

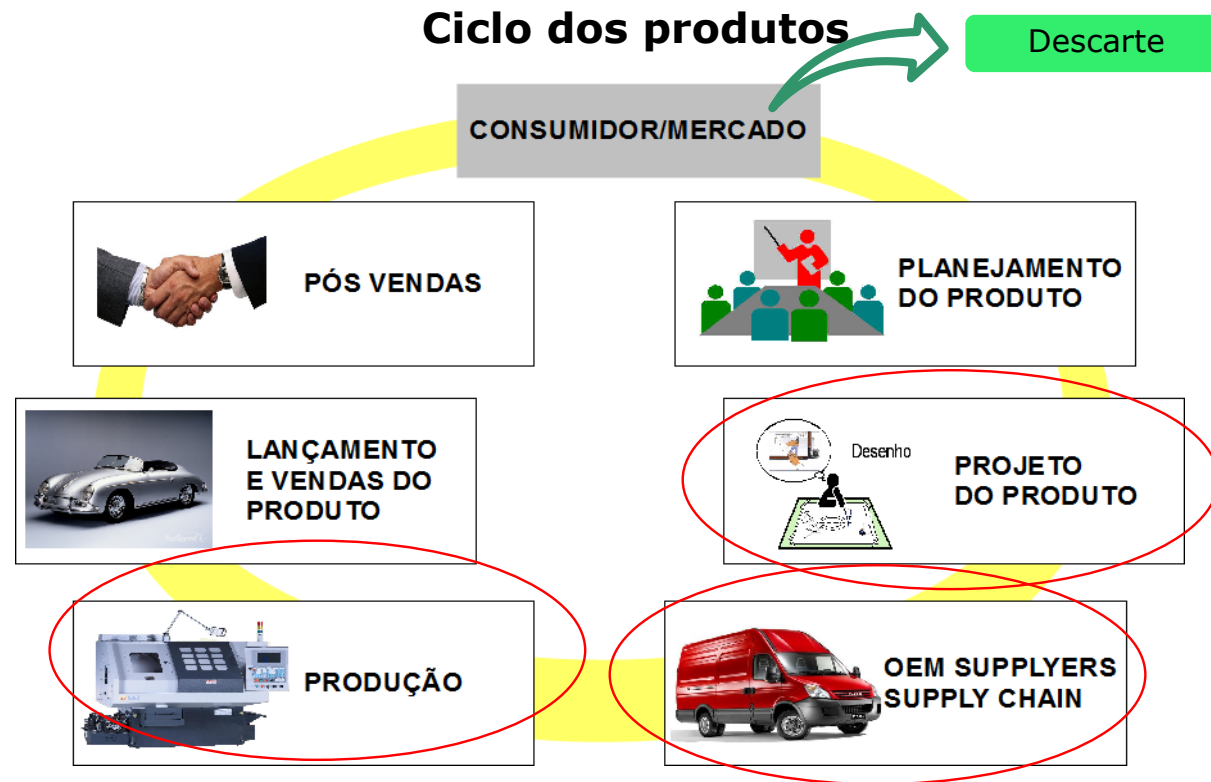


ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMR 3301

**- Planejamento de Processos de Fabricação
Auxiliado por Computador -**

2020.1

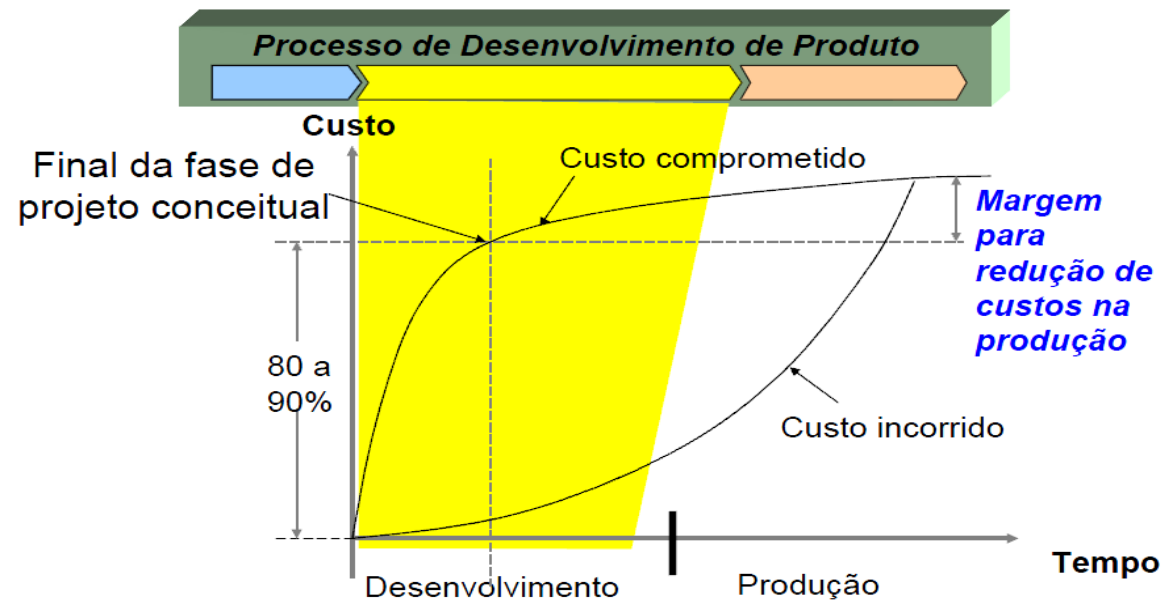


Baseado em Pfeifer, T. Production Metrology, 2002



Ciclo de manufatura, projeto e fabricação de produtos.

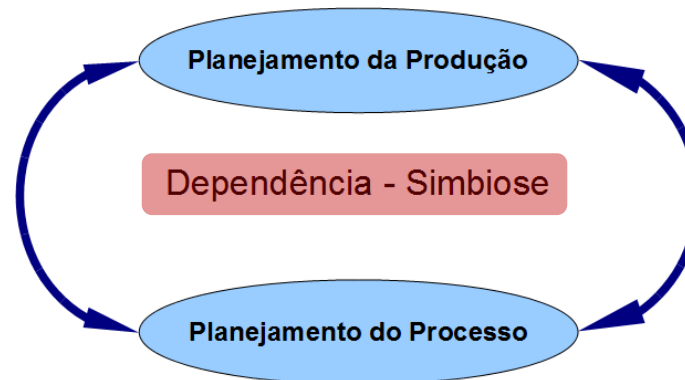
Custo comprometido X custo incorrido





Planejamento de Processos e Planejamento da Produção

- Em princípio o Planejamento de Processos e Planejamento de Produção são independentes
- A tendência é a integração de ambos, contudo...





Planejamento da Produção

- O Planejamento da Produção deve ser visto em um nível mais estratégico e deve considerar quais meios existem, quais devem adquiridos, qual o nível de investimento necessário para se atingir uma meta de produção.



Orientado ao produto



Planejamento de Processos

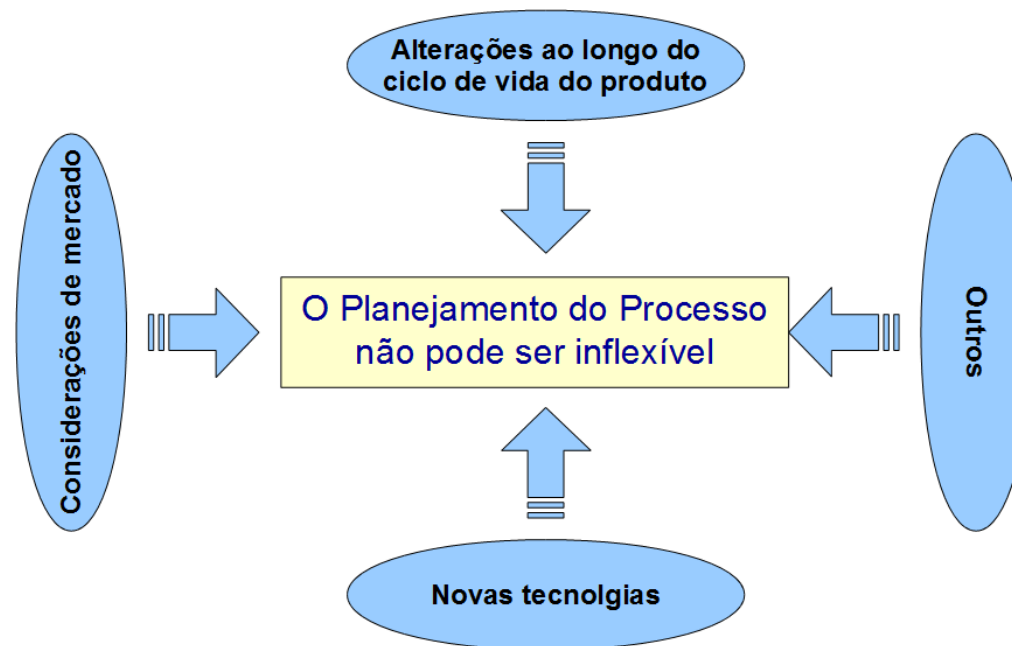
- O Planejamento de Processos leva em consideração questões quanto relativas as instalações disponíveis, máquinas, ferramentas, ferramentais, meios de controle, transporte, armazenamento, entre outros



Orientado a peça



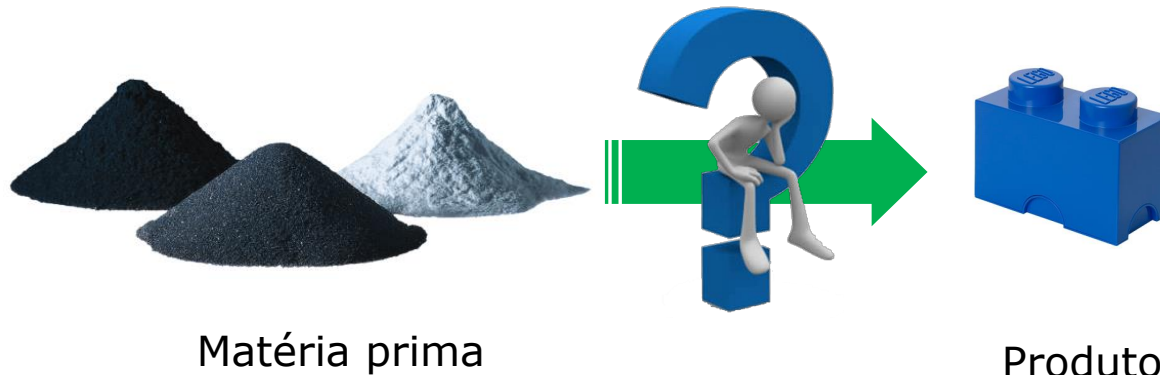
Planejamento de Processos





O que é o Planejamento do Processo?

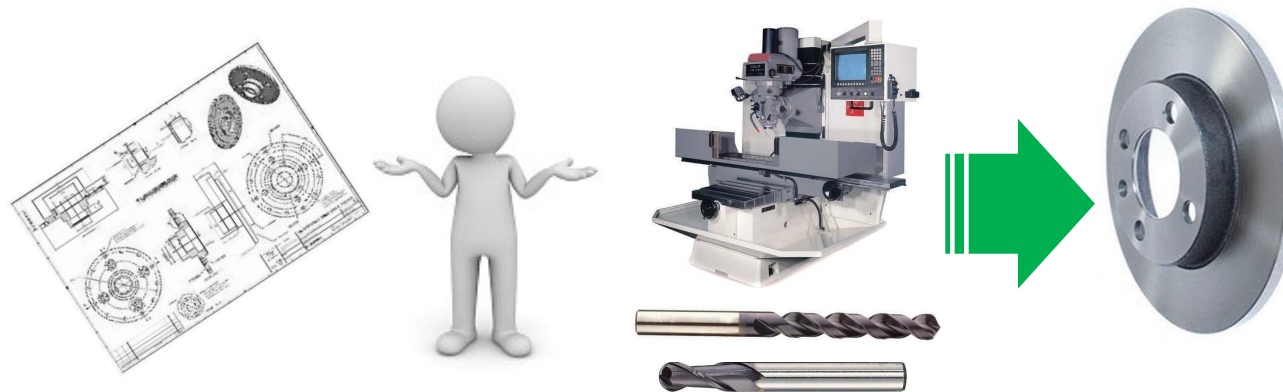
→ É uma atividade de engenharia que determina os procedimentos apropriados para transformar matéria-prima em um produto final tal qual especificado no projeto de engenharia.





O que é o Planejamento do Processo?

→ Tarefa de transformar especificações de projeto (desenho detalhado) em instruções de manufatura. Esta tarefa inclui a identificação de máquinas, ferramentas, dispositivos, operações, suas sequências e a seleção dos parâmetros do processo.





O que é o Planejamento do Processo?

→ É determinação sistemática dos métodos de manufatura e detalhes de operação, de forma que matérias-primas possam ser transformadas em produtos acabados (peças) de forma eficiente e econômica





O que é o Planejamento do Processo?

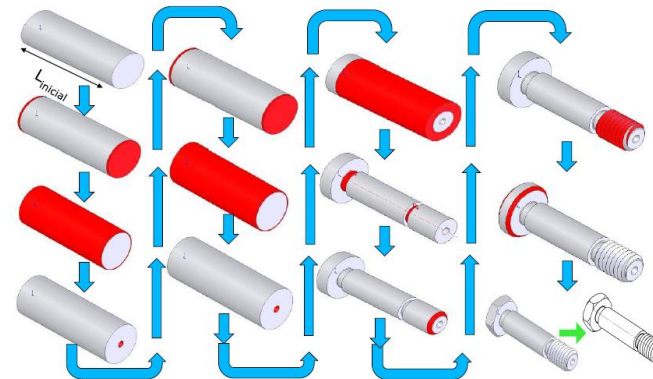
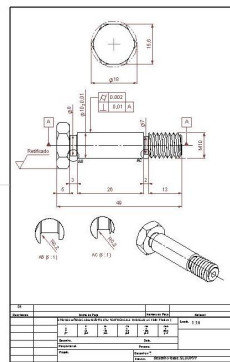
→ É a função dentro da qual um planta de produção estabelece qual processo e parâmetros devem ser utilizados, assim como quais as máquinas são capazes de executar estes processo, de forma a converter peças (ou matéria prima) de sua situação inicial em final conforme as especificações contidas em um desenho técnico.





O que é o Planejamento do Processo?

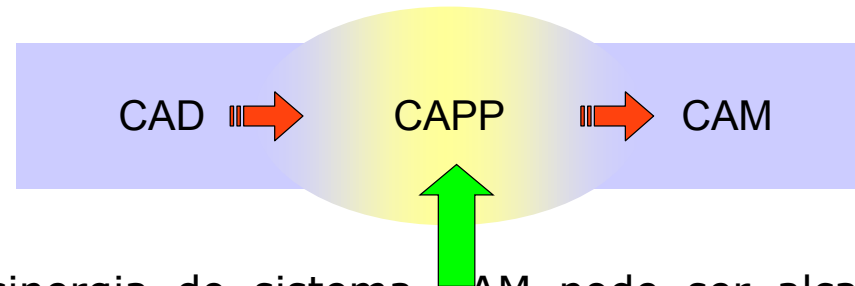
→ É relacionado com a preparação da lista de instruções contendo a sequências de operações e centros de trabalho necessários a produção de um produto e seus componentes





Relação entre Sistemas CAPP, CAD e CAM

É a interface entre o processo de projeto e o processo de manufatura

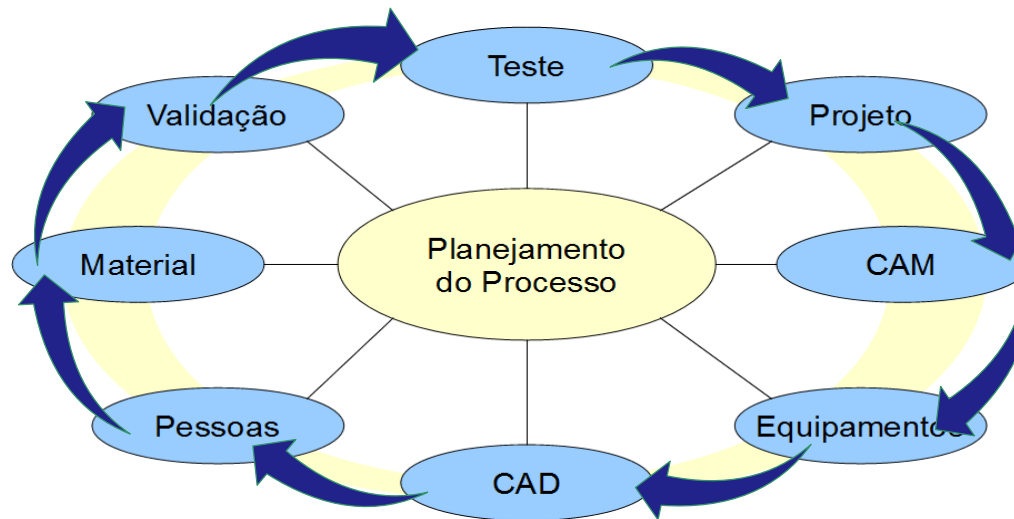


A sinergia do sistema CAM pode ser alcançada pela integração com o sistema CAD através da conexão estabelecida entre os dois pelo CAPP



Entradas e recursos

Elementos essenciais ao Planejamento do Processo





Porque planejar o processo?

- Racionalização
- Padronização
- Aumento da produtividade
- Aumento da eficiência dos processistas
- Melhoria da qualidade
- Interação e integração com outros aplicativos de controle do processo



Como fazer isto?

- Apesar de sua importância o Planejamento do Processo, não existe uma metodologia formal que pode ser utilizada no treinamento de novos processistas ou mesmo utilizada por estes.
- O Planejamento do Processo depende da experiência, do conhecimento profundo de processos de fabricação e metrologia e intuição.



Como fazer isto?

Todos CAPP dependem de especialistas para preparar regras ou o plano mestre de produção e operador habilitado para analisar os planos gerados.

Contudo o Planejamento do Processo, pode ser sistematizado e implementado em sistemas computacionais..



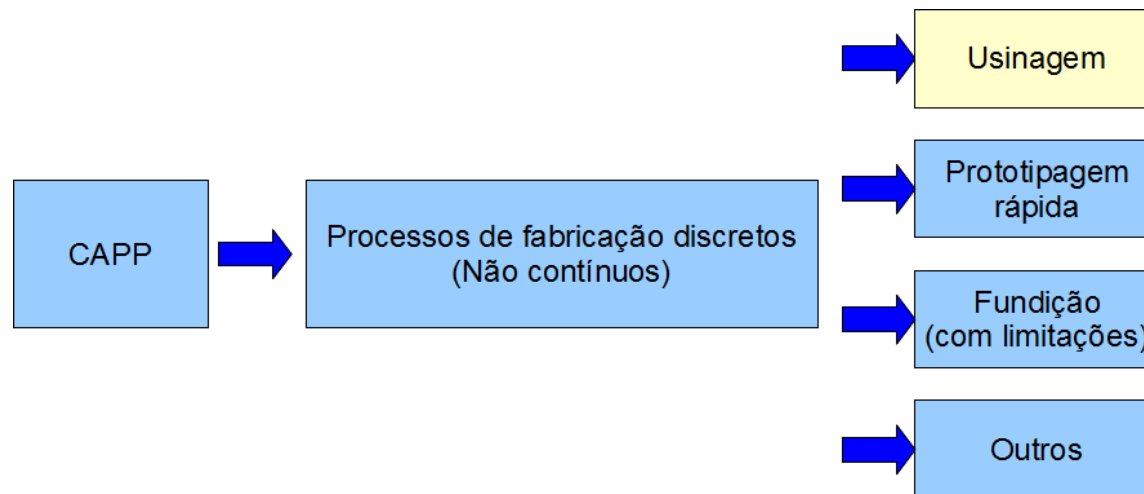
Divisão dos processos de fabricação



Processos primários - alteram as matérias primas, transformando-as em geometrias e formas básicas. Ex. fundição, laminação, forjamento



Onde aplicar o CAPP?





Foco do CAPP esta nos processos de usinagem





Classificação dos Sistemas de Planejamento do Processo

- Manuais
- Auxiliados por computador

Classificação quanto a formulação

- Variantes
- Generativos



Planejamento do Processo - usinagem -

Essa sequência inicia-se com o estudo do desenho de fabricação da peça a usinar, observando-se:

- Processo posterior a usinagem
- Tamanho do lote
- Prazo do lote
- Máquinas, ferramentas e ferramental disponíveis
- Qualificação da mão de obra
- Custo máximo aceitável
- Instrumentos de medição disponíveis



Análise dos desenhos de fabricação

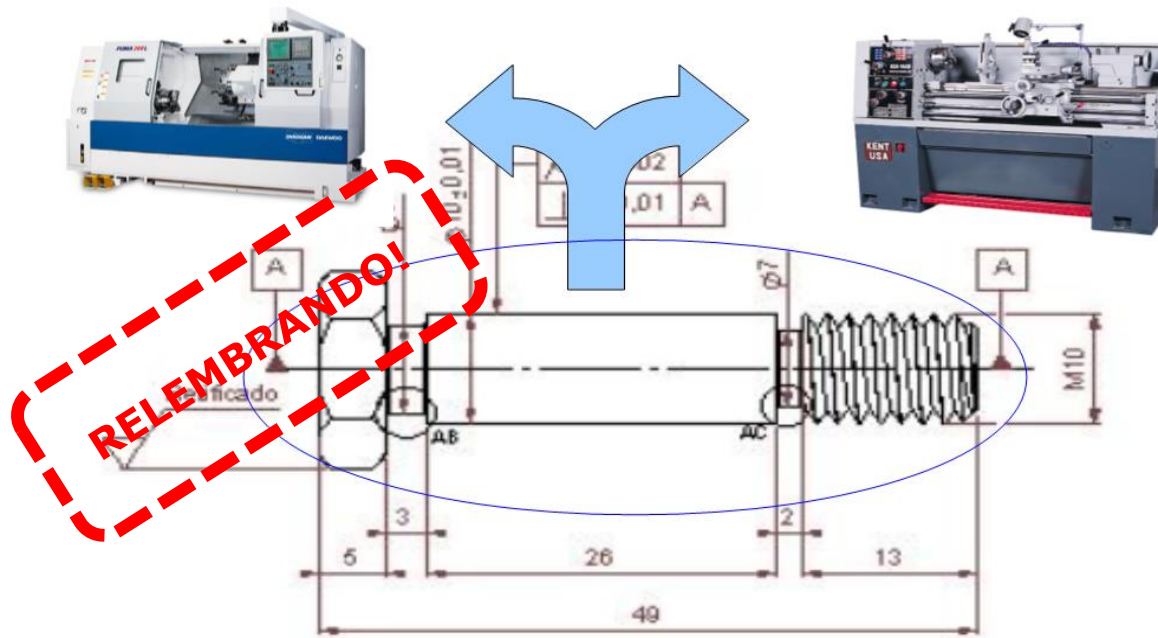
RELEMBRANDO!

01					
Descrição:	Bucha de Fixação		Material:	Alumínio	
	Fabricação: 1000			Escala: 1:10	
Desenho:	Data:				
Passagem:	Passagem:				
Projeto:	Desenho:				
	Passagem:			SEGURANÇA SUIVORV	



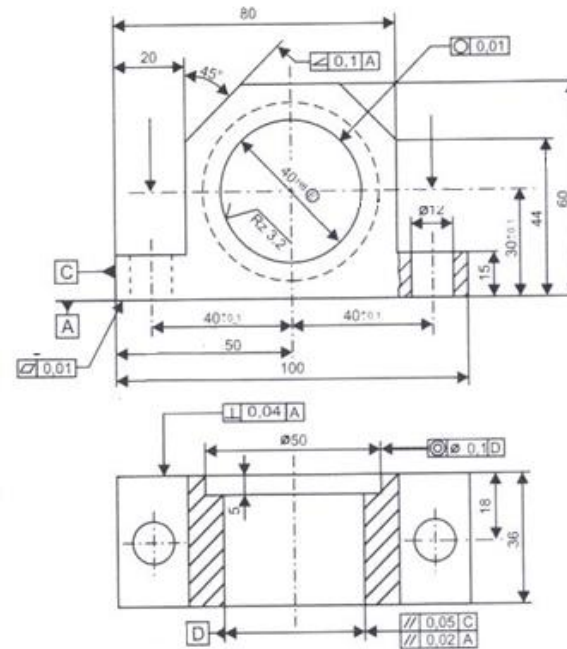
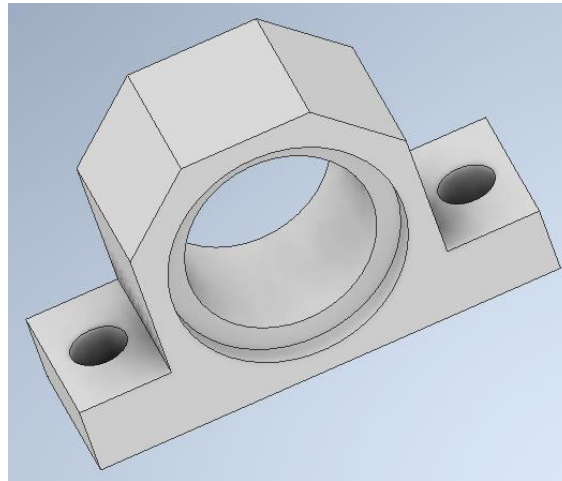
Análise dos desenhos de fabricação

- Tamanho do Lote -



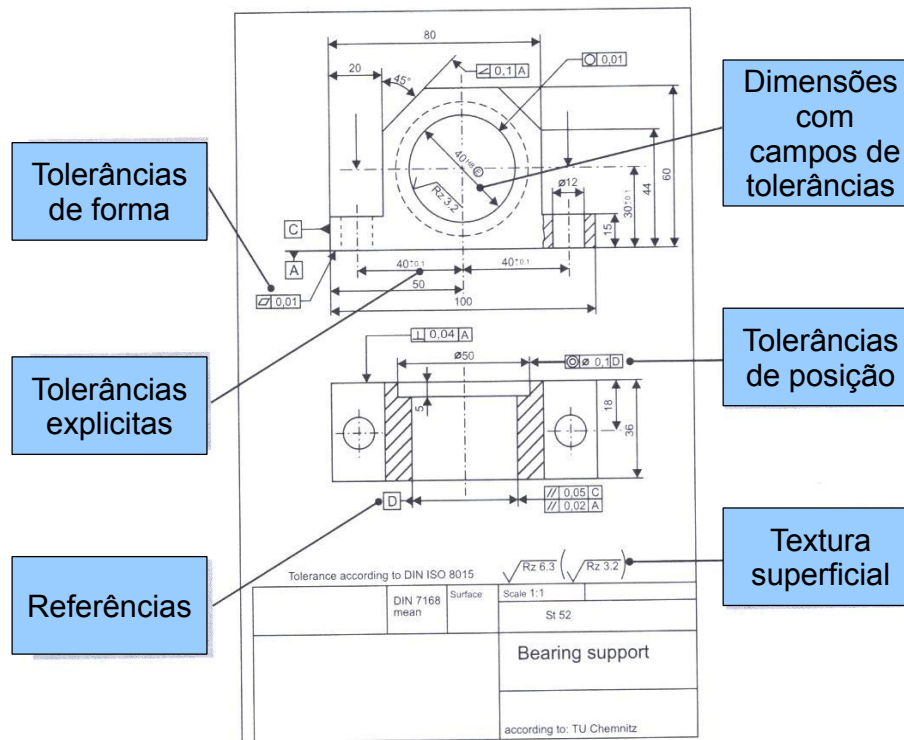


Informações constantes em um desenho de produção





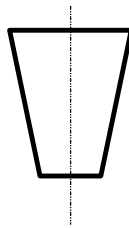
Informações constantes em um desenho de produção



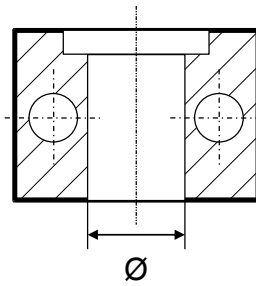


Análise Geométrica

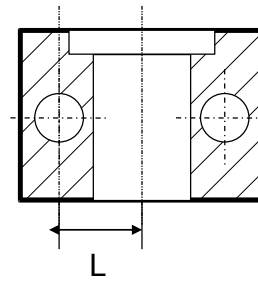
FORMA



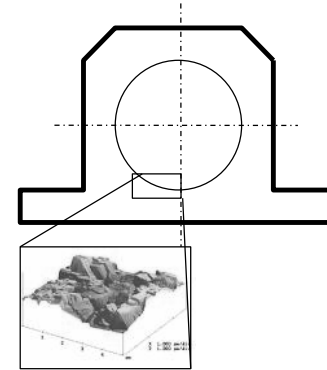
DIMENSÃO



POSIÇÃO

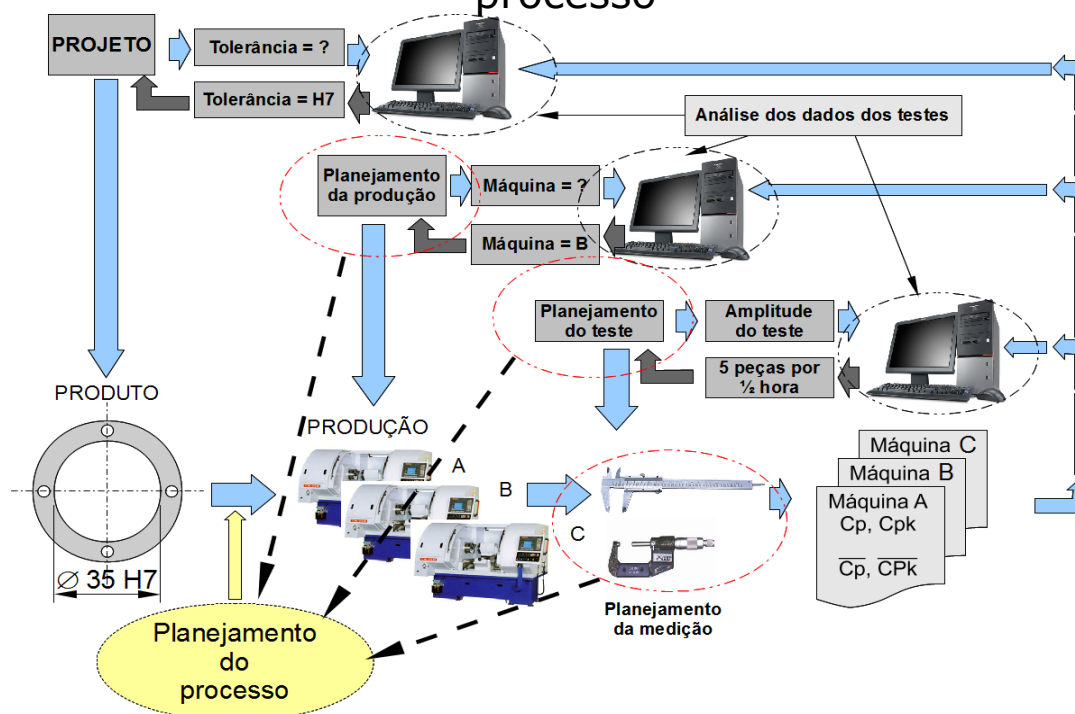


TEXTURA





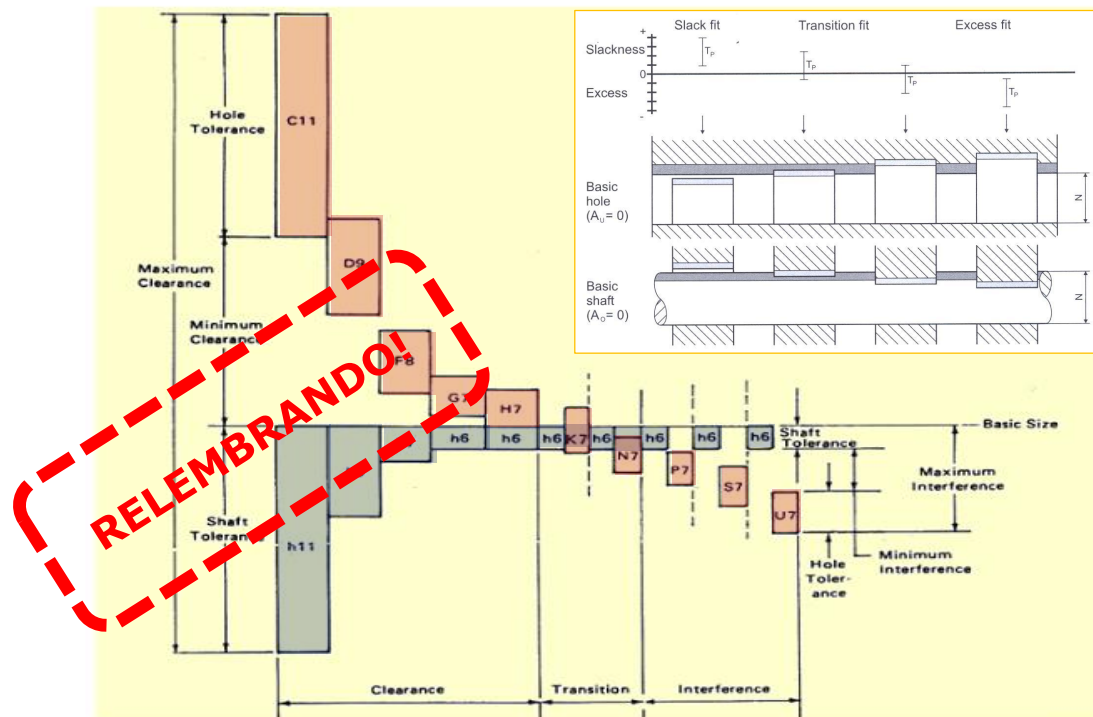
Controle do processo e medição no planejamento do processo



Adaptado de Pfeifer, T. Production Metrology, 2002

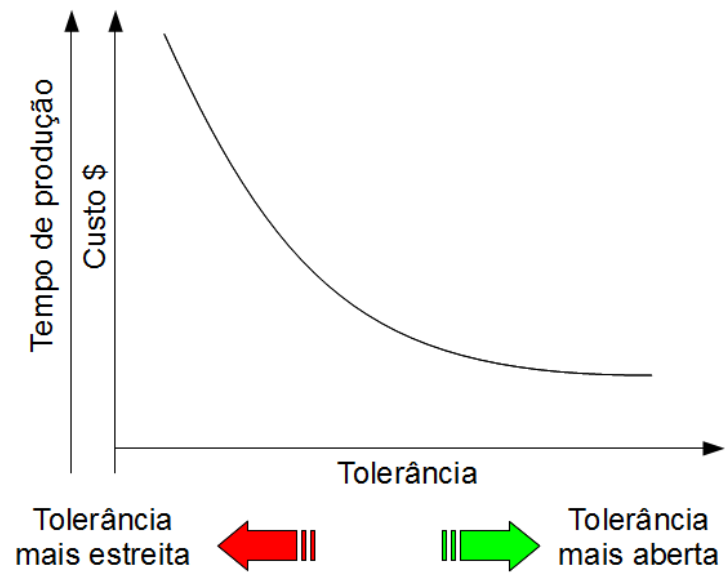


Seleção de tolerâncias



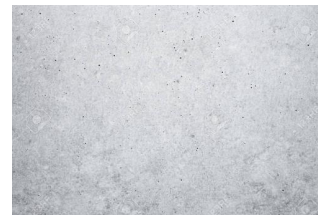
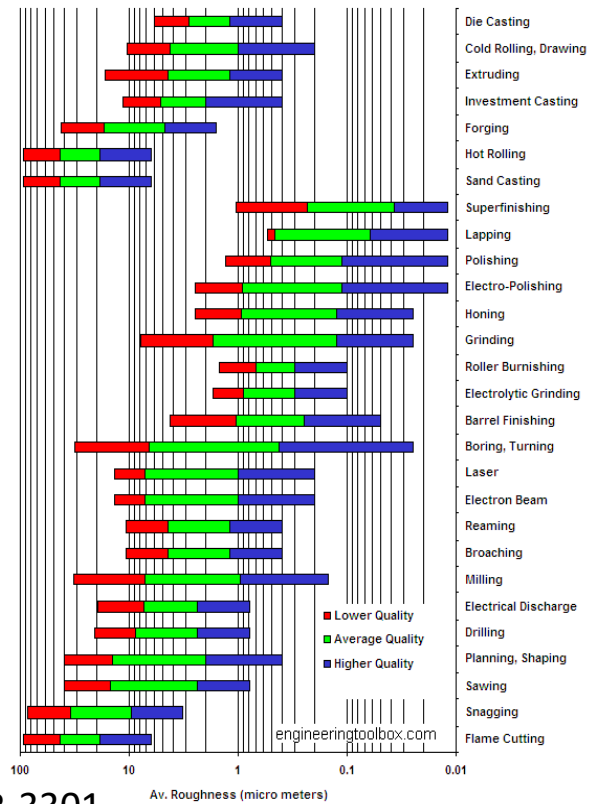


Relação entre custo de fabricação e tolerâncias





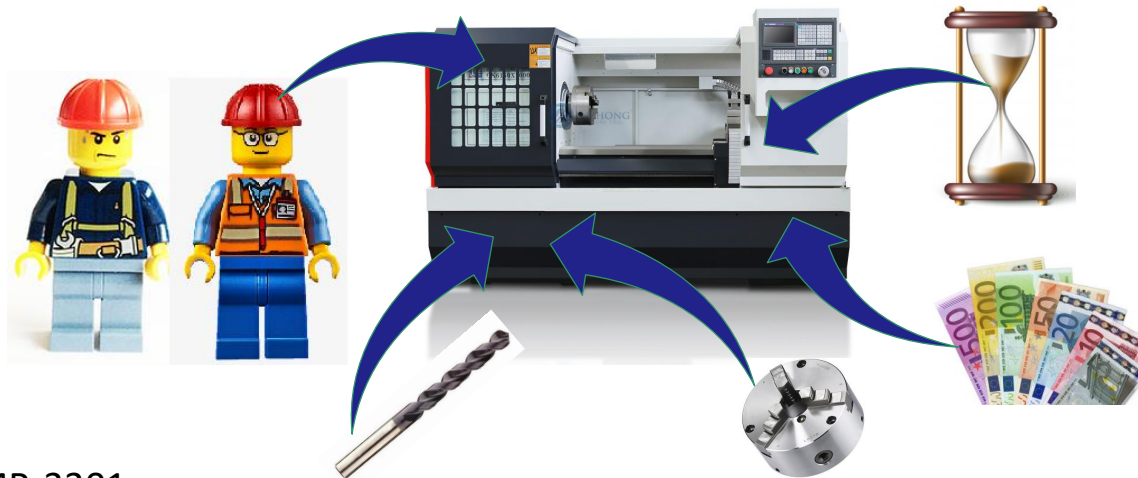
Seleção em função da textura superficial





Otimização das condições de corte

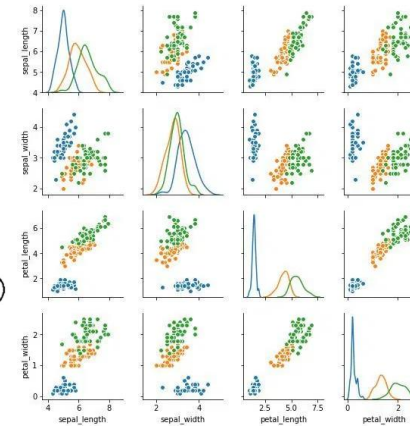
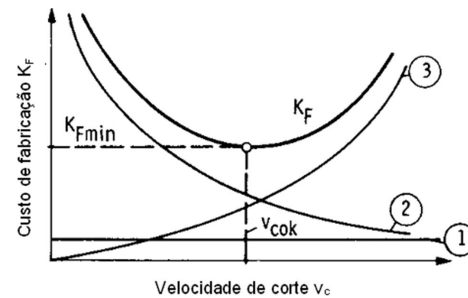
- **Definição:** Procedimento cujo objetivo é definir da melhor maneira possível, o valor mais adequado à operação em curso, em função de valores que podem ser pré-determinados ou conhecidos





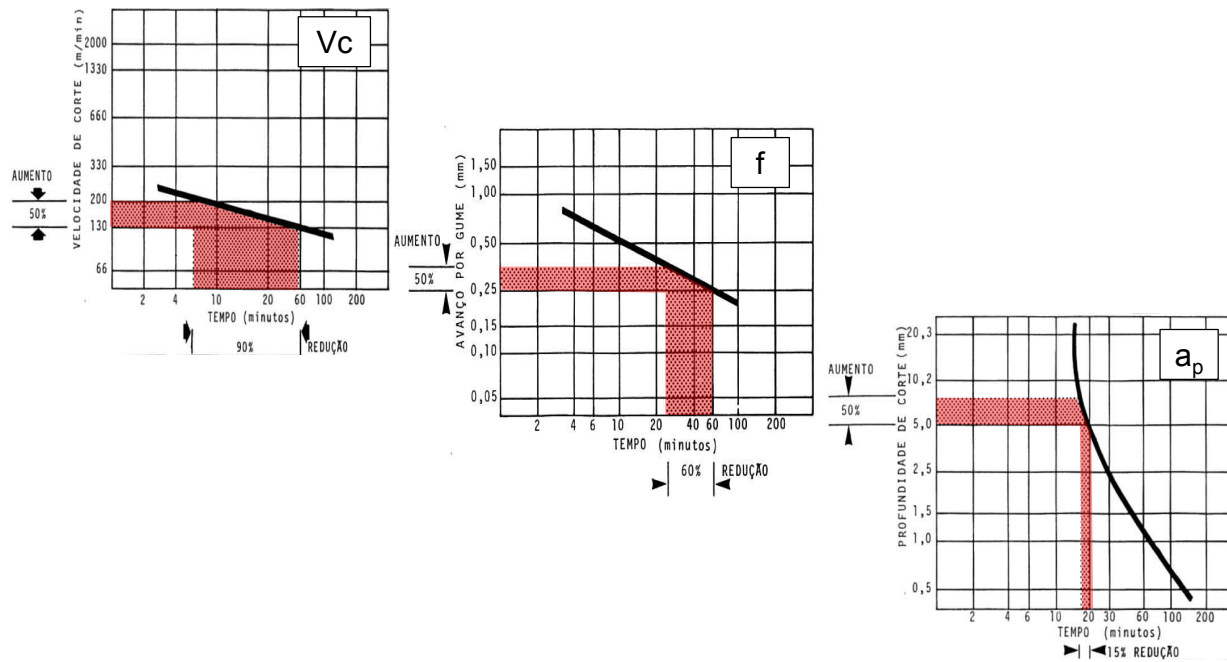
Otimização das condições de corte

- **Otimização** exige conhecimento de leis de desgaste da ferramenta, de métodos de otimização, de formação de custo e de estatística





Influência dos parâmetros de corte na Vida da Ferramenta





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Formação de custo



Custos de fabricação

Composição dos custos de usinagem

→ Custos diretos

- ✓ Máquina-ferramenta
- ✓ Ferramentas
- ✓ Mão de obra

→ Custos indiretos

- ✓ Impostos
- ✓ Amortizações
- ✓ outros





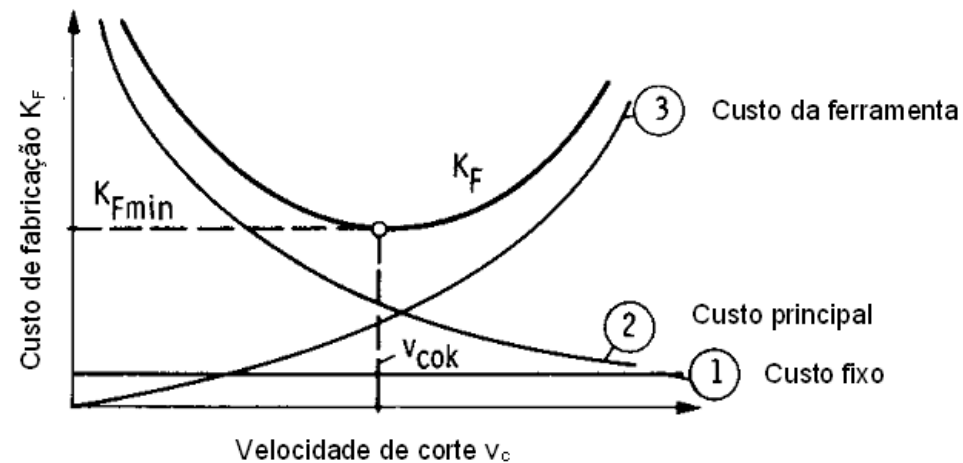
Consequências dos custos de salário / máquinas

- Atualmente o custo de salário e máquinas é maior que o custo com ferramentas e trocas de ferramentas
- A tendência de menores custos ocorre para maiores velocidades de corte e menores vidas das ferramentas



Custos de Fabricação

- **Custos de fabricação por peça (K_F) - [\$/peça]**
 - 1 - Custos de preparação e secundários (custo fixo);
 - 2 - Custos de máquina e operador (principal);
 - 3 - Custos de ferramenta





Custos da Fabricação

$$K_F = \underbrace{K_{ML} \left(\frac{t_r}{m} + t_n \right)}_1 + \underbrace{K_{ML} \cdot t_h}_2 + \underbrace{\frac{t_h}{T} \cdot (K_{ML} \cdot t_W + K_{WT})}_3$$

Custos secundários (custos fixos) Custos de máquina e operador (principal) Custos de ferramenta

- ✓ K_F - custo de fabricação por peça [\$/peça]
- ✓ K_{ML} - custo de máquina e operador por hora [\$/min]
- ✓ K_{WT} - custo de ferramenta por vida [\$/]
- ✓ t_r - tempo de preparação [min]
- ✓ m - tamanho do lote



Tempo de Fabricação por Peça

$$t_e = \underbrace{\frac{t_r}{m} + t_n}_{1} + \underbrace{t_h}_{2} + \underbrace{\frac{t_h}{T} \cdot t_w}_{3}$$

- 1** - tempo de preparação e secundário
- 2** - tempo principal
- 3** - tempo de troca de ferramenta

- ✓ **t_r** - tempo de preparação [min]
- ✓ **m** - tamanho do lote
- ✓ **t_n** - tempos secundários [min]
- ✓ **t_h** - tempo principal [min]
- ✓ **t_w** - tempo de troca da ferramenta [min]
- ✓ **T** - vida da ferramenta [min]



Otimização do Custo de Fabricação por Peça

$$K_F = K_{ML} \left(\frac{t_r}{m} + t_n \right) + K_{ML} \cdot t_h + \frac{t_h}{T} \cdot (K_{ML} \cdot t_w + K_{WT})$$

$$t_h = \frac{d \cdot \pi \cdot l_f}{f \cdot v_c} \quad [\text{min}] \quad t_h = \frac{V_z}{a_p \cdot f \cdot v_c} \quad [\text{min}]$$

V_z = volume usinado por peça

➤ Equação do Custo de Fabricação por Peça:

$$K_F = K_{ML} \left(\frac{t_r}{m} + t_n \right) + \frac{K_{ML} \cdot V_z}{a_p \cdot f \cdot v_c} + \frac{V_z}{a_p \cdot f \cdot C_V \cdot v_c^{k+1}} \cdot (K_{ML} \cdot t_w + K_{WT})$$

➤ Equação do Tempo de Fabricação por Peça:

$$t_e = \frac{t_r}{m} + t_n + \frac{V_z}{a_p \cdot f \cdot v_c} + \frac{V_z}{a_p \cdot f \cdot C_V \cdot v_c^{k+1}} \cdot t_w$$



Velocidade de corte ótima

- Para determinar a velocidade de corte de mínimo custo:

$$\frac{dK_F}{dv_c} = 0 \quad \Rightarrow \quad v_{cok} = \sqrt[k]{-(k+1) \cdot \frac{\left(t_w + \frac{K_{WT}}{K_{ML}}\right)}{C_V}}$$

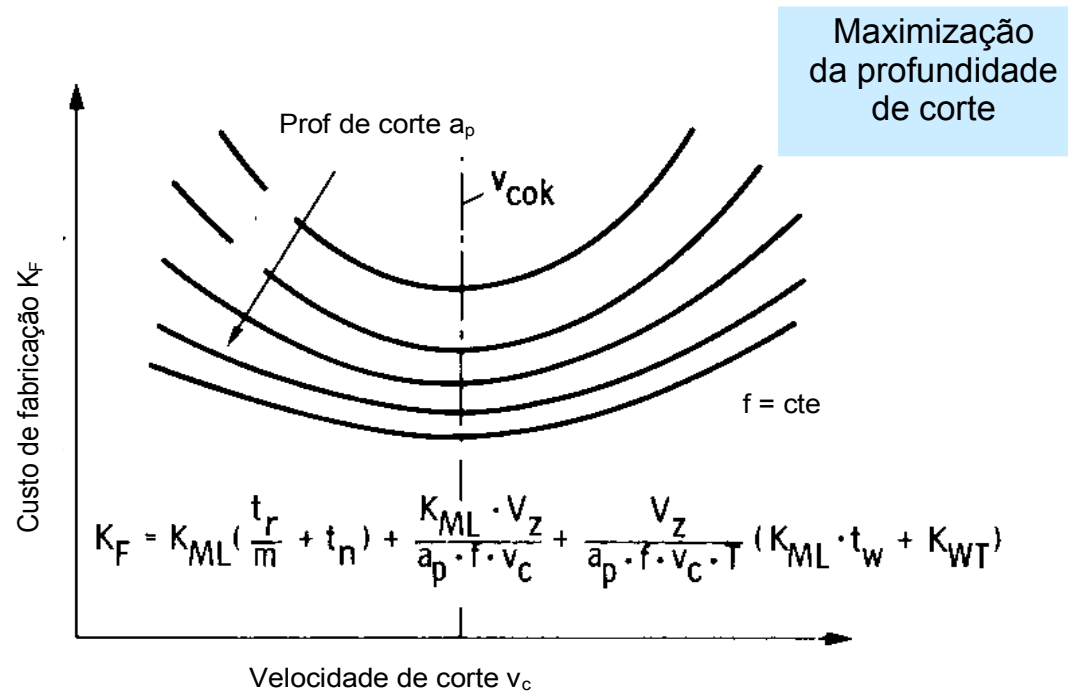
- Para determinar a velocidade de corte de mínimo tempo:

$$\frac{dt_e}{dv_c} = 0 \quad \Rightarrow \quad v_{coz} = \sqrt[k]{-(k+1) \cdot \frac{t_w}{C_V}}$$

OBS: O equacionamento da vida para ótimo custo e para ótimo tempo são idênticos

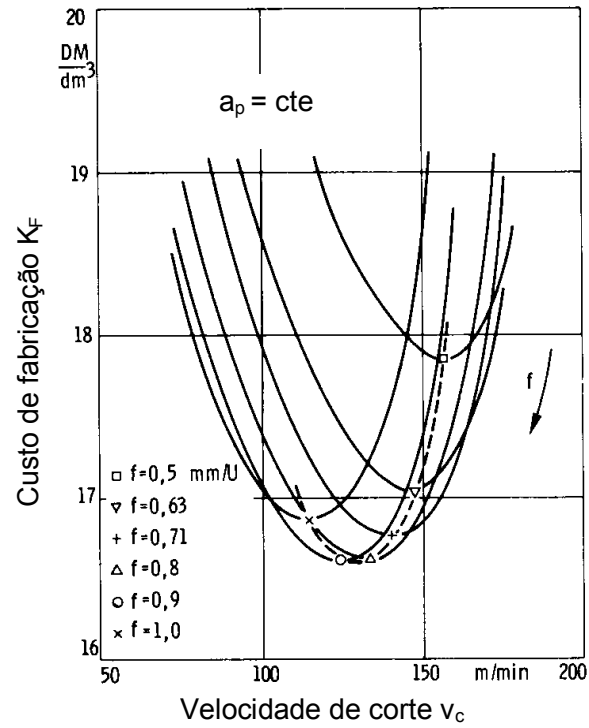


Efeito da profundidade de corte





Efeito do avanço



Maximização do avanço



Escolha dos parâmetros de usinagem

Na escolha dos parâmetros é indispensável observar:

- Limites do conjunto ferramenta-peça-máquina;
- Potência da máquina-ferramenta;
- Tamanho do inserto (largura máxima de usinagem)
- Forças de corte



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Seleção dos Processos

PMR-3301

46



Regras Gerais Seleção dos Processos

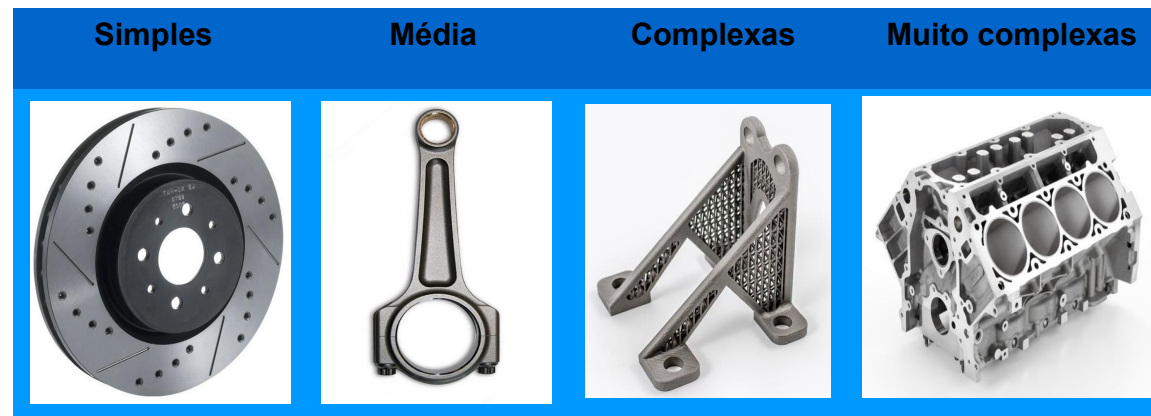
Considerar os seguintes aspectos:

- Quantidade
- Complexidade do formato
- Natureza do material
- Tamanho da peça
- Espessuras de parede
- Exatidão dimensional
- Custo da matéria-prima, defeitos e taxa de refugo
- Processos anteriores e posteriores
- Custo máquina



Complexidade do formato

Classificação quanto a complexidade



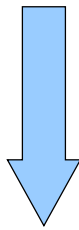


Classificação dos processos por critério econômico

Grande quantidade (2000+)



1. Conformado a partir de sólido por deformação



2. A partir de líquido

3. Junção de peças

4. A partir de sólido por remoção de material.



5. Por montagem.

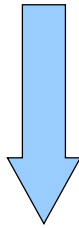


Classificação dos processos por critério econômico

Pequena quantidade (até 150)



1. A partir de sólido por remoção



2. Junção de peças

3. A partir de sólido por deformação

4. Por montagem


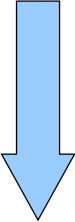



5. Por adição de material



Seleção critério econômico X quantidade e complexidade

A: líquido; B: sólido por deformação; C: sólido por remoção; D: junção; E: montagem; F: adição de material

	Mono		Aberto		Complexo		Muito Complexo	
	< 150	> 1000	< 150	>2000	<50	>1500	< 100	>1000
	D	B	C	B	C	A	E	B
	E	E	D	A	D	B	D	D
	B	D	B	D	B	C	C	E
	C	C	E	C	E	D	A	C
	A	A	F	E	F	E	B	A
	---	---	A	---	A	---	F	F



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Mapas de Seleção do processo



Process Information Maps - PRIMAS

- Formam uma base de conhecimento para a seleção do processo.
- PRIMAs apresentam o conhecimento e dados em áreas que incluem: adequação do material, considerações de projeto, aspectos de qualidade, econômicos, fundamentos de processo e variações de processo.



Process Information Maps - PRIMAS

Cada PRIMA é dividido em sete categorias

1. **Descrição do processo:** fundamentos do processo
2. **Materiais:** descrição dos materiais adequados aos processos dados
3. **Variações do processo**
4. **Considerações econômicas:** lista dos pontos importantes, incluindo taxa da produção, lote mínimo, custo de ferramental, custo de mão de obra, tempos mortos, entre outros pontos de importância

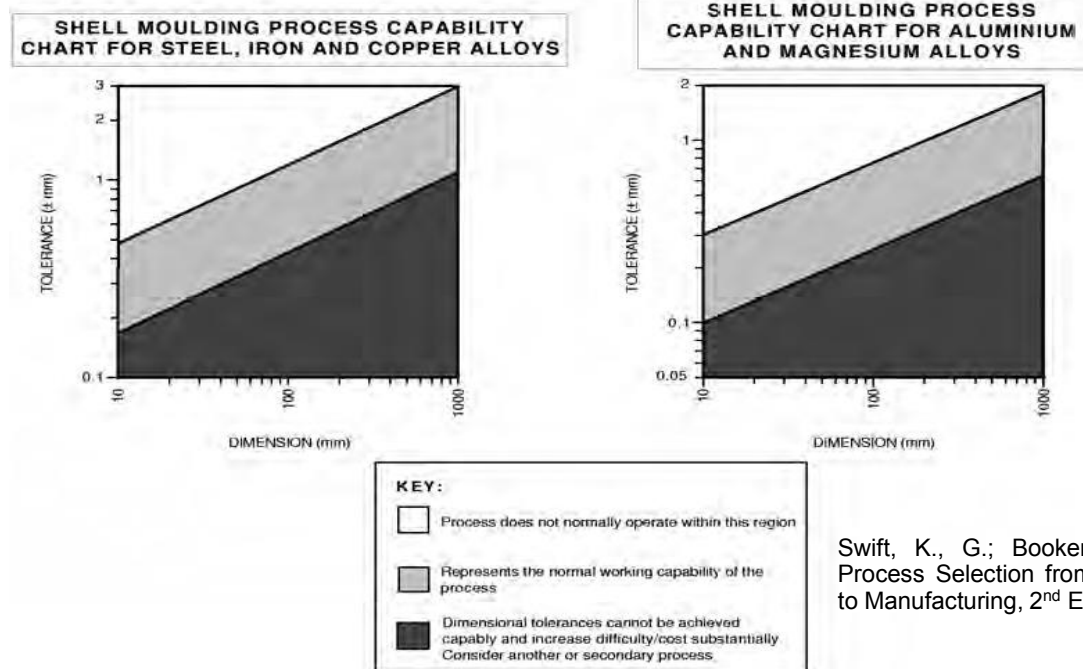


Process Information Maps - PRIMAS

5. **Aplicações típicas:** lista de componentes clássicos fabricados pelo processo
6. **Aspectos de projeto:** pontos de oportunidade, limitações que são relevantes, recomendações normalizadas, etc.
7. **Aspectos de qualidade:** informações padrão, capacidade do processo (quando relevante), acabamento superficial típico, etc.



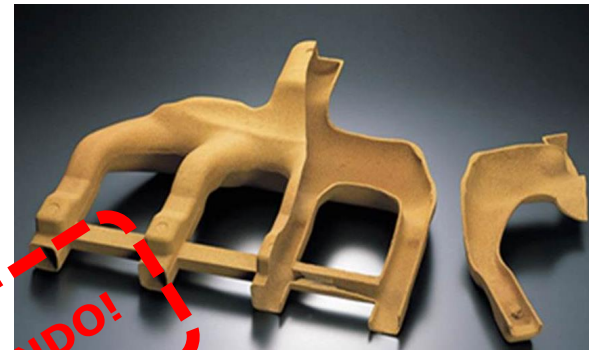
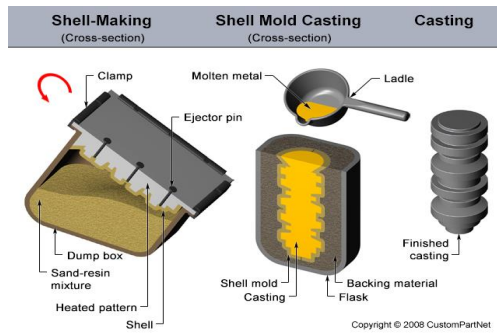
Exemplo do mapa para fundição em casca



Swift, K., G.; Booker, J. D.; Process Selection from Design to Manufacturing, 2nd Ed. 2003



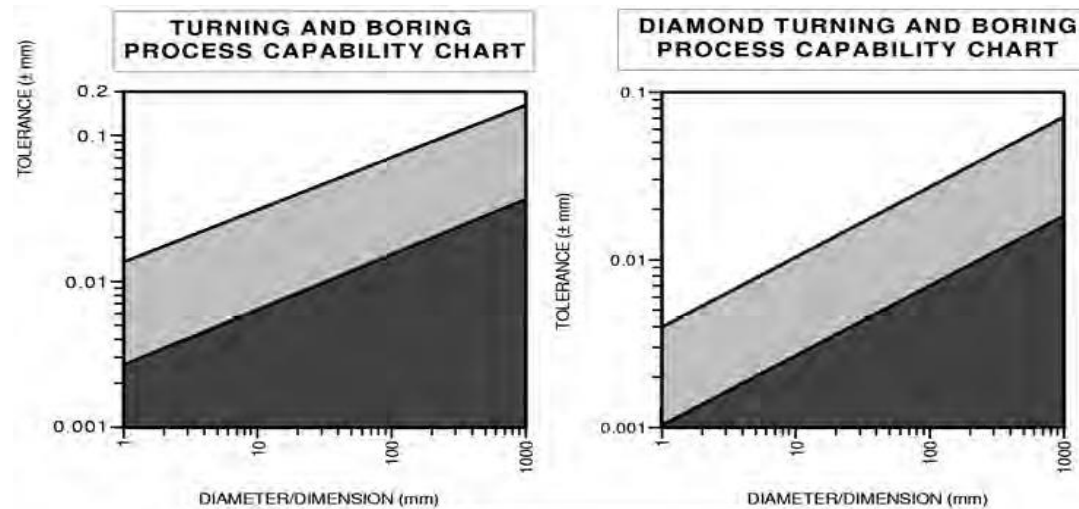
Fundição em casca



RELEMBRANDO!



Exemplo do mapa para torneamento



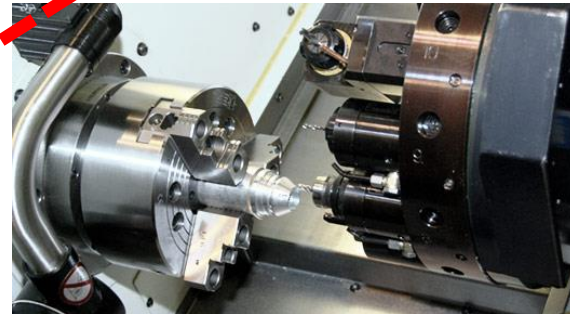
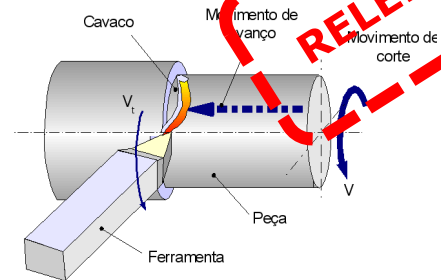
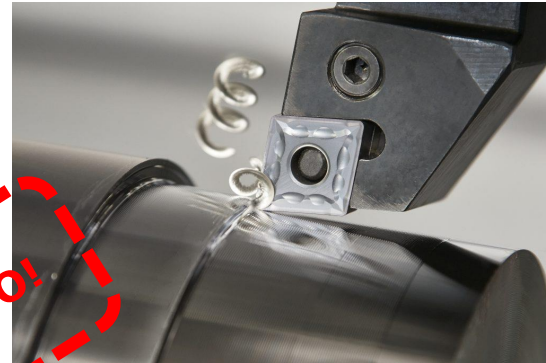
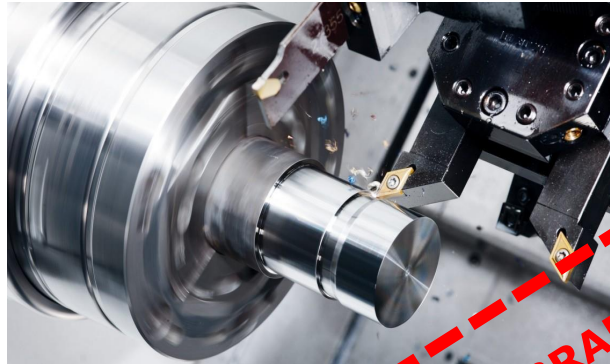
Swift, K., G.; Booker, J. D.; Process Selection from Design to Manufacturing, 2nd Ed. 2003

KEY:

- Process does not normally operate within this region
- ▒ Represents the normal working capability of the process
- Dimensional tolerances cannot be achieved capably and increase difficulty/cost substantially. Consider another or secondary process

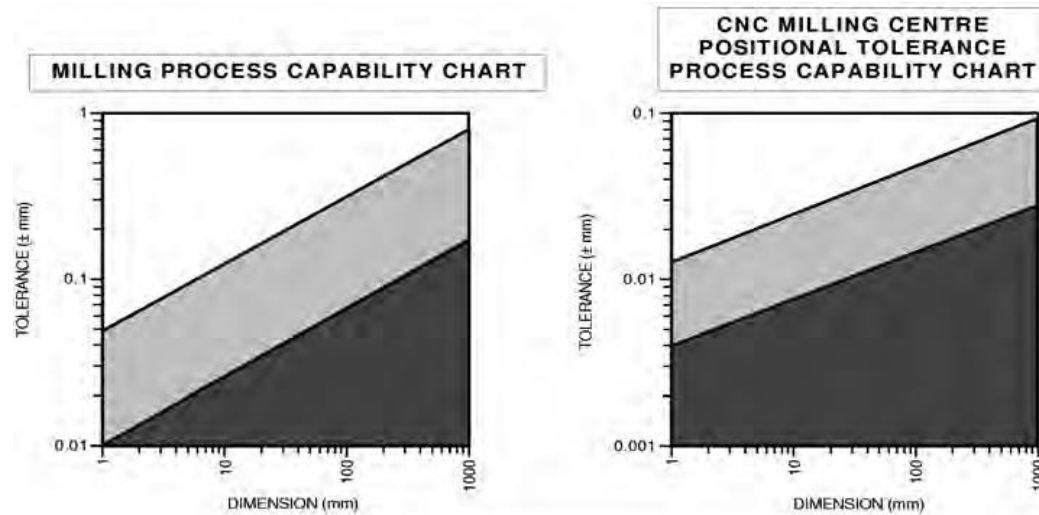


Exemplos de Torneamento





Exemplo do mapa para fresamento



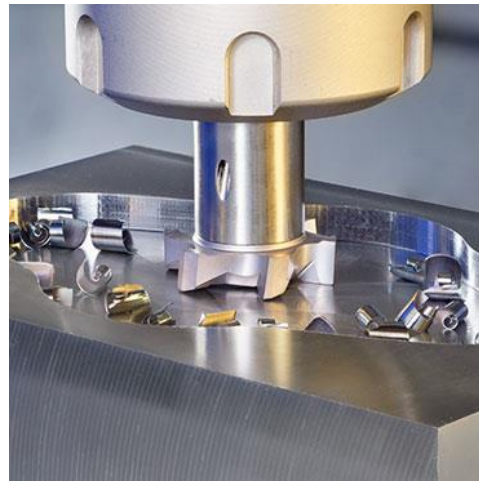
Swift, K., G.; Booker, J. D.;
Process Selection from Design
to Manufacturing, 2nd Ed. 2003

KEY:

- Process does not normally operate within this region
- Represents the normal working capability of the process
- Dimensional tolerances cannot be achieved capably and increase difficulty/cost substantially Consider another or secondary process



Exemplos de fresamento





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Seleção Detalhada do Método de Produção



Seleção – O Planejamento do Processo é uma sequência lógica de tomada de decisões cujo o objetivo é essencialmente econômico.

Parâmetros a considerar:

- Geometria da peça
- Matéria prima
- Exatidão dimensional
- Qualidade superficial (textura inclusive)
- Tolerâncias geométricas
- Tratamentos superficiais
- Volume de produção



Restrições:

- Especificação da peça
- Resistência da peça
- Propriedades mecânicas do material
- Máquinas disponíveis
- Ferramentas disponíveis
- Dispositivos e ferramental disponível
- Tecnologias disponíveis

Crítérios de otimização:

- Máxima produção
- Mínimo custo
- Máximo lucro em um período de tempo pré-estabelecido



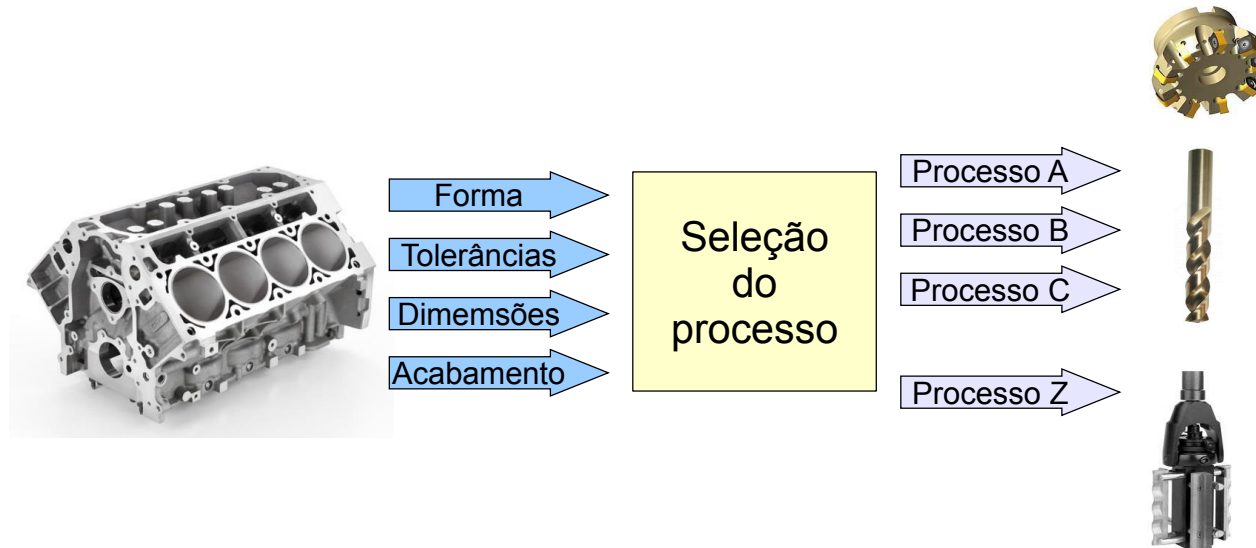
Decisões:

- Selecionar tipo processo de fabricação-remoção do material
- Selecionar máquina (máquina-ferramenta)
- Selecionar sistema de fixação e sua localização
- Selecionar ferramental e sua localização
- Definir detalhes operacionais
- Caminho para cada operação
- Parâmetros de fabricação (usinagem)

A escolha de uma sequência errada de decisões pode resultar em restrições artificiais, que podem ser eliminadas com a escolha de uma diferente

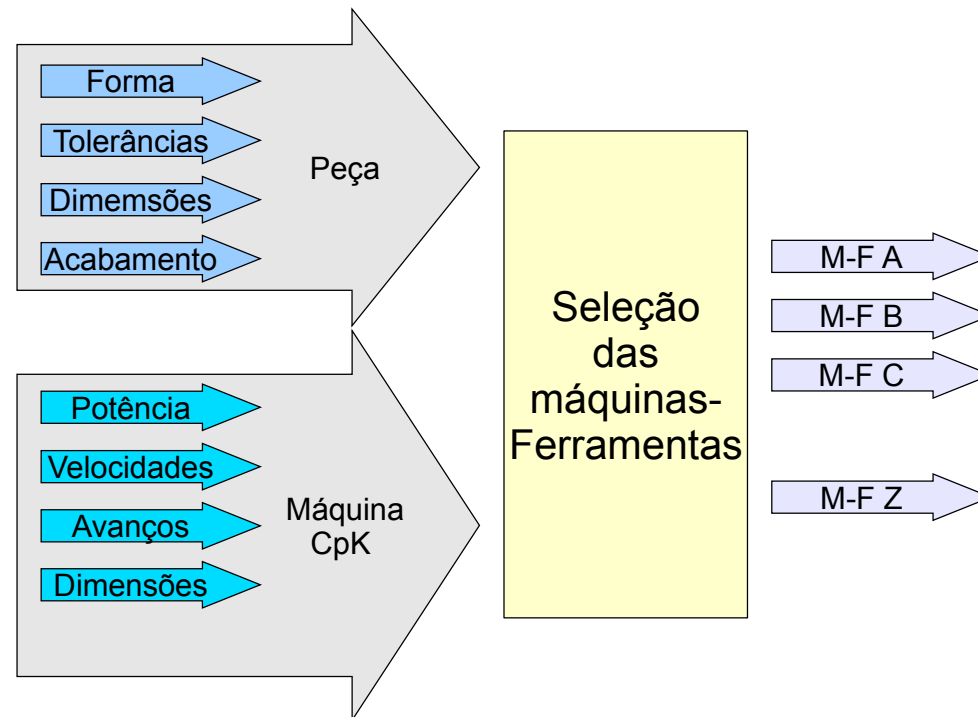


Seleção do processo de fabricação-remoção do material





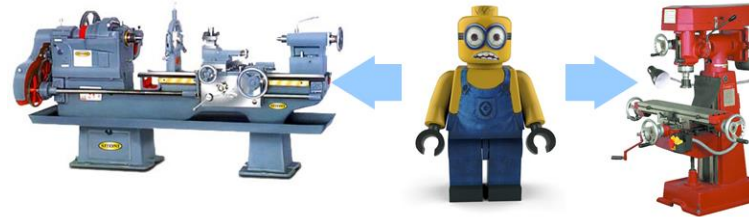
Seleção das máquinas-ferramentas





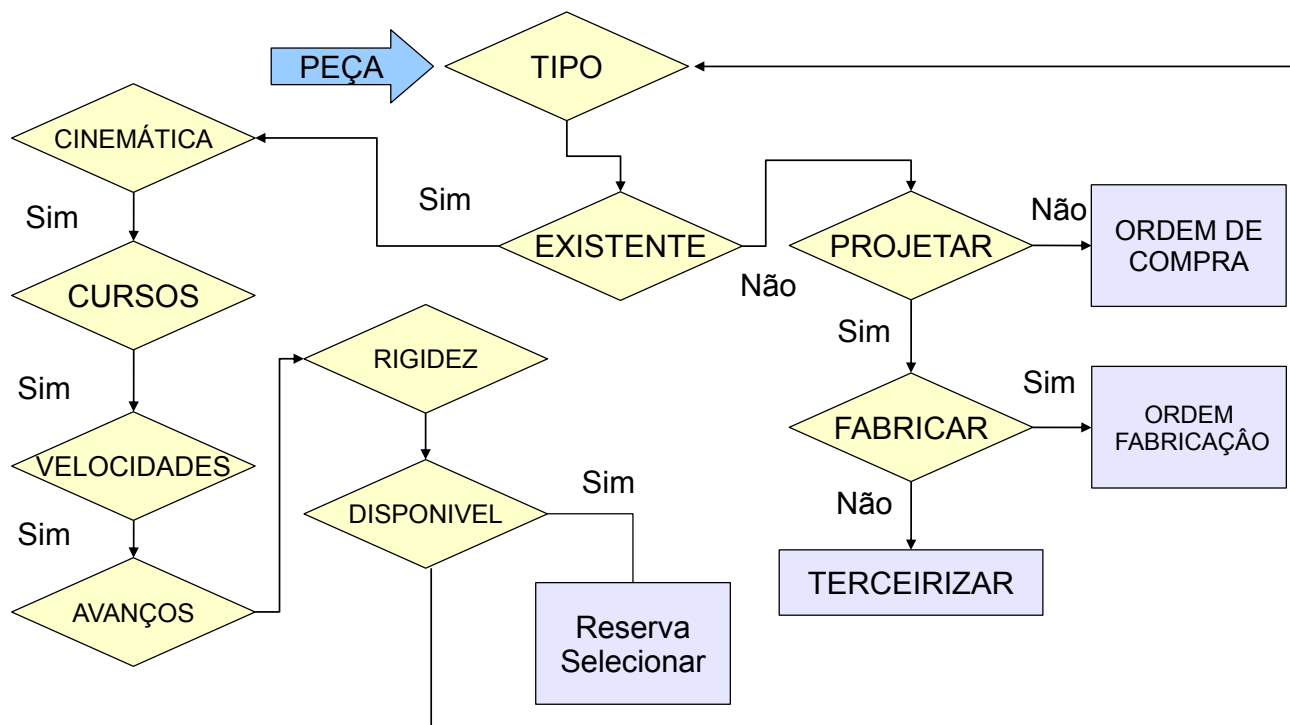
Seleção das máquinas-ferramentas

- Relações geométricas (Ex;.: L/D)
- Geometria
- Material da peça
- Tamanho do lote
- Prazo do lote
- Grau de complexidade
- Grau de desbalanceamento
- Quantidade de operações
- Quantidade de ferramentas necessárias
- Dispositivos e acessórios disponíveis



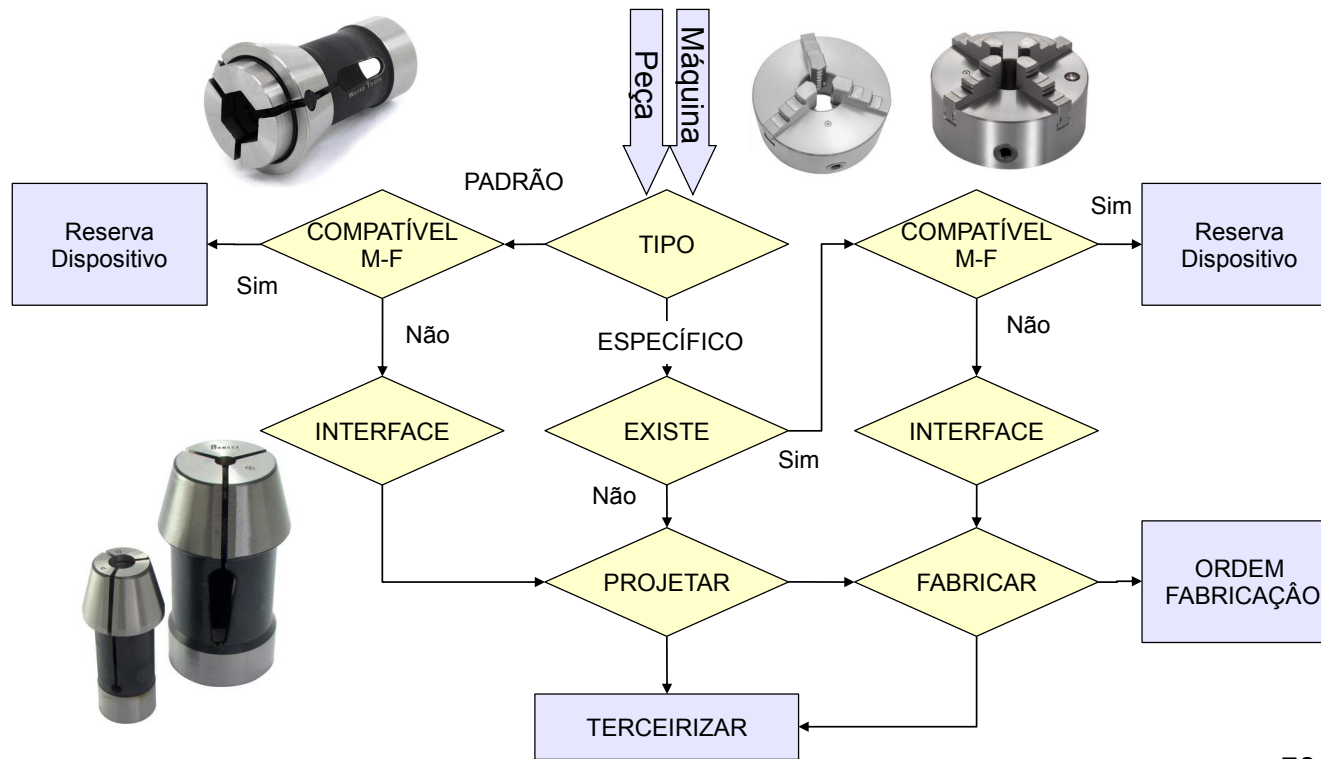


Seleção das máquinas-ferramentas



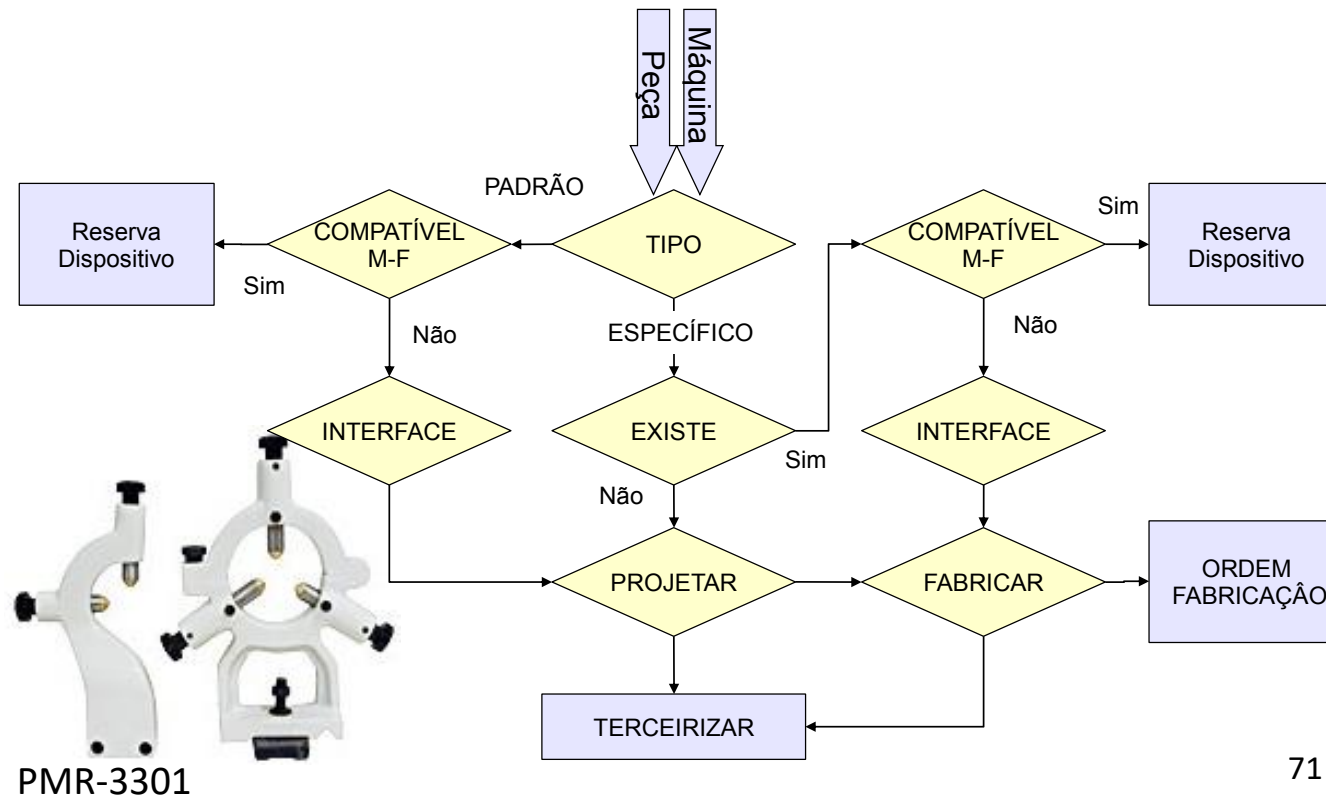


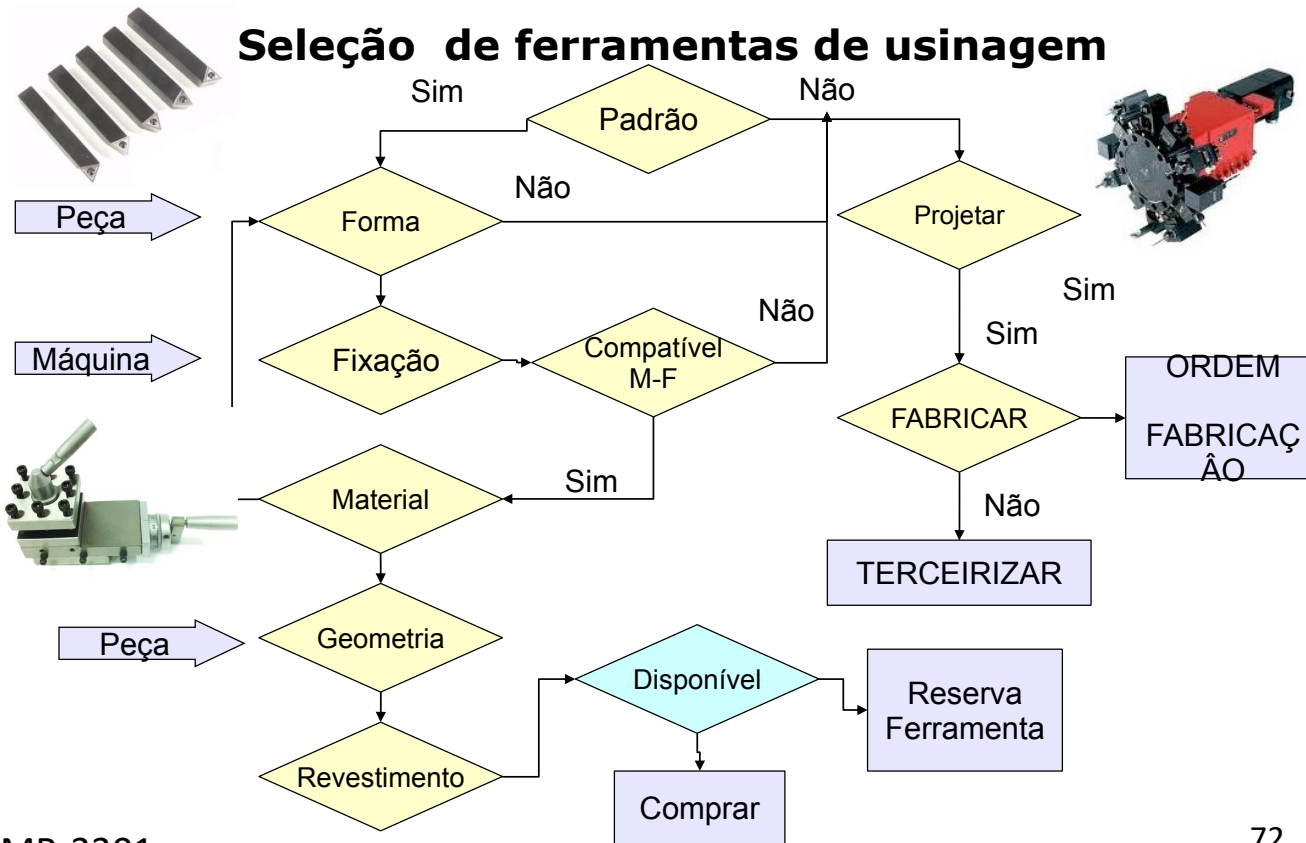
Seleção do sistema de fixação





Seleção do ferramental







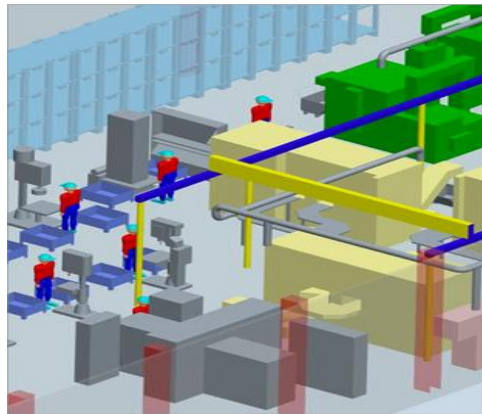
Seleção dos parâmetros de usinagem

$V_c = f$ (material peça, material da ferramenta, operação (desbaste-acabamento), processo (torneamento, fresamento ...))

Material group	Material designation	Strength [N/mm ²]	V_c [m/min]			f [mm/rev.]			a_p [mm]			Recommendation WSP				Cooling lubricant
			Min.	Start	Max.	Min.	Start	Max.	Min.	Start	Max.	ϕ°		γ°		
												Type	Chip breaker	Type	Chip breaker	
13.0	Stainless steel, sulphured	< 700	180 – 220 – 260 140 – 180 – 220	0.10 – 0.20 – 0.30 0.15 – 0.25 – 0.30	1.50 – 2.20 – 3.00 1.50 – 2.20 – 3.00	HB 7120 HB 7135	VS VS								dry dry	
13.1	Stainless steel, austenitic	< 700	180 – 220 – 260 140 – 180 – 220	0.10 – 0.20 – 0.30 0.15 – 0.25 – 0.30	1.50 – 2.20 – 3.00 1.50 – 2.20 – 3.00	HB 7120 HB 7135	VS VS								dry dry	
13.2	Stainless steel, austenitic	< 850	140 – 180 – 220 120 – 150 – 200	0.10 – 0.20 – 0.30 0.15 – 0.25 – 0.30	1.20 – 1.80 – 3.00 1.50 – 2.20 – 3.00	HB 7120 HB 7135	VS VS								Emulsion Emulsion	
13.3	Stainless steel, martensitic	< 1100	140 – 180 – 220 120 – 150 – 200	0.10 – 0.20 – 0.30 0.15 – 0.25 – 0.30	1.20 – 1.80 – 3.00 1.50 – 2.20 – 3.00	HB 7120 HB 7135	VS VS								Emulsion Emulsion	
14.0	Special alloys	< 1200	30 – 50 – 80 20 – 30 – 40	0.10 – 0.20 – 0.30 0.15 – 0.18 – 0.22	0.70 – 1.50 – 2.00 1.50 – 2.00 – 2.50	HB 7120	VS								Emulsion Emulsion	
15.0	Cast iron (GG)	< 180 HB	200 – 250 – 320 300 – 400 – 700	0.12 – 0.20 – 0.30 0.05 – 0.15 – 0.30	0.50 – 1.50 – 2.20 0.05 – 0.15 – 0.50	CU 7033 CBN 725	SS G								dry dry	
15.1	Cast iron (GG)	> 180 HB	170 – 200 – 280 300 – 400 – 700	0.12 – 0.20 – 0.30 0.05 – 0.15 – 0.30	0.50 – 1.50 – 2.20 0.05 – 0.15 – 0.50	CU 7033 CBN 725	SS G								dry dry	
15.2	Cast iron (GG, GT)	> 180 HB	170 – 200 – 280 300 – 400 – 700	0.12 – 0.20 – 0.30 0.05 – 0.15 – 0.30	0.50 – 1.50 – 2.20 0.05 – 0.15 – 0.50	CU 7033 CBN 725	SS G								dry dry	
15.3	Cast iron (GG, GT)	> 260 HB	150 – 180 – 250 300 – 400 – 700	0.12 – 0.20 – 0.30 0.05 – 0.15 – 0.30	0.50 – 1.50 – 2.20 0.05 – 0.15 – 0.50	CU 7033 CBN 725	SS G								dry dry	
16.0	Titanium, titanium alloys	< 850	30 – 50 – 80 20 – 30 – 40	0.10 – 0.20 – 0.30 0.15 – 0.18 – 0.22	0.70 – 1.50 – 2.00 1.50 – 2.00 – 2.50	HB 7120	VS								Emulsion Emulsion	
16.1	Titanium, titanium alloys	850 – 1200	30 – 50 – 80 20 – 30 – 40	0.10 – 0.20 – 0.30 0.15 – 0.18 – 0.22	0.70 – 1.50 – 2.00 1.50 – 2.00 – 2.50	HB 7120	VS								Emulsion Emulsion	



Seleção dos caminhos para cada operação



t_r - tempo de preparação

t_n - tempos secundários

$$K_F = K_{ML} \left(\frac{t_r}{m} + t_n \right) + K_{ML} \cdot t_h + \frac{t_h}{T} \cdot (K_{ML} \cdot t_W + K_{WT})$$

1

Custos secundários
(custos fixos)

2

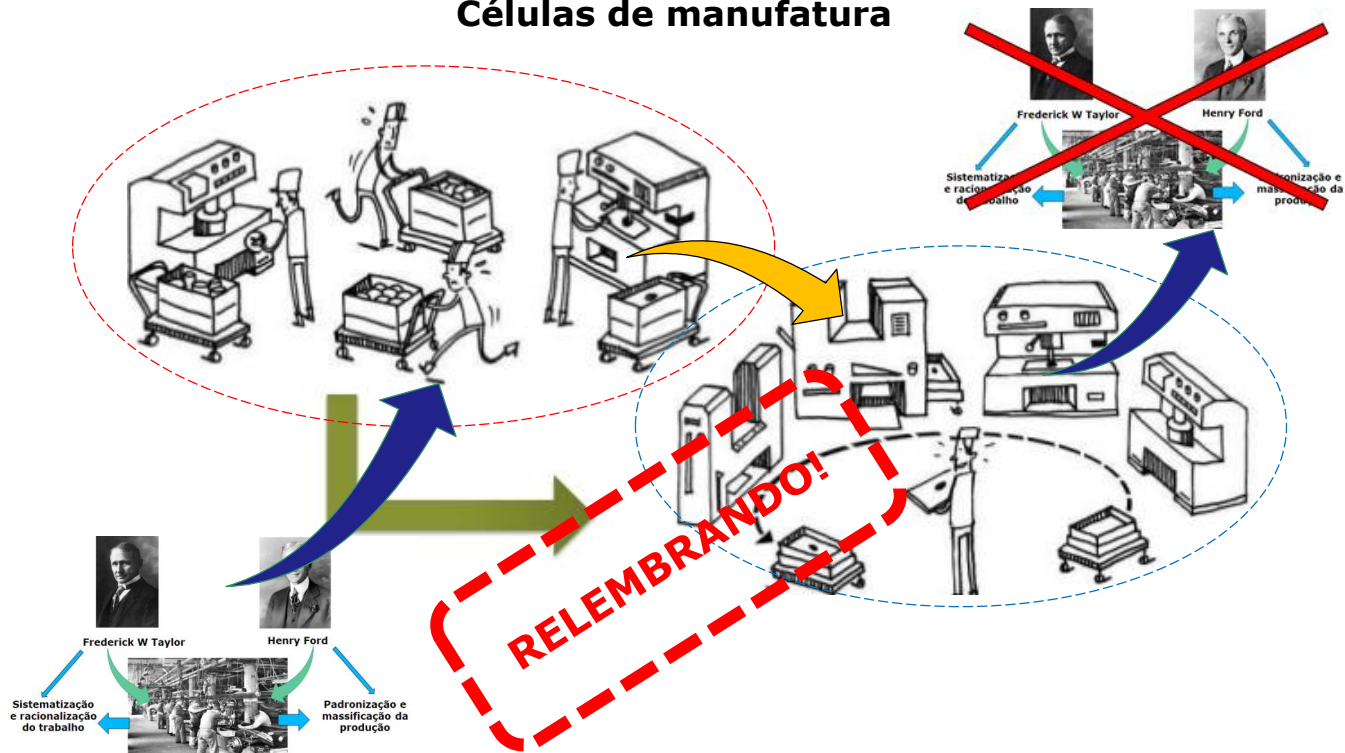
Custos de máquina e
operador (principal)

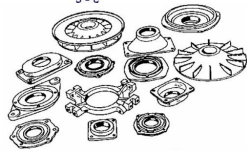
3

Custos de ferramenta



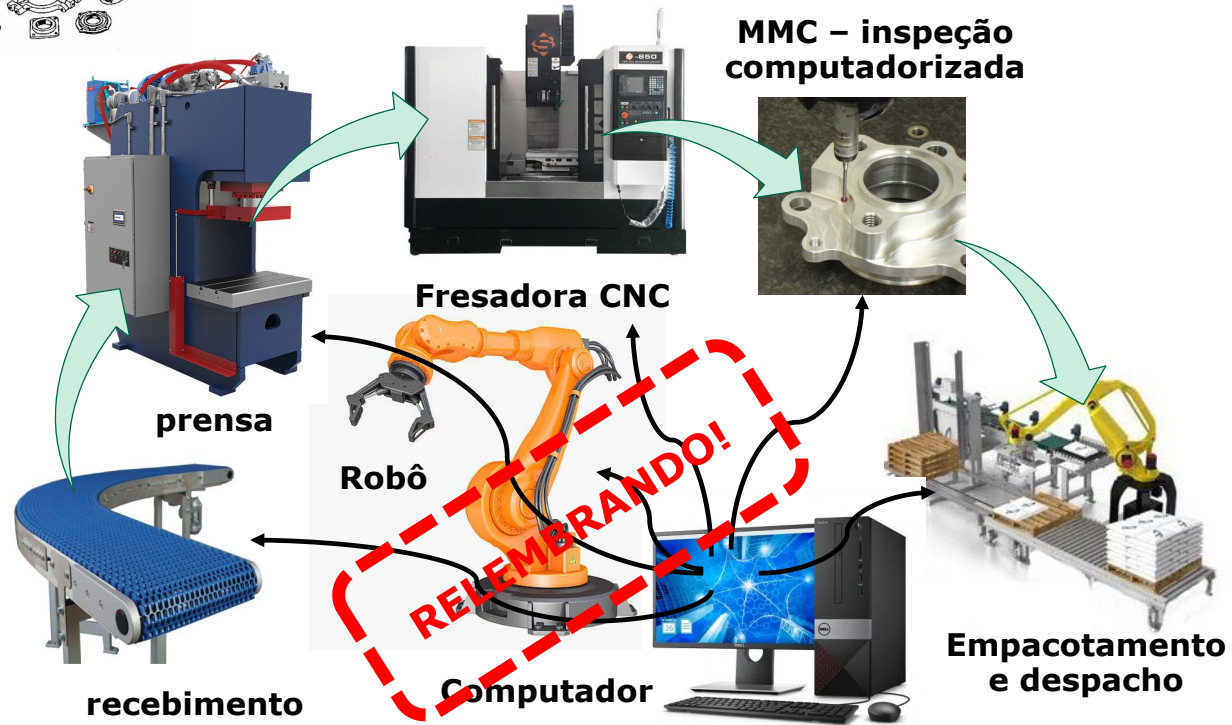
Automatização da usinagem Células de manufatura





Automatização da usinagem

Célula de manufatura



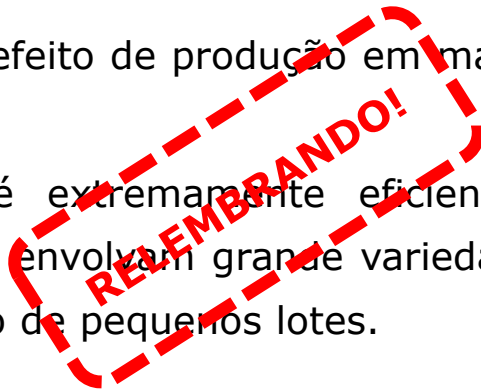


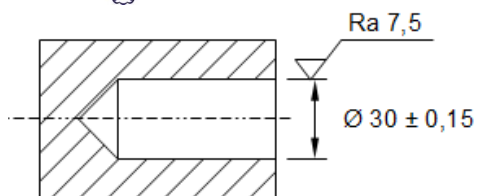
Tecnologia de Grupo

Técnica e filosofia de aumento da eficiência da produção através do agrupamento de peças variadas. O agrupamento pode ser feito por semelhanças de forma, dimensões ou rota de processo, ou qualquer combinação destas.

Proporciona o efeito de produção em massa em pequenos e médios lotes.

Esta técnica é extremamente eficiente em processos produtivos que envolvam grande variedade de produtos e ou na produção de pequenos lotes.





Exemplo de planejamento

1	2	3	4	5	6
	Broca Ø 28	Broca Ø 20	Broca Ø 15	Broca Ø 10	Broca Ø 5
Broca Ø 30					
	Broca Ø 30	Broca Ø 30	Broca Ø 30	Broca Ø 30	Broca Ø 30
Tmf. = 0,38s	Tmf. = 0,44s	Tmf. = 0,76s	Tmf. = 0,81s	Tmf. = 0,78	Tmf. = 0,81
7	8	9	10	11	12
Broca Ø 8	Broca Ø 8	Broca Ø 10	Broca Ø 10	Broca Ø 10	Broca Ø 5
Broca Ø 28	Broca Ø 18	Broca Ø 20	Broca Ø 28	Broca Ø 20	Broca Ø 13
Broca Ø 30	Broca Ø 30	Broca Ø 30	Alarg Ø 30	Broca Ø 28	Broca Ø 22
				Alarg Ø 30	Broca Ø 30
Tmf. = 0,86s	Tmf. = 0,77s	Tmf. = 1,04s	Tmf. = 1,07	Tmf. = 1,13	Tmf. = 1,29s



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

- Abordagem Variante -



Sistemas CAPP Variantes **(*Retrieval CAPP systems, Variant CAPP*)**

– Os sistemas Variantes assemelham-se ao processo de tradicional de planejamento de processo, realizado manualmente. Neste um processo para uma peça nova é criado a partir da identificação de um processo existente já existente para uma semelhante, seguindo-se as modificações e adaptações necessárias.



Sistemas CAPP Variantes

– Geralmente é baseado na tecnologia de grupo, na qual as peças são classificadas e codificadas segundo semelhanças geométrica, de processo, entre outras. Esta codificação permite ao sistema CAPP selecionar um plano de processo base que consiga satisfazer cerca de 90% das peças de uma família. Os 10% restantes são satisfeitos alterando-se o processo base.



Sistemas CAPP Variantes

- Se a classificação da peça nova não tiver uma correspondente semelhante já armazenado, um novo planejamento deve ser iniciado a partir do zero. Este contudo servirá de base para futuras peças semelhantes.

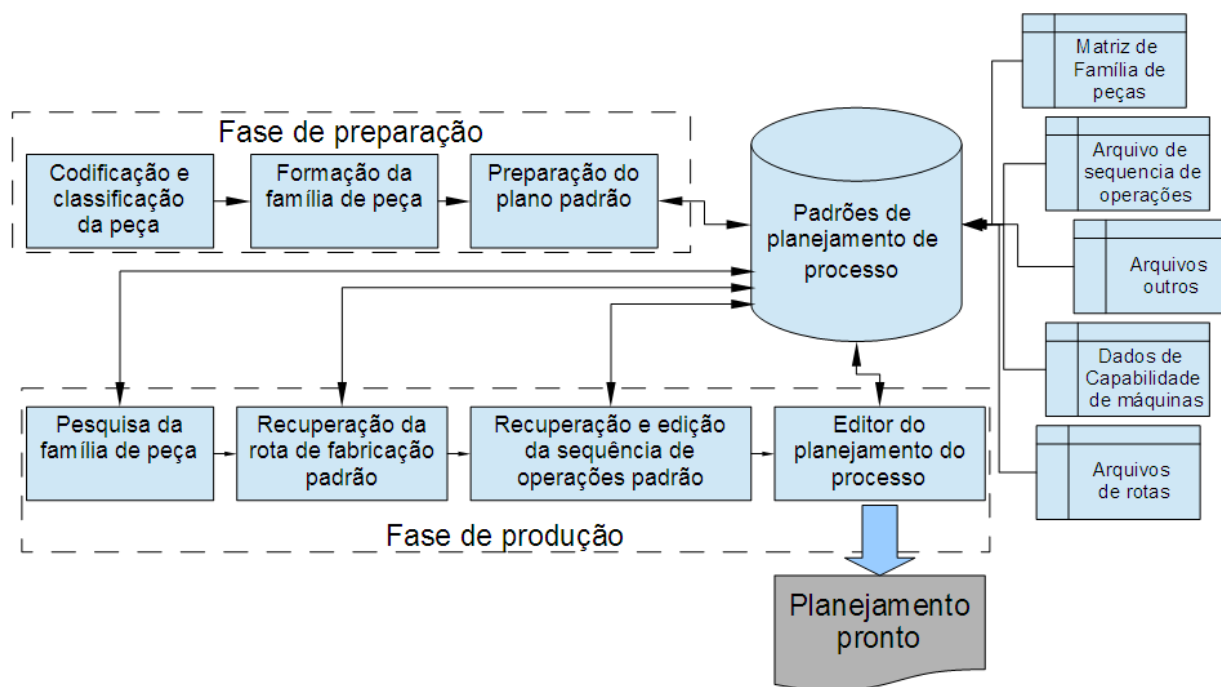


Vantagens e limitações dos sistemas CAPP variantes

- O investimento relativamente baixo em hardware e software
- O sistema permite um baixo tempo de desenvolvimento e necessita de poucos recursos em termos homens/hora
- É confiável e de exequível de implementar na prática, para pequenas e médias empresas
- A qualidade do processo gerado depende do conhecimento e experiência dos processistas



Sistemas CAPP Variantes - Fluxograma.





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Abordagem Generativa



Sistemas CAPP Generativos

– Nos sistemas CAPP generativos o planejamento do processo é gerado por meio de decisões lógicas, algoritmos, fórmulas e dados geométricos armazenados em bancos de dados que são estruturados de forma a alimentar as entradas do sistema.

– Formas de entradas

- Interativa, através de textos
- Gráfica, a partir de modelos CAD



Sistemas CAPP Generativos

- Primeiro passo: desenvolver uma estrutura de decisões apropriadas para a peça a ser processada. As regras devem ser especificadas utilizando árvores de decisão, lógica de decisões com por exemplo *if-then-else*, inteligência artificial, com programação orientada objeto
- Segundo passo: alimentar as bases de dados relacionadas a peça para executar o planejamento. Sistemas CAPP generativos simples podem ser baseados na codificação da Tecnologia de Grupo.



Sistemas CAPP Generativos

Um sistema CAPP Generativo puro é capaz de gerar um plano de processo completo a partir da classificação da peça em conjunto com outros dados do desenho sem necessitar nenhuma modificação posterior ou interação manual

Nestes sistemas informações relativas a peça em bruto devem ser definidas inicialmente.



Sistemas CAPP Generativos

O planejamento pode ser feito no sentido da peça bruta a peça final (*Forward planing*) ou no sentido inverso Da peça final até a peça bruta (*Backward planing*). Estratégia semelhante pode ser observada no desenvolvimento do desenho nos sistemas CAD.

Independente do sentido do planejamento ambos os devem ser similares, mas exercem diferentes efeitos sobre a programação



Sistemas CAPP Generativos

O planejamento *Forward* sofre de um problema condicionante, o resultado de um setup afeta o posterior.

No planejamento *Backward* o problema condicionante é eliminado pois o setup é estabelecido para atender somente os requisitos iniciais.

Os sistemas CAPP Generativos englobam todas as vantagens dos sistemas Variantes, com a vantagem adicional de serem totalmente automáticos



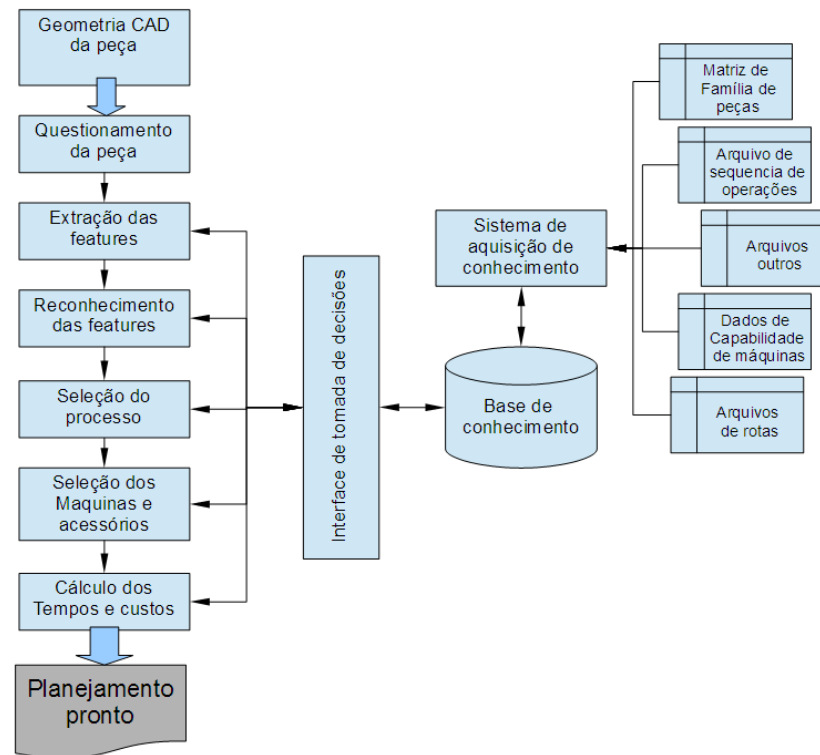
Sistemas CAPP Generativos

Os sistemas Generativos necessitam de revisões profundas se um novo equipamento, processo ou capacidade de um processo for incorporado a produção.

O desenvolvimento inicial é difícil.



Sistemas CAPP Generativos - Fluxograma.





Planejamento de Processos de Fabricação Auxiliado por Computador

JUSTIFICATIVA: A nova realidade do *i_manufacturing* trouxe novas exigências para o planejamento do processo, o que tornou o CAPP uma ferramenta chave para a competitividade.



Planejamento de Processos de Fabricação Auxiliado por Computador

O termo Indústria 4.0 é um termo que está fortemente associado Smart Factory, Smart Manufacturing, Big Data, Tecnologia da Informação (TI), Internet das coisas (IoT - Internet of Things), etc.



Como essas associações afetam o CAPP?



Questionamentos finais

Planejamento do processo

- O que é Planejamento do Processo?
- Porque planejar o processo?
- Como fazer isto?
- Onde aplicar?
- Entradas e recursos?
- Como os sistemas CAD CAM se relacionam com o Planejamento do processo?
- Como o CAPP se integra a Industria 4.0/5G?
- Como a montagem pode ser considerada em um CAPP?
- Como a inspeção/medição pode ser considerada em um CAPP?
- Como a Tecnologia de Grupo afeta o planejamento do processo?



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Fim da aula