



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



PRO 3610 – MÉTODOS E MEIOS DE PRODUÇÃO

**Principais Processos para o Design de Produtos
Conformação**

Prof. Dr. Fausto L. Mascia

Bibliografia: Ashby, M., Johnson, K. Materiais e Design. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011
Lefteri, C., Como se faz. São Paulo: Blucher, 2009.

1



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Processos

- **Conformação**
- **Junção**
- **Acabamento**

2



Conformação – processos que dão forma aos materiais

Determinantes para definição do processo:

- Material selecionado,
- Forma desejada,
- Espessura mínima da seção
- Tamanho da peça,
- Precisão das dimensões,
- Acabamento,
- Custos (tamanho do lote).

3



Conformação

Vários processos de conformação – alguns são economicamente viáveis mesmo em pequenas quantidades.

Exemplos: conformação à vácuo de polímeros



4



Conformação

Outros somente quando fabricados em grandes quantidades

Exemplo: moldagem de polímeros por injeção e fundição de metais em moldes.



5



Formas geométricas

- Prismática (sólida; oca)
- Parede fina (simétrica; assimétrica)
- Em massa (paralelas; transversais)

6



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Critérios para comparação dos processos

- Volumes de produção
- Custos
- Velocidade do processo
- Tipos/complexidade de formas
- Tamanho da unidade
- Tolerâncias exigidas
- Materiais relevantes

7



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Usinagem

Torneamento, mandrilhamento, faceamento, furação, alargamento, fresamento e brochamento.

Processo com **remoção** de material.
Posterior à conformação como acabamento

Volumes de produção – variável dependendo do equipamento

Custos reduzidos para ferramental

Tamanhos variados – componentes de relógios à turbinas.

8

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Usinagem




9

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Usinagem

Tolerâncias: até 0,01 milímetro

Materiais passíveis de usinagem: metais, plásticos, madeira, vidro, cerâmica.

Torneamento

Volumes de produção: pequenos e grandes lotes

Custo unitário: relativamente baixo

Velocidade: variável segundo a complexidade da peça

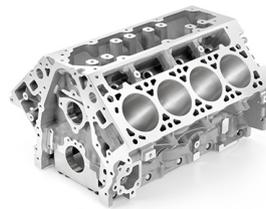
Formas: restrito às formas simétricas

Tolerâncias: depende do material

10



Usinagem - metais



11



Usinagem - metais



12



Usinagem - metais



13



Usinagem

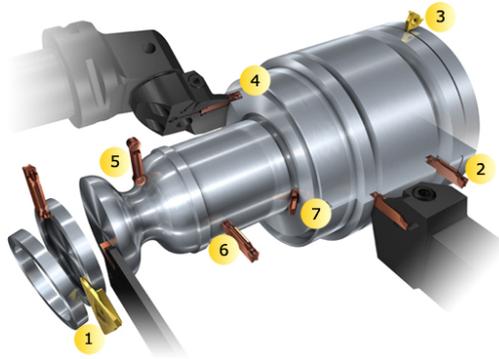


Fonte: www.sandivik.com.br

14



Usinagem



Fonte: www.sandivik.com.br



Usinagem



Fonte: www.sandivik.com.br



Usinagem



Fonte: www.sandivik.com.br

17



Usinagem



Fonte: www.sandivik.com.br

18

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Usinagem - madeira



19

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Usinagem - madeira



20

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Usinagem - madeira



21

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Usinagem - madeira



22



Usinagem - madeira



Usinagem - madeira



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Usinagem - plásticos

Poliacetil – Nylon – UHMW (Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular)
Aplicações dos plásticos de engenharia – componentes de máquinas – indústria química, farmacêutica, cosméticos, alimentos



25

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção




Usinagem - plásticos

Aplicações dos plásticos de engenharia – componentes de máquinas – indústria química, farmacêutica, cosméticos, alimentos



26



Usinagem - vidros



27



Usinagem - vidros



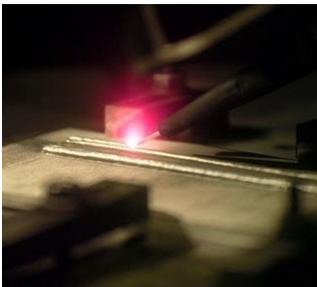
28

 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção 

Adição por feixe de elétrons

Chamado de *Electron Beam Freeform Fabrication* - fabricação livre por feixe de elétrons –

O equipamento usa um canhão de elétrons, um alimentador e controles computadorizados para fabricar estruturas metálicas para a construção de peças ou ferramentas.



29

 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção 

Adição por feixe de elétrons

Além de gerar formas e padrões complexos sem desperdiçar material, o equipamento pode também recobrir uma peça com um material mais duro.

Produto final mais leve e com a resistência esperada – exemplo: para a indústria da aviação significa menos consumo de combustível.



30



Modelagem cerâmica (Jigging e Jollying)

Volumes de produção: de pequenos a produção em massa

Custo unitário: relativamente baixo

Velocidade: variável

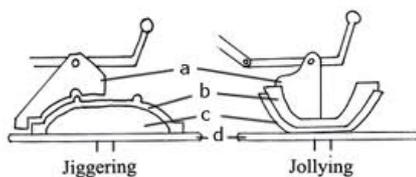
Formas: restrito às formas simétricas

Tolerâncias: 2 milímetros

31



Modelagem cerâmica (Jigging e Jollying)



32



Modelagem cerâmica (Jigging e Jollying)

