


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

Processos de 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,
- forma,
- espessura mínima da seção
- tamanho,
- precisão,
- 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 e fundição em areia;





4

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





Conformação

Outros somente quando fabricados em grandes quantidades
Exemplo: moldagem de polímeros por injeção e fundição de metais em moldes.



5


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




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

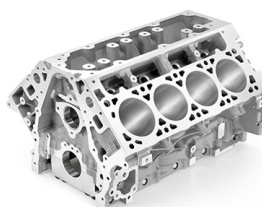
Formas: restrito às formas simétricas

Tolerâncias: depende do material

10



Usinagem - metais



11



Usinagem - metais



12



Usinagem - metais



13



Usinagem

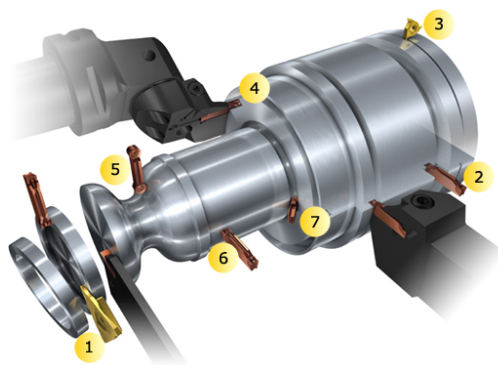


Fonte: www.sandivik.com.br

14



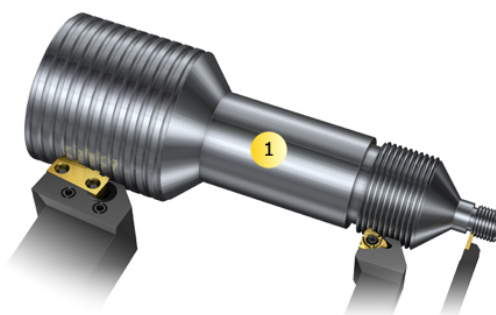
Usinagem



Fonte: www.sandivik.com.br



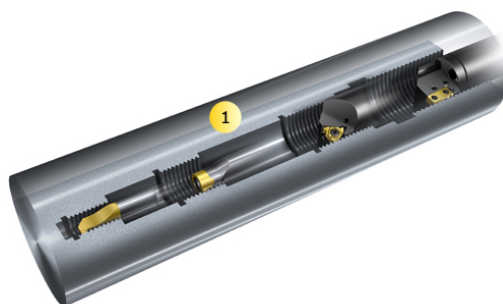
Usinagem



Fonte: www.sandivik.com.br



Usinagem

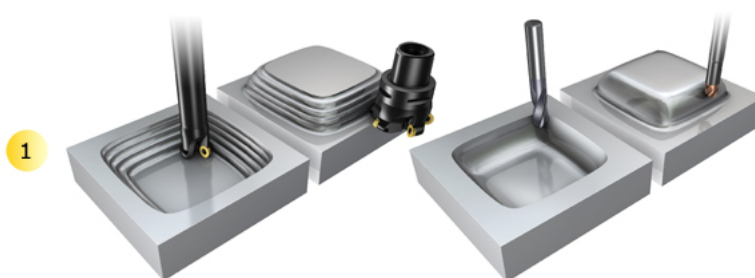


Fonte: www.sandivik.com.br

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

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

PRO

Usinagem - madeira



23

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

PRO

Usinagem - plásticos

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



24

 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



25

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

Usinagem - vidros




26

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

Usinagem - vidros



27

 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.



28


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.



29

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

Modelagem cerâmica (Jigging e Jollying)

Volumes de produção: de pequenos a produção em massa

Custo unitário: relativamente baixo

Velocidade: variável

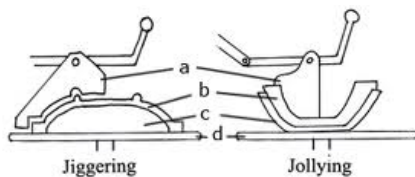
Formas: restrito às formas simétricas

Tolerâncias: 2 milímetros

30



Modelagem cerâmica (Jigging e Jollying)



Modelagem cerâmica (Jigging e Jollying)

