



UFPR

- Shell Molding

RSCP/LABATS/DEMEC/UFPR
2017

Universidade Federal do Paraná

Areias para Moldagem

Características das areias de moldagem – Areias verdes

- ☺ **Composição**
- ☺ **Umidade**
- ☺ **Forma dos grãos**
- ☺ **Tamanho dos grãos**

A combinação dessas características devem garantir os seguintes requerimentos:

- ☺ **plasticidade**
- ☺ **permeabilidade**
- ☺ **refratabilidade**
- ☺ **coesão e resistência à erosão**

Shell Molding

- O uso das “resinas” foi um grande aperfeiçoamento na utilização de areia para a produção de moldes de fundição.
- A areia não precisa mais ser compactada porque o aglomerante tem a função de manter a liga entre os grão de areia.

MOLDAGEM EM CASCA (Shell Molding)

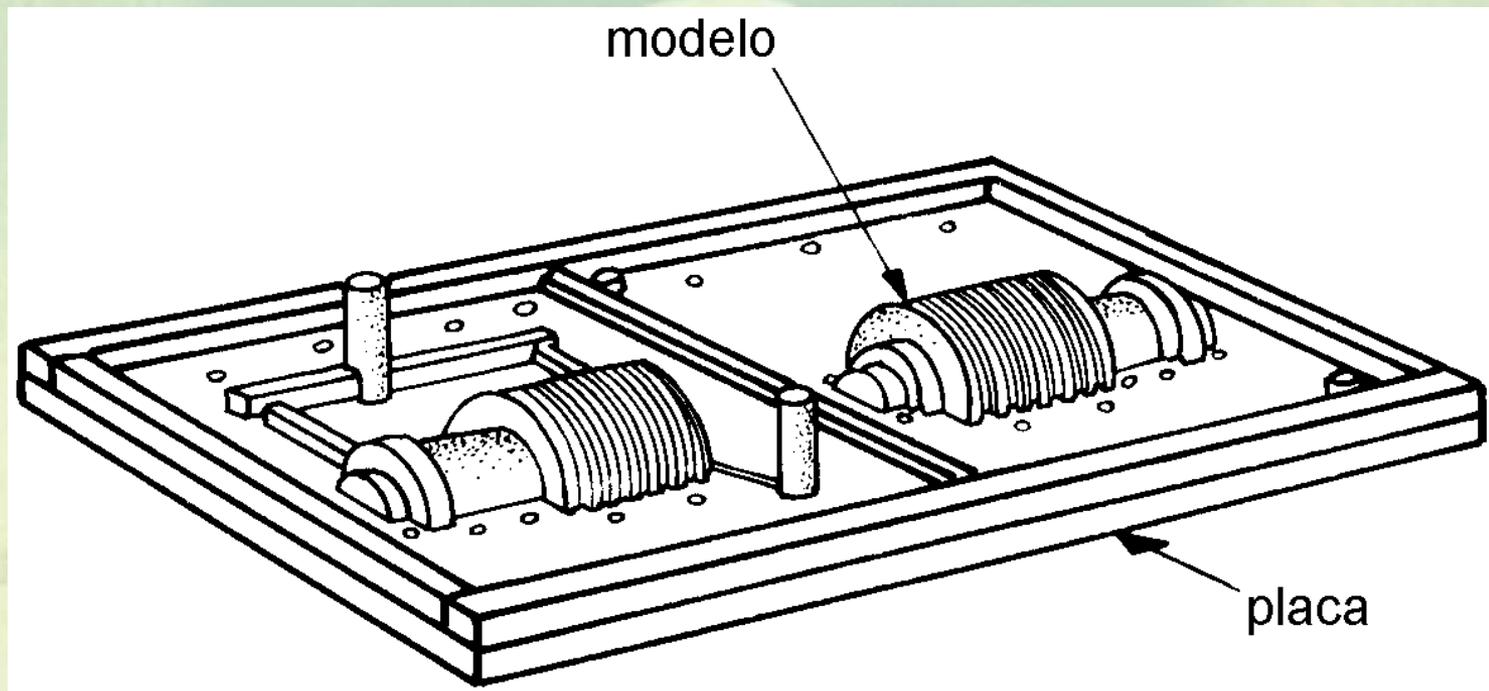


Introdução

- Processo que permite a produção de moldes com alta precisão e excelente acabamento superficial (classe 1).
- Também conhecido por “Croning Shell process”, foi desenvolvido na Alemanha durante a segunda guerra mundial.
- Vasto campo de aplicações, seja para materiais ferrosos ou não ferrosos.

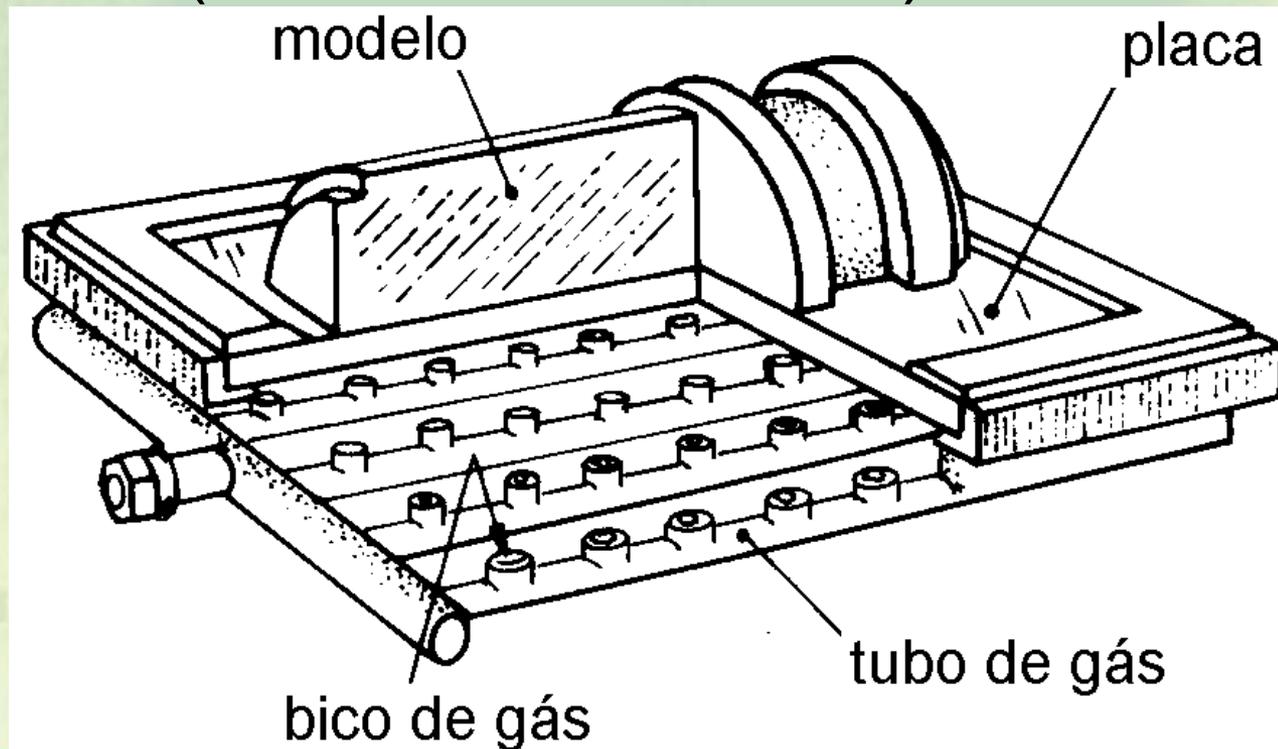
Seqüência de Fabricação

- **Confecção do modelo em placa (macho):**
Normalmente feito de metal para suportar altas temperaturas e desgastes. Adiciona-se ainda os canais de alimentação, ataque, etc



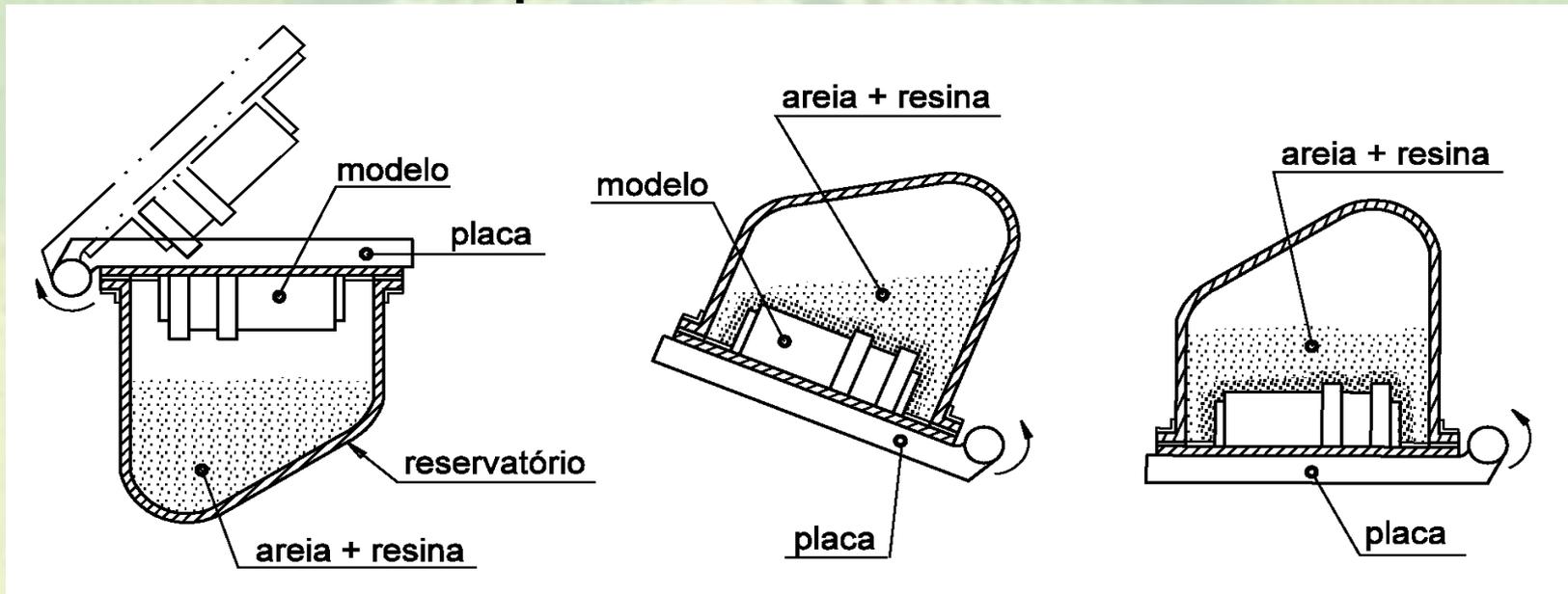
Seqüência de Fabricação

- **Fixação da placa na máquina :** A placa é presa na máquina e aquecida por meio de bicos de gás até atingir a temperatura de trabalho (entre 200 e 250°C).



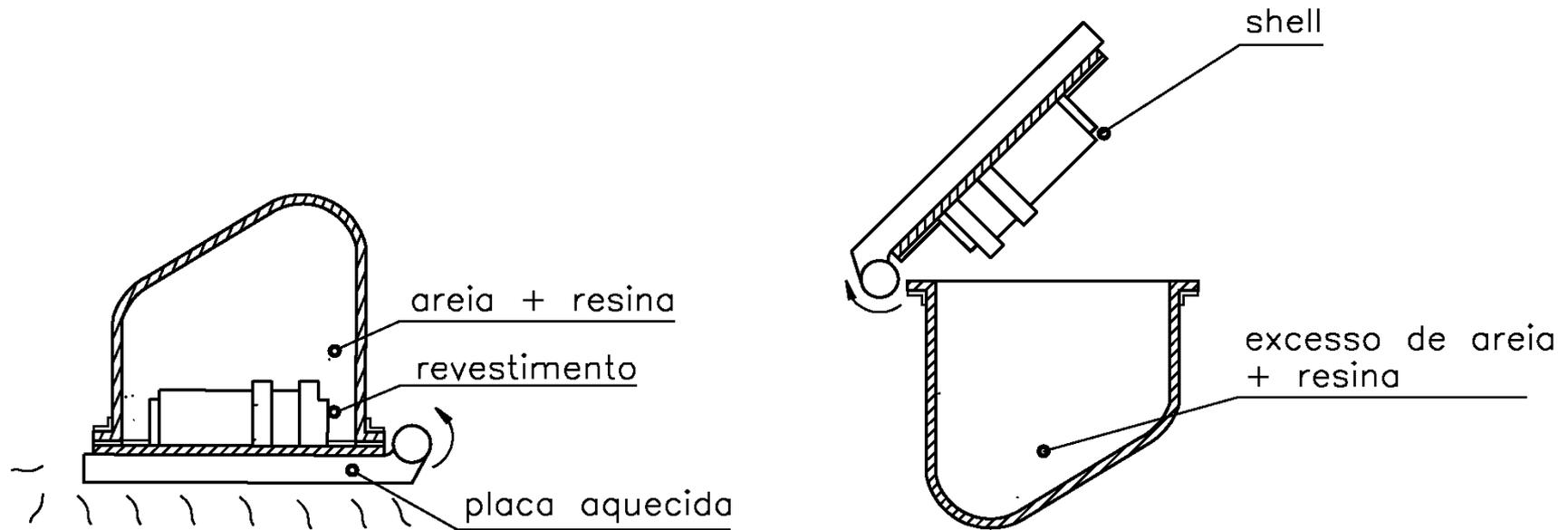
Seqüência de Fabricação

- **Carregar reservatório e girar :** A placa é colocada na máquina com o reservatório já preparado. Existe o giro e o molde permanece em contato com a mistura de 10 a 15 segundos, formando uma parede de 6 a 15mm de espessura.



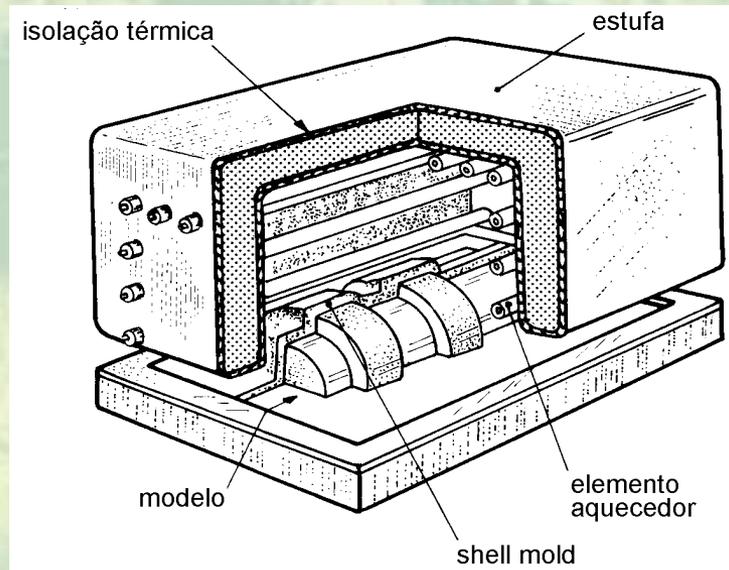
Seqüência de Fabricação

- **Retirada da placa :** A placa é retirada da máquina com a camada de material já envolvendo o molde, porém não totalmente dura.



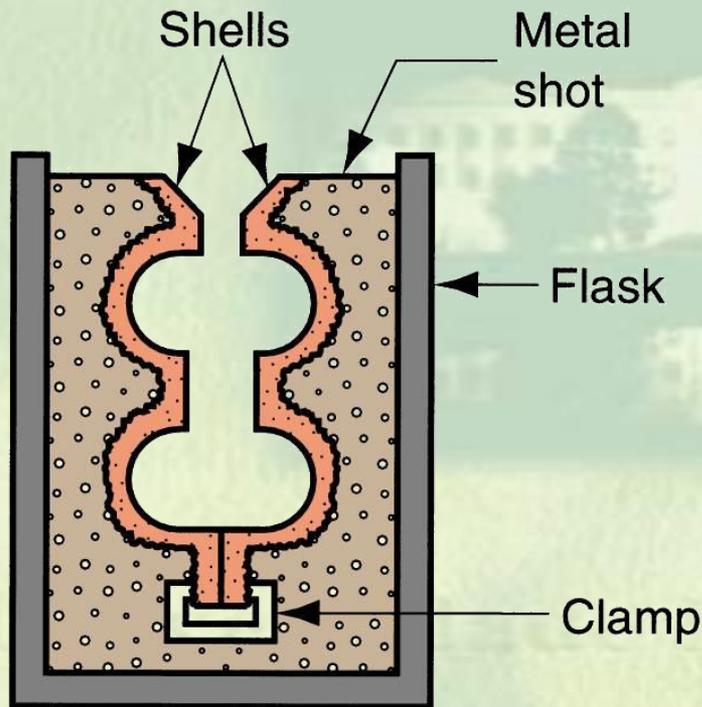
Seqüência de Fabricação

- **Finalização do molde** : A placa de modelar com a casca formada, é retirada do recipiente e colocada no forno de cocção, onde é mantida durante 30 a 40 segundos a uma temperatura entre 250° a 300°C (5), sinterizando-se.

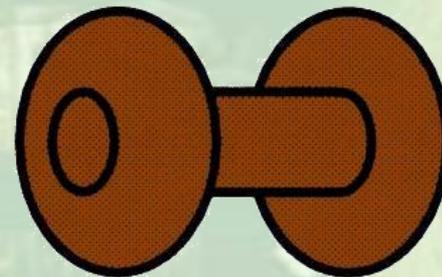


Seqüência de Fabricação

- **Vazamento do Molde:** As duas metades da casca são juntadas na caixa, suportadas por areia ou limalha. O molde está então pronto para ser vazado.



(6)



(7)

Aplicabilidade

- Para peças de peso variando desde dezenas de gramas até 200kg.
- Peças que exigem estreitas tolerâncias dimensionais e ótimo acabamento superficial.
- Peças com secções delgadas e geometria complexa.

Vantagens do Processo

- Excelente acabamento superficial.
- Tolerâncias dimensionais estreitas.
- Possibilidade de estocagem dos moldes.
- Facilidade em obter secções delgadas.
- Utiliza muito menos areia.
- Grande possibilidade de automação.
- Não requer operários com longa prática.

Desvantagens do Processo

- É um dos mais caros processos de moldagem.
- Limitação do peso e dimensões máximas da peça a ser fundida.
- Elevado custo da resina aglomerante.
- Há necessidade de equipamentos e acessórios para controle.
- Pouco justificável para pequenas quantidades.

Modelos para Fundição em Casca

- Os machos devem ser de material metálico ou revestidos pelo mesmo. Podem ser recuperados quando revestidos por aspersão térmica ou soldagem.
- Ferro fundido: acessível e estável nas temperaturas exigidas. De fácil usinagem e requer pouca manutenção.
- Outros materiais: bronze, alumínio e aço.

Preparação da Areia

- Resina termoesetável em pó (aglutinante) + areia seca (isolante).
- Problema: Segregação da areia e da resina durante o processo de moldagem.
- Solução: Utiliza-se um dos métodos de “areia coberta”.
- Métodos para areia coberta: Resina líquida, resina em pó + solvente e areia quente + resina em escamas.

Produção de Areia Coberta

A. Utilização de resina líquida:

Mistura-se a areia e a resina líquida, junto a outros elementos produzindo assim a areia coberta por resina. Mantém-se a mistura na temperatura ambiente ou pouco acima.

O solvente da resina deve ser removido, produzindo assim uma areia seca e floável, sendo cada grão recoberto por resina.

Durante o processo é necessário a constante moagem e/ou insuflação de ar frio ou morno. A principal desvantagem é que é necessário o manuseio de muito líquido, normalmente muito viscoso e pegajoso.

B. Utilização de resina em pó e solvente:

Mistura-se areia, resina em pó e outros ingredientes por 1 minuto. Uma quantidade pré determinada de solvente (álcoois e cetonas) é adicionada e a moagem continua até que a areia fique seca e flua livremente.

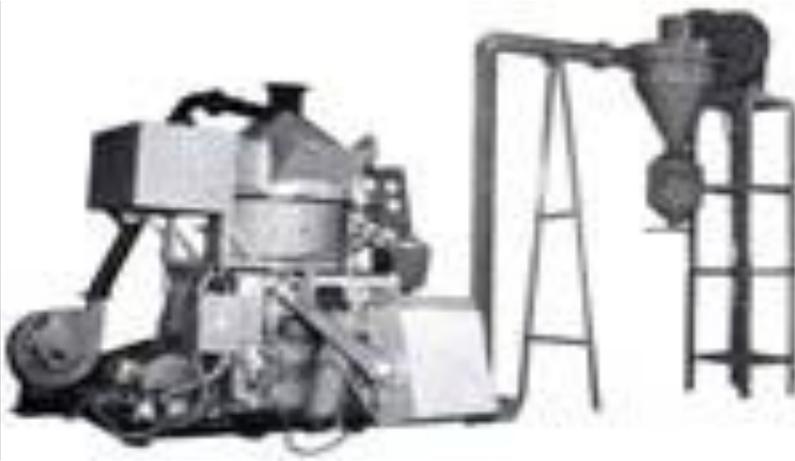
Pode ocorrer empelotamento na areia e isto pode gerar problemas em máquinas de sopro. A solução é adicionar água ao solvente.

C. Utilização de areia quente e resina em escamas.

Aquece-se previamente a areia a temperaturas entre 135 e 175°C. Adiciona-se então uma resina termoplástica em escamas ou grãos e a mistura é moída por 1 a 2 minutos. Durante esta moagem a resina funde e cobre os grãos de areia. Adiciona-se então uma solução aquosa catalisadora sendo a mistura resfriada rapidamente por ar.

Este método apresenta três principais vantagens se comparado aos outros: resistência da areia 25% maior, a areia coberta não produz poeira e não existe perigo de incêndio durante a evaporação dos solventes. Porém, a principal desvantagem é a necessidade de aquecer a areia a temperaturas relativamente elevadas.

Equipamentos para preparação da areia



Estação completa para beneficiamento de areia. Misturador, secador e moedor.



Secadora de areia

Métodos e Equipamentos

- Aquecimento das placas:
 - Elétrico → Mais caro, melhor controle ($\pm 1^{\circ}\text{F}$)
 - Gás → Mais barato, pior controle ($\pm 10^{\circ}\text{F}$)
- Tipos de máquinas:
 - Reservatório de areia basculante (dump box)
 - Sopro de areia (sand blowing)

Placa



**Aquecimento
Elétrico**

Macho

Suporte

Reservatório de areia basculante

- A parte superior do equipamento contém o reservatório de areia aquecida e o macho para formar a “casca”. A “dump box”, na parte superior faz o giro e permite o contato da areia com o macho.



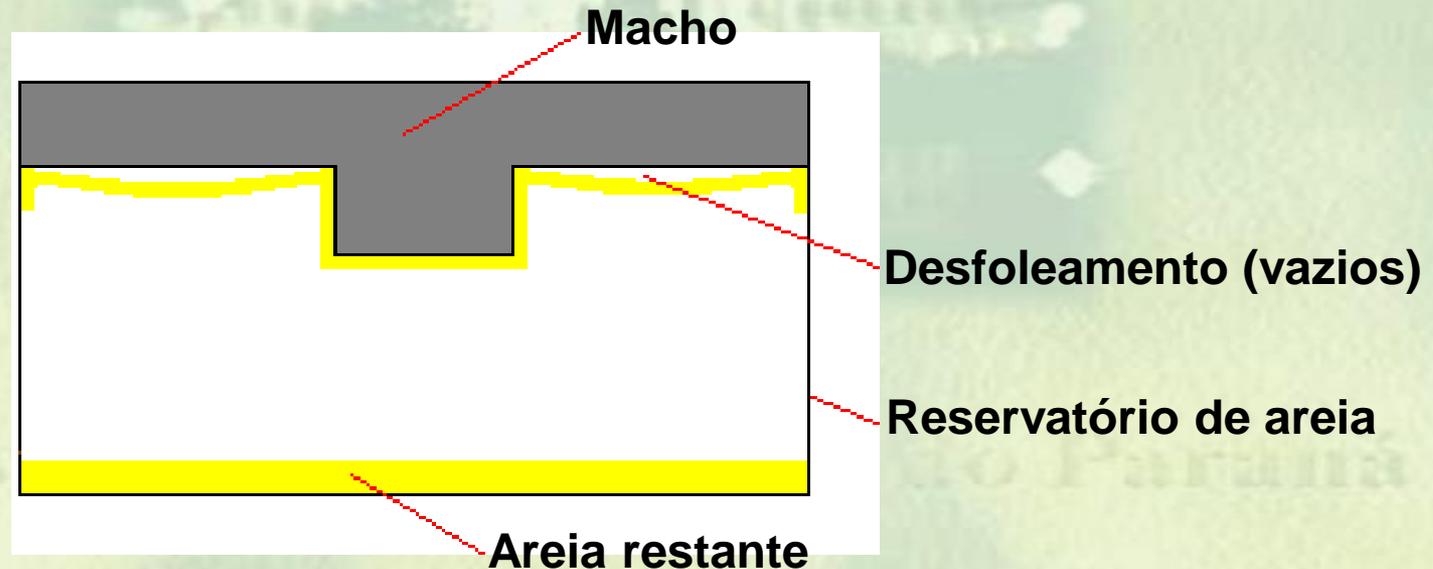
**Dump Box +
Macho**

Reservatório de areia basculante

- Vantagens em relação às máquinas de sopro:
 1. Simplicidade de operação.
 2. Menor custo de ferramental.
 3. Melhor controle sobre a dureza do molde.
 4. Mínima segregação de aditivos.
- Principal desvantagem do processo:
 - Pode ocorrer desfolhamento da casca no momento da inversão do molde.

Reservatório de areia basculante

- Desfoleamento da casca. Geralmente ocorre devido ao desligamento do aquecimento e/ou inversão precoces.





**Aquecimento
elétrico**

**Duas metades da
casca**



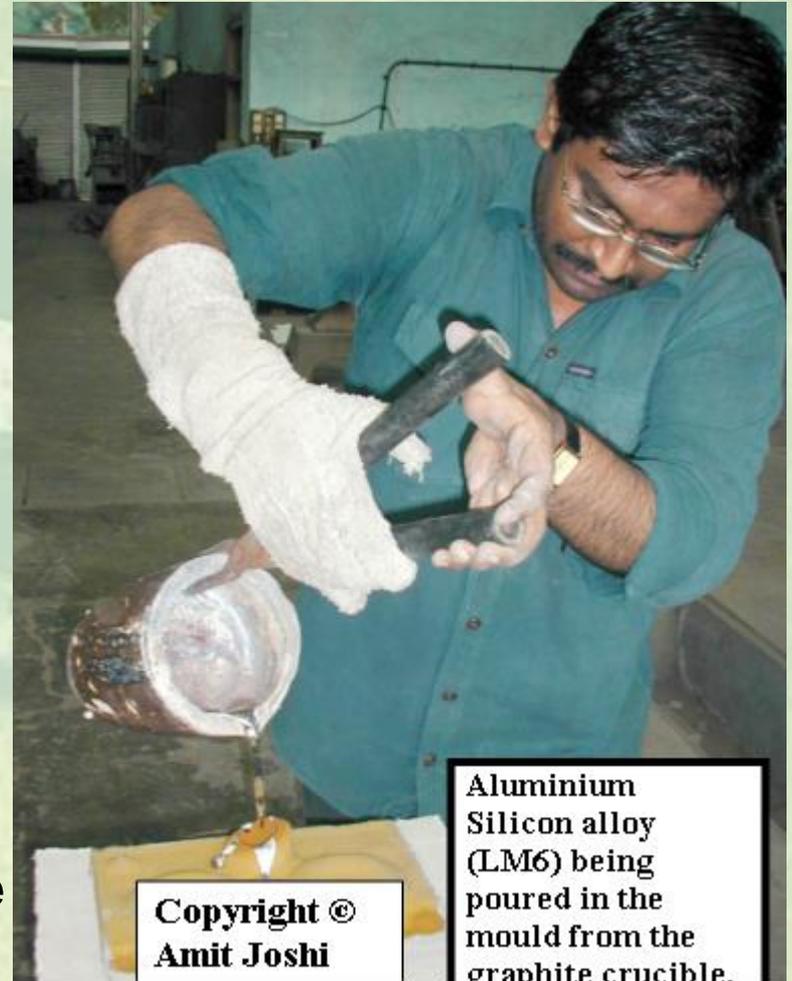
**Cascas retiradas
da placa**

Cascas sendo unidas e pré-aquecidas para evitar choque térmico (rachaduras)



Canal de vazamento

Vazamento do molde com alumínio



Aluminium Silicon alloy (LM6) being poured in the mould from the graphite crucible.

Copyright © Amit Joshi



Universidade Federal do Paraná

Peça destacada do molde

Sopro de areia

- Usada para formas mais complexas.
- A mistura de areia e resina é soprada por ar a baixa-média pressão para dentro do macho. O macho é fechado e a mistura permanece dentro por um período determinado. O fim deste período o macho é aberto e a mistura que não aderiu à casca é drenada.



Sopro de areia

- Vantagens → permite formatos mais complexos e moldes em casca para fundição em pilha.
- Pode ocorrer desfoleamento assim como acúmulo indesejado de material em algumas faces. Algumas sopradoras de areia são basculantes para garantir uniformidade de espessura.

Defeitos Comuns

(ligas ferrosas e a base de níquel)

- Ligas com baixo teor de carbono podem apresentar defeitos superficiais devido aos gases produzidos pela resina.

Soluções:

- Redução da quantidade de gás na interface metal-molde.
- Aumento da velocidade de solidificação.
- Modificação química do material do molde e metal líquido

Defeitos Comuns

(ligas a base de alumínio)

- O alumínio libera calor muito rapidamente e pode causar choque térmico no molde, provocando assim ruptura e empenamento.

Soluções:

- Utilizar areias de grãos sub-angulares.
- Preferir areia + resina em pó ao invés de areia coberta.
- Acrescentar óxido de ferro ou serragem.

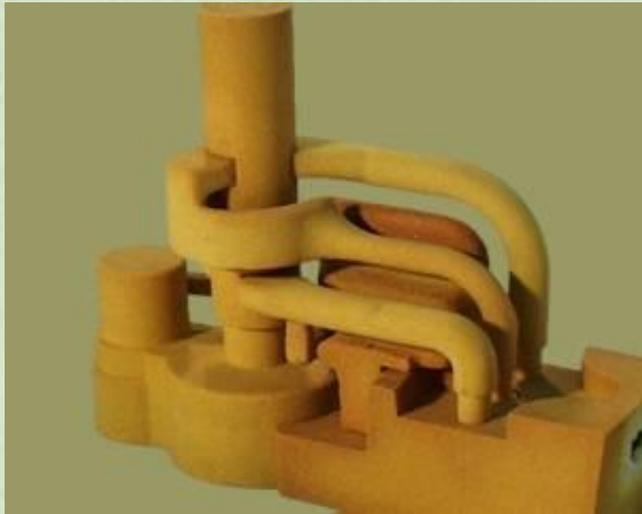
Defeitos Comuns

(ligas a base de magnésio)

- O magnésio fundido reage com o oxigênio, areia de sílica e umidade.

Soluções:

- Aplicar uma pintura com inibidor e posterior secagem do molde.
- Fluxar o molde com dióxido de enxofre.
- Incorporar um inibidor a mistura de areia com resina (o mais usado é borofluoreto de amônia).



Modelo em casca



Corte da peça



Núcleo fundido

vidio



Peça pronta

Referências

- Andrews, S.L. Robert – “Shell Process Foundry Practice”, American Foundrymen’s Society, First Edition 1963.
- Finardi, Jorge – “Curso de Fundição de Ligas não Ferrosas”, aula XV1 – Técnica de Fundição em Casca, Associação Brasileira de Metais, 1961.
- www.esskayinternational.com/casting2.htm acesso em 02.02.2007 as 19:35.
- www.metalwebnews.com/.../shell-moulding.html acesso em 03.02.2007 as 22:40.