

Unicamp  
Professor João Batista Fogagnolo  
ES365A

# Trabalho Fabricação Mecânica e Metalúrgica

Fundição

Erik Yuji Goto  
RA: 234009

Campinas  
2022

# Sumário

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>O que é fundição?</b>                     | <b>2</b> |
| 1.1      | Canais de alimentação e Massalotes . . . . . | 2        |
| <b>2</b> | <b>Fundição em Areia verde</b>               | <b>3</b> |
| <b>3</b> | <b>Fundição com Cera Perdida</b>             | <b>5</b> |
| <b>4</b> | <b>Fundição sob Pressão</b>                  | <b>6</b> |
| <b>5</b> | <b>Referências Bibliográficas</b>            | <b>8</b> |

# 1 O que é fundição?

O processo de fundição consiste em produzir uma peça a partir do metal fundido, em estado líquido. O material é derramado em um molde e após solidificado fica com a geometria interna do molde. Comparando com outros processos de fabricação, o processo de fundição é mais vantajoso nos seguintes aspectos:

- Complexidade de formas que podem ser produzidas;
- Ampla gama de materiais que após solidificados assumem a geometria do modelo;
  - Uma propriedade importante da liga metálica a ser utilizada é sua fluidez. O material deve preencher todos os espaços livres do molde. Uma liga muito viscosa pode dificultar o preenchimento interno do molde, e como resultado teremos muitas imperfeições na peça final.
- Ampla gama de propriedades que podem ser controladas durante o processo;
- Usado para pequenos ou elevadas quantidades de peças;
- Baixo custo, pois não utiliza de ferramentas e materiais muito caros;
- Elevada precisão dimensional e acabamento;
- *Near net shape* em uma única operação, ou seja, após sair da fundição a peça tem uma geometria próxima da peça final, sendo necessário apenas alguns processos para acabamento.

O processo de fundição é dividido em dois grandes grupos: fundição em moldes colapsáveis e em moldes permanentes.

Em processos de fundição em moldes colapsáveis o molde só é usado uma vez, pois ele é desmontado para a retirada da peça pronta, além disso o material do molde pode ser reutilizado para a produção de mais peças. São exemplos: moldes de areia, shell molding, fundição com cera perdida.

Já os moldes permanentes podem ser usados mais de uma vez, sem a necessidade de destruir o molde e é restrito a peças de pequenas dimensões. Exemplos: por gravidade, por compressão.

## 1.1 Canais de alimentação e Massalotes

Dois conceitos básicos para entender melhor a fundição são os canais de alimentação e massalotes.

Os canais de alimentação são dutos que conduzem a liga metálica no estado líquido para o interior do molde.

O resfriamento da peça após o depósito de metal no molde acontece de fora para dentro, sendo que a camada em contato com o molde perde mais calor. Este fenômeno, junto com a dilatação térmica, faz com que a peça precise de mais metal para compensar a diminuição de sua dimensão. Os massalotes são reservatórios que tem função de resolver esse problema, ao suprir a peça com mais metal, com isso evitamos que o interior da peça fique com vazios após a solidificação do material.

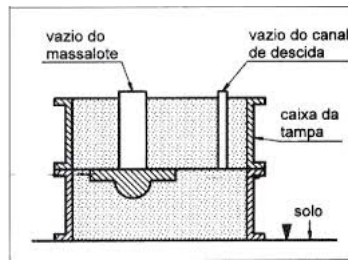


Figura 1: Canal de Alimentação e Massalote

## 2 Fundição em Areia verde

Este tipo de fundição é o mais utilizado devido a sua versatilidade. Para ilustrar o processo de fundição foi utilizada imagens de um video da internet<sup>1</sup>

1. O modelo é colocado no fundo da caixa que será feita a fundição, e em cima dele é depositado talco ou grafite para facilitar sua posterior retirada;



Figura 2: Modelo coberto com talco

2. A areia é depositada em cima do modelo até preencher a caixa e pressionada para evitar poros grandes. Note que, o molde de areia precisa ser resistente o suficiente para manter sua geometria antes e durante o processo de injeção de metal líquido;



Figura 3: Modelo coberto com areia

3. A caixa é virada de ponta cabeça para que o modelo fique virado para cima. É adicionado a caixa-tampa, e nela os massalotes e canais de alimentação(em vermelho);

<sup>1</sup>Casting Kirito's Elucidator (Sword Art Online) - AlumiTube: <https://youtu.be/1y2FFdHzloQ>

4. Novamente é adicionado areia na caixa-tampa e ela é compactada;
5. O próximo passo é retirar os massalotes e canais de alimentação;



Figura 4: Tampa da caixa apenas com os canais de alimentação

6. Na caixa-fundo o modelo é retirado, e é feita um canal de entrada ligando o canal de alimentação com o local onde o modelo estava;
7. O conjunto de caixas é montado novamente e as caixas são fixadas com presilhas ou grampos, com isso temos o molde pronto para a fundição;
8. Basta derramar o metal líquido pelo canal de alimentação, esperar resfriar e fazer a desmontagem. Após a desmontagem do molde até 98% da areia pode ser reutilizada.



Figura 5: Retirada da peça fundida

9. A peça precisa passar por alguns processos de usinagem, como a retirada do excesso de material dos canais de alimentação, e um acabamento para alcançar sua geometria final.



Figura 6: Peça pronta para ser usinada

### 3 Fundição com Cera Perdida

O processo de fundição de precisão, ou cera perdida, usa cera como modelo, e é envolto de cerâmica para formar o molde após endurecido. Para retirar o molde é necessário derreter a cera, destruindo assim o modelo. Depois que a liga metálica é solidificada o molde de cerâmica é então colapsado. Portanto, tanto o molde quanto o modelo são destruídos no processo de fundição de precisão.

O processo de fundição com cera perdida é descrita detalhadamente abaixo:

1. Preparação para a fundição: O primeiro passo da fundição com Cera Perdida é produzir o molde.
  - (a) Inicialmente o modelo é feito com uma cera especial utilizando um molde metálico;



Figura 7: Modelo de cera

- (b) Com vários modelos já prontos, eles são alocados em cachos. Nos mesmos cachos são adicionados os canais de alimentação e vazamento necessários para garantir uma fundição de qualidade;



Figura 8: Cachos com os canais de alimentação

- (c) O cacho é submerso em uma solução de cerâmica contendo ligantes. Dessa forma, é criada uma casca em volta das peças. Após isso, adiciona-se uma camada de partículas refratárias contendo zirconita, silimita e alumínio-silicato;



Figura 9: Cacho submerso na solução cerâmica

- (d) Espera-se a secagem da casca, e então o modelo de cera é derretido para produzir um molde oco;
- (e) Para endurecer o molde cerâmico, ele é sinterizado entre  $650^{\circ}\text{C}$  e  $1000^{\circ}\text{C}$ .

## 2. Injeção do Metal

- (a) Após o endurecimento do molde podemos adicionar o metal líquido;



Figura 10: Molde após ser adicionado o metal líquido

- (b) Com a solidificação final do metal a casca cerâmica é colapsada e conseguimos ter acesso às peças finais;
- (c) O último passo é realizar as usinagens e processos de acabamento necessários para ter uma peça com as dimensões finais de projeto.

## 4 Fundição sob Pressão

Na fundição sob pressão, a liga metálica é pressionada sob baixa pressão e baixa velocidade para o interior da cavidade do molde permanente. Este tipo de fundição é aplicado principalmente para ligas de alumínio, pois possuem menos viscosidade portanto necessitam de menores pressões para preencher completamente o molde.

Vantagens:

- Não solidifica canais, portanto dispensa operações de corte;

- Fundido livre de poros e óxidos;

Desvantagens:

- Pressões baixas podem causar mal acabamento e outros defeitos de preenchimento;
- Não é possível produzir peças muito grandes.

As etapas da fundição sob pressão são:

1. Em cima da panela contendo o metal é posto o molde e fechado por pressão hidráulica(I/II);
2. É aplicada uma pressão tal que o líquido na panela comece a subir e preencher o molde(III);
3. Essa pressão é mantida até que ocorra a solidificação no interior do molde, quando a pressão é aliviada acontece o refluxo do líquido não solidificado e o mesmo retorna para a panela(IV);
4. Após isso, pode ser feito os processos de acabamento na peça.

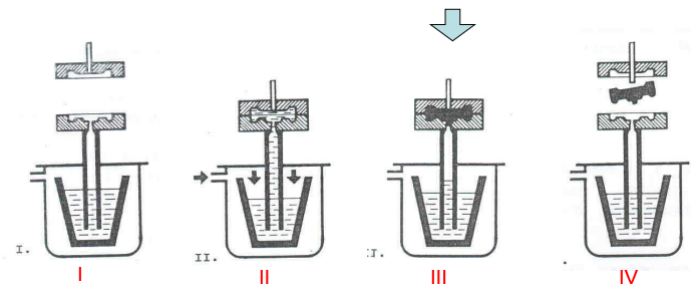


Figura 11: Processo de Fundição sob pressão



## 5 Referências Bibliográficas

Notas de Aula ES365, professor Joao Batista Fogagnolo, 2022.

TÂMEGA, Fábio. Fundição de Processos Siderúrgicos. UFPR, Londrina 2017.  
Disponível em:< [http : // ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/  
TM233/Arquivos%20FTP%202020/Bibliografia/LIVRO\\_processo\\_de\\_fundicao.pdf](http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM233/Arquivos%20FTP%202020/Bibliografia/LIVRO_processo_de_fundicao.pdf) >

TELECURSO 2000. Curso Profissionalizante Mecânica - Processos de Fabricação(Teleaula 04)