prejudiciais, pois elas, às temperaturas de conformação mecânica, principalmente para a fabricação de chapas, têm suas paredes soldadas. A rigor, essas bolhas podem ser até mesmo desejáveis.

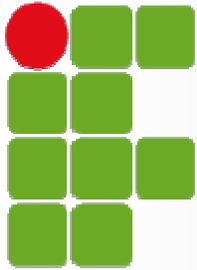


# FUNDIÇÃO

## TIPO DE MOLDE UTILIZADO.

Podem ser classificados pela força ou pressão usada para preencher o molde com o metal líquido (por gravidade ou por pressão).

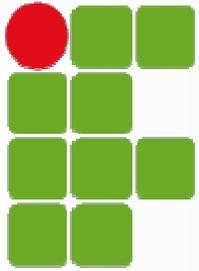
<b>Tipo de Força</b>	<b>Tipo de Molde</b>
Por Gravidade	<ul style="list-style-type: none"><li>•Areia verde (Molde descartável)</li><li>•Em Casca (Shell Molding)</li><li>•Cera perdida</li><li>•Coquilha</li></ul>
Por Pressão	<ul style="list-style-type: none"><li>•Molde permanente</li></ul>



# FUNDIÇÃO

## ETAPAS DO PROCESSO DE FUNDIÇÃO:

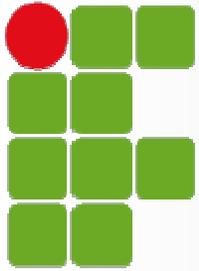
1. Confecção do Modelo
2. Confecção do Molde
3. Confecção do Macho
4. Fusão
5. Vazamento
6. Desmoldagem
7. Rebarbação e Limpeza
8. Controle de Qualidade



# FUNDIÇÃO

## SELEÇÃO DO PROCESSO

1. Quantidade de peças a produzir;
2. Projeto da fundição;
3. Tolerâncias requeridas;
4. Grau de complexidade;
5. Especificação do metal;
6. Acabamento superficial desejado;
7. Custo do ferramental;
8. Comparativo econômico entre usinagem e fundição;
9. Limites financeiros do custo de capital;
10. Requisitos de entrega.

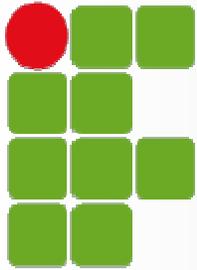


# FUNDIÇÃO

## AREIA VERDE:

É chamado de areia verde porque a mistura mantém sua umidade original, ou seja, o molde formado pela mistura não passa por processo de secagem. A composição do agregado granular refratário (molde) é feita por areia-base que pode ser sílica ( $\text{SiO}_2$ ), cromita ou zirconita, mais argila (como aglomerante) e água.





# FUNDIÇÃO

Processo de Moldagem em areia Verde podem ser dividido em Moldagem Manual e Mecânica.

## **Manual:**

Geralmente utilizados em peças de grande porte, ou em pequenos lotes de peças, onde não se justifica investimentos na mecanização.

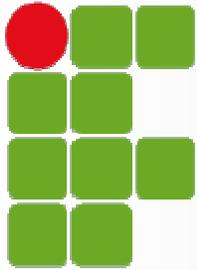
## **Mecânica:**

Geralmente utilizados em peças de pequeno e médio porte produzidas em grande serie.

**Moldagem por impacto:** Neste processo o molde com areia é elevado e cai em queda livre, sofrendo impacto que comprime a areia, sendo a operação repetida por diversas vezes.

**Moldagem por Compressão:** a reia é comprimida numa prensa (a ar comprimido ou Hidráulica), sendo que a maior compactação dá-se na parte superior do molde.

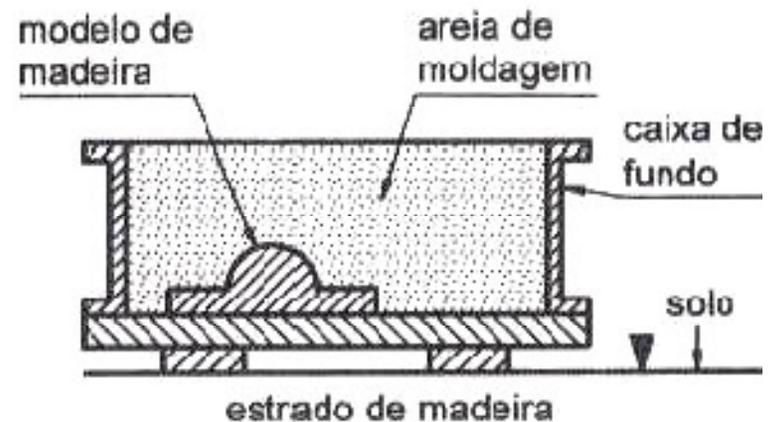
**Moldagem por Compressão vibratória ou impacto:** além da pressão, é aplicada também vibração a mesa onde se localiza a caixa de moldagem.



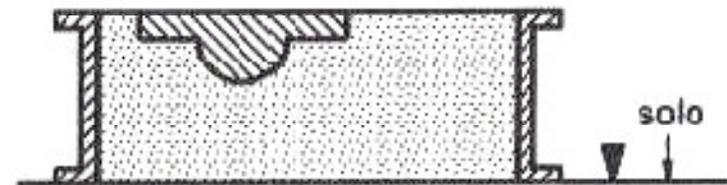
# FUNDIÇÃO

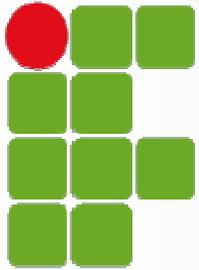
## ETAPAS DA MOLDAGEM em Areia Verde:

1- A caixa de moldar é colocada Sobre uma placa de madeira ou chão. O modelo, coberto com talco ou grafite para evitar aderência da areia, é colocado no fundo da caixa. A areia é compactada sobre o modelo manualmente ou com auxílio de marteletes automáticos.



2- Esta caixa, chamada de caixa fundo, é virada de modo que o modelo fique para cima

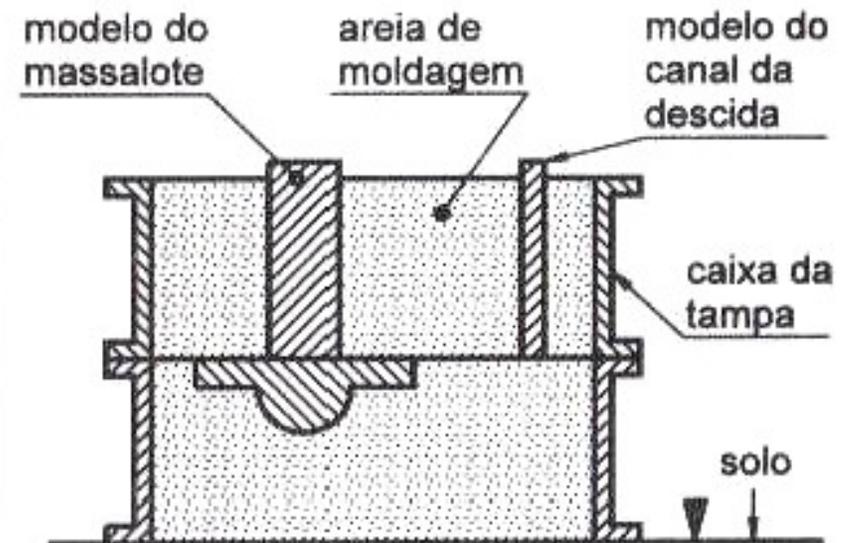


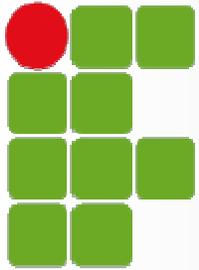


# FUNDIÇÃO

## ETAPAS DA MOLDAGEM

3- Em outra caixa de moldar, chamada de Caixa- tampa, é posta sobre a primeira Caixa. Em seu interior são colocados o Massalote e o canal de descida. Enche-se a caixa com areia que é compactada.

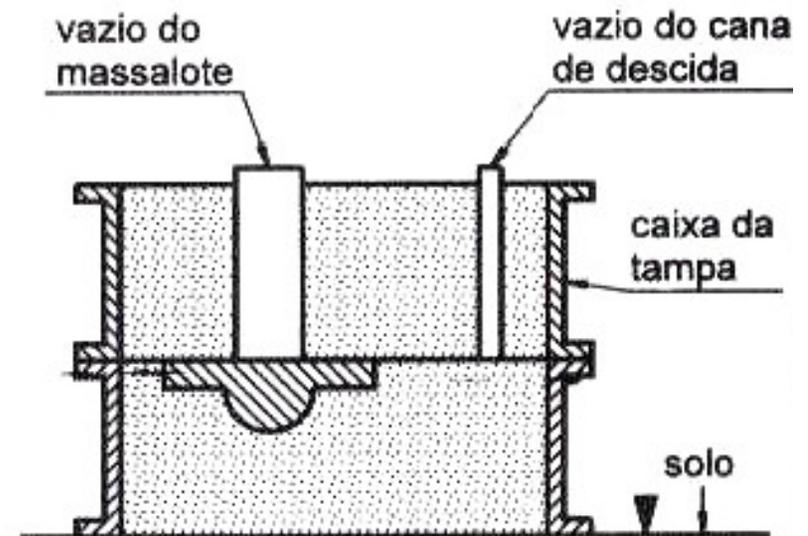


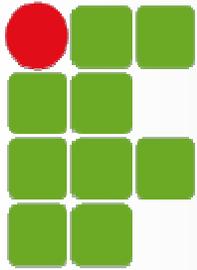


# FUNDIÇÃO

## ETAPAS DA MOLDAGEM

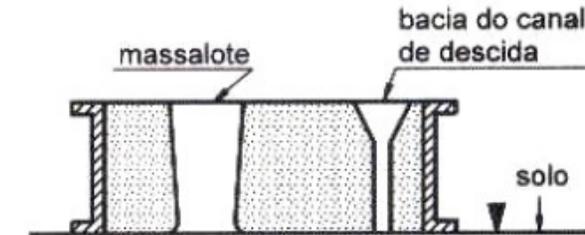
4- O canal de descida e o massalote  
São retirados e as caixas são separadas.



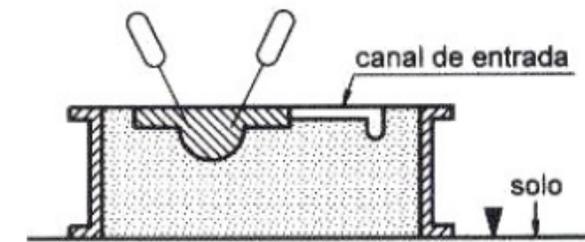


# FUNDIÇÃO

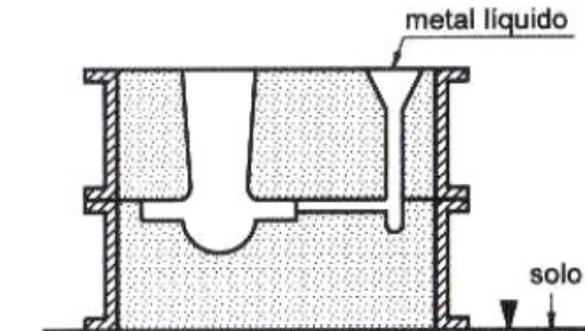
5- Abre-se o corpo de vazamento na caixa-tampa.

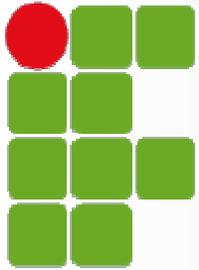


6 - Abre-se o canal de distribuição e canal de entrada na caixa-fundo e retira-se o modelo.



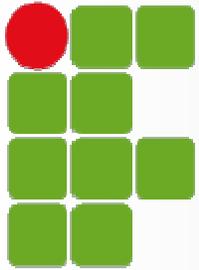
7- Se há machos, são colocados nesta etapa. Coloca-se a caixa de cima sobre a caixa de baixo. Para prender uma na outra, usam-se presilhas ou grampos.





# FUNDIÇÃO





# FUNDIÇÃO

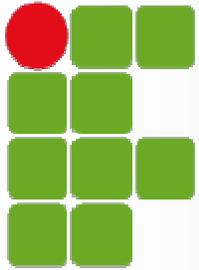
## AREIA VERDE

### AS VANTAGENS DO PROCESSO SÃO:

1. Tem o mais baixo custo dentre todos os métodos;
2. Facilidade de reparo dos moldes;
3. Equipamentos mais simples.

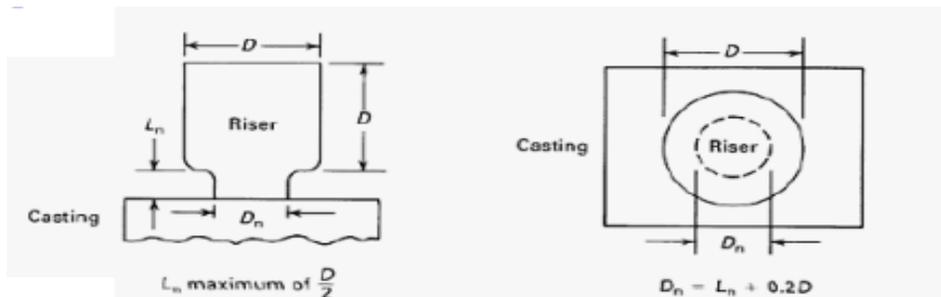
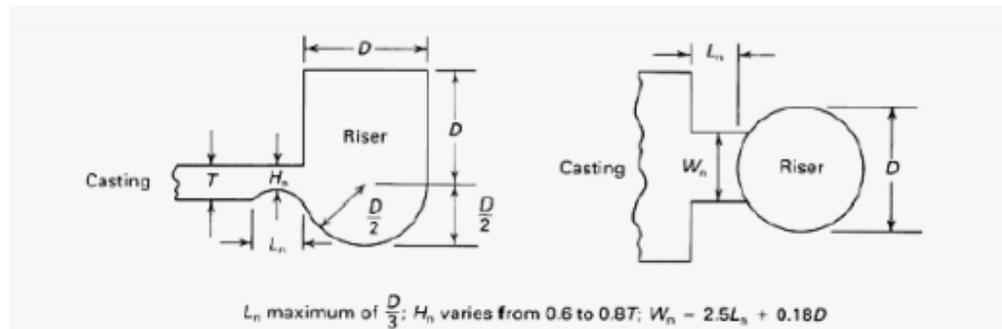
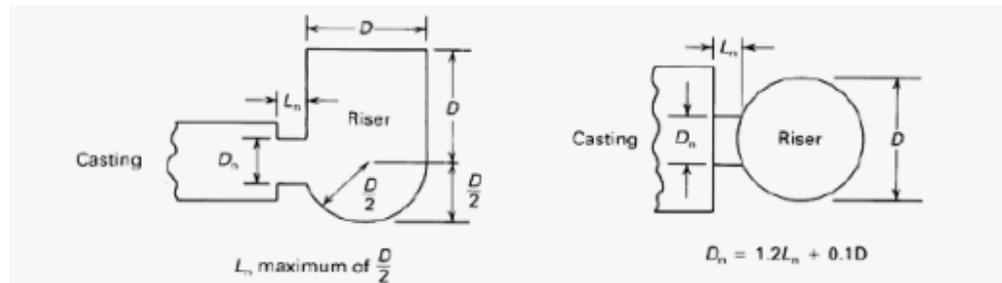
### AS DESVANTAGENS SÃO:

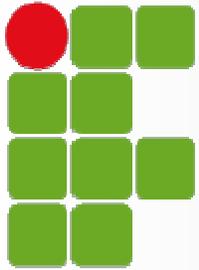
1. A areia natural é normalmente heterogênea, ou seja, sua composição varia para cada parte, influenciando na qualidade das peças;
2. Acabamento superficial inferior;
3. Maior deformação do molde (erosão) com peças de maior tamanho.



# FUNDIÇÃO

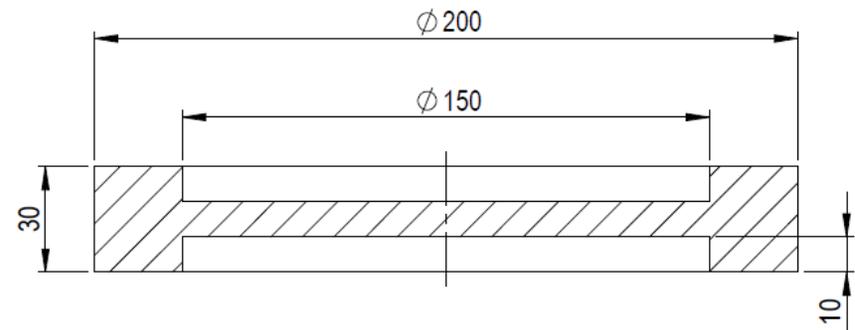
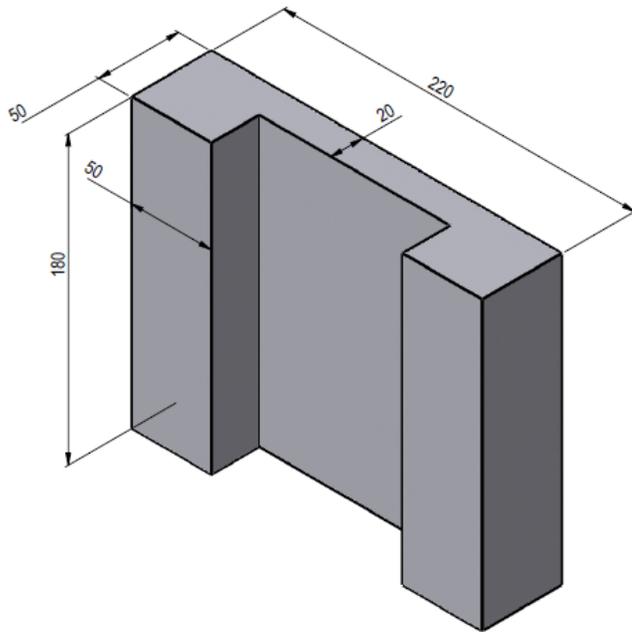
Regra gerais para projeto de massalote.

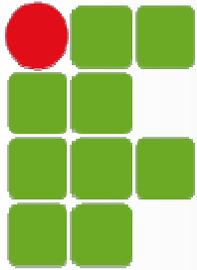




# FUNDIÇÃO

**EXERCÍCIO.** Elabore o projeto de fundição de alumínio das peças abaixo.  
Determine o módulo de resfriamento, Massalote; Pescoço.





# FUNDIÇÃO

**EXERCÍCIO-02.** Elabore o projeto de fundição para a peças abaixo:

Liga : Alumínio.

Determine:

Escolha a linha de fechamento:

Determine o sobremetal na região de usinagem:

Volume do produto:

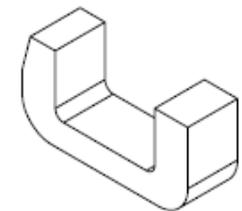
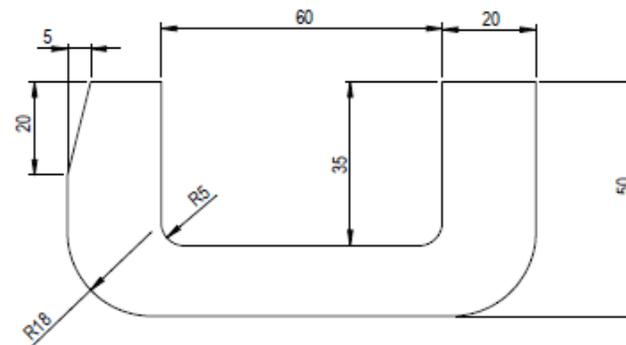
Área:

Módulo de resfriamento:

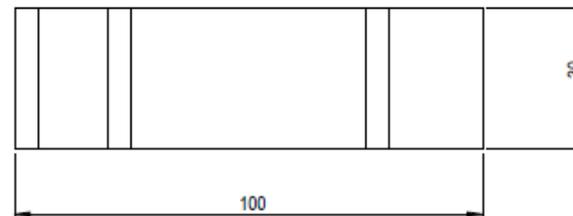
diâmetro do Massalote:

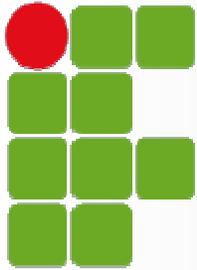
Pescoço:

Seção de ataque.



Vista Isométrica Escala 1:2





# FUNDIÇÃO

**EXERCÍCIO-02.** Elabore o projeto de fundição para a peças abaixo:

Liga : Alumínio.

Determine:

Escolha a linha de fechamento:

Determine o sobremetal na região de usinagem:

Volume do produto:

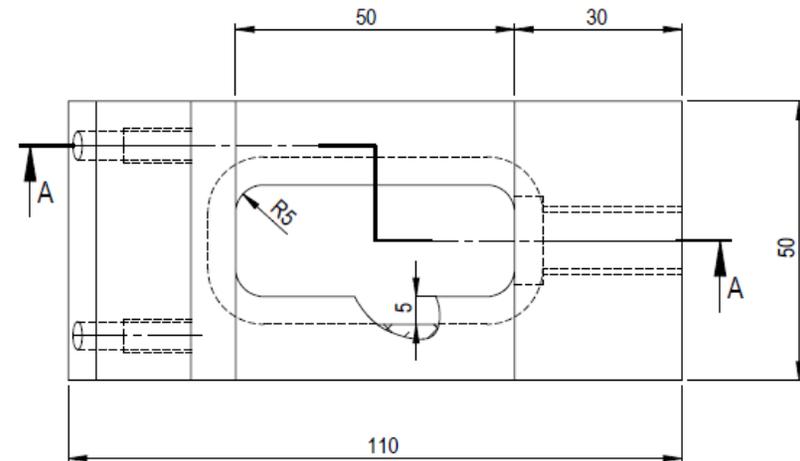
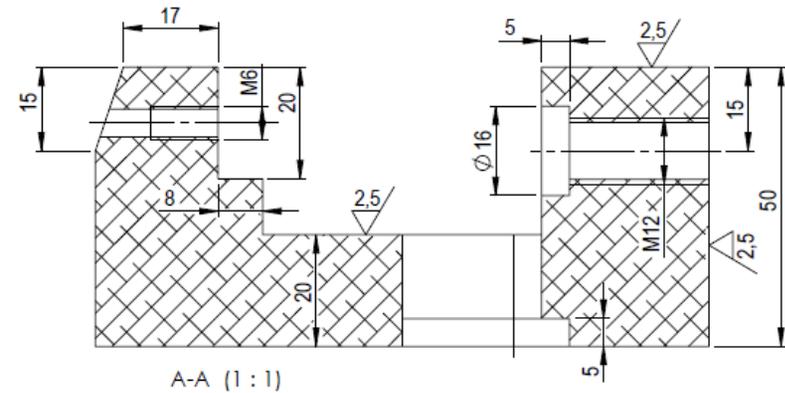
Área:

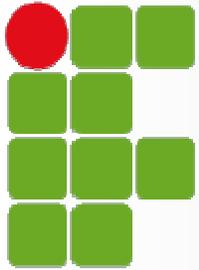
Módulo de resfriamento:

diâmetro do Massalote:

Pescoço:

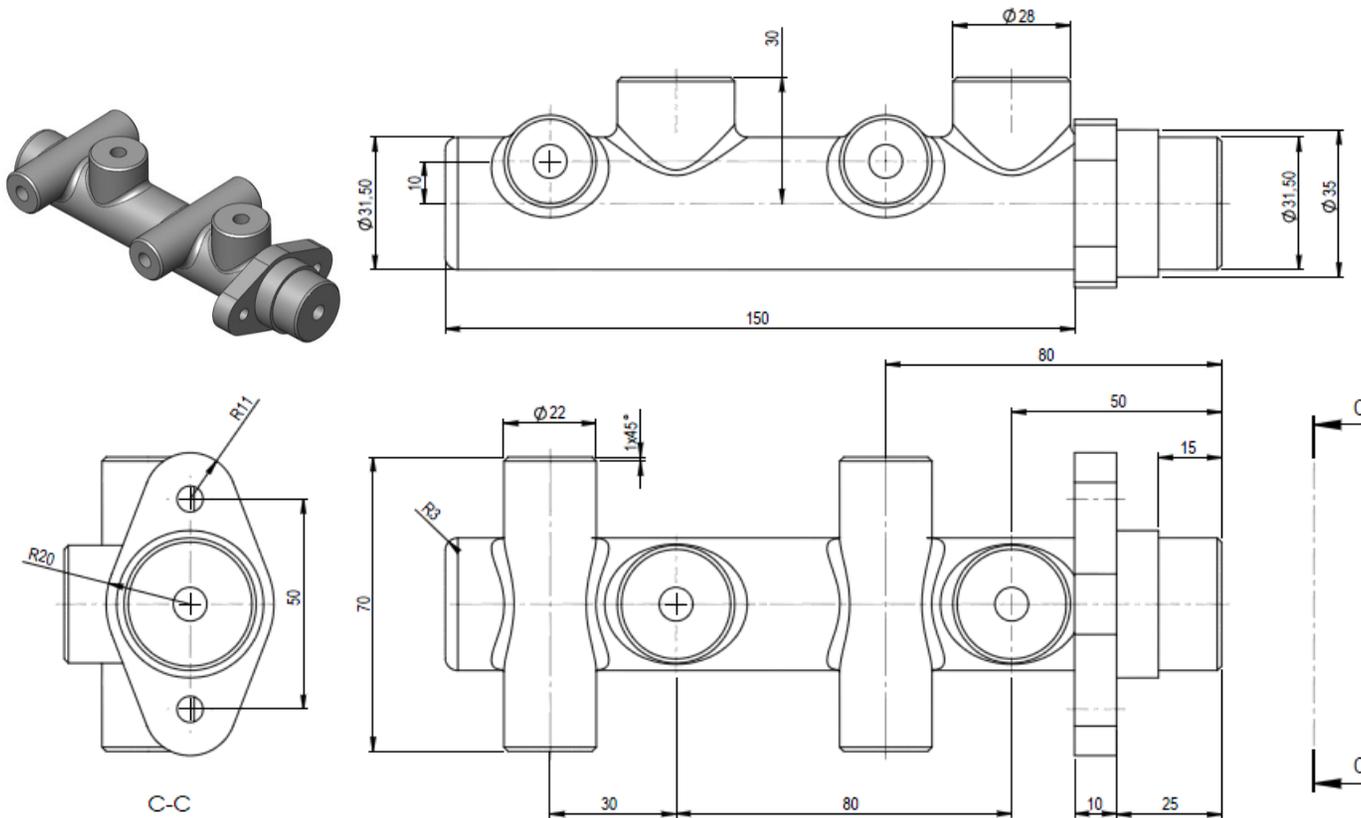
Seção de ataque.

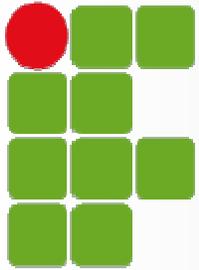




# FUNDIÇÃO

**EXERCÍCIO.** Elabore o projeto de fundição de alumínio do cilindro de freio abaixo.  
Determine o módulo de resfriamento, Massalote; Pescoço.

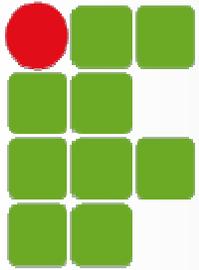




# FUNDIÇÃO

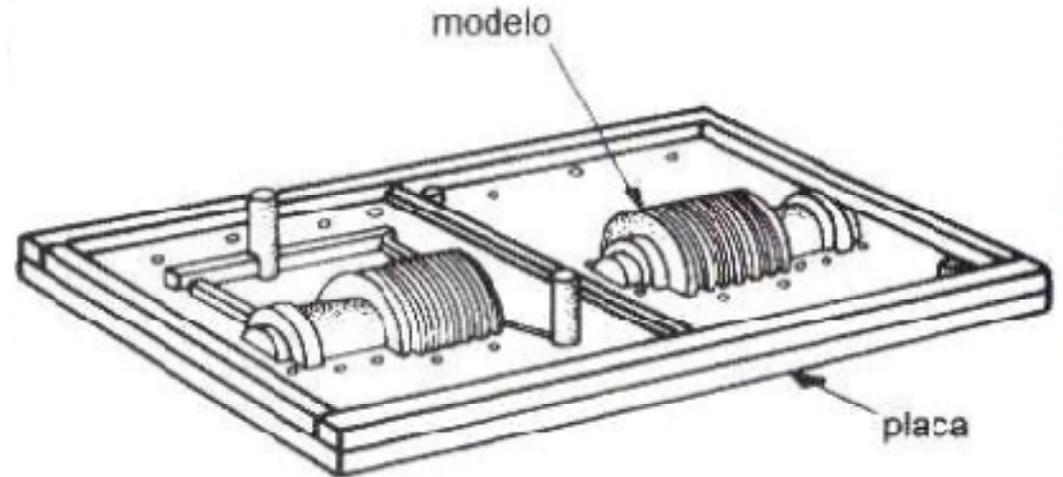
## EM CASCA (SHELL MOLDING )

As resinas empregadas são normalmente do tipo poliéster, ureia formaldeído ou fenol formaldeído. A resina constitui-se de 3 a 10% do molde, sendo o restante constituído de areia-base, que deve ser isenta de argila ou impurezas e ser fina. Quanto mais fina a areia, maior será a permeabilidade da casca.

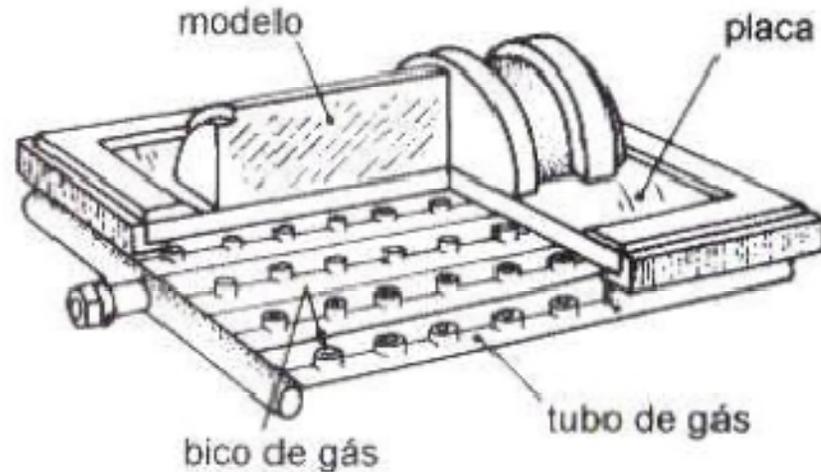


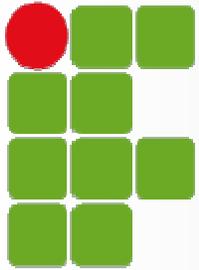
# FUNDIÇÃO

1- Os modelos, feitos de metal para resistir ao calor e ao desgaste, são fixados em placas juntamente com os sistemas de canais e os alimentadores.



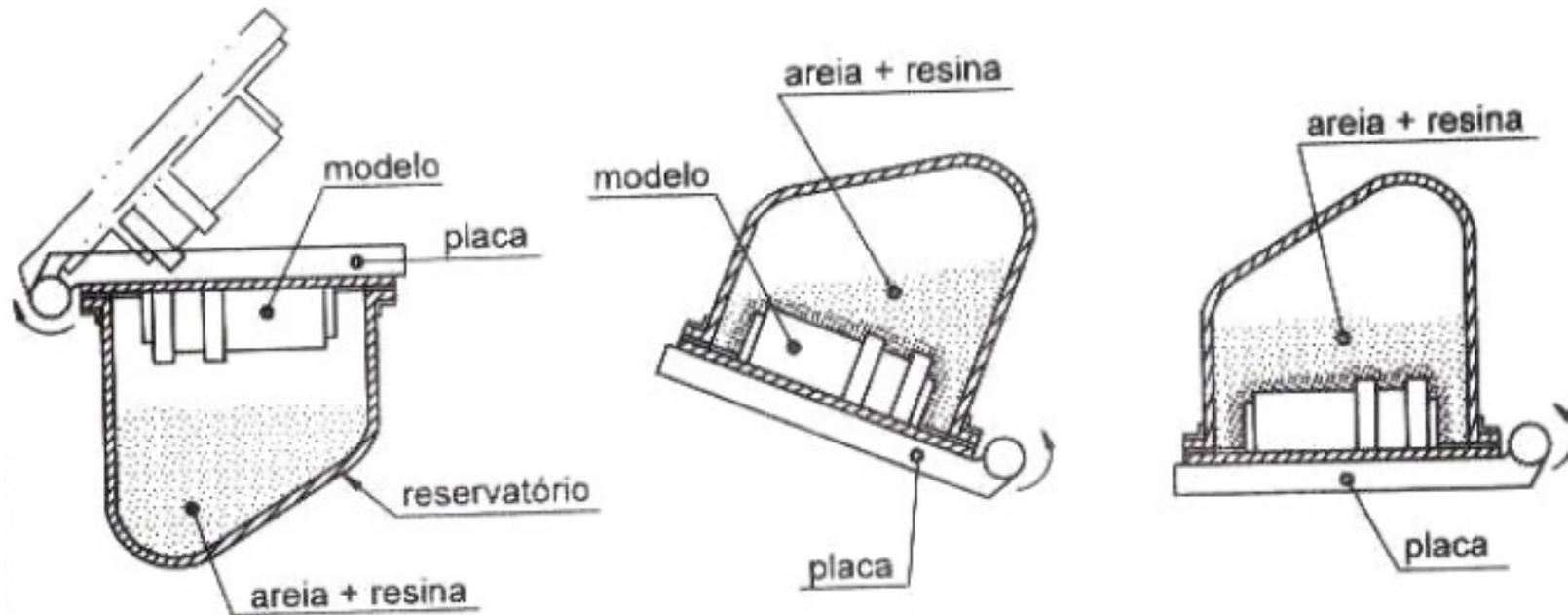
2- A placa é presa na máquina e aquecida por meio de bico de gás até atingir a temperatura de trabalho (entre 200 e 250 °C).

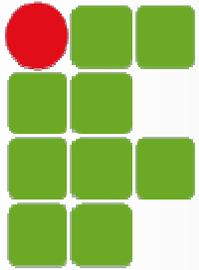




# FUNDIÇÃO

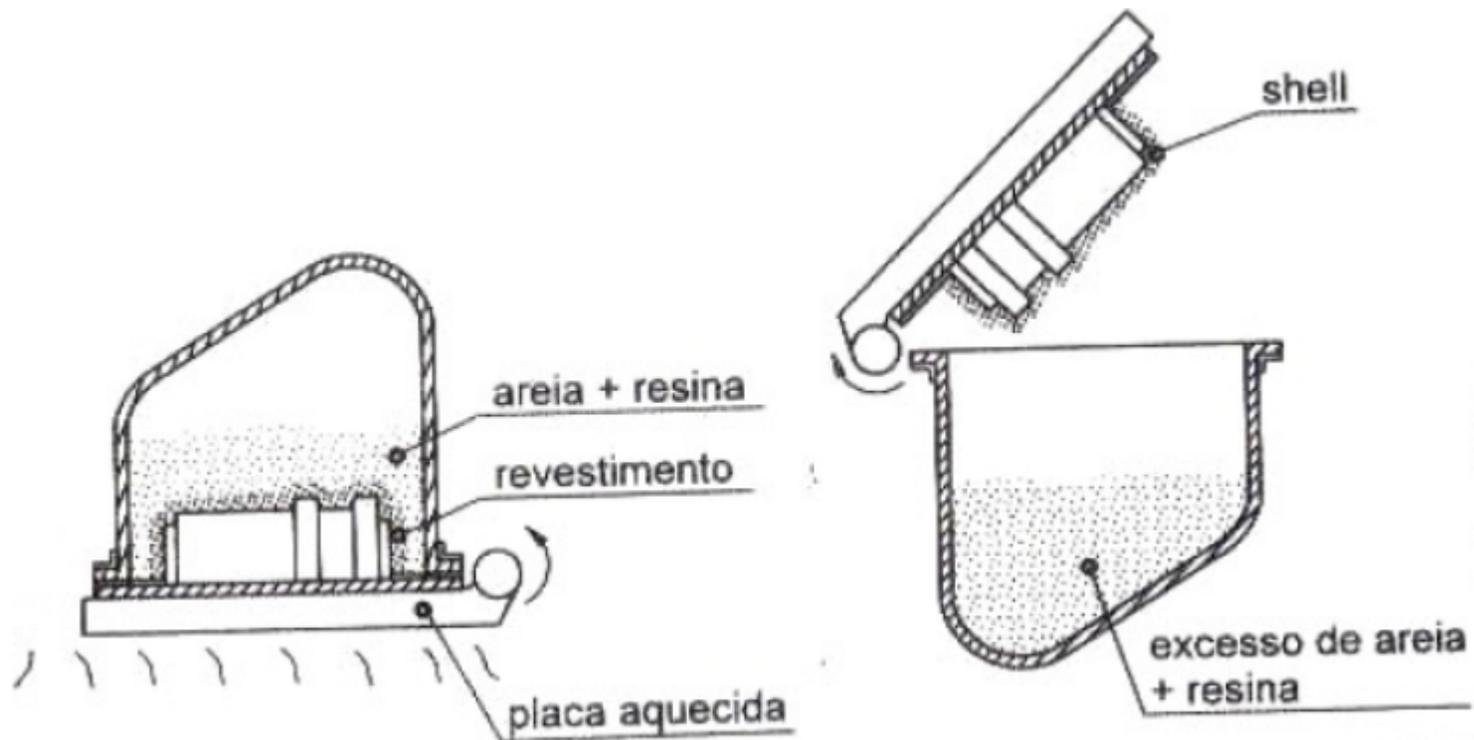
3- A placa, que geralmente é pintada com tinta á base de silicone para evitar aderência da casca, é então girada contra um reservatório para evitar uma mistura de areia/resina de modo que o modelo fique envolto por essa mistura.

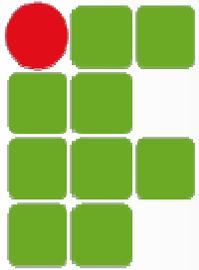




# FUNDIÇÃO

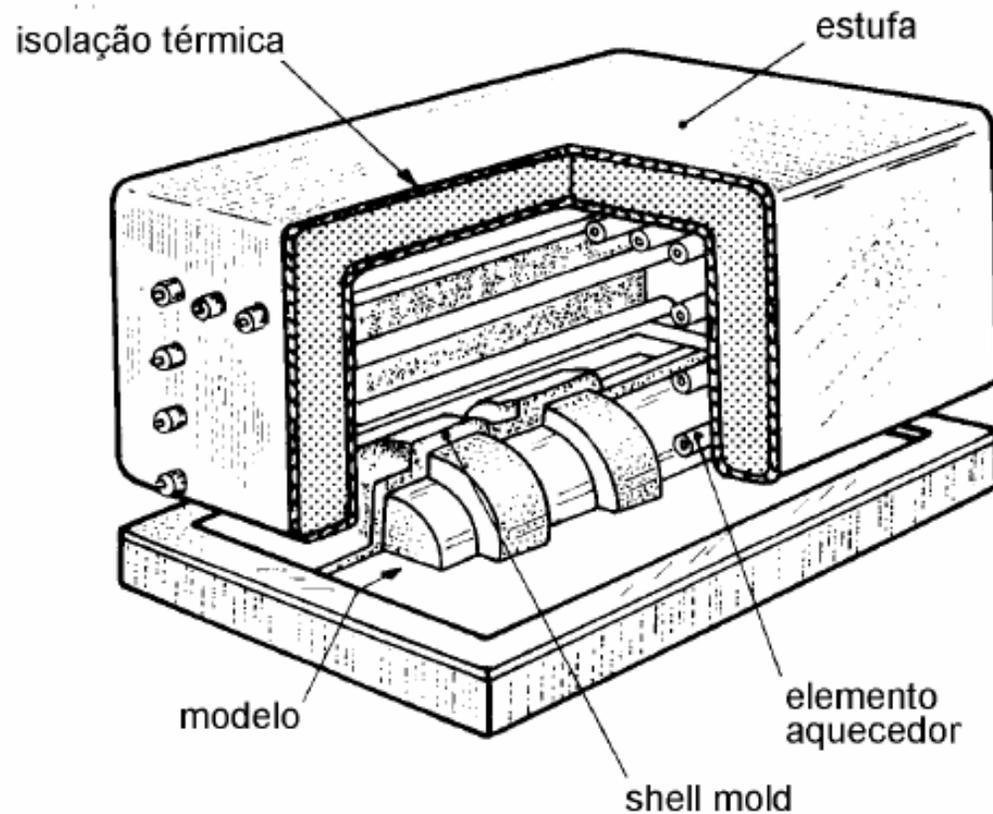
4- O calor funde a resina que envolve os grãos de areia e essa mistura, após algum tempo ( $\pm 15$  segundos), forma uma casca (Shell) com a espessura necessária (entre 10 e 15 mm) sobre o modelo.

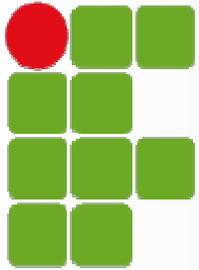




# FUNDIÇÃO

5- A **cura** da casca, ou seja, o endurecimento da resina se completa quando a placa é colocada em uma estufa em temperatura entre 350 e 450 °C.



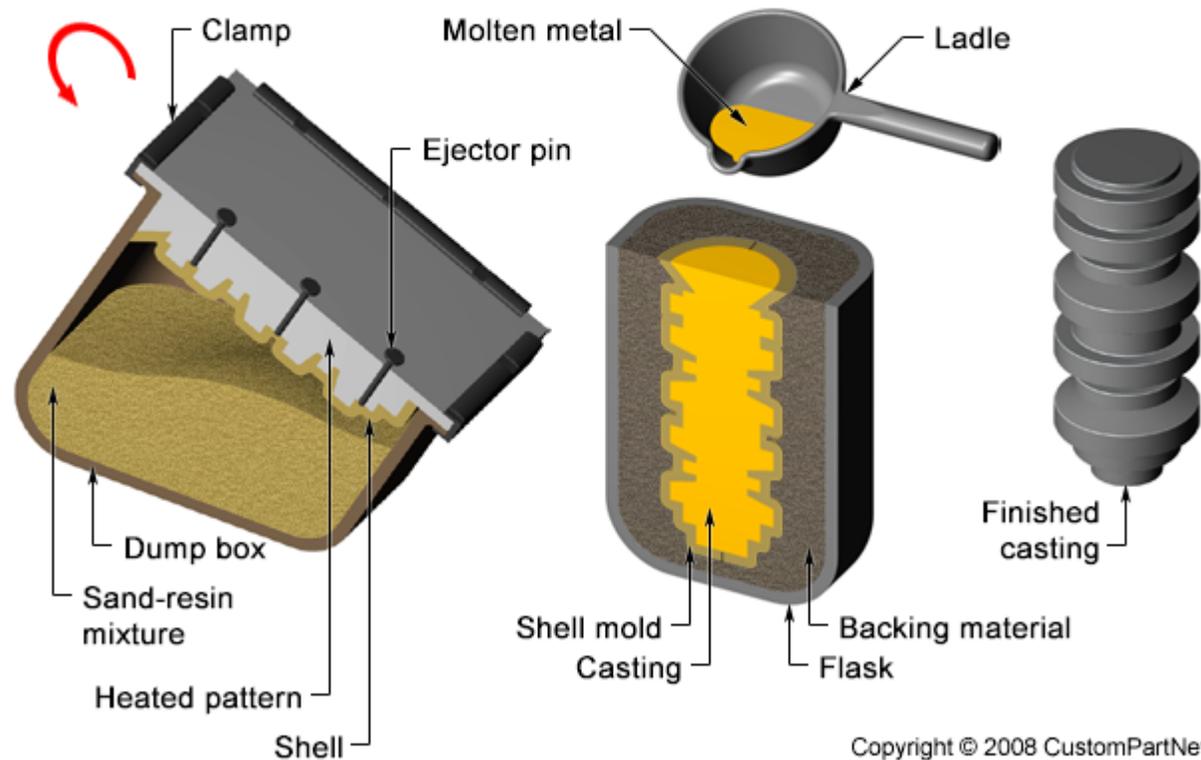


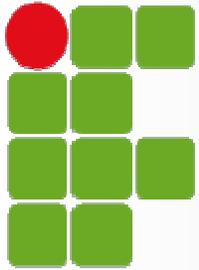
# FUNDIÇÃO

**Shell-Making**  
(Cross-section)

**Shell Mold Casting**  
(Cross-section)

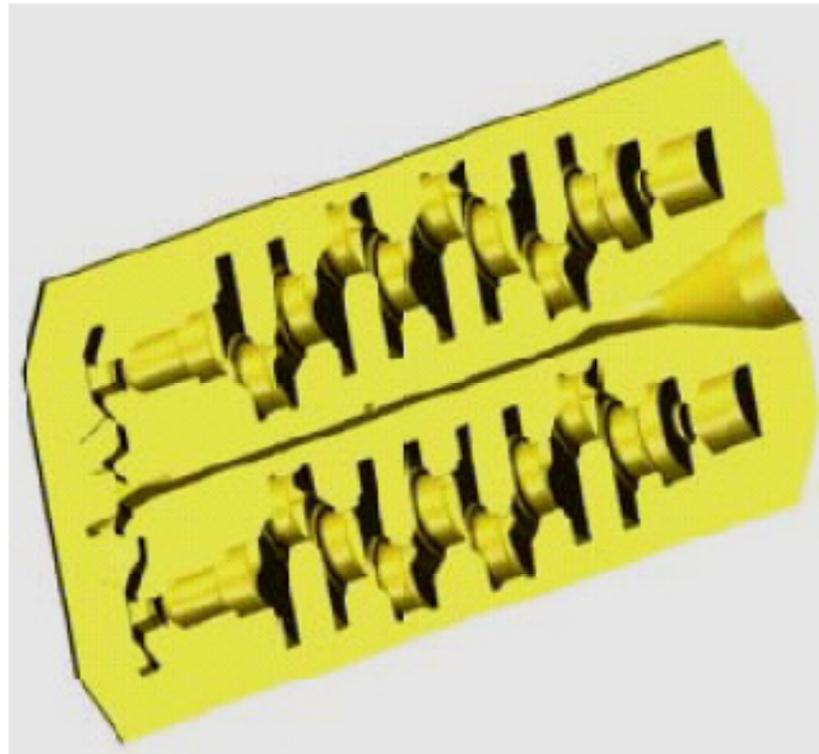
**Casting**

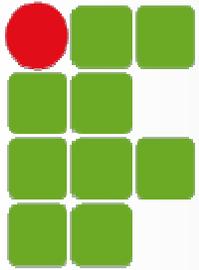




# FUNDIÇÃO

6- Após 2 ou 3 minutos, a casca é extraída do modelo por meio de pinos extratores.





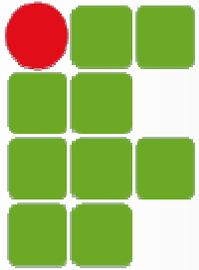
# FUNDIÇÃO

## **AS VANTAGENS DO PROCESSO SÃO:**

1. Permite que moldes e machos sejam estocados para uso posterior;
2. Bom acabamento superficial;
3. Estabilidade dimensional do molde;
4. Tolerâncias mais estreitas;
5. Facilidade de liberação de gases durante a solidificação;
6. Mecanizável e automatizável;
7. Adequado para peças pequenas e de formatos mais complexos.

## **AS DESVANTAGENS SÃO:**

1. Custo mais elevado em relação à fundição em areia verde;
2. Dimensões mais limitadas em relação à fundição em areia verde.

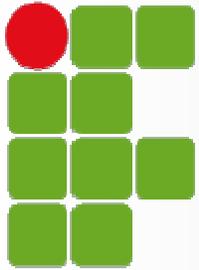


# FUNDIÇÃO

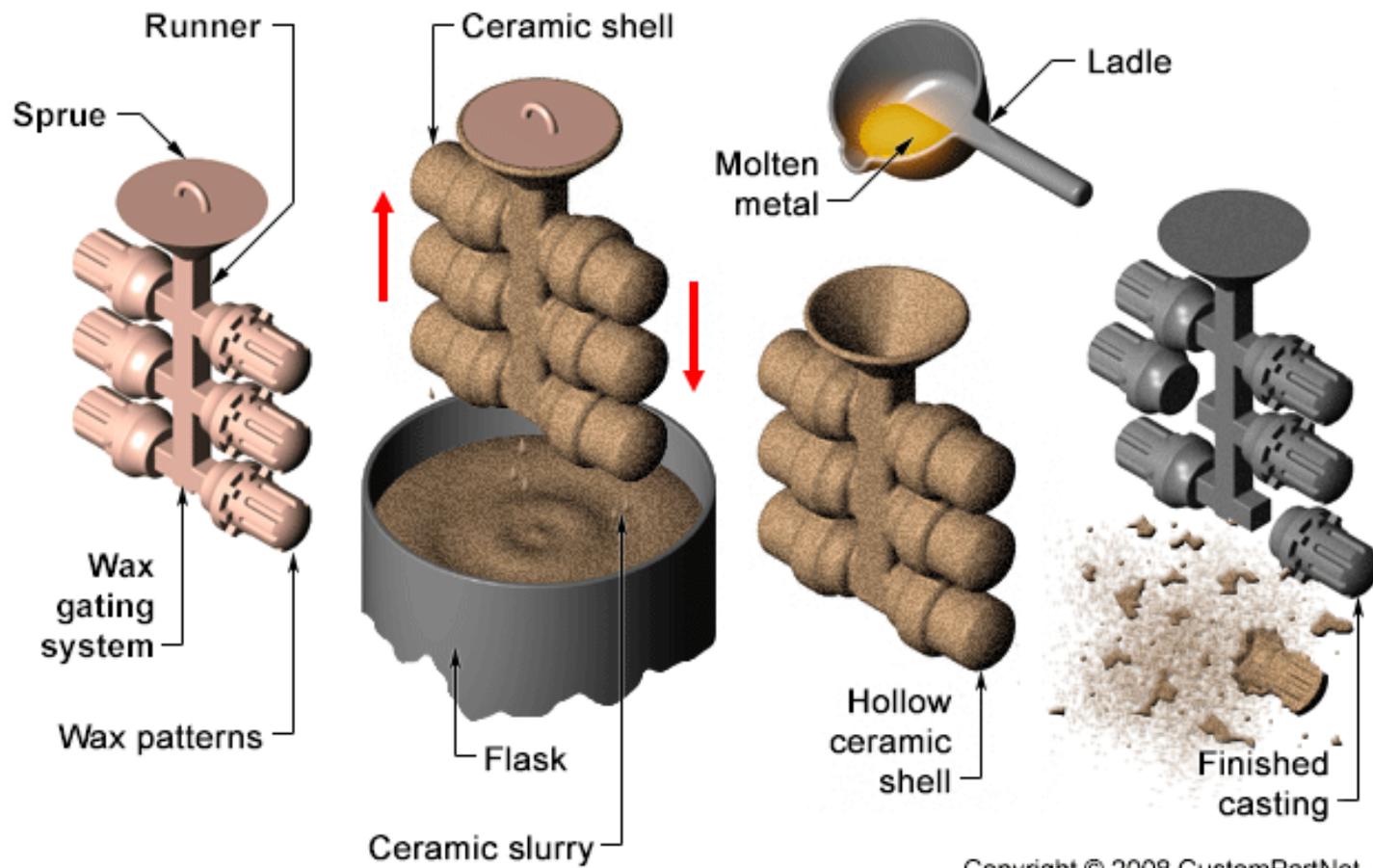
## **CERA PERDIDA:**

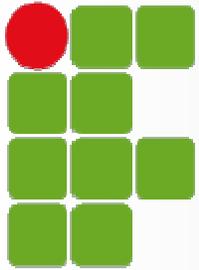
Também chamada de fundição de precisão, produz peças com peso máximo de 5 kg, formato complexo, melhor acabamento superficial, tolerâncias menores e geralmente sem macho.

<https://www.youtube.com/watch?v=WmQCbo23yG8>



# FUNDIÇÃO





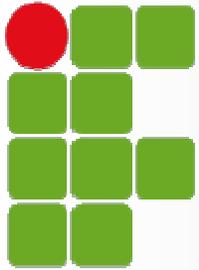
# FUNDIÇÃO

As **vantagens** do processo são:

1. Produção em massa de peças de formato complexo;
2. Reprodução de detalhes, cantos vivos, paredes finas, etc.;
3. Maior precisão dimensional e melhor acabamento superficial;
4. Utilização de praticamente qualquer liga.

As **desvantagens** são:

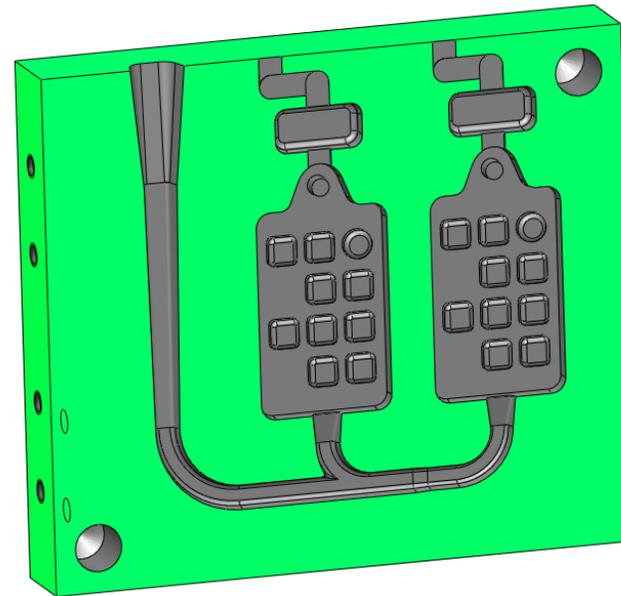
1. Peso limitado, máximo 5kg, devido à elevação do custo;
2. Custo se eleva à medida que a peça aumenta de tamanho.

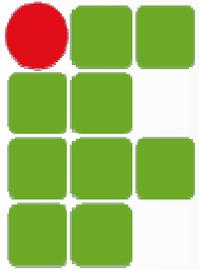


# FUNDIÇÃO

## FUNDIÇÃO: Molde permanentes

**Coquilha:** Nesse processo, o molde metálico também é enchido apenas pela ação da gravidade. Em geral, a cavidade é aberta e fechada manualmente, entretanto é possível ser mecanizada. Os machos usados podem ser metálicos ou de areia caso em que, por sua complexidade, seria difícil retirá-los da peça pronta.



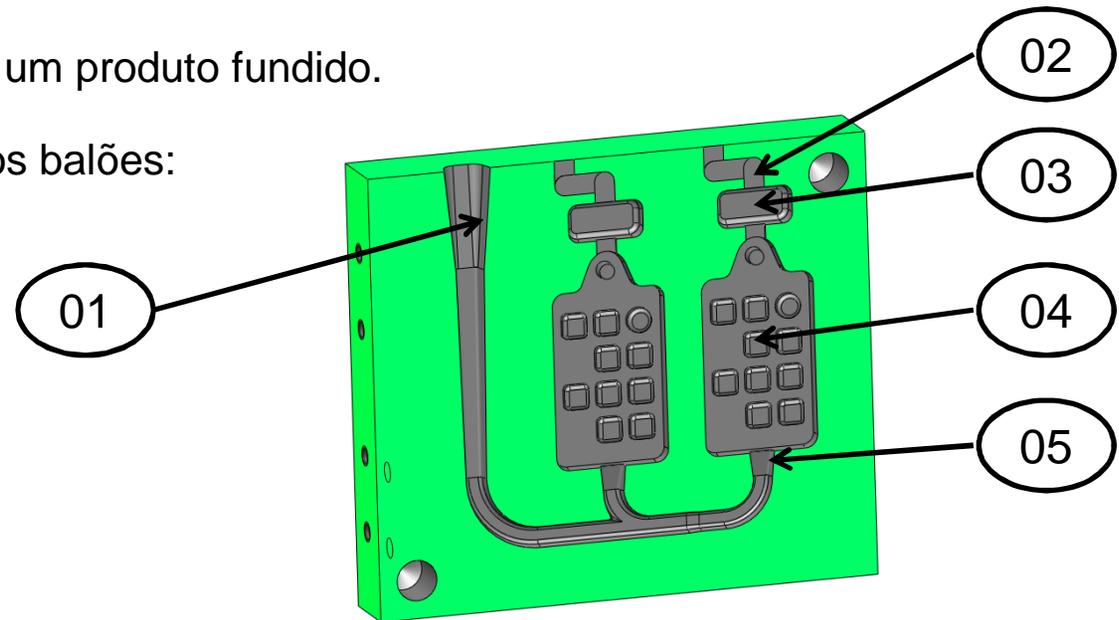


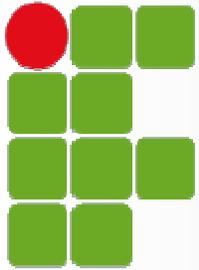
# Exercícios Fundição

## EXERCÍCIO:

- 1- Cite dois tipos de moldes destrutivos?
- 2- Qual a diferença entre moldes de areia e moldes permanentes ?
- 3- Explicar porque é necessário prever a contração em peças fundidas?
- 4- Cite as etapas para obtenção de um produto fundido.
- 5- Preencha os nomes indicação nos balões:

- 01- \_\_\_\_\_  
02- \_\_\_\_\_  
03- \_\_\_\_\_  
04- \_\_\_\_\_  
05- \_\_\_\_\_

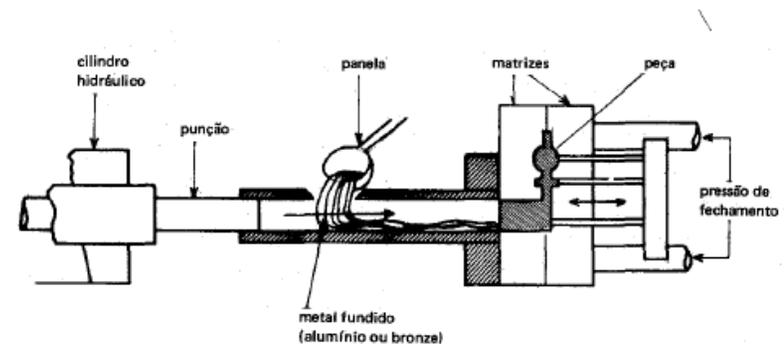
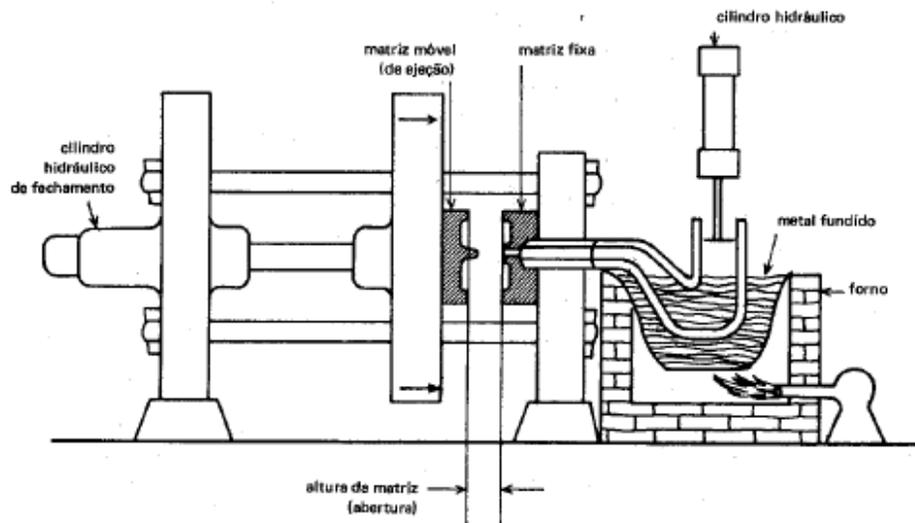


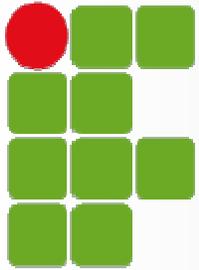


# FUNDIÇÃO

## FUNDIÇÃO: Molde permanentes

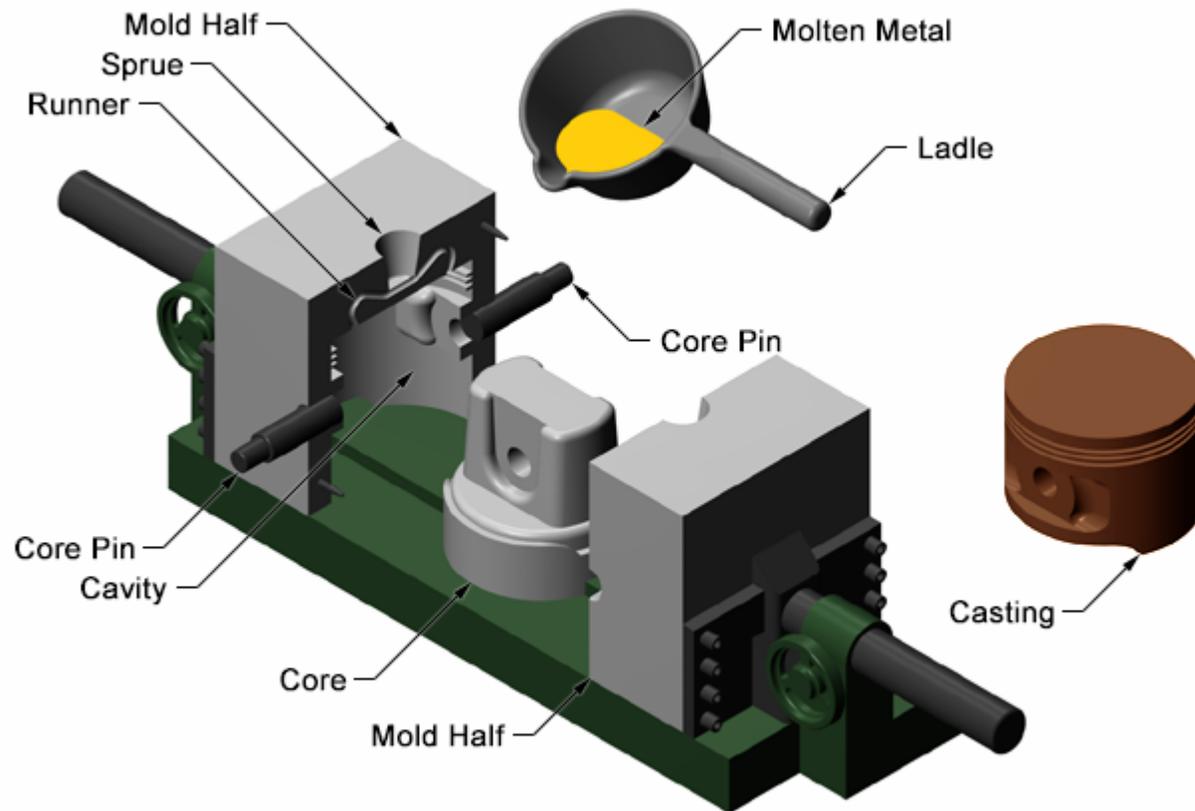
Sob pressão consiste em forçar o metal líquido, sob pressão, a penetrar na cavidade do molde. Devido a pressão e alta velocidade de enchimento, possibilita a fabricação de peças com geometria complexas e pequenas espessura de parede.



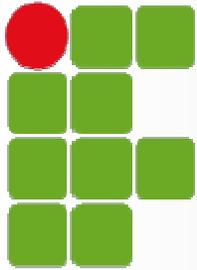


# FUNDIÇÃO

## Molde Permanente



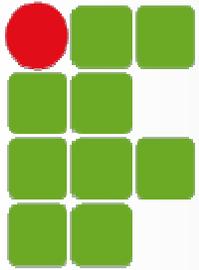
Copyright © 2008 CustomPartNet



# FUNDIÇÃO

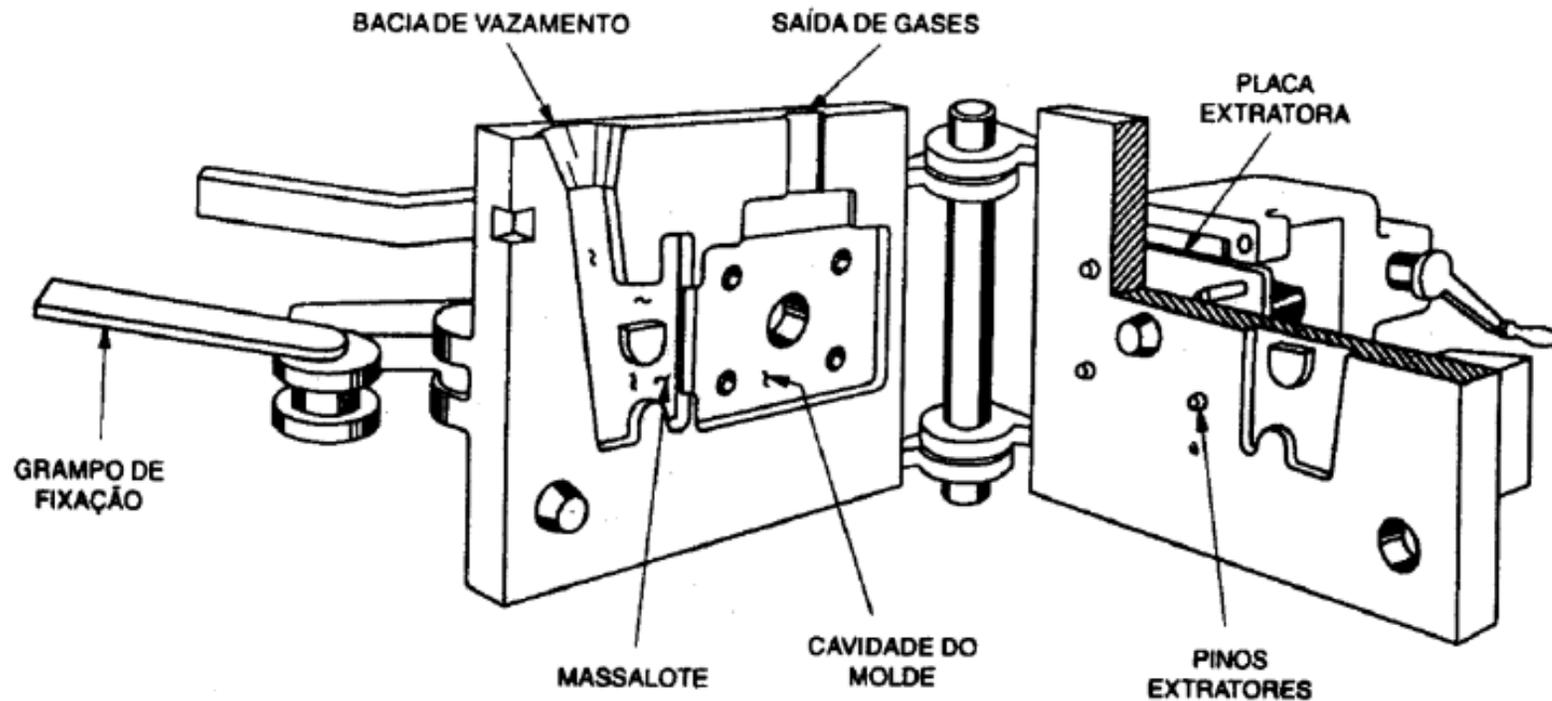
## Molde Permanente

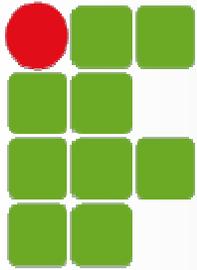
São utilizados moldes metálicos de ligas de aço ou ferro fundido, cuja vida útil permite a fundição de até 100 mil peças. Mas sua utilização está restrita a ligas metálicas com ponto de fusão mais baixo que ligas de aço, como chumbo, zinco, alumínio, magnésio, bronze e ferro fundido.



# FUNDIÇÃO

## Molde Permanente





# FUNDIÇÃO

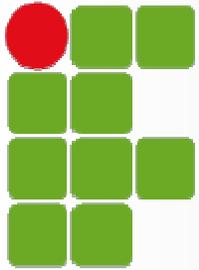
## Molde Permanente

As **vantagens** do processo são:

1. Alta capacidade de produção;
2. Grande automação do processo.

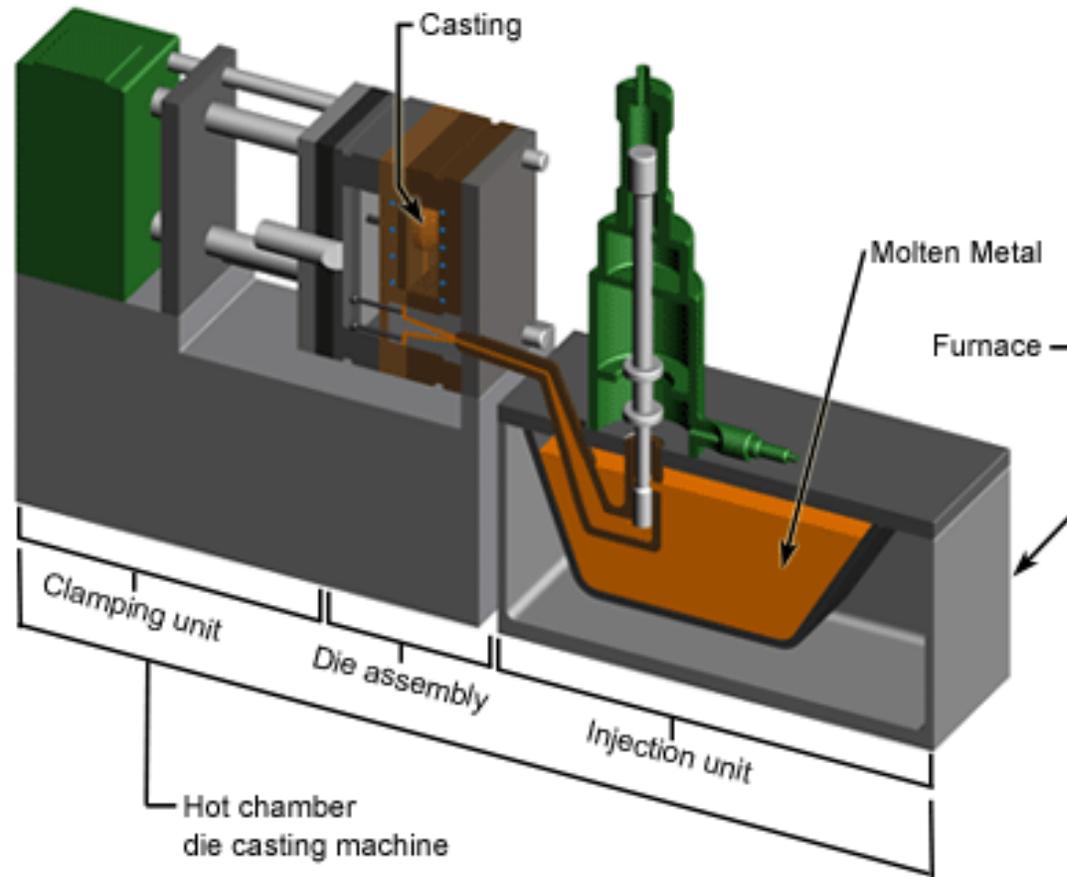
As **desvantagens** são:

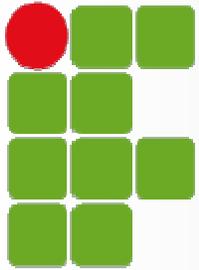
1. Não permite materiais com alto ponto de fusão;
2. Dimensões e pesos limitados;
3. A produção deve ser grande para compensar o custo do molde; Retenção de ar no interior da matriz, gerando peças incompletas e porosas.



# FUNDIÇÃO

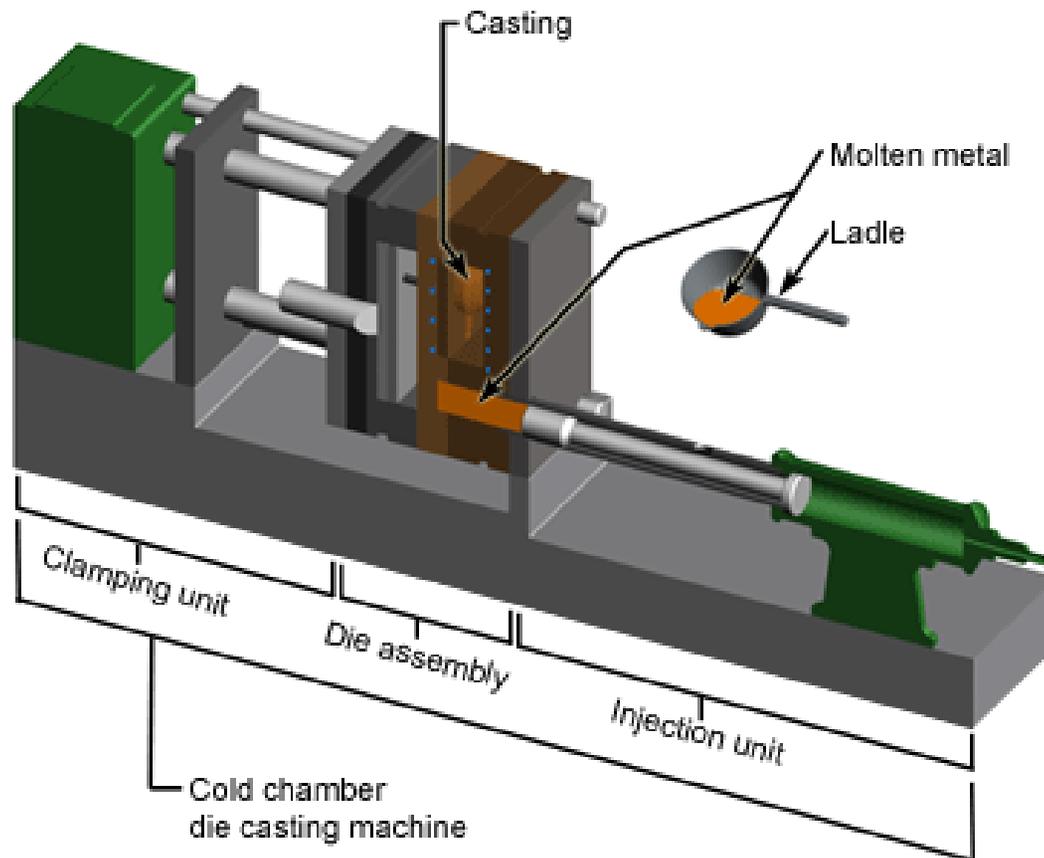
## Molde Permanente (Injeção)

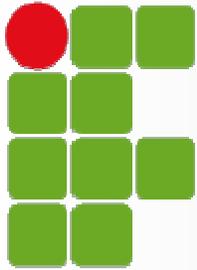




# FUNDIÇÃO

## Molde Permanente (Injeção)





# FUNDIÇÃO

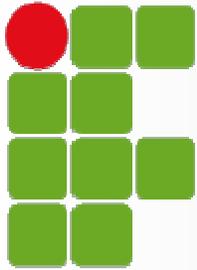
## Molde Permanente (Injeção)

As vantagens do processo são:

1. Possibilidade de produção de peças mais complexas em relação ao molde permanente por gravidade;
2. Possibilidade de peças com paredes mais finas;
3. Alta produção e automatização no processo.

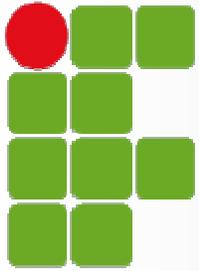
As desvantagens são:

1. Limitações de materiais;
2. Limitação de peso e dimensões;
3. A produção deve ser grande para compensar o custo da máquina.



# FUNDIÇÃO

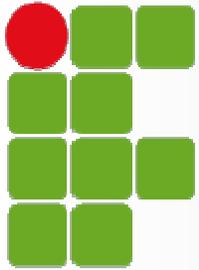
TIPO DE FUNDIÇÃO	AREIA VERDE	MOLDE DE PRECISÃO			MOLDE DE CURA QUÍMICA
ATRIBUTO	Fundição em areia	Molde permanente	Sob pressão Molde Perm.	Molde cerâmico e cera perdida	Casca e molde de cura química
Tolerância dimensional	±0,05" ± 0,15"	±0,10" ± 0,30"	±0,10" ± 0,50"	±0,001" ± 0,15"	±0,010" ±0,20"
Custo relativo (grande quantidade)	BAIXO	BAIXO	MAIS BAIXO	MAIS ALTO	MÉDIO ALTO
Custo relativo (peq. quantidade)	MAIS BAIXO	ALTO	MAIS ALTO	MÉDIO	MÉDIO ALTO
Peso fundido CO <sub>2</sub> e cura quim. (0,5lb-tons)	ILIMITADO	100 lb	75lb	oz-100lb	Casca (oz -250lb)
Espessura mínima	1/10"	1/8"	1/32"	1/16"	1/10"
Acabamento superficial relativo CO <sub>2</sub> -razoável	RAZOÁVEL -BOM	BOM	MELHOR	BOM-V	BOM-CASCA
Facilidade de Fundição de peça projeto complexo	RAZOÁVEL -BOM	RAZOÁVEL	BOM	MELHOR	BOM
Facilidade de alteração de projeto na produção	MELHOR	RUIM	PIOR	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL
Ligas que podem ser fundidas	ILIMITADA	Preferencialmente base Al e base Cu	Preferencialmente base Al	ILIMITADA	ILIMITADA



# FUNDIÇÃO

## Exercícios:

1. Quais as vantagens da moldagem em areia seca sobre a moldagem em areia verdes?
2. Explicar por que é necessário prever sobre metal nos projetos das peças a serem fundidas?
3. Discutir a necessidade de alimentadores nos moldes de fundição?
4. Porque se usam machos na fundição de peças?
5. Em que casos a fundição por centrifugação é usada?
6. Qual a diferença entre molde de areia e molde permanente?
7. Quais são os efeitos que o fenômeno da contração, durante a solidificação, pode causar em peças fundidas?

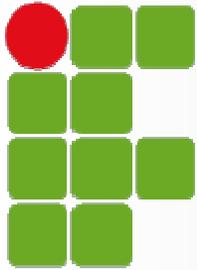


# FUNDIÇÃO

## FUNDIÇÃO POR MOLDE PERMANENTE

Os processos de fundição por molde permanente usam moldes metálicos para a produção das peças fundidas.

- Vida útil de um molde metálico permite a fundição de até 100 mil peças.
- A utilização dos moldes metálicos está restrita aos metais com temperatura de fusão mais baixas do que o ferro e o aço.
- Ligas com chumbo, zinco, alumínio, magnésio, certos bronzes e, excepcionalmente, o ferro fundido.
- Restrição devido as altas temperaturas necessárias à fusão do aço podem danificariam os moldes de metal.
- Os moldes permanentes são feitos de aço ou ferro fundido ligado, resistente ao calor e às repetidas mudanças de temperatura.
- Moldes feitos de bronze podem ser usados para fundir estanho, chumbo e zinco.



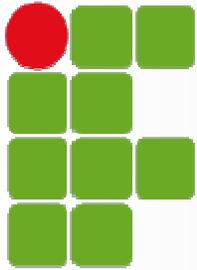
# FUNDIÇÃO

Comparados com peças fundidas em moldes de areia, apresentam:

- Maior uniformidade
- Melhor acabamento de superfície
- Tolerâncias dimensionais mais estreitas
- Melhores propriedades mecânicas.

## **Limitações:**

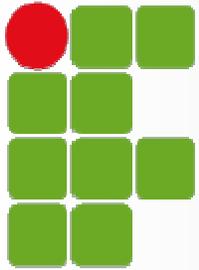
- Limitado a peças de tamanho pequeno e produção em grandes quantidades
- Moldes permanentes nem sempre se adaptam a todas as ligas metálicas e são mais usados para a fabricação de peças de formatos mais simples, porque uma peça de formas complicadas dificulta não só o projeto do molde, mas também a extração da peça após o processo de fundição.



# FUNDIÇÃO

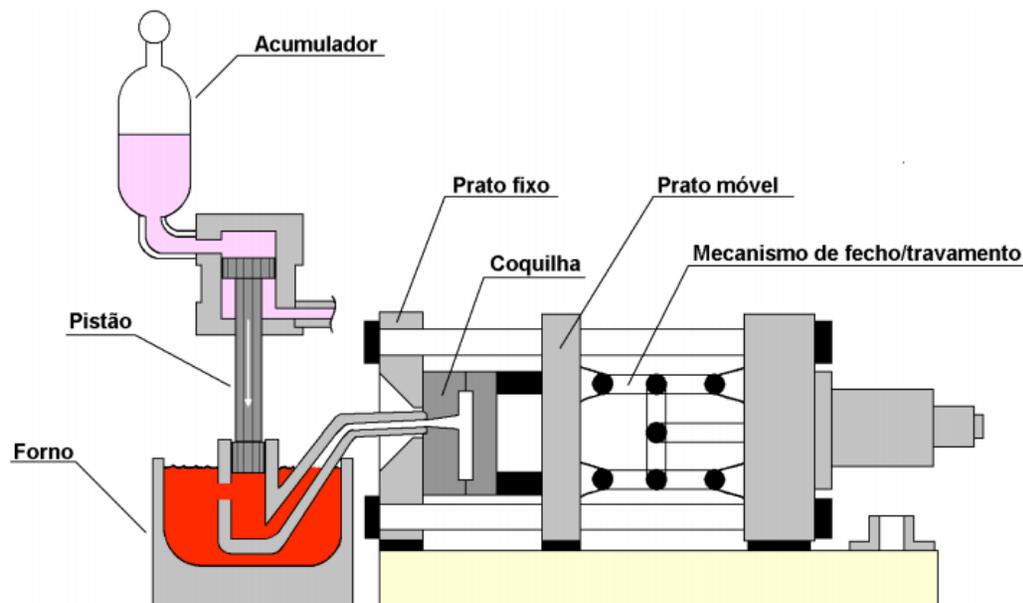
O processo de Fundição sob pressão pode ser dividido da seguinte maneira:

- Fundição Sob pressão em câmara quente;
- Fundição sob pressão em câmara fria horizontal
- Fundição sob pressão em câmara fria vertical.



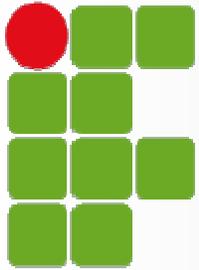
# FUNDIÇÃO

## MÁQUINA INJETORA Câmara Quente



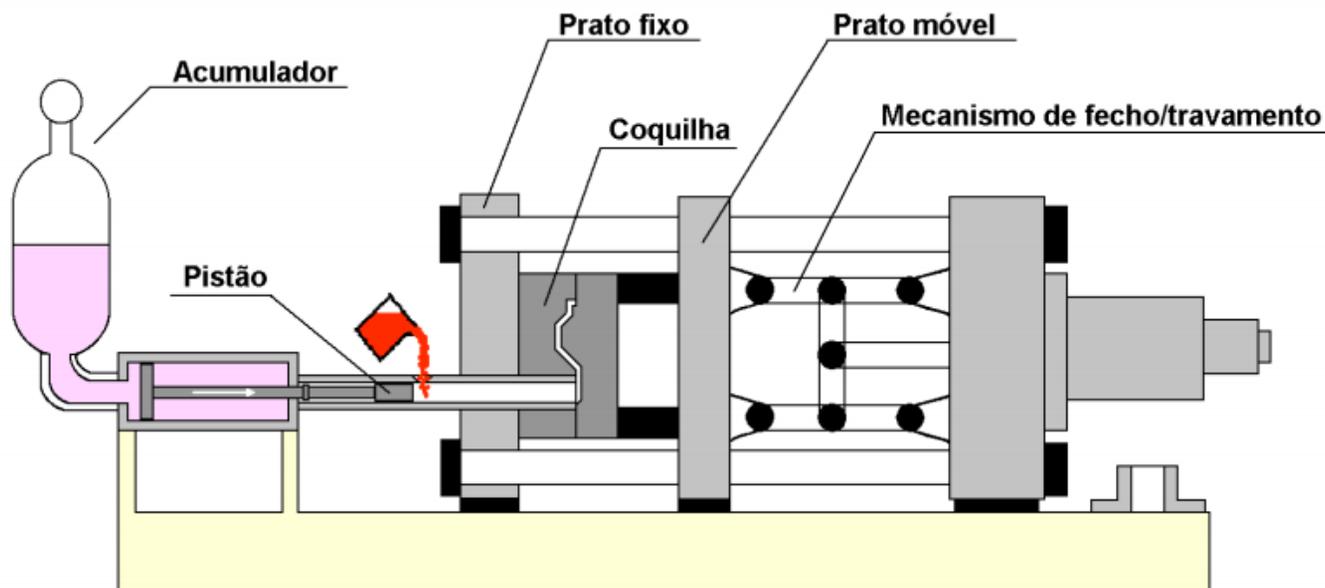
### ASPECTOS IMPORTANTE:

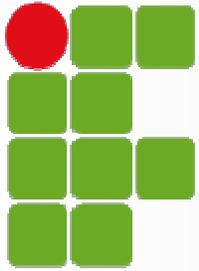
- ✓ Força de fechamento;
- ✓ Distância entre colunas;
- ✓ Abertura máxima e mínima;
- ✓ Posição de injeção;
- ✓ Pressão de injeção;
- ✓ Diâmetro de pistão.



# FUNDIÇÃO

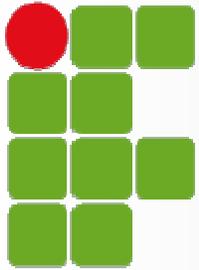
## MÁQUINA INJETORA Câmara Fria





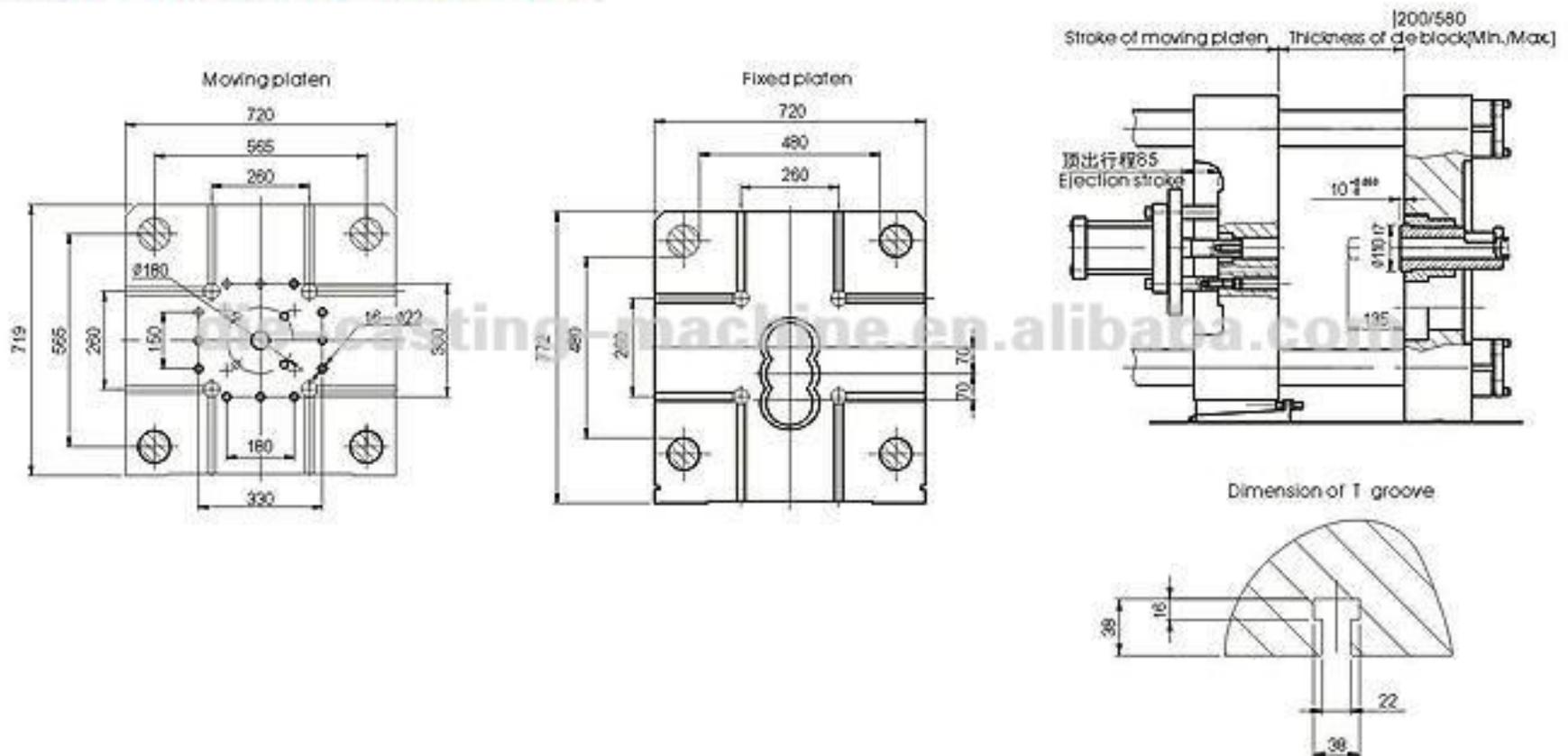
# FUNDIÇÃO

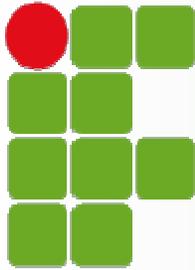




# FUNDIÇÃO

## Placa máquina injetora





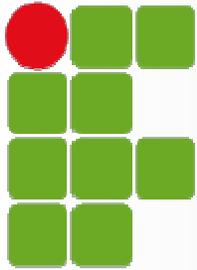
# FUNDIÇÃO

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS		MODELOS STANDARD													
Parâmetros	UNIDADE	SJ 150	SJ 180	SJ 220	SJ 280	SJ350	SJ450	SJ550	SJ680	SJ850	SJ1000	SJ1250	SJ1600	SJ2000	SJ2500
Força de fechamento	KN	1500	1800	2200	2800	3500	4500	5500	6800	8500	10000	12500	16000	20000	25000
Espaço entre colunas	mm	440x440	480x480	500x500	560x560	600x600	660x660	760x760	800x800	910x910	1030x1030	1100x1100	1180x1180	1350x1350	1500x1500
Diâmetro entre colunas	mm	ø 80	ø 85	ø 100	ø 110	ø 120	ø 130	ø 140	ø 160	ø 180	ø 200	ø 230	ø 250	ø 280	ø 310
Espessura do molde	mm	200 ~ 500	200 ~ 550	200 ~ 600	250 ~ 650	250 ~ 700	300 ~ 750	350 ~ 850	350 ~ 900	400 ~ 950	450 ~ 1150	450 ~ 1180	500 ~ 1400	650 ~ 1600	750 ~ 1800
Curso de fechamento	mm	350	380	400	460	500	550	580	650	760	880	1000	1200	1400	1500
Curso extração	mm	85	85	105	105	115	125	130	160	180	200	200	250	300	300
Força de extração	KN	100	108	120	150	160	200	240	315	360	500	570	600	650	750
Força de injeção	KN	180	265	280	315	370	450	520	610	665	865	1075	1285	1500	1700
Posição de injeção	mm	0, -100	0, -140	0, -160	0, -160	0, -160	0, -200	0, -220	0, -250	0, -250	0, -300	0, -320	0, -350	0, -350	0, -400
Máxima área de fundição	cm <sup>2</sup>	375	450	550	700	875	1125	1375	1700	2150	2500	3125	4000	5000	6250
Penetração do pistão	mm	120	135	140	150	180	220	250	280	300	300	320	360	400	450
Diâmetro da flange de fundição	mm	ø 110	ø 110	ø 110	ø 110	ø 110	ø 130	ø 130	ø 150	ø 180	ø 240	ø 240	ø 260	ø 260	ø 280
Altura da flange da câmara de pressão	mm	10	10	10	12	12	15	15	15	20	20	25	25	30	30
Curso de injeção	mm	340	355	400	425	480	540	595	650	763	800	880	930	960	1050
Ciclo de secagem	S	7	7	7	10	10	10	12	14	14	16	19	22	25	28
Pressão de trabalho do sistema	Mpa	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	16
Potência do motor	KW	11	15	15	18.5	22	22	30	37	37	45	37*2	45*2	55*2	55+75
Capacidade do tanque de óleo	L	350	500	550	650	750	850	1200	1250	1500	1900	2800	3000	3500	3800
Peso da máquina	KG	6200	7500	9500	12000	14500	19000	25200	31200	40500	70000	95000	105000	135000	195000
Dimensões da máquina	m	5.1.2.2.3	5.6.1.3.2.5	6.1.1.35.2.6	6.4.1.4.2.7	6.8.1.5.2.8	7.1.1.8.2.95	7.7.2.1.3.1	8.2.3.3.2	9.1.2.4.3.3	10.6.3.5.3.8	11.8.3.7.4.2	12.4.4.2.4.7	13.7.4.7.4.9	14.7.4.9.5.0

## INFORMAÇÕES ADICIONAIS

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS		MODELOS STANDARD																																						
Parâmetros	UNIDADE	SJ 150	SJ 180	SJ 220	SJ 280	SJ350	SJ450	SJ550	SJ680	SJ850	SJ1000	SJ1250	SJ1600	SJ2000	SJ2500																									
Diâmetro do pistão	mm	40	50	50	60	50	60	70	50	60	70	80	70	80	90	90	100	90	110	100	110	110	120	130	140	140	150													
Peso de injeção	KG	0.8	1.3	1.3	1.8	1.5	2.2	2.6	1.6	2.3	3.0	1.8	2.6	3.6	2.8	3.8	5.0	4.3	5.6	7.1	4.7	6.2	7.7	7.4	9.4	11.2	9.9	12	13.4	16.2	16.9	20.1	24.5	28.5	30.5	35.1				
Pressão de fundição	Mpa	143	91	135	93	142	99	72	160	111	81	188	130	96	159	116	89	135	103	81	158	121	95	132	104	84	136	110	136	113	135	113	113	97	110	96				
Área de fundição	cm <sup>2</sup>	104	164	133	193	154	222	305	175	252	345	186	269	364	283	387	505	407	533	679	430	561	715	643	817	1011	735	909	919	1106	1185	1415	1769	2061	2272	2604				
																											1098	1315	1315	1543	1611	1666	1927	2222	2380	2702	3030	2976	3378	3787

Técnico em Mecânica  
Processo de Fundição



# FUNDIÇÃO

## **Aplicação:**

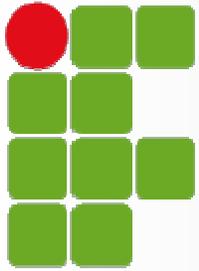
Linhas automobilísticas;  
Equipamentos eletroeletrônicos;  
Material bélico;  
Brinquedos;  
Eletrodomésticos.

## **Vantagens:**

Alta produtividade;  
Maior precisão dimensional;  
Excelente acabamento superficial;  
Redução de trabalhos de usinagem.

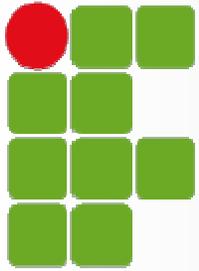
## **Desvantagens:**

Elevado custo da máquina injetora;  
Elevado custo das matrizes e de sua manutenção;  
Restrições quanto ao tamanho da peça e suas espessuras.



# FUNDIÇÃO



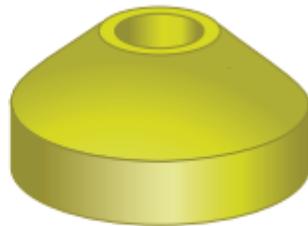


# FUNDIÇÃO

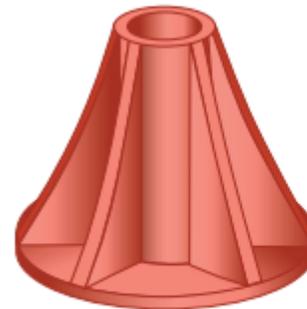
## Estudo desenho do produto.



Correct



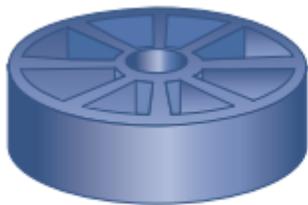
Incorrect



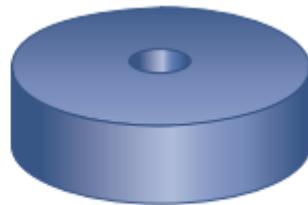
Correct



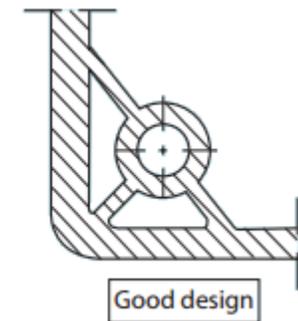
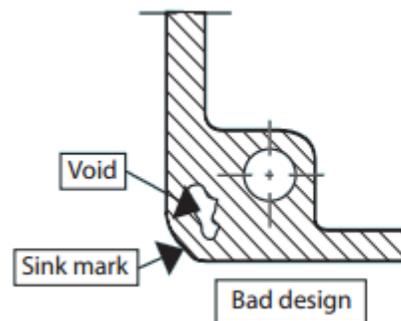
Incorrect

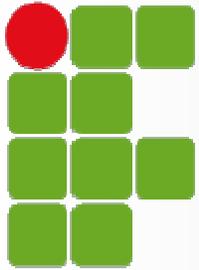


Correct



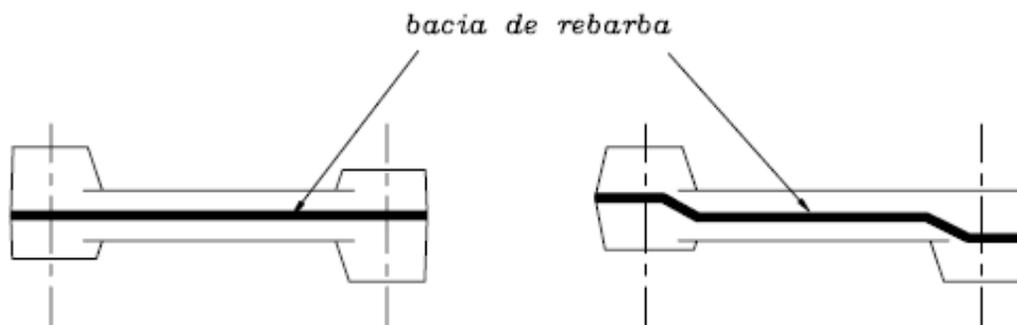
Incorrect



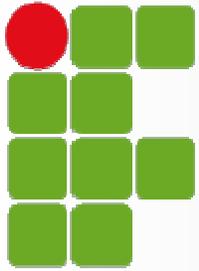


# FUNDIÇÃO

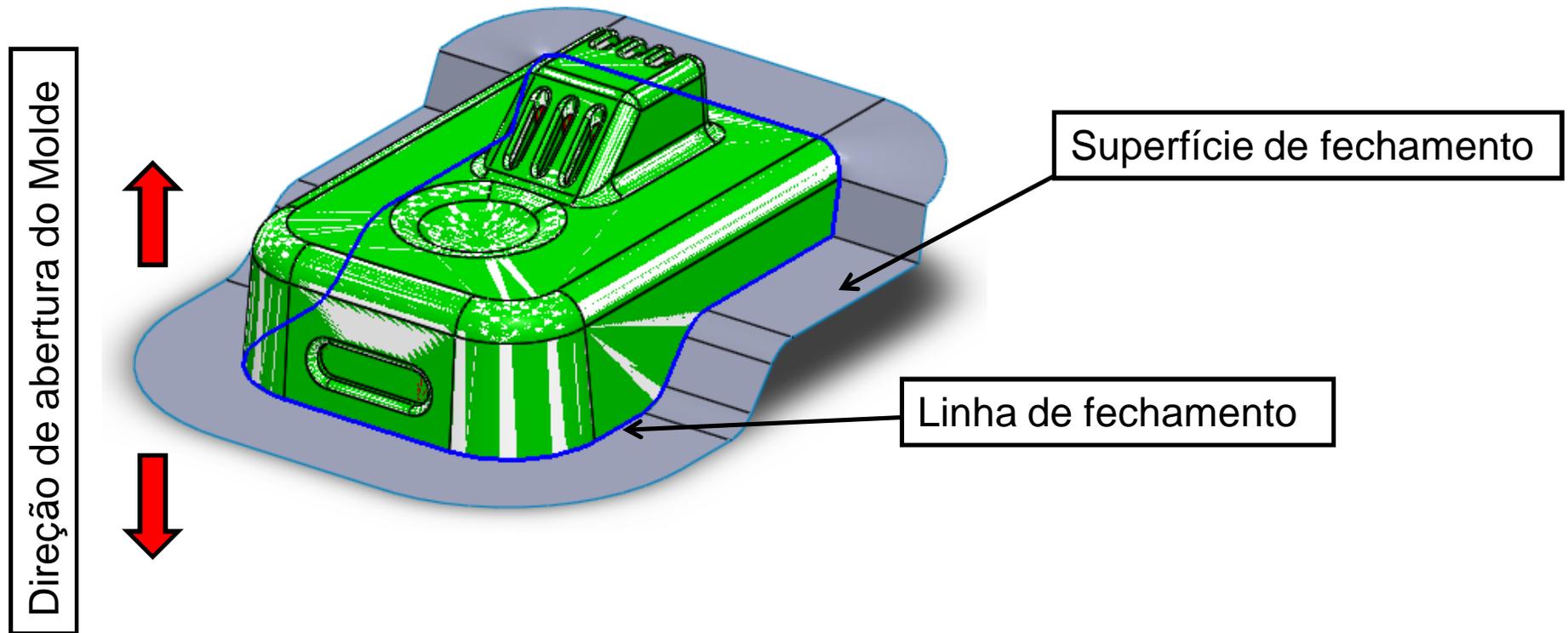
**Escolha da linha de rebarbas ou linha de fechamento :  
Análise de inclinação extração utilização de mecanismos:**

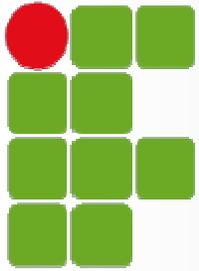


Duas escolhas possíveis para a linha de rebarbas.



# FUNDIÇÃO

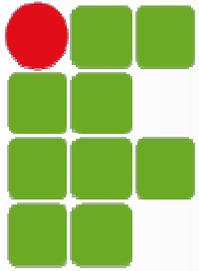




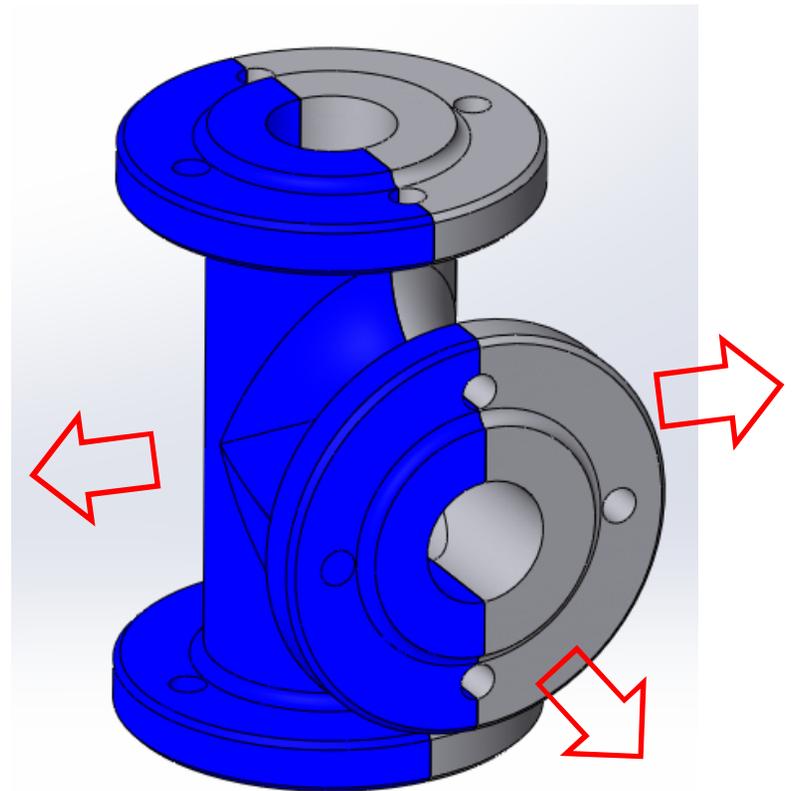
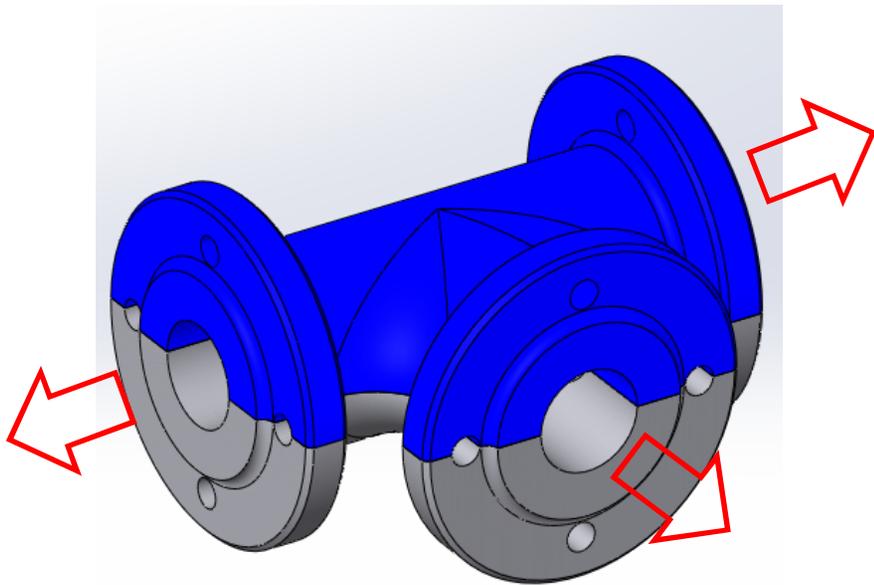
# FUNDIÇÃO

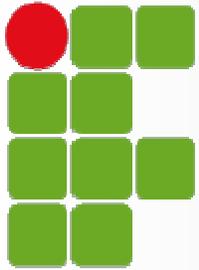
Linha de fechamento





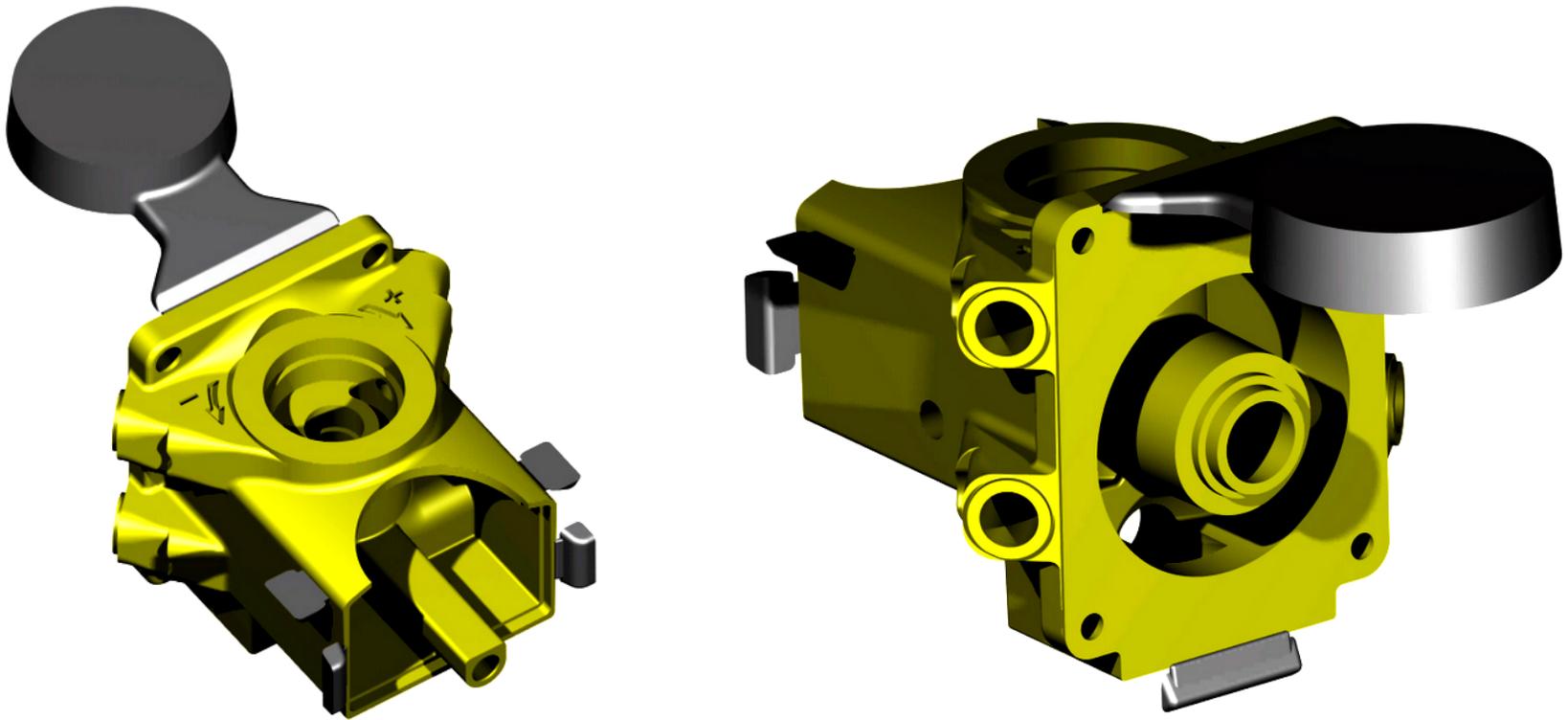
# FUNDIÇÃO

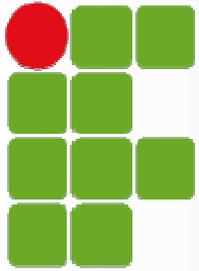




# FUNDIÇÃO

**Escolha da linha de rebarbas : ângulos de extração posição bolsas e canal de injeção .**





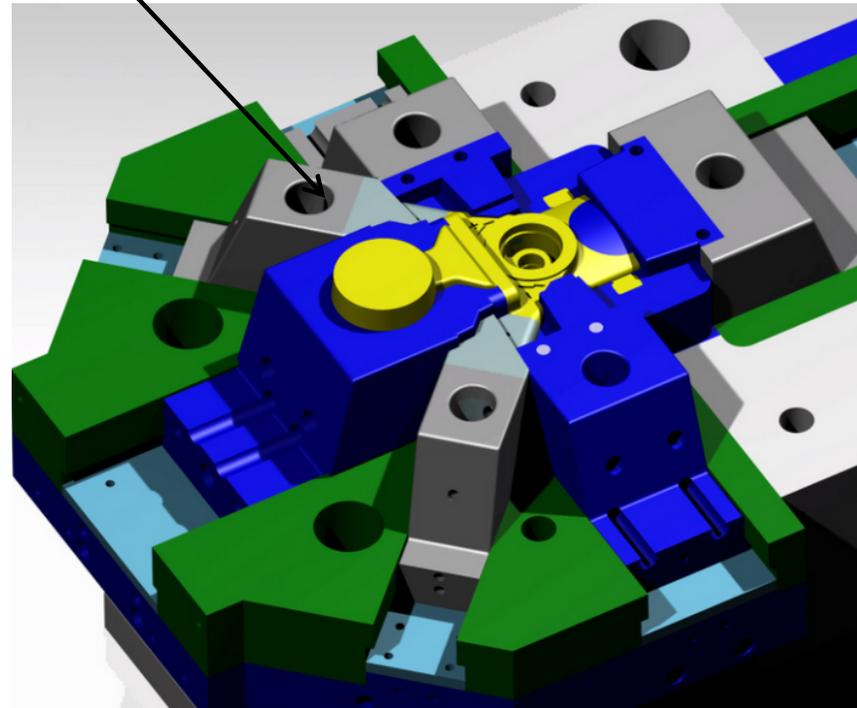
# FUNDIÇÃO

Cavidades:

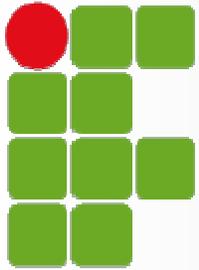


Produto

gaveta

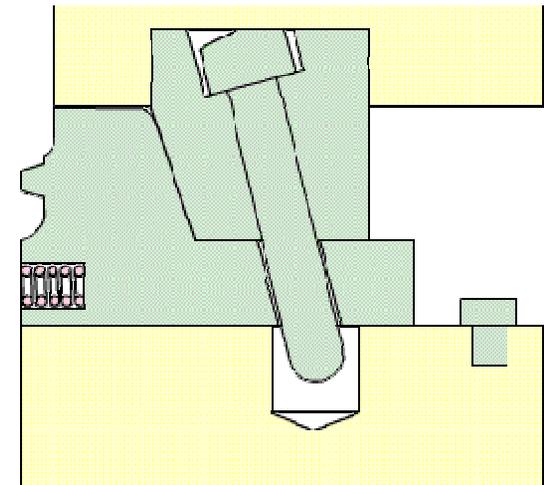
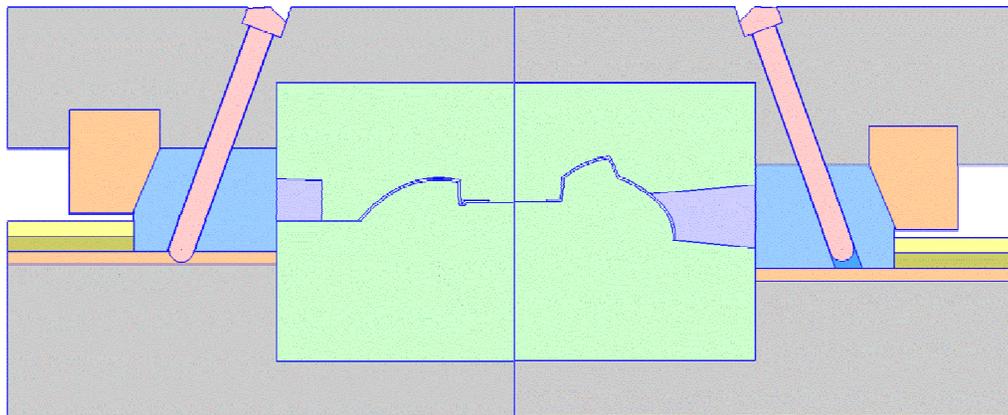


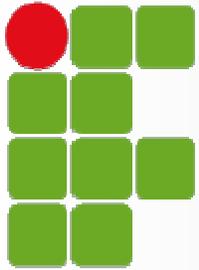
Molde



# FUNDIÇÃO

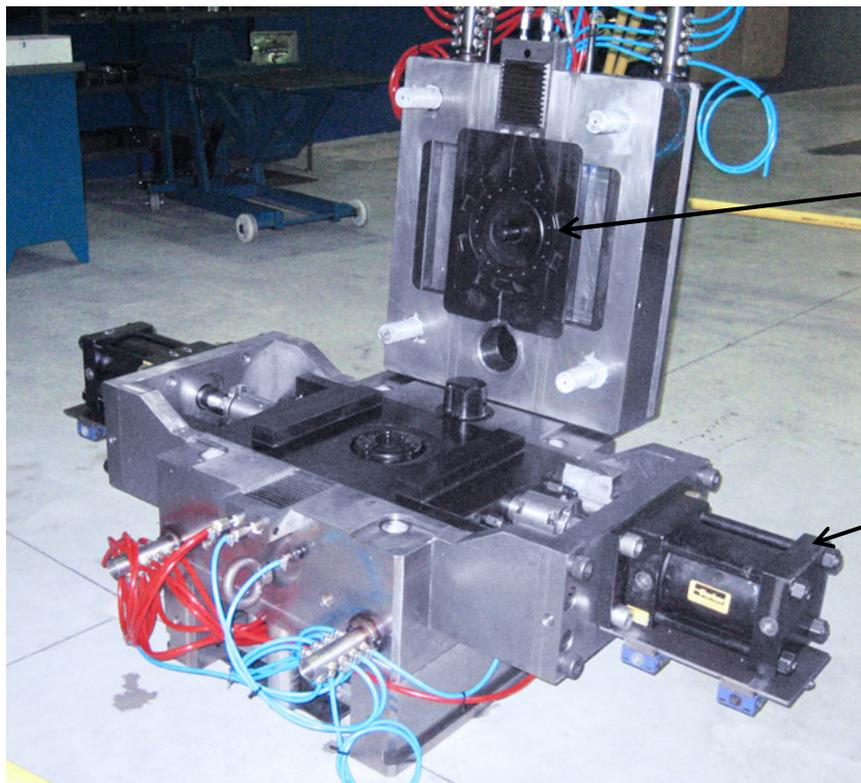
Sistemas por colunas inclinadas





# FUNDIÇÃO

Sistemas Hidráulico.



Cavidade

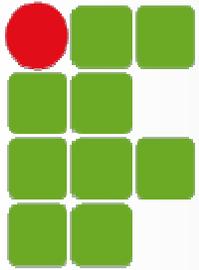
Atuador

Cálculo força Atuador Hidráulico:

Força= área superfície x  $\varphi$

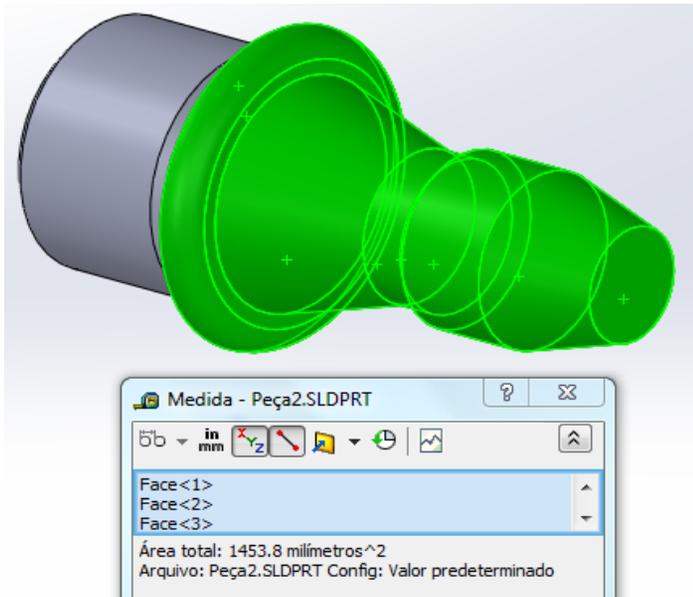
Onde:

$\varphi = 50 \text{ kgf/cm}^2$

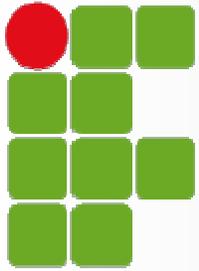


# FUNDIÇÃO

Determine a Força necessária para o atuador extrair o macho no produto injetado:  
O produto contém 20 postigos.

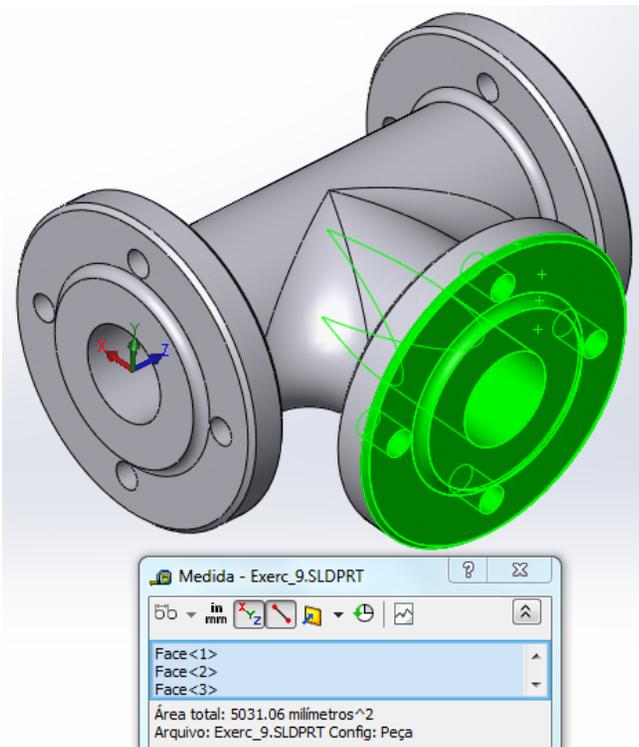


Peça -01

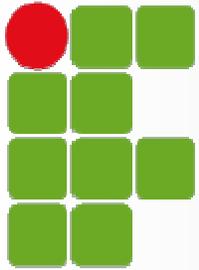


# FUNDIÇÃO

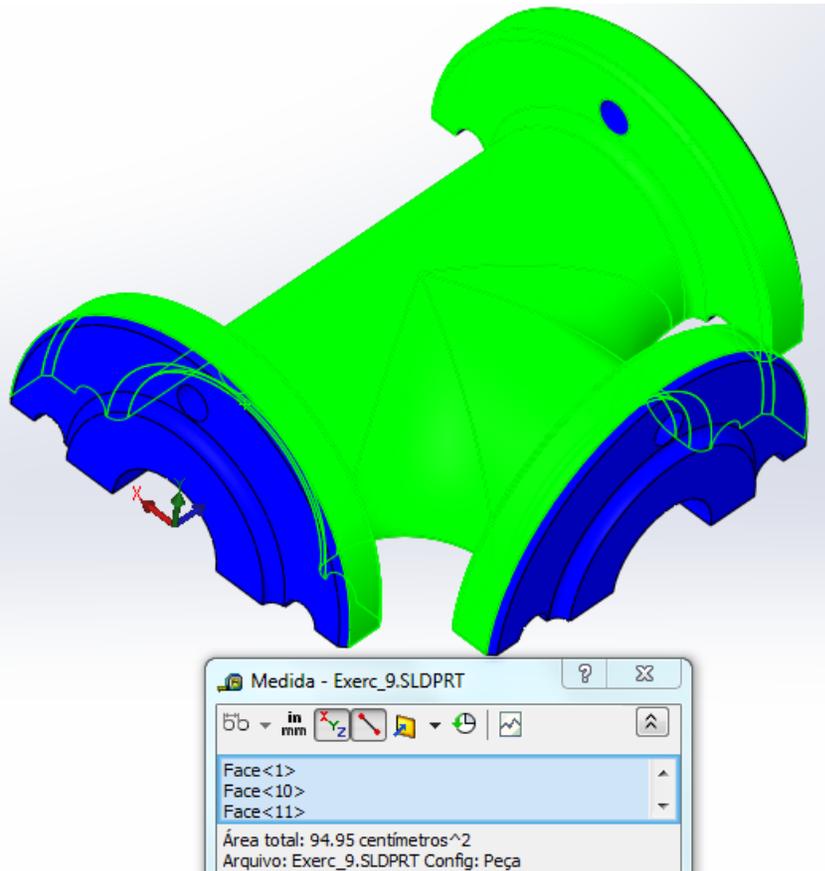
Determine a Força necessária para o atuador extrair o macho no produto injetado:

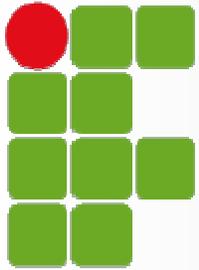


Peça -02

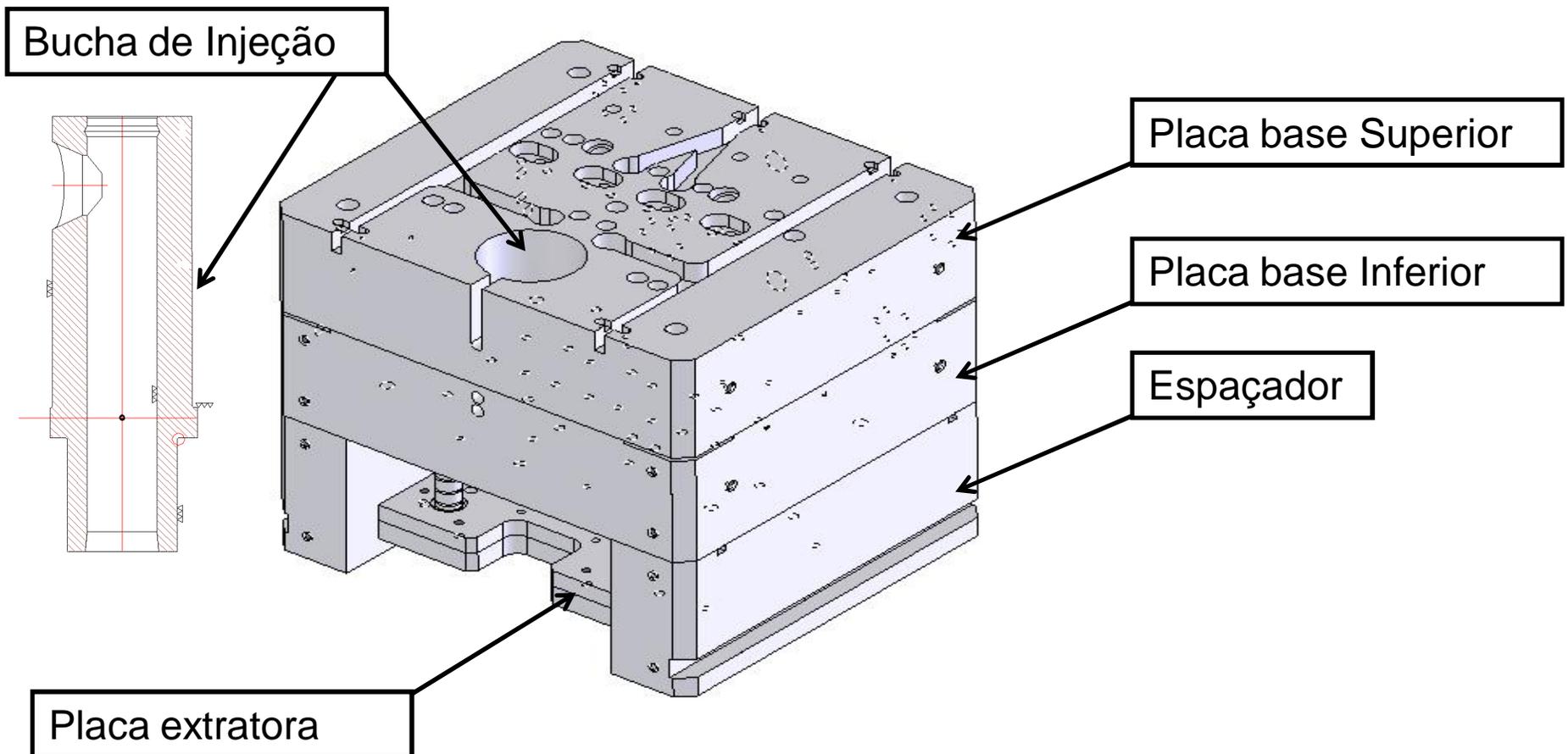


# FUNDIÇÃO

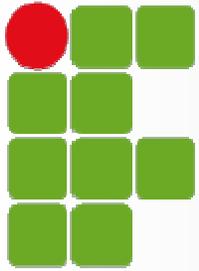




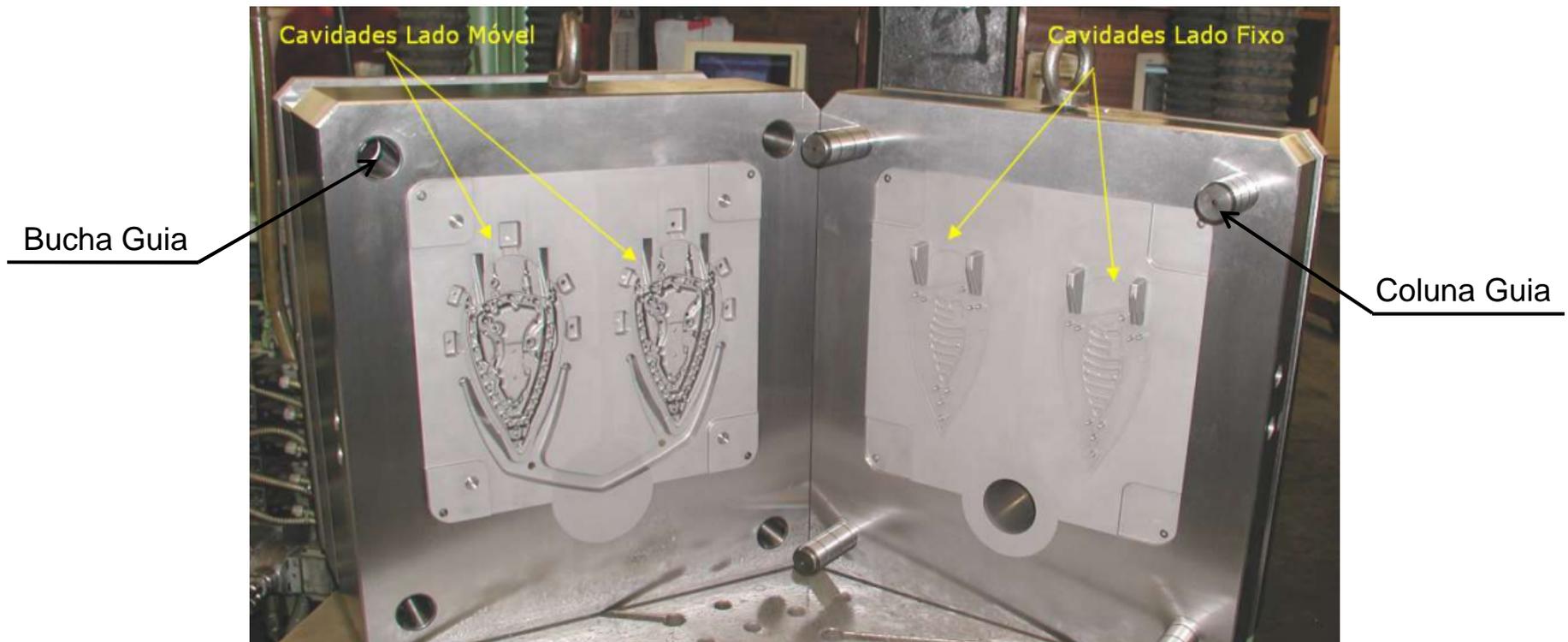
# FUNDIÇÃO

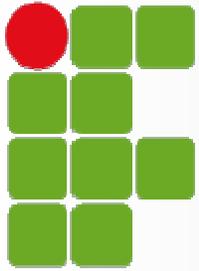


<https://www.youtube.com/watch?v=EvsgbfS2ZSw>



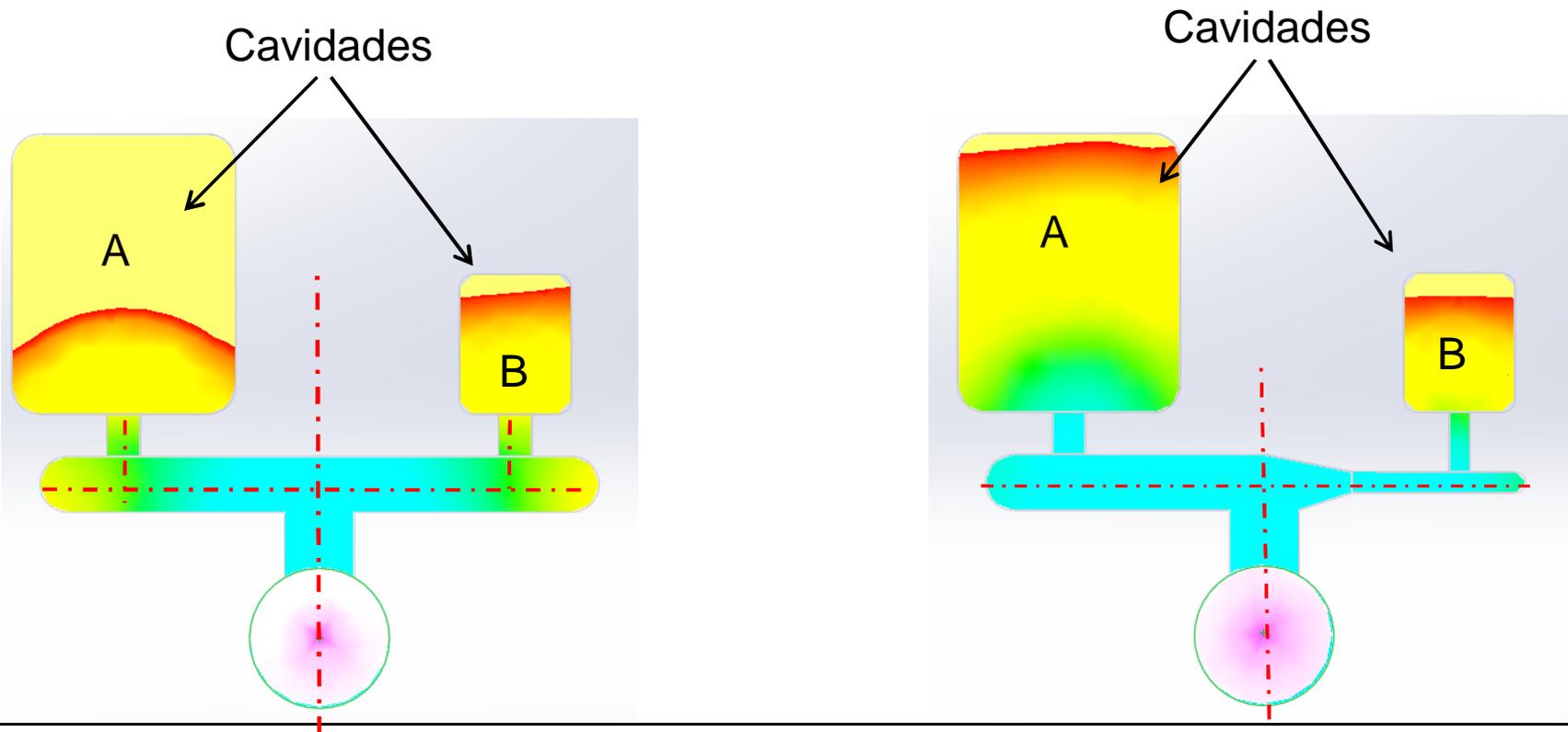
# FUNDIÇÃO

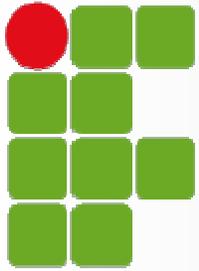




# FUNDIÇÃO

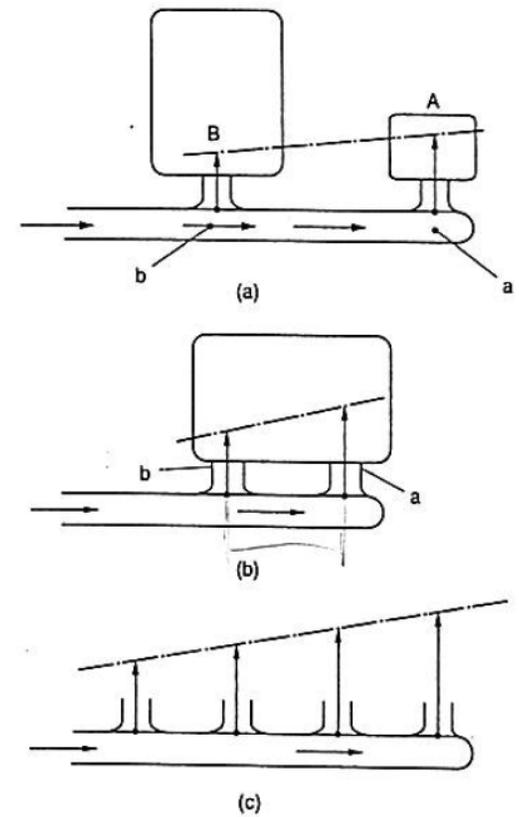
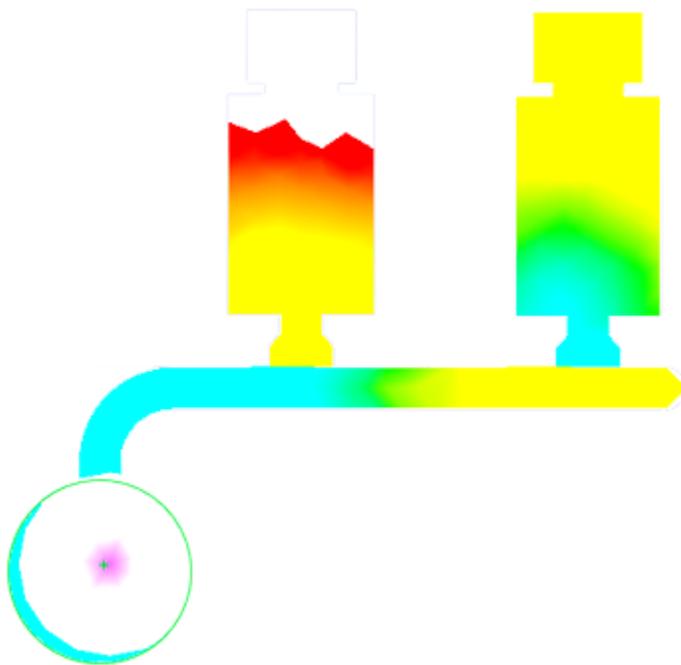
- Canais de distribuição e ataque iguais com peças diferentes.
- Tempos de enchimento diferentes.

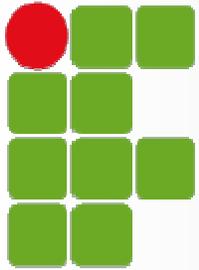




# FUNDIÇÃO

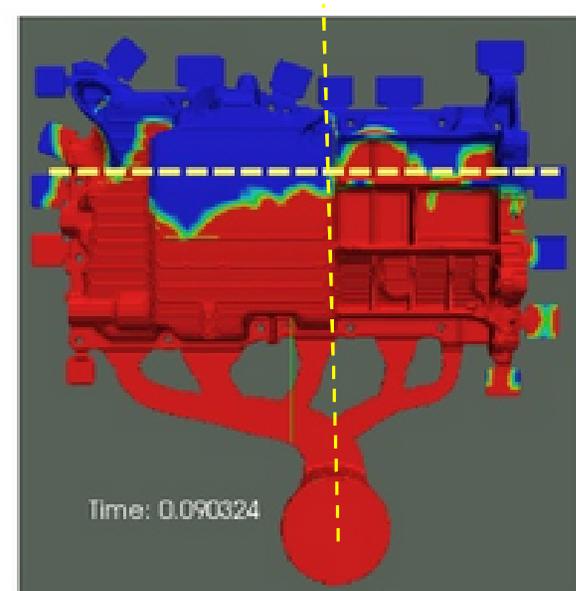
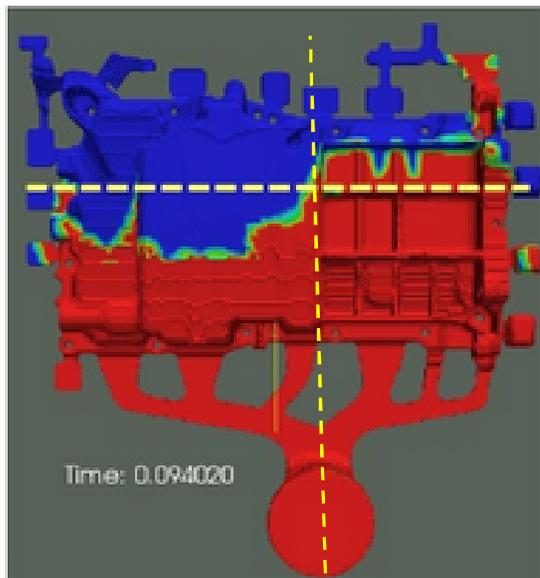
Peças iguais com Canal dividindo

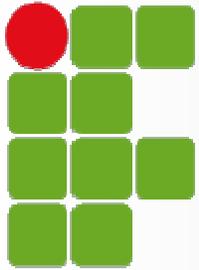




# FUNDIÇÃO

Simulação Preenchimento do produto

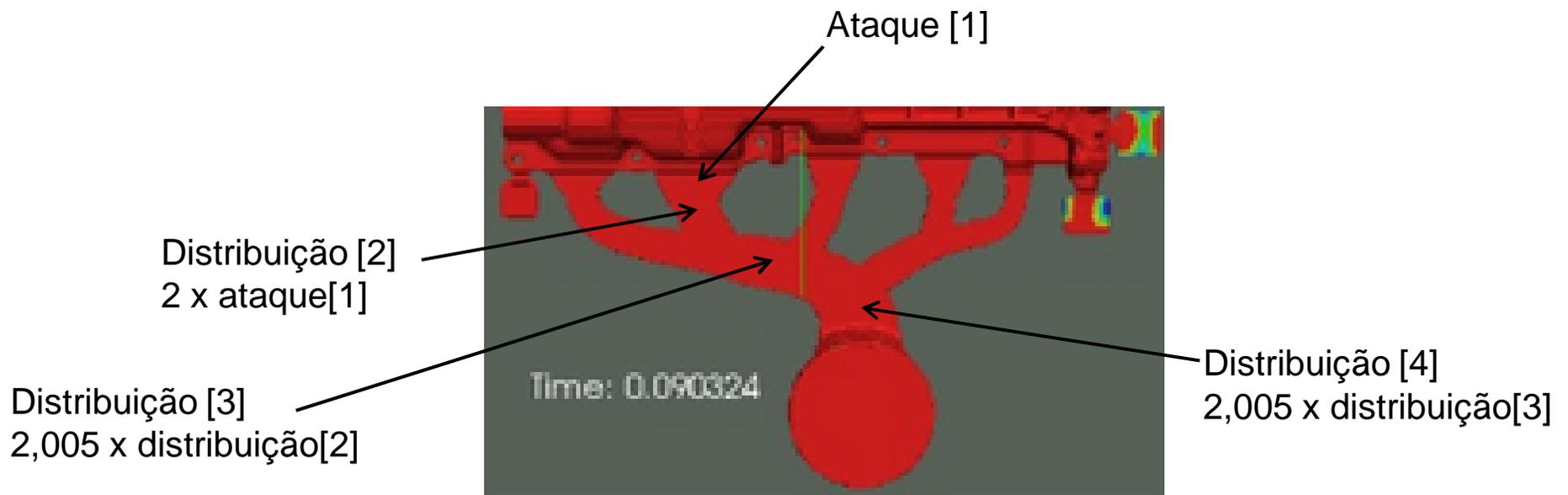


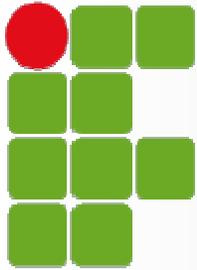


# FUNDIÇÃO

Regra dimensionamento dos canais de distribuição:

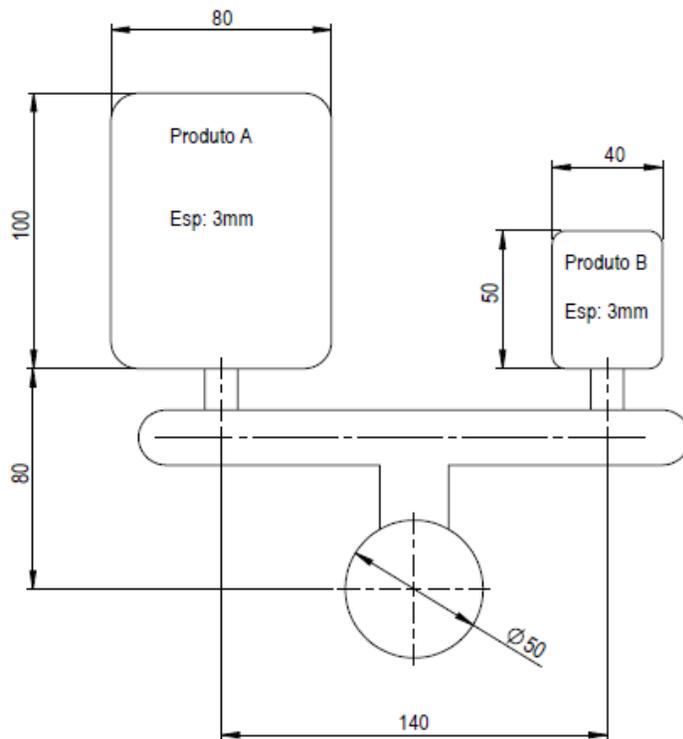
- ✓ Determine o valor do Ataque.
- ✓ Distribuição.





# FUNDIÇÃO

Exercício:



Material:

Alumínio.

Máquina injetora:

Câmara Fria

Ø pistão 40mm

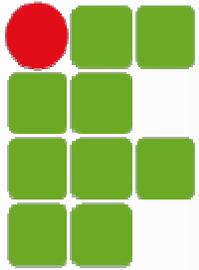
Peso injeção 0,8 KG

Pressão de Fundição 143 Mpa

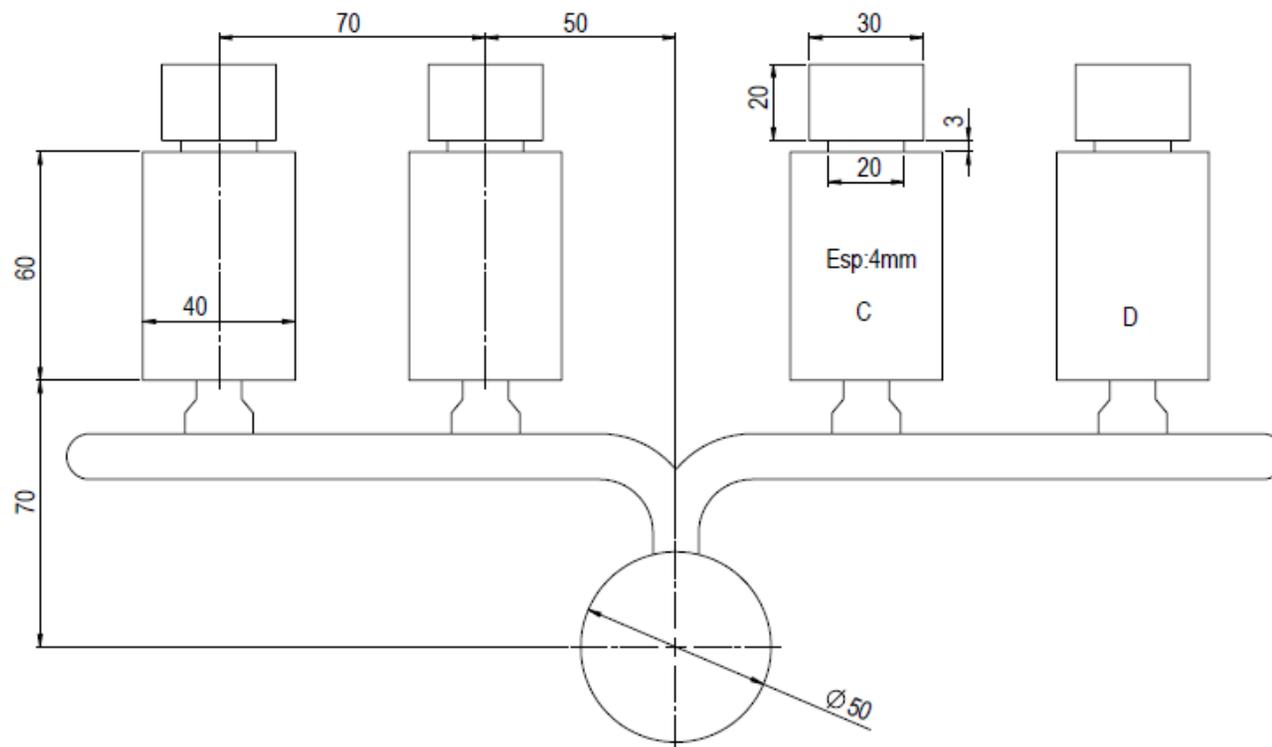
Área de Fundição 104 cm<sup>2</sup>

Determine:

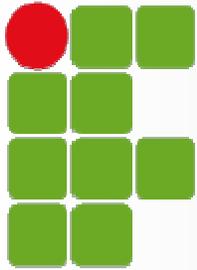
- ✓ Canais de alimentação;
- ✓ Ataque;
- ✓ Força de injeção;
- ✓ Taxa de ocupação na bucha de injeção



# FUNDIÇÃO



Profundidade:  
Bolsa: 4mm  
Ataque bolsa: 1,5mm



# FUNDIÇÃO

## FORÇA DE INJEÇÃO:

$$P = \frac{F}{A}$$

onde:

P = pressão no sistema [Kgf/cm<sup>2</sup>]

A = Área da seção do pistão [cm<sup>2</sup>]

F = Força gerada [Kgf]

$$1 \text{ Kn} = 101,97 \text{ Kgf}$$

Exercício:

Qual a pressão de injeção em uma máquina injetora que tem força de injeção de 280 kN quando utiliza uma ponta de pistão de 60 mm de diâmetro.

$$A_g = \frac{Q_a}{V_g \times t}$$

Onde:

A<sub>g</sub> = área do ataque. [cm<sup>2</sup>]

Q<sub>a</sub> = Volume do produto. [cm<sup>3</sup>]

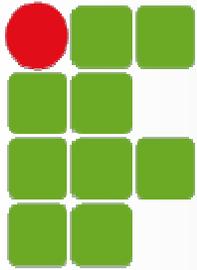
V<sub>g</sub> = Velocidade de enchimento [cm/s]

t = Tempo de enchimento [s]

$$Q_g = V_g \times A_g$$

Onde:

Q<sub>g</sub> = Vazão do canal de ataque [cm<sup>2</sup>/s]



# FUNDIÇÃO

## DESLOCAMENTO DO FLUIDO:

- Fluxo Laminar < 2000
- Fluxo de transição 2000 a 2400
- Fluxo Turbulento >2400

$$V_f = \alpha_p \sqrt{2g \cdot h} \quad (\text{perda de velocidade})$$

V = velocidade [s]

G = 980 g/cm<sup>2</sup>

$\gamma$  = densidade do material [2,7g/cm<sup>3</sup>]

V = Velocidade de enchimento [cm/s]

A = Área do Ataque [cm<sup>2</sup>]

Q = Vazão [cm<sup>3</sup>/s]

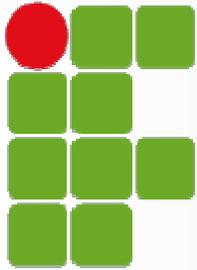
$\alpha_p$  = constante

$$\text{Canal de ataque} = \frac{\text{Peso da peça} + \text{bolsas}}{\gamma \times t \times V} \text{ [g]}$$

$$Q = V \times A$$

Tabela 2.6 – Coeficiente global de perdas para a relação de canais (Fuoco, 2006)

Relação de Canais	$\alpha_p$
Pressurizado (ex: 1: 0,8: 0,6)	0,25 à 0,50
Despressurizado (ex: 1: 2: 2)	0,55 à 0,75



# FUNDIÇÃO

Relação entre espessura da peça e tempo de enchimento.

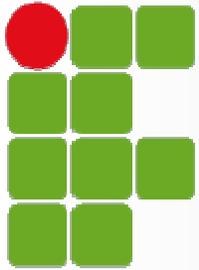
Espessura de parede [mm]	Tempo de enchimento [s]	
1,5	0,01	0,03
1,8	0,02	0,04
2,0	0,02	0,06
2,3	0,03	0,07
2,5	0,04	0,09
3,0	0,05	0,10
3,8	0,05	0,12
5,0	0,06	0,2
6,4	0,08	0,3

Tempo de enchimento:  
Segundo G. Lievy  
 $t = 0,005 \times e^2$

Relação entre espessura e velocidade no Ataque.

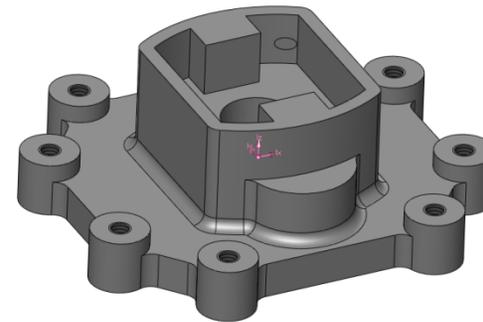
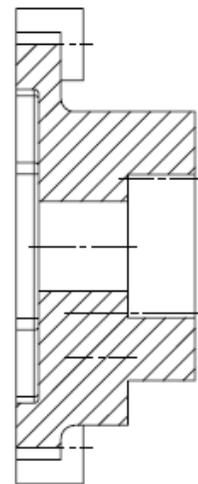
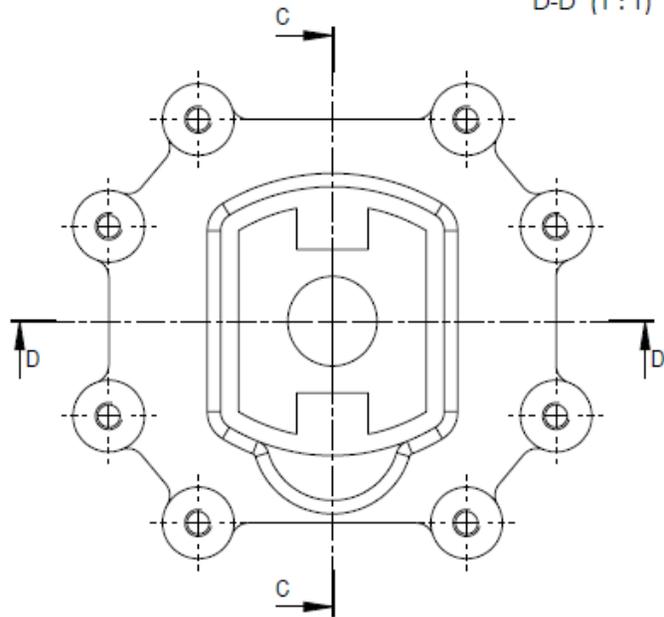
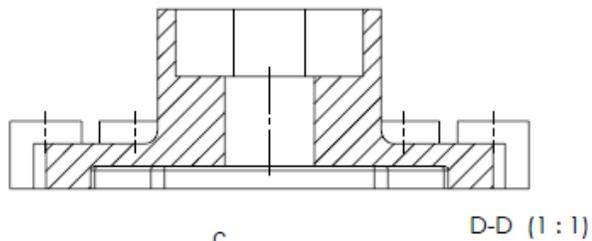
Espessura de parede [mm]	Tempo de enchimento [m/s]	
0,762	46	55
1,27 a 1,52	43	52
1,90 a 2,28	40	49
2,54 a 2,79	37	46
2,85 a 3,81	34	43
4,56 a 5,08	31	40
6,35	28	35

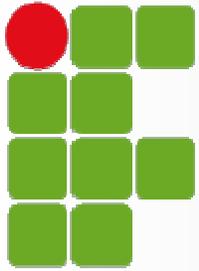
Onde:  
e = espessura da peça



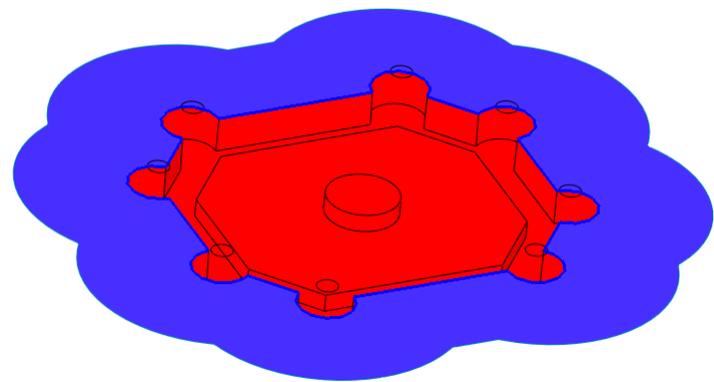
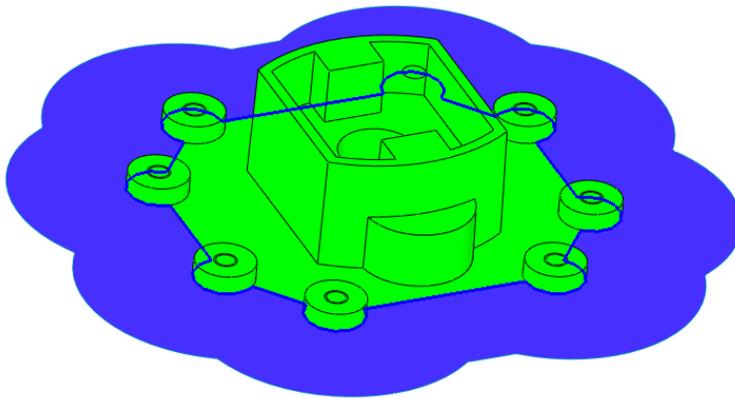
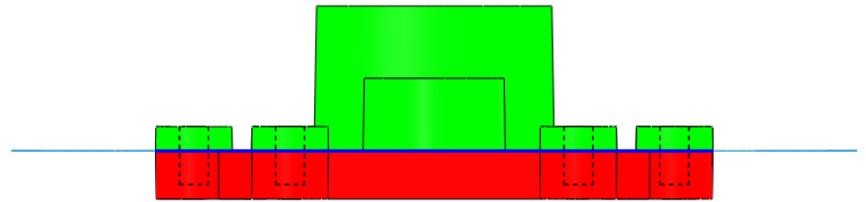
# FUNDIÇÃO

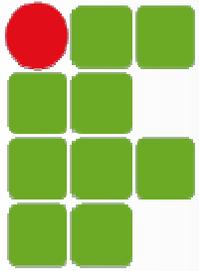
Determine a linha de fechamento do produto abaixo.



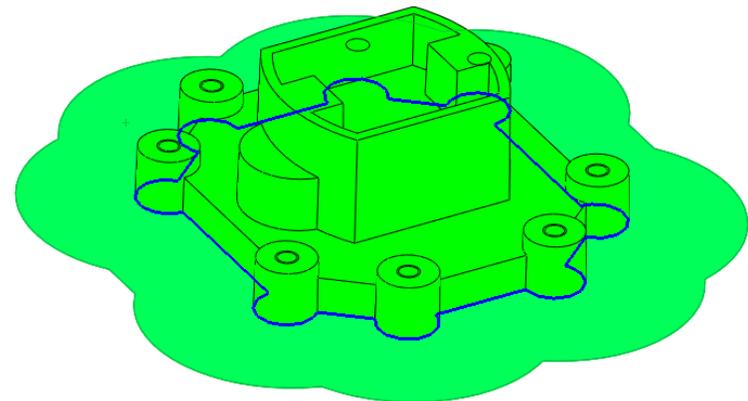
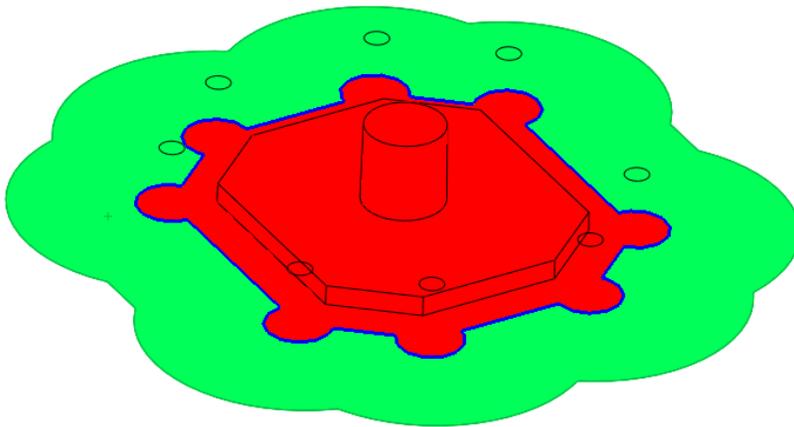
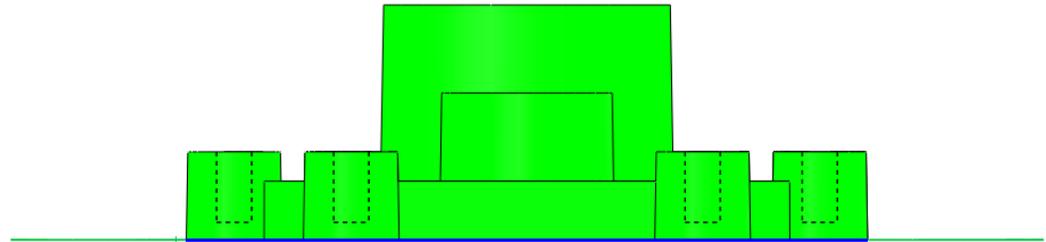


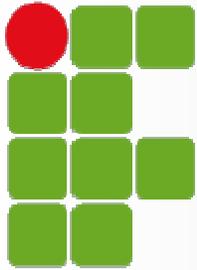
# FUNDIÇÃO





# FUNDIÇÃO





# FUNDIÇÃO

Determine:

- 1- Analise a peça e determine onde será feita a linha de fechamento;
- 2- Calcule o peso do produto;
- 3- determine a força de fechamento necessária para suportar uma pressão de injeção de 135 MPa.

Massa = 891.70 gramas

Volume = 125591.53 milímetros cúbicos

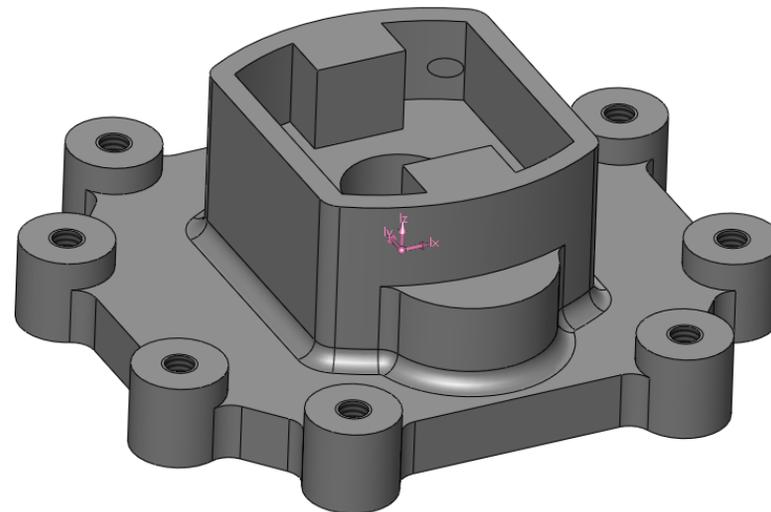
Área de superfície = 36734.33 milímetros quadrados

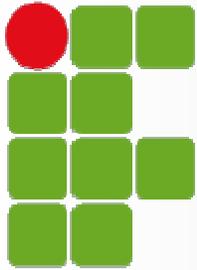
Centro de massa: ( milímetros )

X = 0.00

Y = -0.93

Z = 13.32



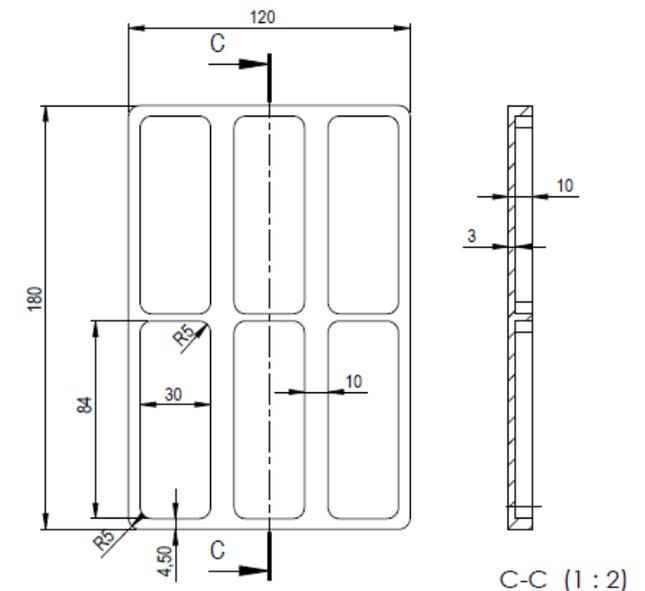


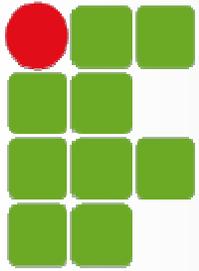
# FUNDIÇÃO

Exercício:

Uma empresa tem a sua disposição uma máquina injetora câmara fria, com pressão de fundição de 99 MPa e força de fechamento de 2200 kN. Pretende produzir duas peças por tiro, sua capacidade de injeção de 1,5 kg; 2,2 kg e 2,6 kg com os respectivos pistões 50; 60 e 70mm de diâmetro. Neste projeto deve ser considerado três bolsas nas seguintes dimensões 10x30x50 no produto. A velocidade de enchimento 38 m/s. Determine:

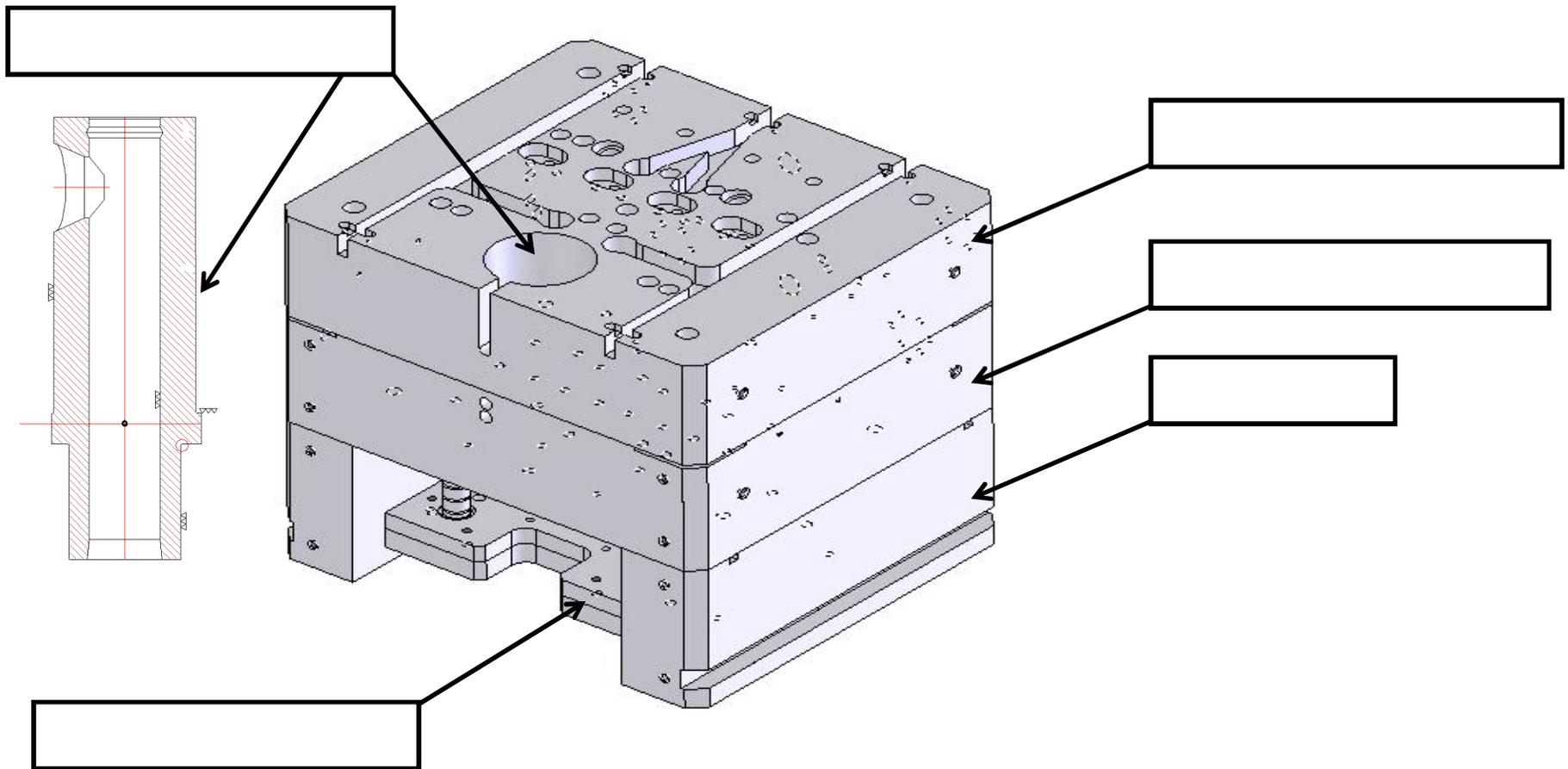
- A peça pode ser produzida pela máquina injetora?
- Qual o diâmetro do pistão a ser utilizado?
- Dimensionamento do ataque?
- Qual o tempo de enchimento?

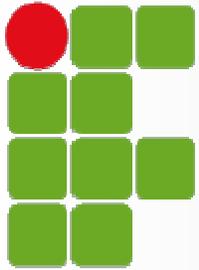




# FUNDIÇÃO

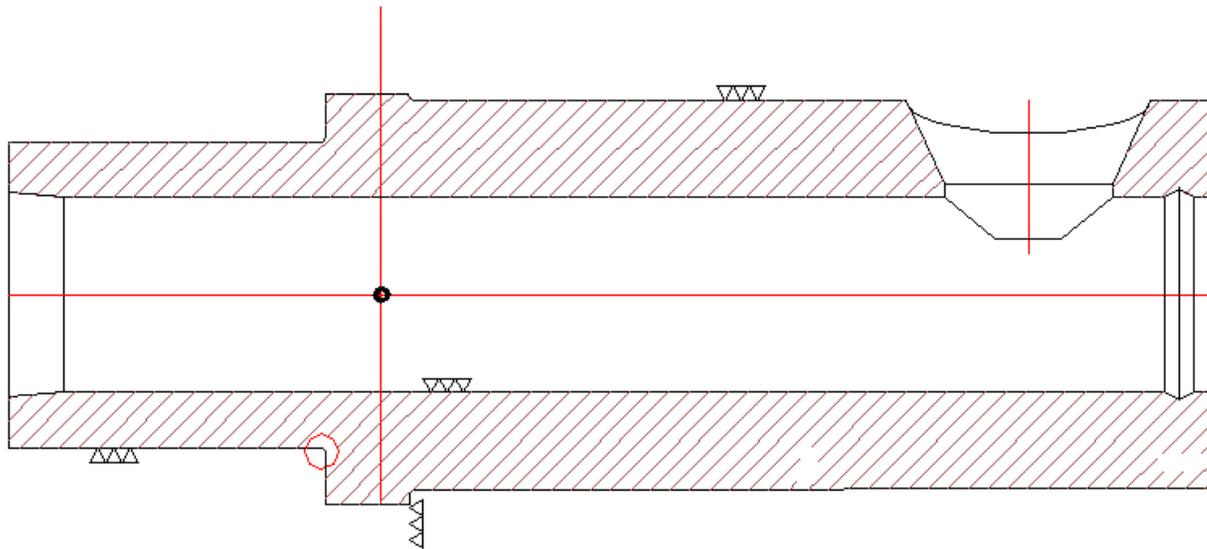
Exercício: Complete o balões com seus respectivos nomes.

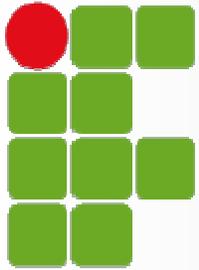




# FUNDIÇÃO

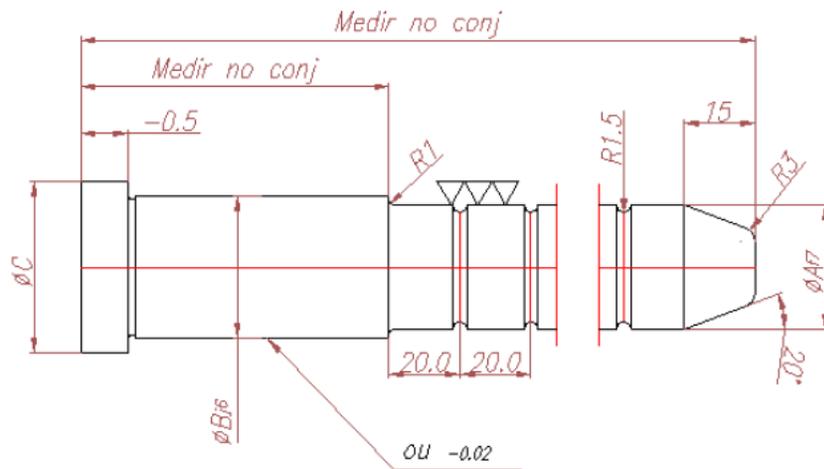
Bucha de Injeção máquina injetora câmara fria.



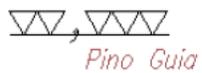


# FUNDIÇÃO

## Colunas e buchas guias.

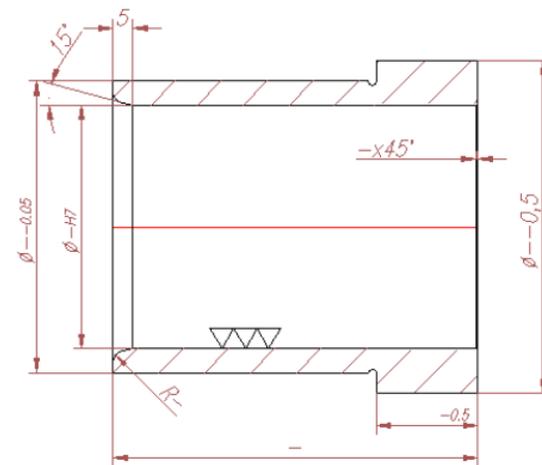


Temperado e Revenido.  
Cementado 58 - 62 HRC 1mm Prof.

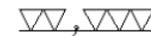


Pino Guia

8620

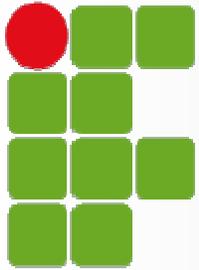


Temperado e Revenido.  
Cementado 58 - 60 HRC 1mm Prof.



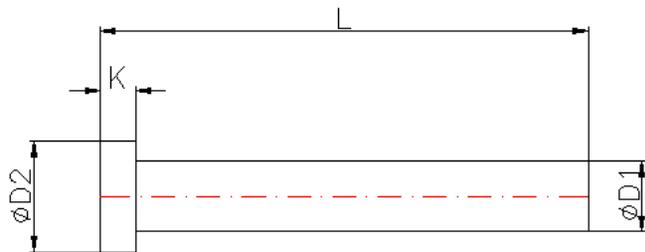
Bucha guia do molde

8620

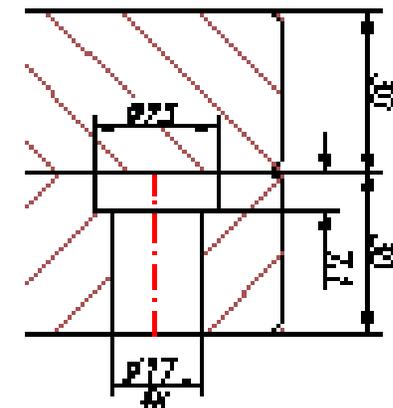


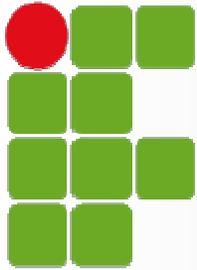
# FUNDIÇÃO

## PINO EXTRATOR



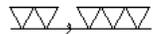
D1	D2	K	L													
2	4	2	100	125	150	175	200	250								
2.5	5	2	100	125	150	175	200	250	300							
3	6	3	100	125	150	175	200	250	300	350	400					
4	8	3	100	125	150	175	200	250	300	350	400	500				
5	10	3	100	125	150	175	200	250	300	350	400	500				
6	12	5	100	125	150	175	200	250	300	350	400	500	600			
8	14	5	100	125	150	175	200	250	300	350	400	500	600			
10	16	5	100	125	150	175	200	250	300	350	400	500	600			
12	20	7	100	125	150	175	200	250	300	350	400	500	600			
14	22	7	100	125	150	175	200	250	300	350	400	500	600			
16	22	7	100	125	150	175	200	250	300	350	400	500	600			
20	26	8		150	175	200	250	300	350	400	500	600				





# FUNDIÇÃO

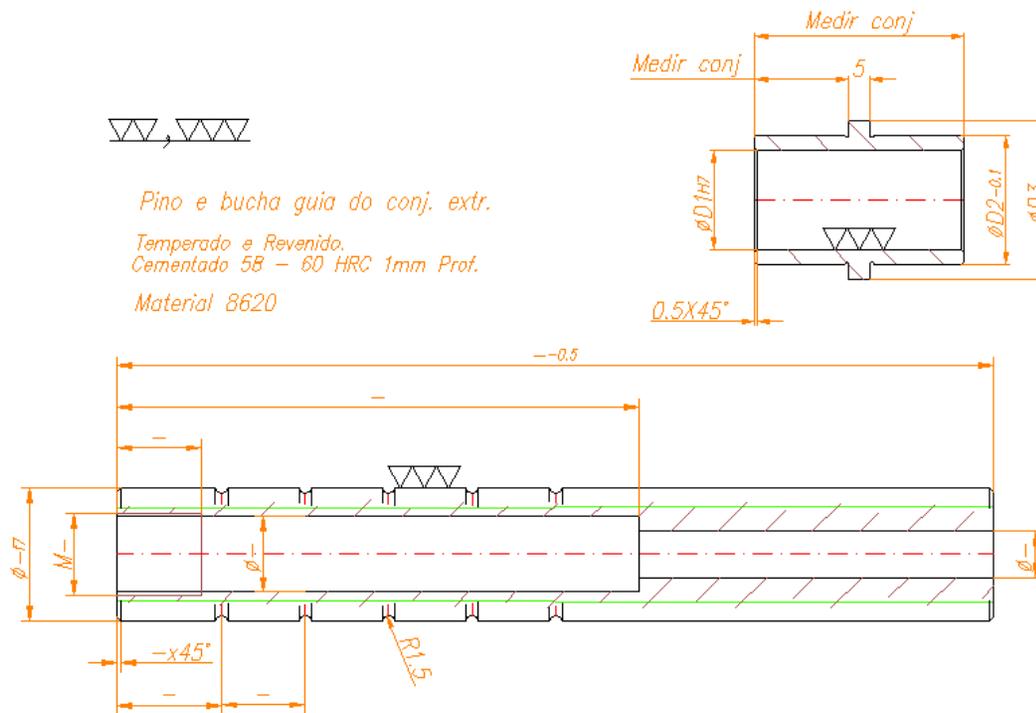
## Colunas e buchas guias placa extratora



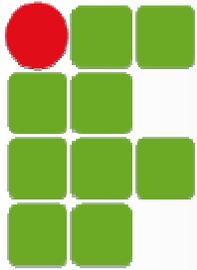
Pino e bucha guia do conj. extr.

Temperado e Revenido.  
Cementado 58 - 60 HRC 1mm Prof.

Material 8620



		AJUSTES RECOMENDADOS				
TIPO DE AJUSTE	EXEMPLO DE AJUSTE	EXTRA PRECISO	MECÂNICA PRECISA	MECÂNICA MÉDIA	MECÂNICA ORDINÁRIA	EXEMPLO DE APLICAÇÃO
PEÇAS MÓVEIS (uma com relação a outra)	LIVRE	$H_6 e_7$	$H_7 e_7$ $H_7 e_8$	$H_8 e_9$	$H_{11} d_{11}$	Peças cujos funcionamentos necessitam de folga por força de dilatação, mau alinhamento, etc..
	ROTATIVO	$H_6 f_6$	$H_7 f_7$	$H_8 f_8$	$H_{10} d_{10}$ $H_{11} d_{11}$	Peças que giram ou deslizam com boa lubrificação. Ex.: eixos, mancais, etc..
	DESLIZANTE	$H_6 g_5$	$H_7 g_6$	$H_8 g_8$ $H_8 h_8$	$H_{10} h_{10}$ $H_{11} h_{11}$	Peças que deslizam ou giram com grande precisão. Ex.: anéis de rolamentos, corredeiras, etc..

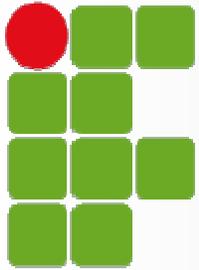


# FUNDIÇÃO

Complete a tabela abaixo:

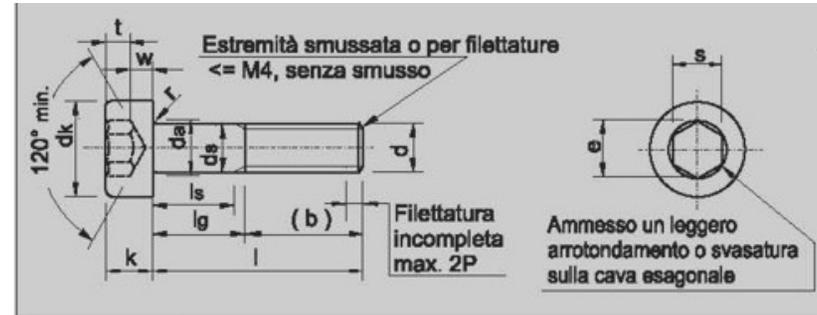
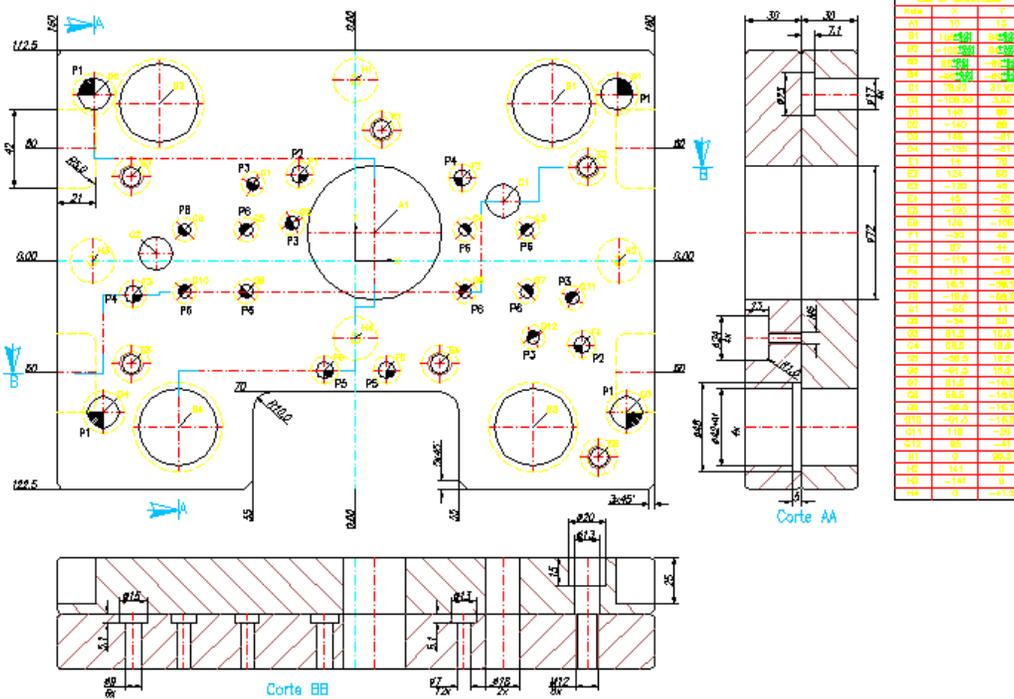
Furo H7	f7	m6
6 mm		
10 mm		
18 mm		

Furo Base	Furo	Eixos										
		Acoplamentos M6veis					Acoplamentos Incertos				Acoplamentos Fixos	
	H7	d8	e8	f7	g6	h6	j6	k6	m6	n6	r6	s6
	Preciso	Livre Amplo	Livre Folgado	Livre Normal	Livre Justo	Destilzante	Ade- rente	Fixo Leve	Fixo Normal	Fixo Duro	Fixo Prensado	
Dimens6es em mm	Afast. Inferior Superior $\mu$	Afast. Superior Inferior $\mu$										
de 1 à 3	0 +9	-20 -45	-14 -28	-7 -16	-3 -10	0 -7	+6 -1		+9 +2	+13 +6	+19 +12	+22 +15
3 6	0 +12	-30 -60	-20 -38	-10 -32	-4 -12	0 -8	+7 -1		+12 +4	+16 +8	+23 +15	+27 +19
6 10	0 +15	-40 -76	-25 -47	-13 -28	-5 -14	0 -9	+7 -2	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+28 +19	+32 +23
10 18	0 +18	-50 -93	-32 -59	-16 -34	-6 -17	0 -11	+8 -3	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+34 +23	+39 +28
18 30	0 +21	-65 -117	-40 -73	-20 -41	-7 -20	0 -13	+9 -4	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+41 +28	+48 +35



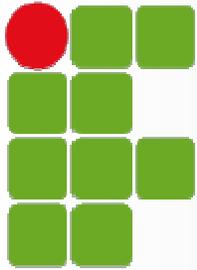
# FUNDIÇÃO

## Alojamento dos parafusos em placas



### Prospetto 1 di 3

Filetatura d	a passo grosso	M 3	M 4	M 5	M 6
	a passo fine	-	-	-	-
<b>P</b>	passo grosso	0,5	0,7	0,8	1
<b>b</b>	aux.	18	20	22	24
	max. <sup>1)</sup>	5,5	7	8,5	10
<b>dk</b>	max. <sup>2)</sup>	5,68	7,22	8,72	10,22
	min.	5,32	6,78	8,28	9,78
<b>da</b>	max.	3,6	4,7	5,7	6,8
	max.	3	4	5	6
<b>ds</b> <sup>3)</sup>	min.	2,86	3,82	4,82	5,82
<b>e</b> <sup>4)</sup>	min.	2,87	3,44	4,58	5,72
<b>f</b>	max.	0,51	0,6	0,6	0,68
<b>k</b>	max.	3	4	5	6
	min.	2,86	3,82	4,82	5,70
<b>r</b>	min.	0,1	0,2	0,2	0,25
	nom.	2,5	3	4	5
<b>s</b>	min.	2,52	3,02	4,02	5,02
	max.	2,56	3,08	4,095	5,14
<b>t</b>	min.	1,3	2	2,5	3
<b>v</b>	max.	0,3	0,4	0,5	0,6
<b>dw</b>	min.	5,07	6,53	8,03	9,38
<b>w</b>	min.	1,15	1,4	1,9	2,3



# FUNDIÇÃO

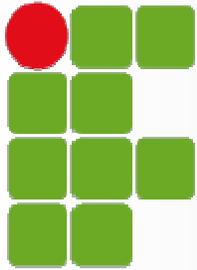
## CLASSE DE PARAFUSOS:

Determine a quantidade e diâmetro nominal dos parafusos, para fixar a cavidade do molde permanente utilizado em uma máquina com seguintes características: Máquina injetora câmara fria, com pressão de fundição de 159 Mpa e força de fechamento de 4500 kN capacidade de injeção de 2,6 kg com pistão diâmetro 60mm. Dado um produto somando canal de injeção e bolsas uma área total de 205cm<sup>2</sup> e pressão de fundição de 80Mpa.

### 2. Parafuso Série Métrica

#### 2.1. Características mecânicas conforme - ISO 898-1

Classe de resistência	Tensão de tração nominal N/mm <sup>2</sup>	Tensão de deformação não proporcional nominal N/mm <sup>2</sup>
8.8	800	640
10.9	1000	900
12.9	1200	900
15.9	1500	900



# FUNDIÇÃO

Unid.	bar	mbar	Pa	kPa	MPa	kgf/cm <sup>2</sup>
1 bar	1	1 000	100 000	100	0,1	1,0197
1 mbar	0,001	1	100	0,1	0,0001	0,0010
1 Pa	0,00001	0,01	1	0,001	0,000001	0,00001
1 kPa	0,01	10	1 000	1	0,001	0,0102
1 MPa	10	10 000	1 000 000	1 000	1	10,197
1 kgf/cm <sup>2</sup>	0,9806	980,665	98 066,5	98,066	0,09806	1
1 m H <sub>2</sub> O	0,09806	98,066	9 806,6	9,8066	0,00980	0,10
1 mm Hg	0,001	1,333224	133,3224	0,133	0,0001333	0,0014
1 psi	0,0689	68,948	6 894,75	6,89	0,0069	0,070
1 ft H <sub>2</sub> O	0,03	29,890	2 989,07	2,989	0,003	0,03048
1 in H <sub>2</sub> O	0,0025	2,490	249,09	0,249	0,00024	0,00254
1 in Hg	0,0338	33,863	3 386,4	3,386	0,0034	0,0345