



# CONFORMAÇÃO DE METAIS



1.2 O processo da cera perdida para fundições odontológicas

1.2.1 Fluxo de trabalho e nomenclatura

1.2.2 Alterações dimensionais e morfológicas no processo de fundição

1.2.3 Materiais para padrão de fundição

1.2.4 Revestimentos para fundição odontológica

1.2.5 As "técnicas de fundição"

PROFESSOR RAFAEL YAGÜE BALLESTER

DEPTO. DE BIOMATERIAIS E BIOLOGIA ORAL DA FOU SP

# DE METAIS

## 1.2.5 As "técnicas de fundição"

1.2.5.1 O problema do forro de amianto

1.2.5.2 Detalhes técnicos válidos para qualquer técnica

1.2.5.3 Parâmetros para o aquecimento no forno

1.2.5.4 Técnicas de fusão e injeção da liga

1.2.6 Falhas de fundição

PROFESSOR RAFAEL YAGÜE BALLESTER

DE BIOMATERIAIS E BIOLOGIA ORAL DA FOU SP

Técnica de fundição: conceito e objetivo

"Pacotes" de procedimentos recomendados para compensar as expansões, contrações e distorções do processo de fundição, de modo a obter peças ajustadas.



Contração da liga sólida + contração do padrão de fundição =

= expansão do revestimento + outras expansões

| Técnicas e Particularidades    | TÉRMICAS                                                                                                |                                                                                                                                  | HIGROSCÓPICAS                                                                                                                   |                                                                                                           | DEPARTAMENTO                                                                                              |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                | TAGGART                                                                                                 | CONTROLADA (PHILLIPS)                                                                                                            | IMERSÃO (HOLLEMBACK)                                                                                                            | ADIÇÃO CONTROLADA (ASGAR, MHALER, PEYTON)                                                                 |                                                                                                           |
| TEMPERATURA de INJEÇÃO da LIGA | 700                                                                                                     | 700                                                                                                                              | 480                                                                                                                             | 480                                                                                                       | 600 (OU MENOR)                                                                                            |
| TIPOS de EXPANSÃO              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Semi-higroscópica</li> <li>Térmica: normal isotérmica</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Semi-higroscópica</li> <li>Térmica (com uso de pó controle): normal isotérmica</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Do padrão de fundição (térmica)</li> <li>Higroscópica</li> <li>Térmica normal</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Higroscópica parcial controlada</li> <li>Térmica normal</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Higroscópica tardia</li> <li>Térmica: normal isotérmica</li> </ul> |

| Técnicas e Particularidades | TÉRMICAS   |                       | HIGROSCÓPICAS        |                                           | DEPARTAMENTO |
|-----------------------------|------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------------|--------------|
|                             | TAGGART    | CONTROLADA (PHILLIPS) | IMERSÃO (HOLLEMBACK) | ADIÇÃO CONTROLADA (ASGAR, MHALER, PEYTON) |              |
| ELIM. DO PADRÃO             | Calor seco | Calor seco            | Calor seco           | Água fervente                             | Calor seco   |
| VALOR EXPANSÃO              | 1,95%      |                       | 2,05%                | 1,33-2,55%                                |              |

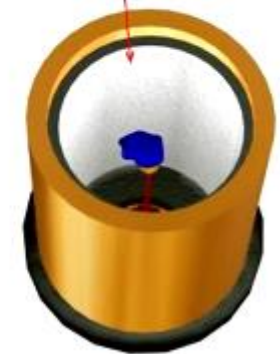
| Técnicas e Particularidades | TÉRMICAS |                                                                                 | HIGROSCÓPICAS                                                                                    |                                                                                                                             | DEPARTAMENTO                                                                                                                                              |
|-----------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | TAGGART  | CONTROLADA (PHILLIPS)                                                           | IMERSÃO (HOLLEMBACK)                                                                             | ADIÇÃO CONTROLADA (ASGAR, MHALER, PEYTON)                                                                                   |                                                                                                                                                           |
| FORRO AMIANTO               | sim      | sim                                                                             | sim                                                                                              | não                                                                                                                         | não                                                                                                                                                       |
| EQUIP. AUXILIAR             | não      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Balança, tabelas para cálculo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Panela de Hollemback</li> <li>Inclisor a vácuo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Anel de borracha, cuba</li> <li>Bureta, chupeta</li> <li>Inclisor a vácuo</li> </ul> | Não                                                                                                                                                       |
| OBSERVAÇÕES                 |          |                                                                                 |                                                                                                  |                                                                                                                             | 0 min. – boneca<br>30 min. – molha a boneca e inclui<br>60 min. – seca na boca forno<br>90 min. + secagem – já a 480oC<br>+15 min. – (homogeniz.) injeção |

## EXPANSÃO E CONFINAMENTO

Forro de amianto

→FONTES DO CONFINAMENTO

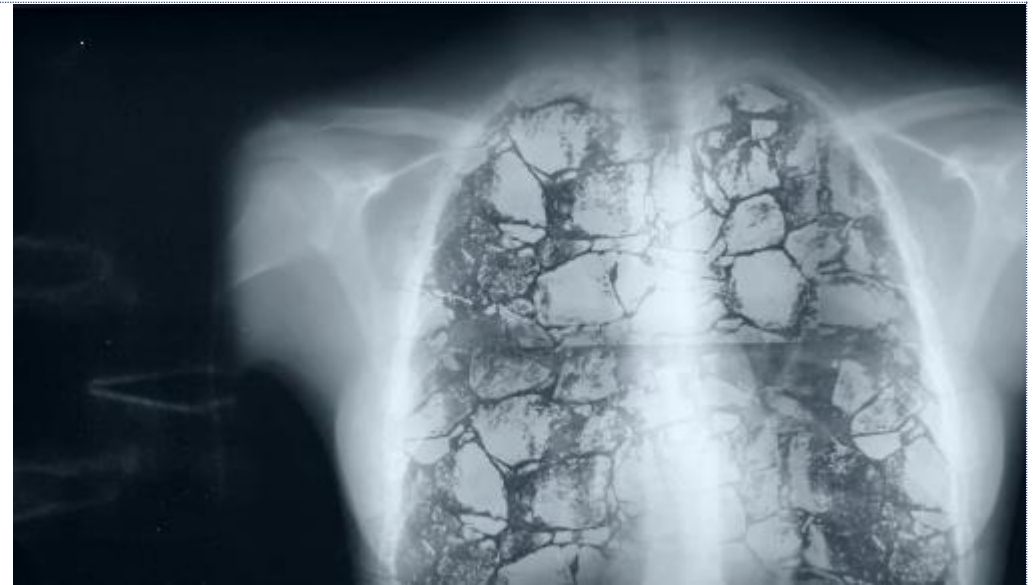
- Anel formador do cilindro: ferro/borracha/plástico
- Amianto
- Travamento (ou não) do cilindro de revestimento no anel





Cuidados técnicos

Quando é verificada uma falha, é preciso saber em que ponto do processo se pode interferir para corrigi-la em futuras fundições

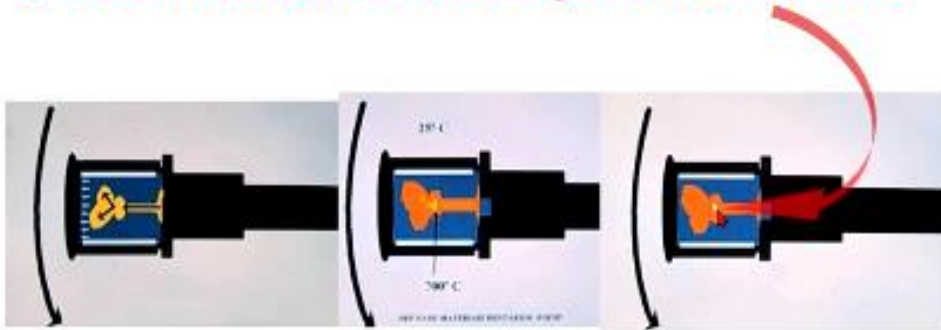


Cuidados técnicos: EROSÃO DO REVESTIMENTO  
e PREENCHIMENTO DO MOLDE  
Inclinação do PFCA



Cuidados técnicos: POROSIDADE POR CONTRAÇÃO LOCALIZADA

**o que é  
porosidade por contração localizada ?**



Cuidados técnicos: POROSIDADE POR CONTRAÇÃO LOCALIZADA

**onde dá  
porosidade  
por contração  
localizada ?**

**Nos últimos pontos a solidificar  
sem suprimento de liga líquida**

Cuidados técnicos: POROSIDADE POR CONTRAÇÃO LOCALIZADA

**onde dá  
porosidade  
por contração  
localizada ?**

**Sempre existe um  
"último local"**

Cuidados técnicos: POROSIDADE POR CONTRAÇÃO LOCALIZADA

**Sempre existe um  
"último local"  
Qual ?**

**O local mais quente:**

- ✓ No centro térmico do cilindro
- ✓ Na região mais volumosa do metal (pois o metal está mais quente que o revestimento)

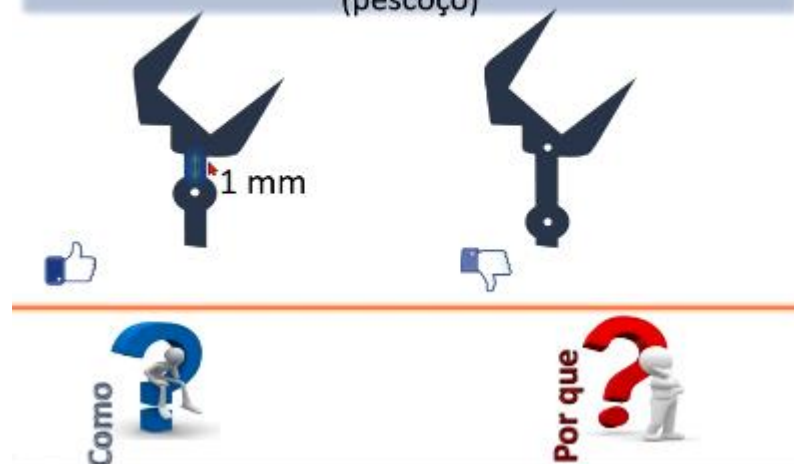
## Cuidados técnicos: POROSIDADE POR CONTRAÇÃO LOCALIZADA

## Posição da câmara de compensação no cilindro



## Cuidados técnicos: POROSIDADE POR CONTRAÇÃO LOCALIZADA

## Distância da peça até a câmara de compensação (pescoço)



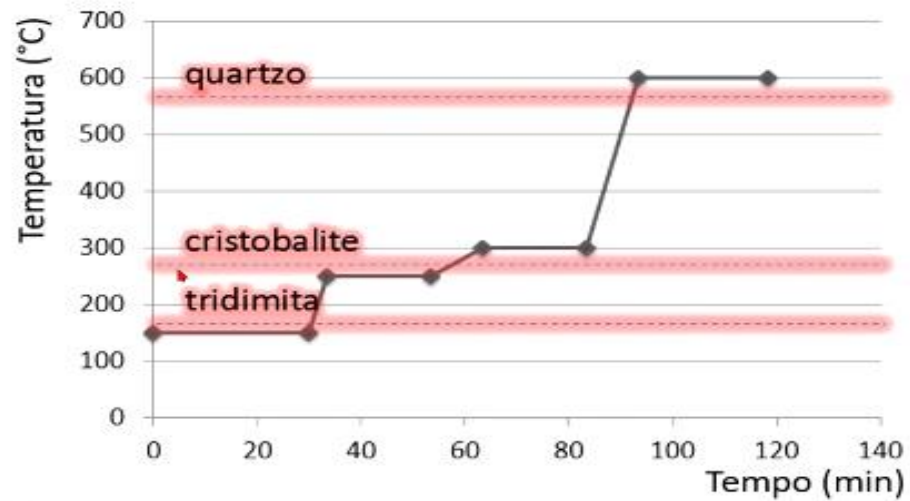
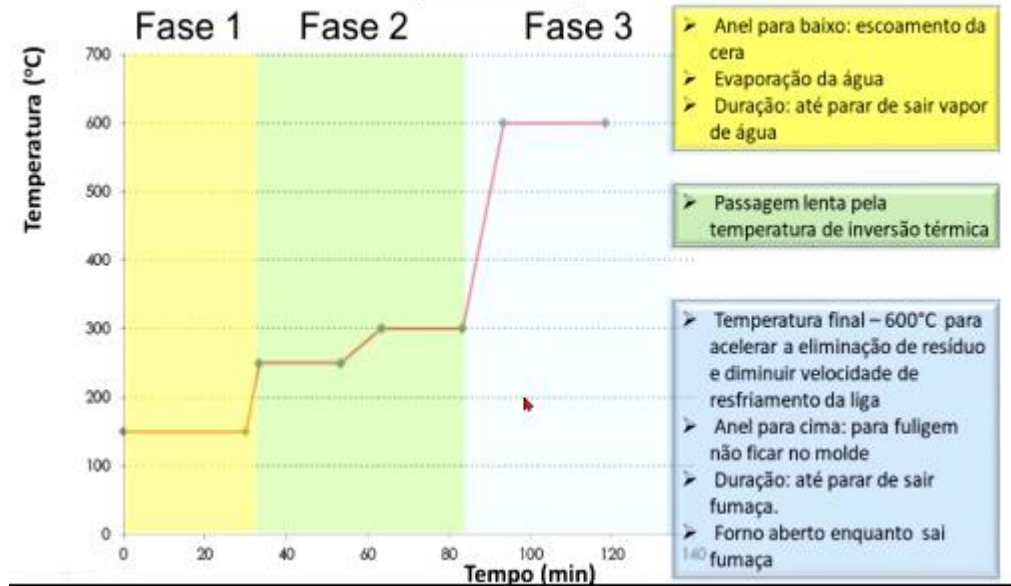
## Cuidados técnicos

## Distância entre padrão e topo do cilindro

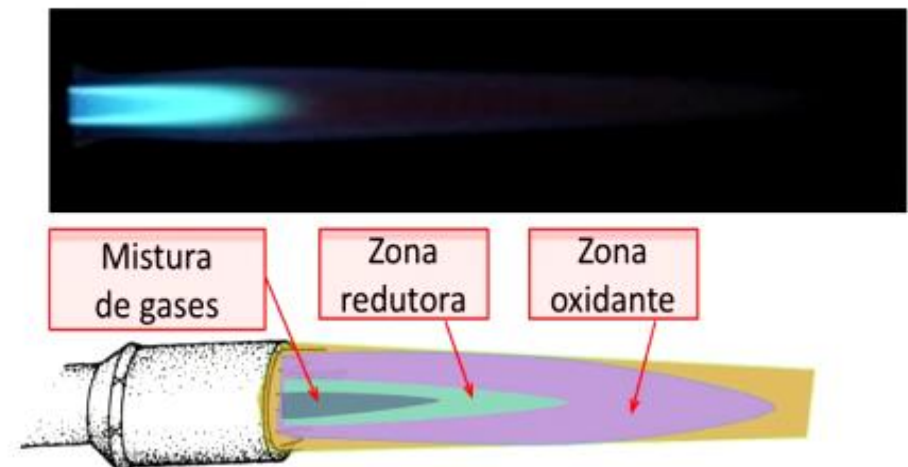


O ar escapa pela porosidade, o molde é preenchido

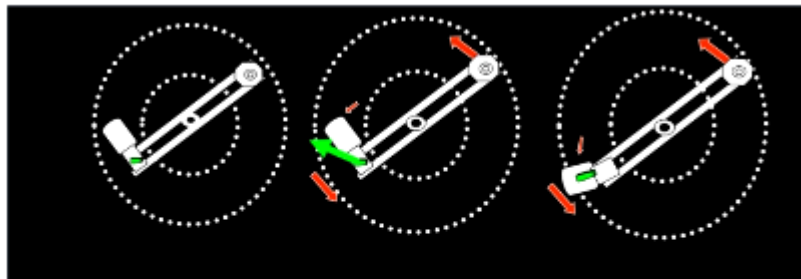




A liga deve ser fundida na zona redutora



## Outros cuidados técnicos: injeção da liga



Aceleração 100%    Velocidade 450 RPM    Tempo de centrifugação 20 s



# CONFORMAÇÃO DE METAIS



## Tecnologias assistidas por computador

PROFESSOR RAFAEL YAGÜE BALLESTER  
DEPTO. DE BIOMATERIAIS E BIOLOGIA ORAL DA FOU SP

## Falhas de fundição: alguns exemplos

| Falha                                  | Hipóteses                                                                                                    |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nódulos superficiais                   | Falta de umectante<br>Inclusão de bolha<br>Vibração excessiva                                                |
| Excesso de expansão                    | ?????                                                                                                        |
| Falta de expansão                      | ?????                                                                                                        |
| Liga não copiou partes finas do padrão | Falta de ventilação – cera no revestimento<br>Falta de ventilação – mais que 5 mm no topo<br>Anel muito frio |
| Porosidade por contração localizada    | Câmara de compensação pequena ou mal posicionada                                                             |



## CONFORMAÇÃO DE METAIS Tecnologias assistidas por computador

Os três tipos atuais:

1. Usinagem de pó compactado + Sinterização
2. Impressão Laser – ou  
FDM (Fused Deposition Modeling) – ou  
MDF (Modelagem por Depósito Fundido)
3. Usinagem de blocos metálicos



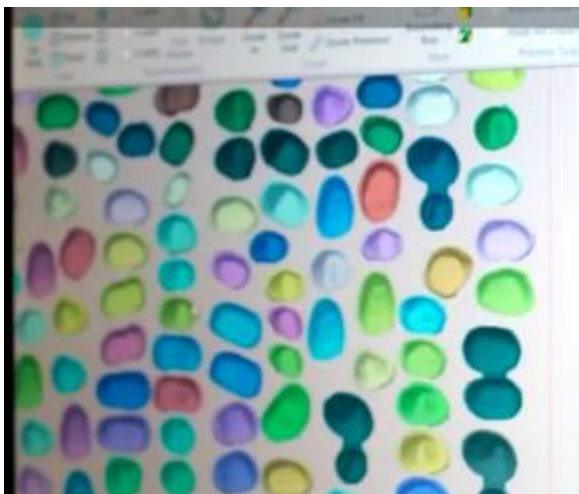


## CONFORMAÇÃO DE METAIS

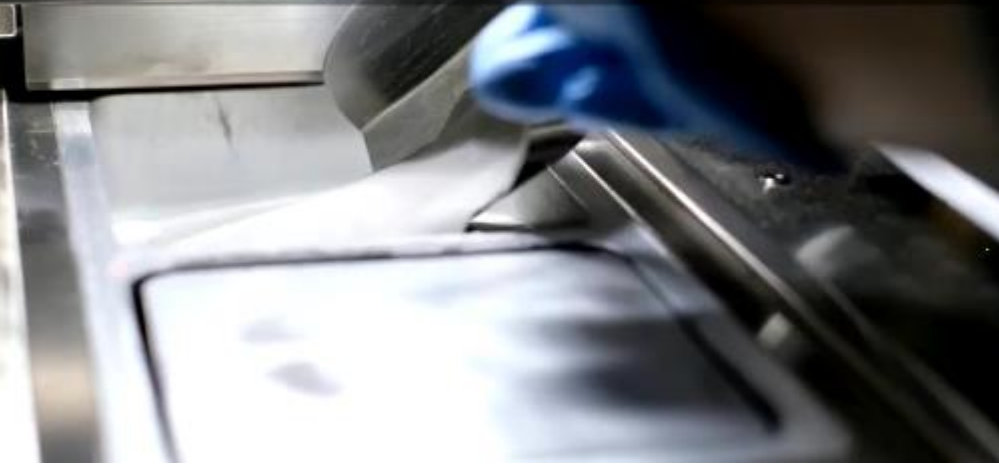
### Tecnologias assistidas por computador

Os três tipos atuais:

1. Usinagem de pó compactado + Sinterização
2. Impressão Laser – ou  
FDM (Fused Deposition Modeling) – ou  
MDF (Modelagem por Depósito Fundido)
3. Usinagem de blocos metálicos



After loading the metal powder into the feed chamber, the system will pre-coating to ensure normal operation, then Nitrogen gas inert begins.



The FS121M sintering process is operated by a robust bottom-feed powder delivery and rubber blade based recoating system. The parts are fused using a fully digital scanning system that offers high productivity for dental serial production.



The bead blaster allows for detailed and precise cleaning of the finished part.



CONFORMAÇÃO DE METAIS  
Tecnologias assistidas por computador

Os três tipos atuais:

1. Usinagem de pó compactado + Sinterização
2. Impressão Laser – ou  
FDM (Fused Deposition Modeling) – ou  
MDF (Modelagem por Depósito Fundido)
3. Usinagem de blocos metálicos





## CONFORMAÇÃO DE METAIS

### Tecnologias assistidas por computador

#### Vantagens

- ✓ Elimina-se o perigo de contaminação por microrganismos do consultório para o laboratório, que não existe envio de material potencialmente contaminado.
- ✓ A qualidade e uniformidade dos materiais é superior para usinagem direta de blocos de metal fabricados em condições mais controladas que no laboratório protético. Nas outras duas técnicas podem existir porosidades e outros defeitos nos materiais resultantes.
- ✓ Padronização do processo de conformação menos dependente de erros do operador, embora exista a possibilidade de erro de quem opera o computador.
- ✓ Redução de custos e tempos de processamento: alguns afirmam que é possível reduzir ambos pela metade.



## CONFORMAÇÃO DE METAIS

### Tecnologias assistidas por computador

#### Desvantagens

- ✓ Nenhum sistema assistido por computador oferece a mesma **flexibilidade**, no que se refere a tipos de restaurações e materiais, que hoje é possível conseguir com os equipamentos usados na fabricação tradicional. Um laboratório de fundição odontológica poderá trabalhar com um espectro mais amplo de ligas metálicas, incorporando apenas pequenas variações de técnica.
- ✓ Cada um dos sistemas exige um **treinamento técnico muito específico, diferente entre sistemas**. Estes treinamentos são muito diferentes daqueles que capacitam os técnicos tradicionais. Os eventuais passos digitais a realizar no consultório também exigem um treinamento específico do dentista.

## CONFORMAÇÃO DE METAIS

## Tecnologias assistidas por computador

## Vantagens e desvantagens

Parece razoável prever que, pelo alto custo das tecnologias e a grande capacidade de produção de cada equipamento, seja alterada a estrutura atual de produção de peças protéticas para odontologia, concentrando-a em poucos laboratórios ou consultórios bem equipados.

Há casos em que a técnica de processamento é tão custosa, que só se torna viável se ficar restrita a centros internacionais que concentram a produção.

## CONFORMAÇÃO DE METAIS

## Tecnologias assistidas por computador

## O problema do ajuste das peças

- ✓ Como a tecnologia é recente faltam ainda elementos que nos permitam deduzir até que ponto a precisão da peça depende das ações do operador e quais seriam os passos que mais influiriam no ajuste final da peça.
- ✓ Falta também saber até que ponto a precisão é limitada pelos pacotes tecnológicos comercializados e quais são as expectativas de aprimoramento.

## CONFORMAÇÃO DE METAIS

## Tecnologias assistidas por computador

## O problema do ajuste das peças

- ✓ Um dos problemas que encontramos ao comparar as técnicas atuais assistidas por computador é a dificuldade de estabelecer generalizações, já que elas estão indissociavelmente ligadas a um "sistema".
- ✓ Alguns estudos utilizam como controle de comparação técnicas "mistas" como, por exemplo, a confecção do padrão assistida por computador associada à técnica de fundição tradicional...  
Quem merece os créditos ou a crítica? Onde falhou?

## CONFORMAÇÃO DE METAIS

## Tecnologias assistidas por computador

## O problema do ajuste das peças

- ✓ Os sistemas que foram avaliados por estudos independentes vão alcançando ajustes cada vez melhores.
- ✓ Num estudo, o método de sinterização produziu peças significativamente mais ajustadas que o do bloco metálico desgastado; o método da cera perdida e o da cera usinada associada com fundição tradicional obtiveram desajustes intermediários
- ✓ O ajuste das peças parece estar bastante ligado com a complexidade geométrica das superfícies que precisam coincidir