



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMR 3301

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

2020.1



Ciclo dos produtos

Descarte

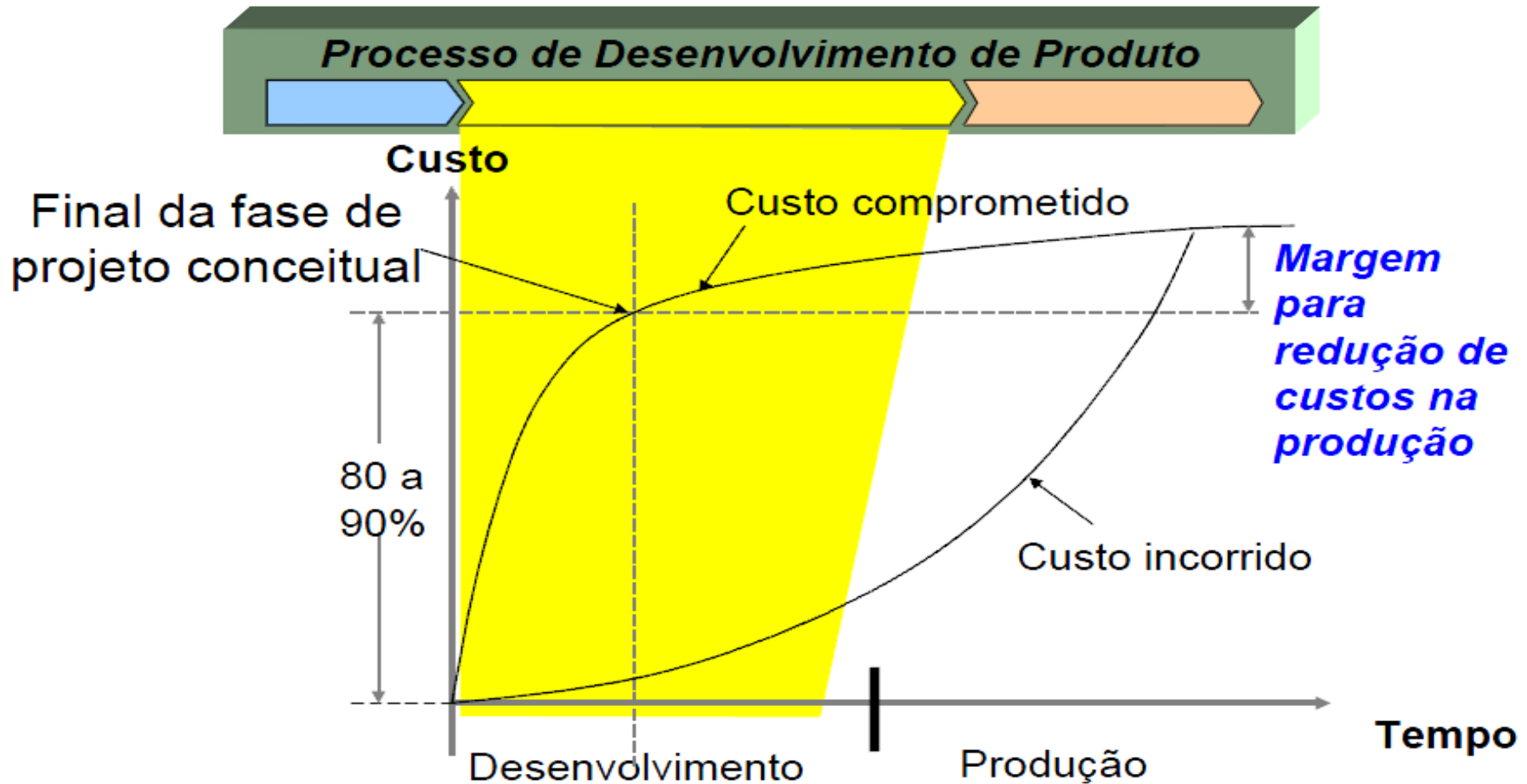
CONSUMIDOR/MERCADO





Ciclo de manufatura, projeto e fabricação de produtos.

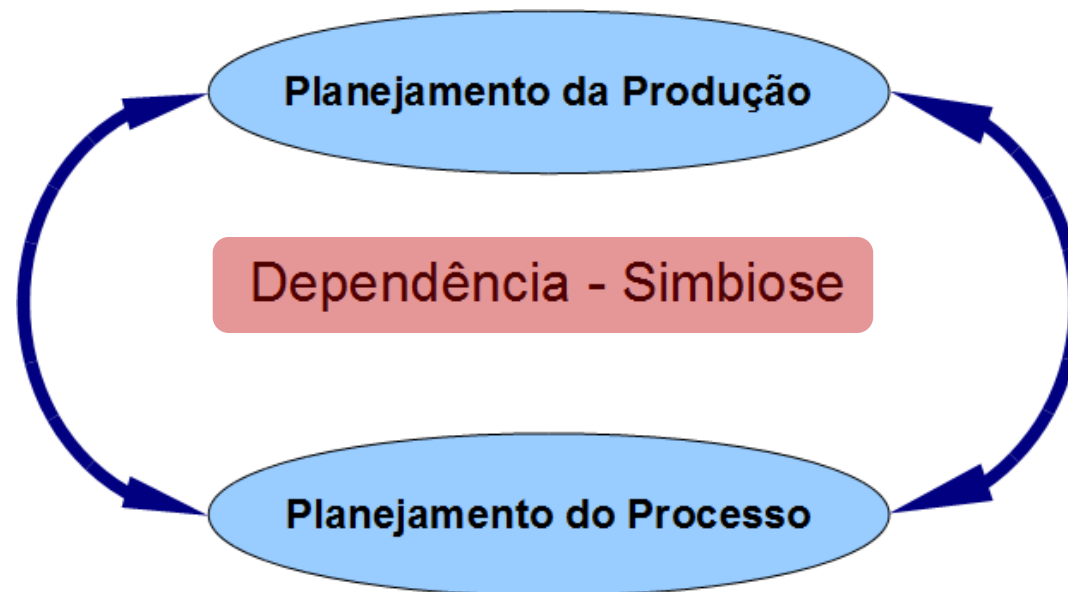
Custo comprometido X custo incorrido





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.



Matéria prima

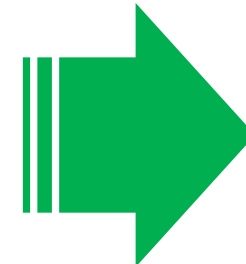
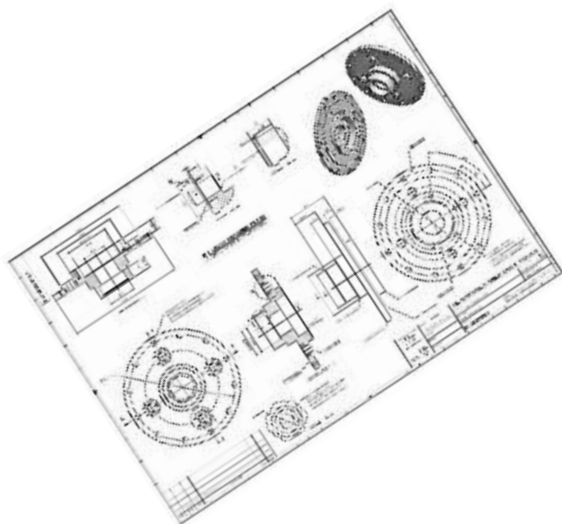


Produto



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?

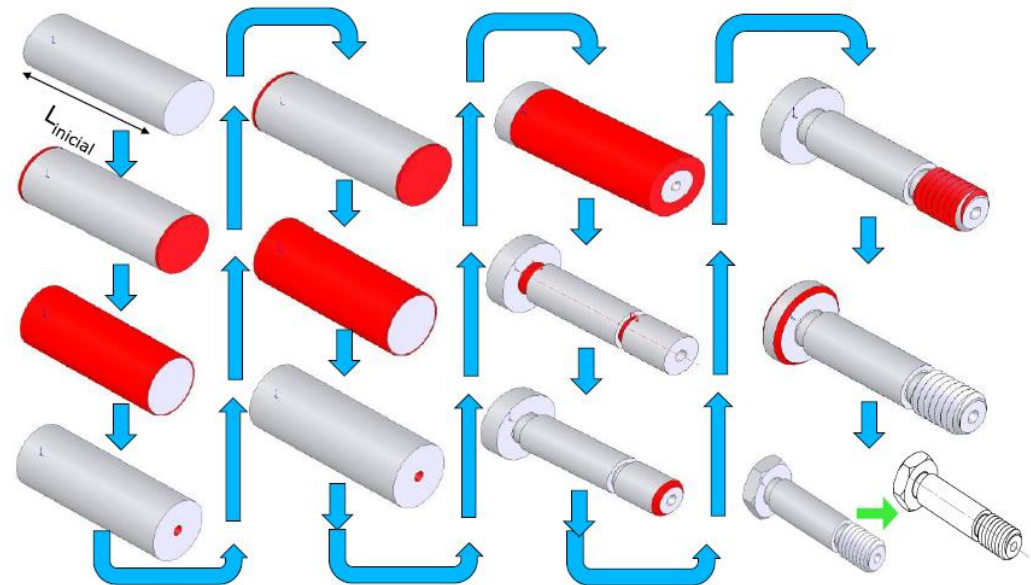
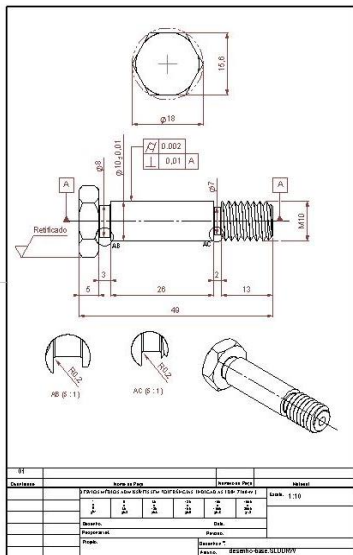
→ É a função dentro da qual um planta de produção estabelece qual processo e parâmetros devem ser utilizados, assim como quais as máquinas são capazes de executar estes processo, de forma a converter peças (ou matéria prima) de sua situação inicial em final conforme as especificações contidas em um desenho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





O que é o Planejamento do Processo?

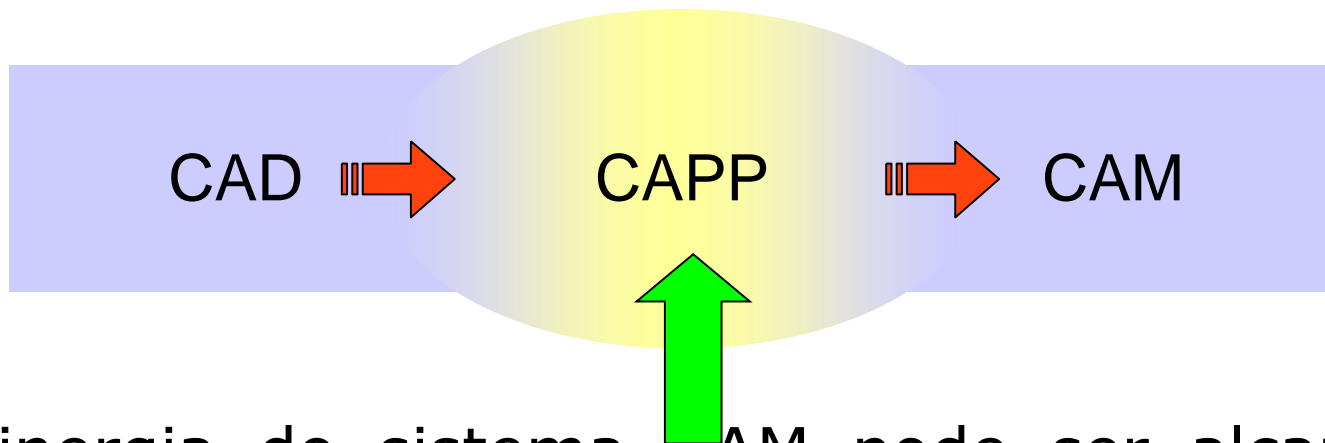
→ É relacionado com a preparação da lista de instruções contendo a sequências de operações e centros de trabalho necessários a produção de um produto e seus componentes





Relação entre Sistemas CAPP, CAD e CAM

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

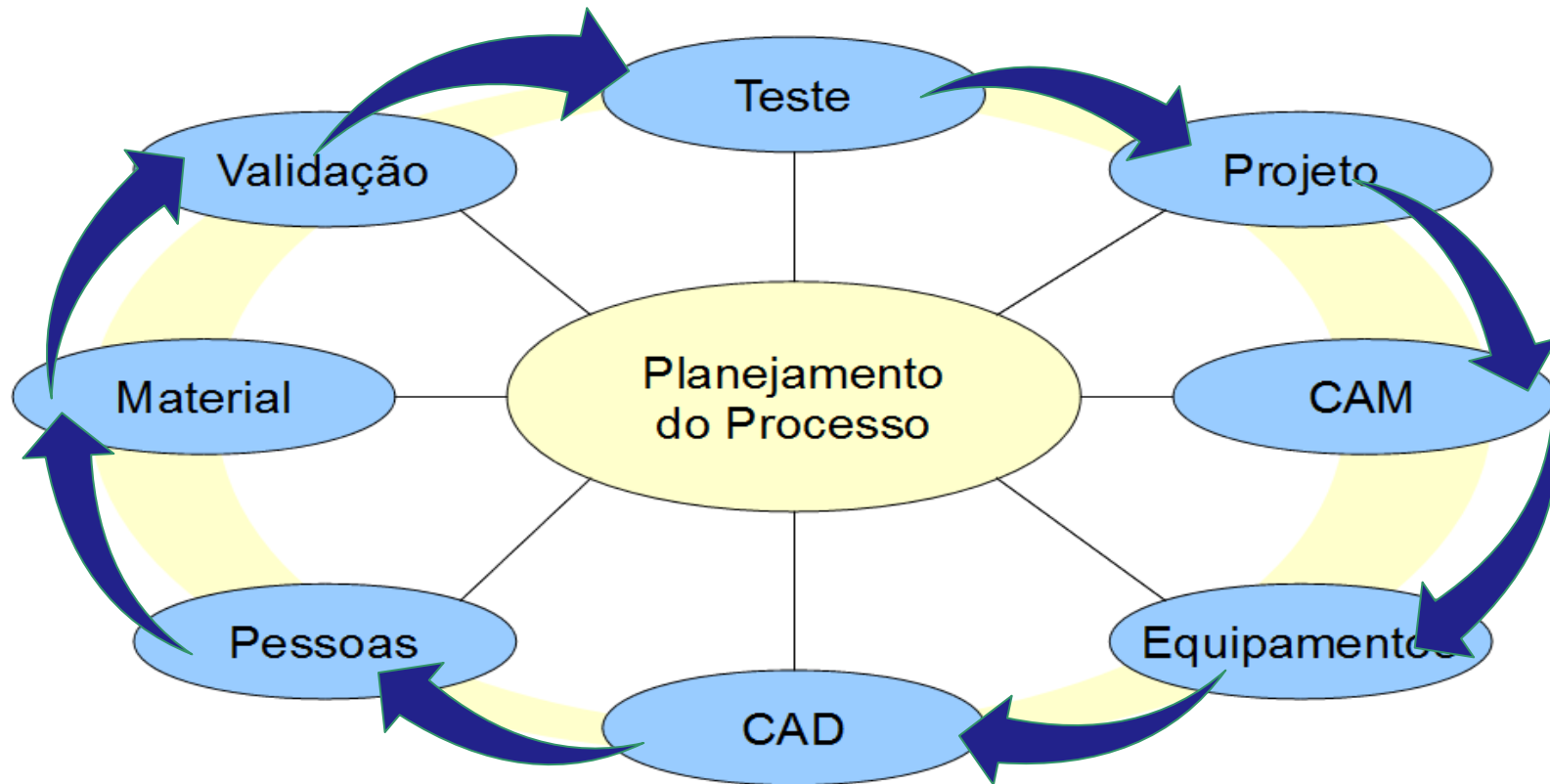


A sinergia do sistema CAM pode ser alcançada pela integração com o sistema CAD através da conexão estabelecida entre os dois pelo CAPP



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..



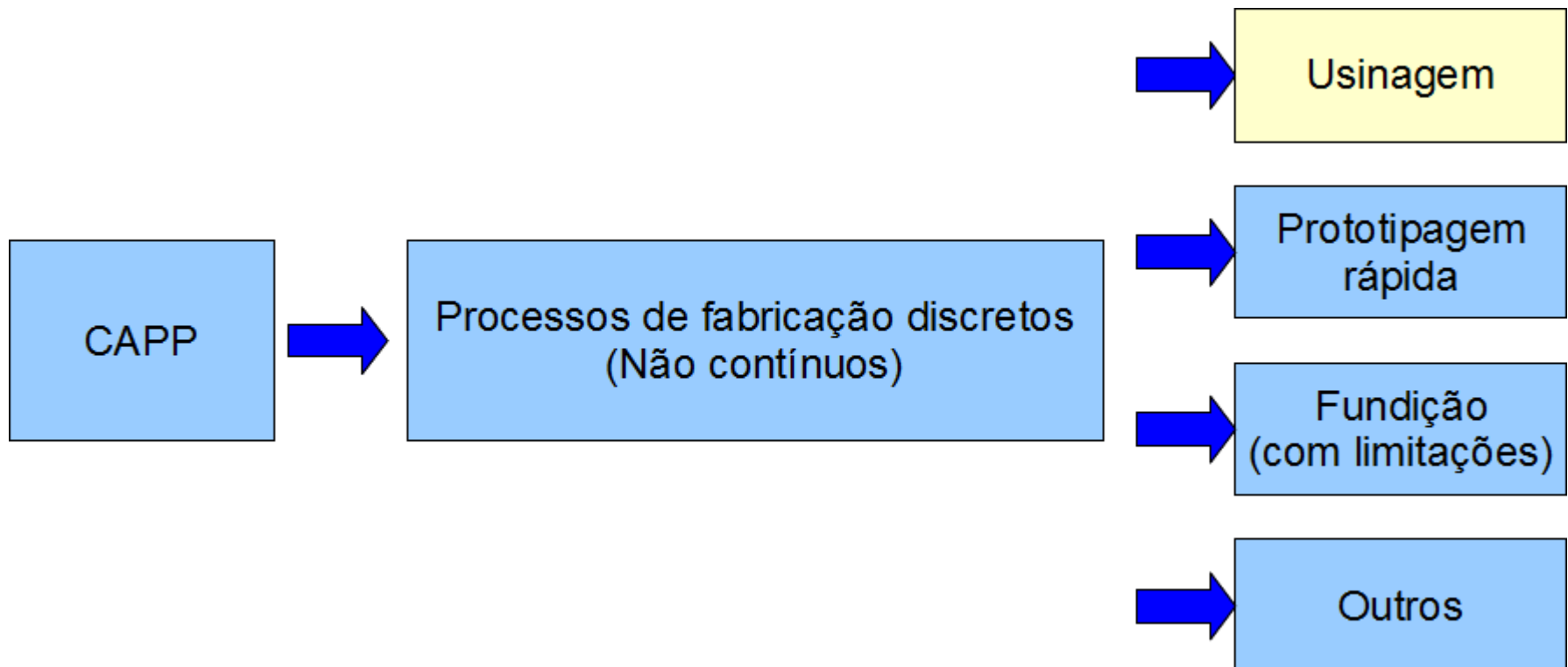
Divisão dos processos de fabricação



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



Processos de Remoção ou Usinagem





Classificação dos Sistemas de Planejamento do Processo

- Manuais
- Auxiliados por computador

Classificação quanto a formulação

- Variantes
- Generativos



Planejamento do Processo - usinagem -

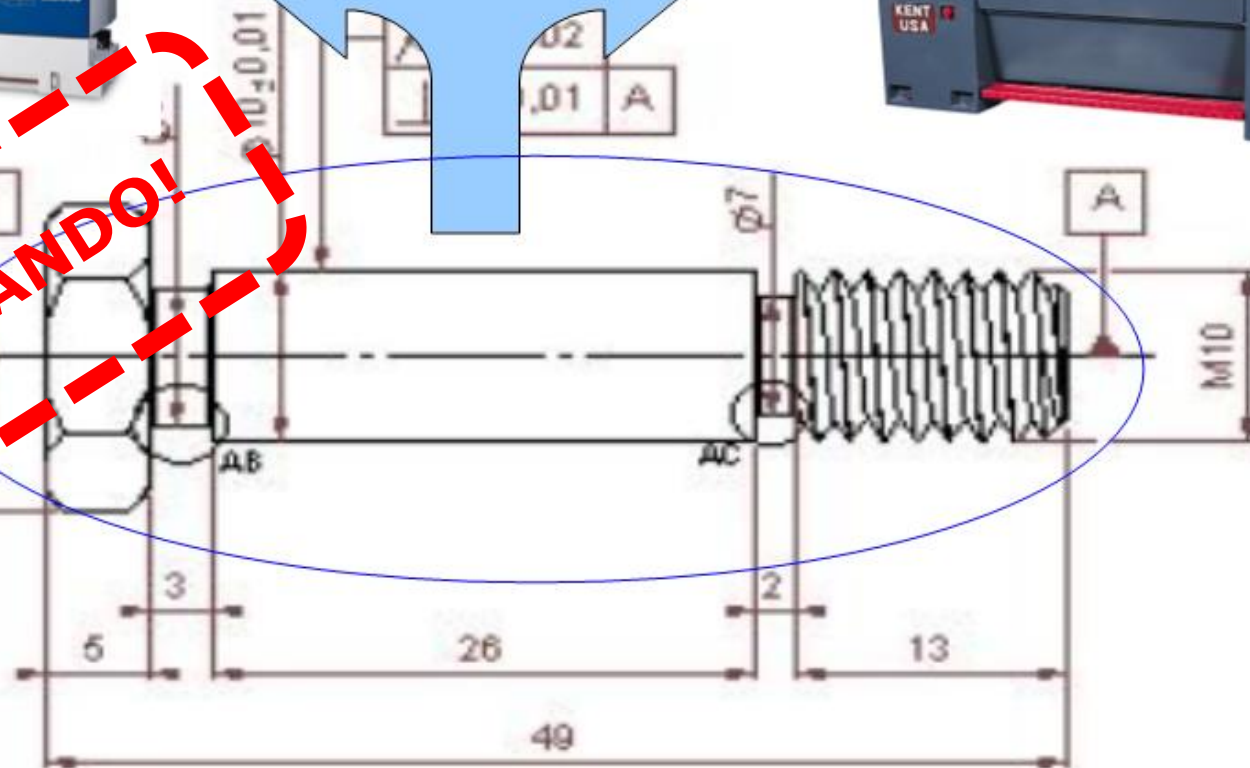
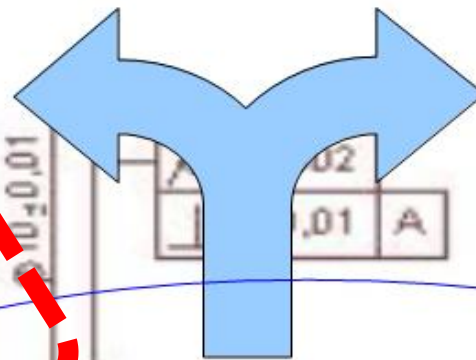
Essa sequência inicia-se com o estudo do desenho de fabricação da peça a usinar, observando-se:

- 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



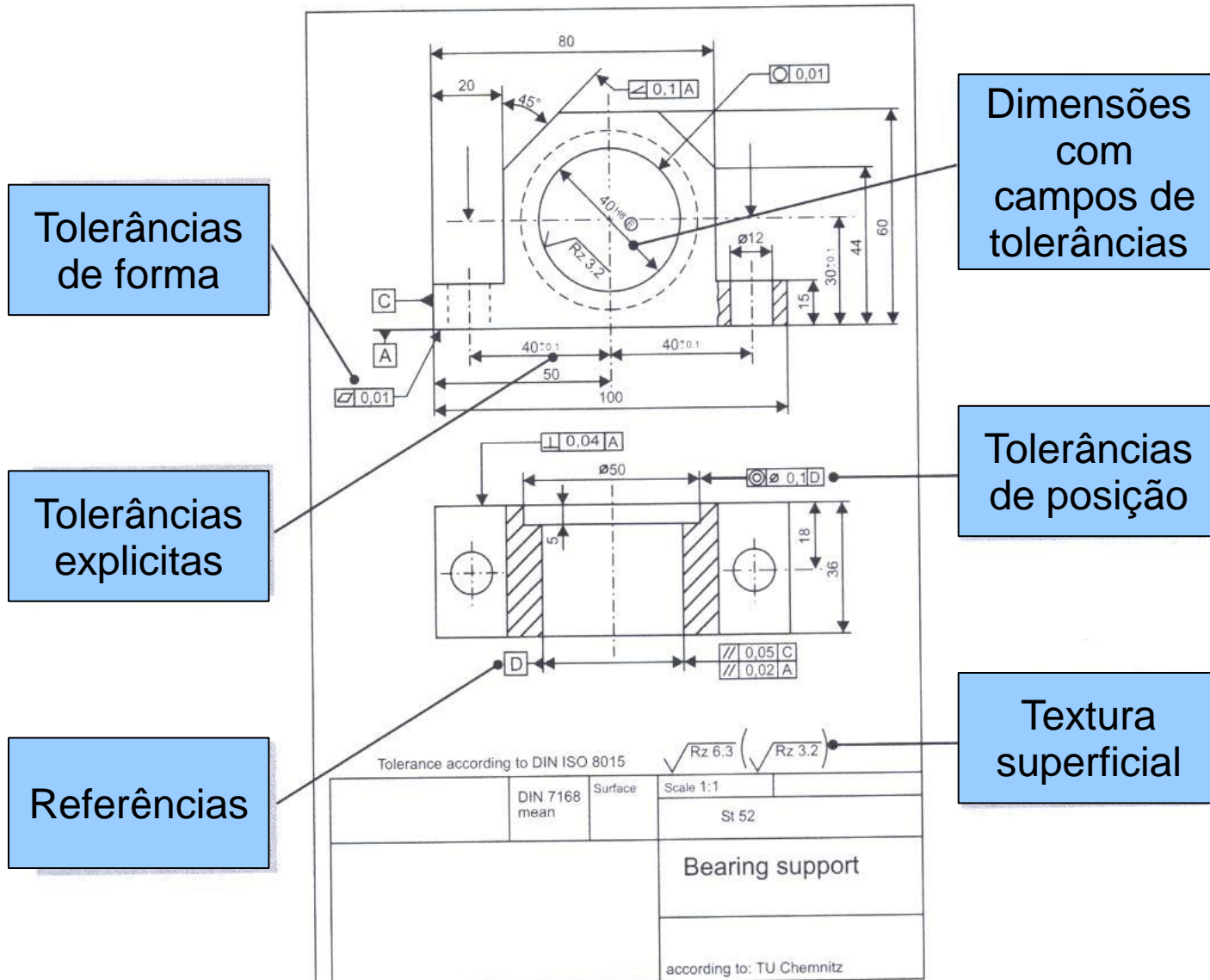
Análise dos desenhos de fabricação

- Tamanho do Lote -





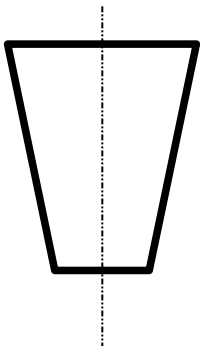
Informações constantes em um desenho de produção



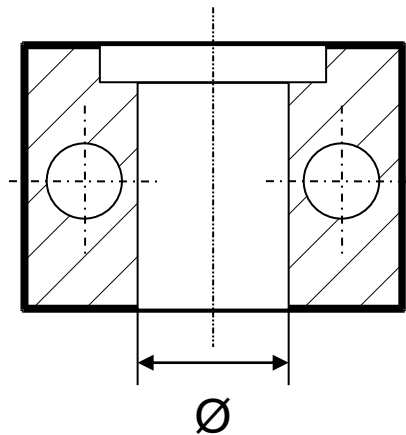


Análise Geométrica

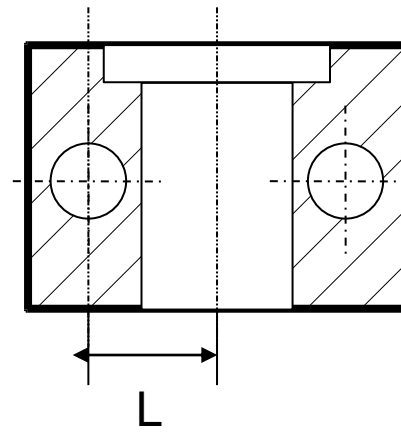
FORMA



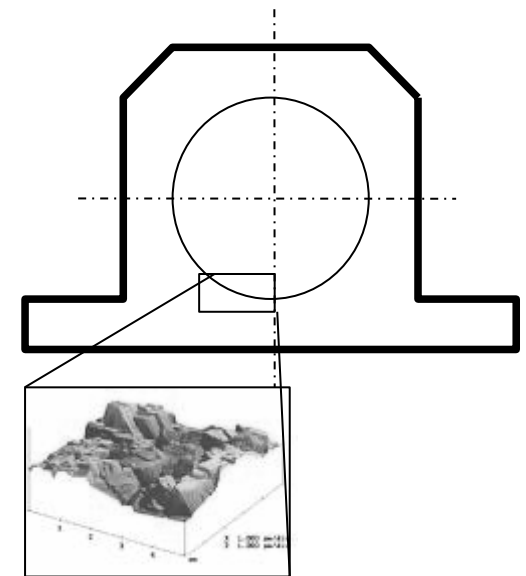
DIMENSÃO



POSIÇÃO

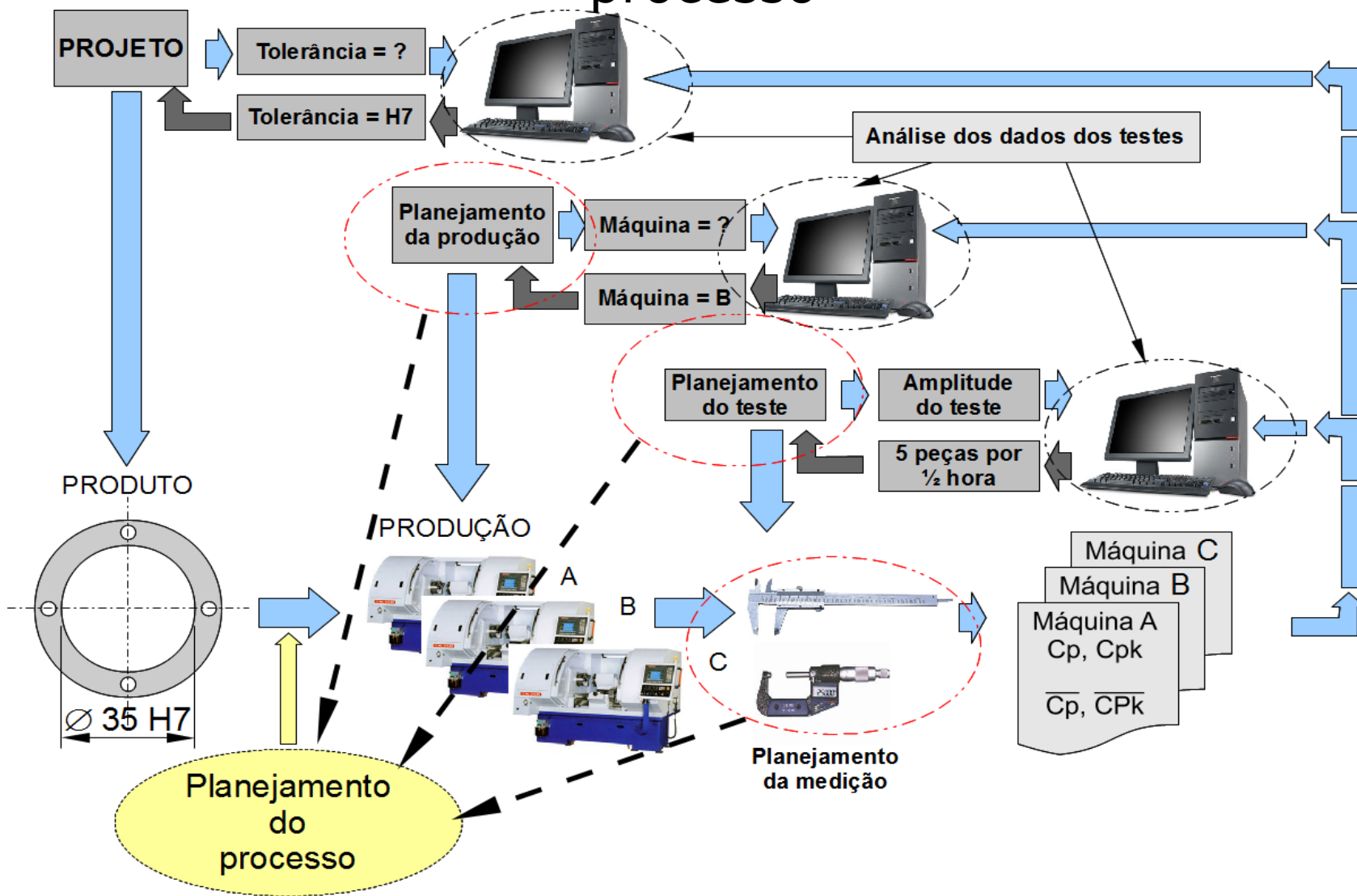


TEXTURA



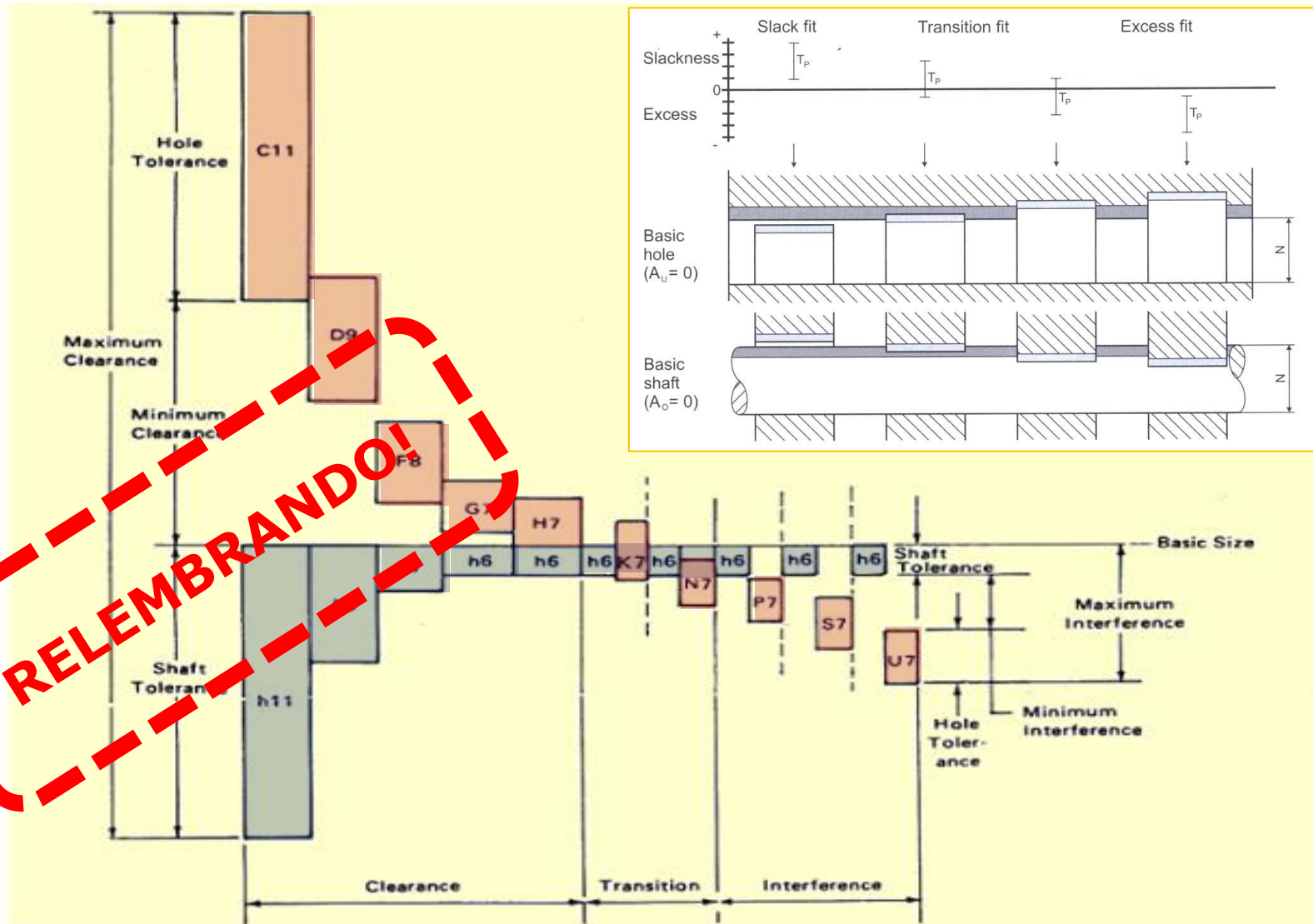


Controle do processo e medição no planejamento do processo



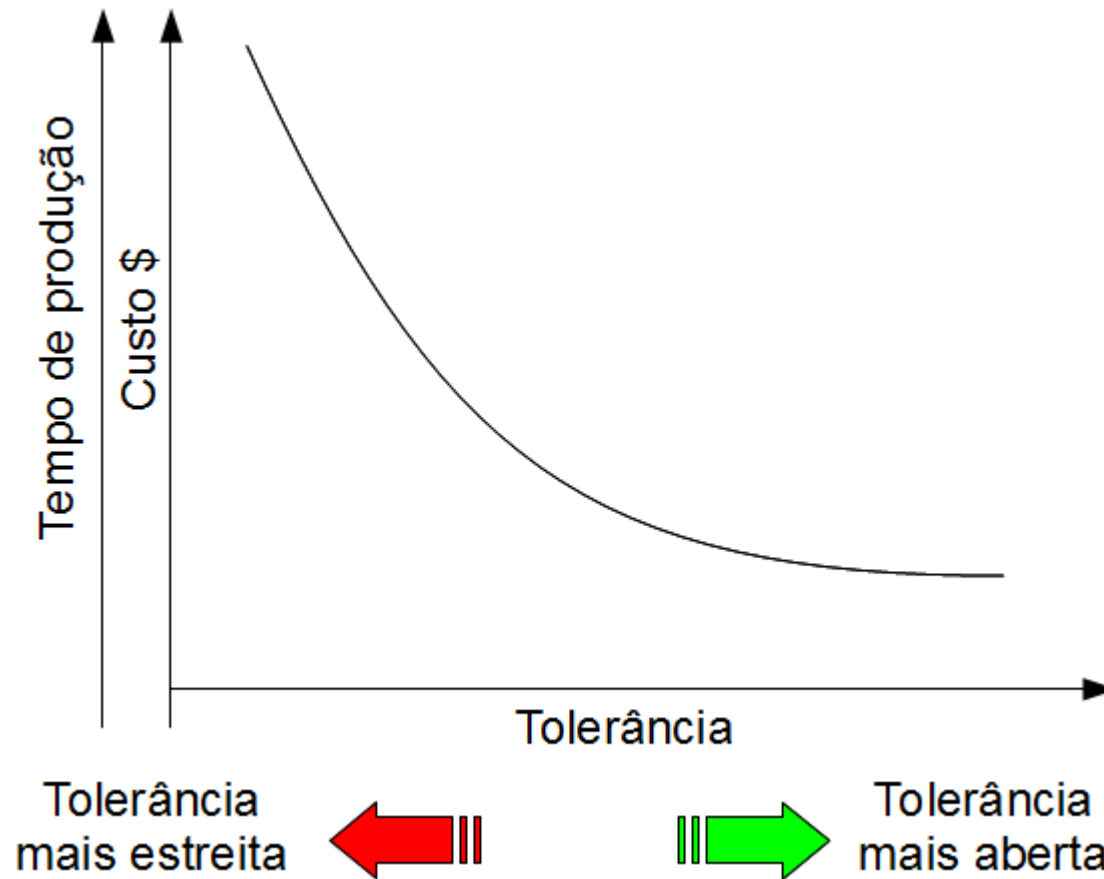


Seleção de tolerâncias



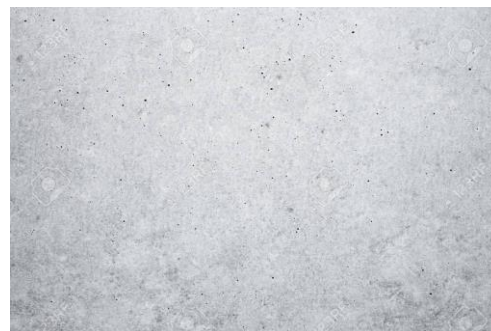
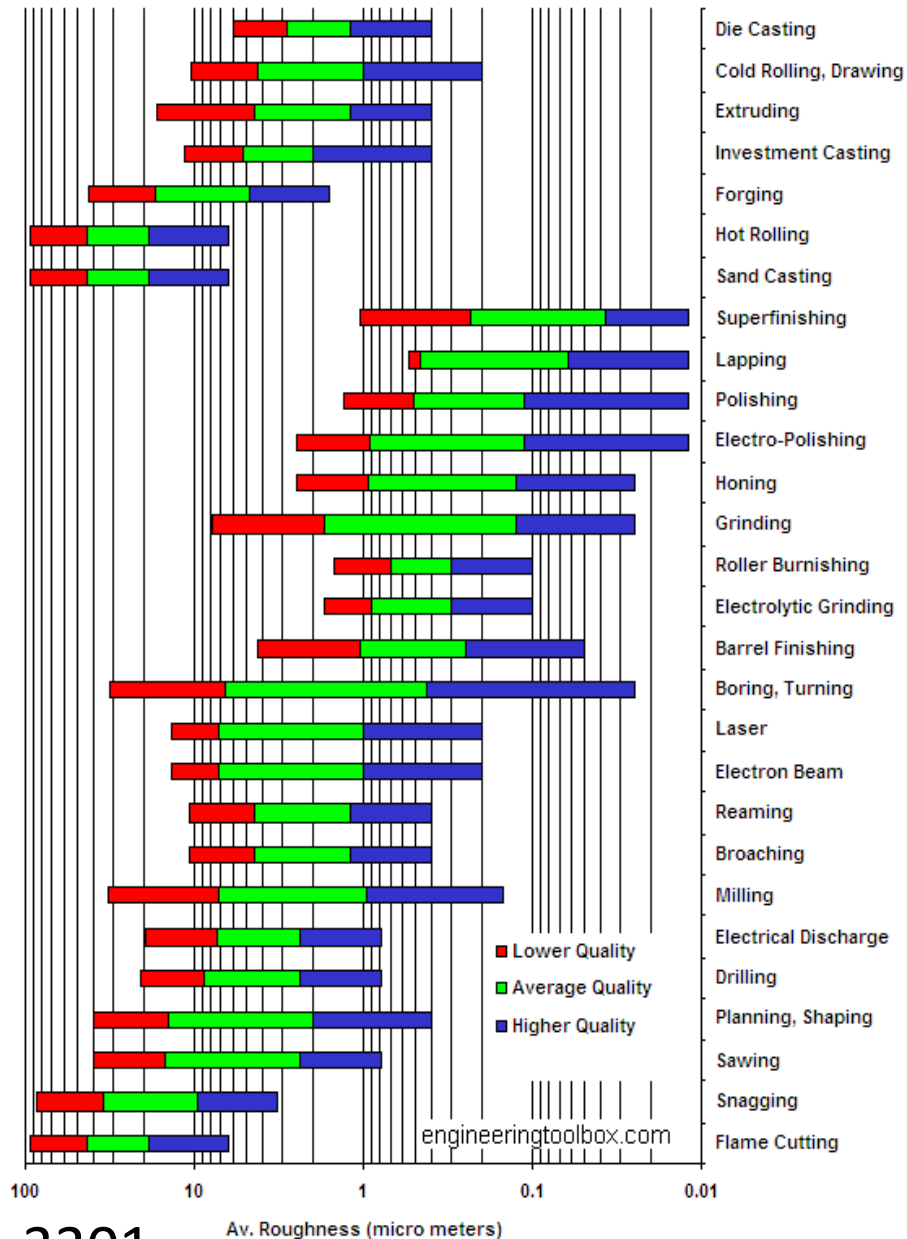


Relação entre custo de fabricação e tolerâncias





Seleção em função da textura superficial





Otimização das condições de corte

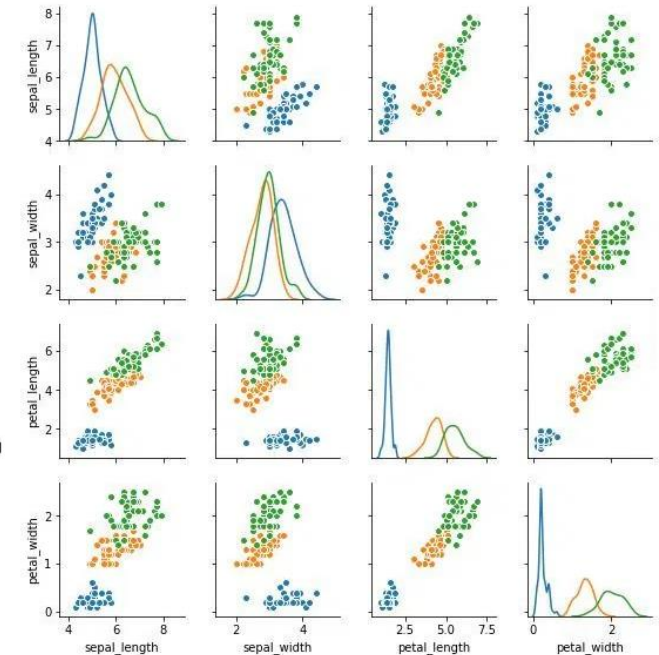
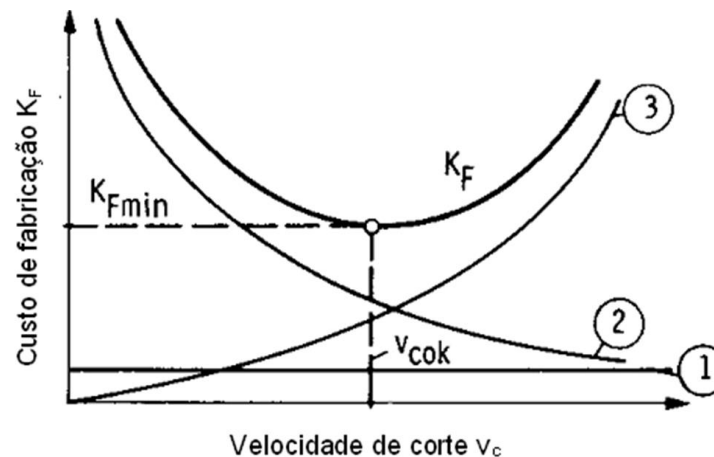
- **Definição:** Procedimento cujo objetivo é definir da melhor maneira possível, o valor mais adequado à operação em curso, em função de valores que podem ser pré-determinados ou conhecidos





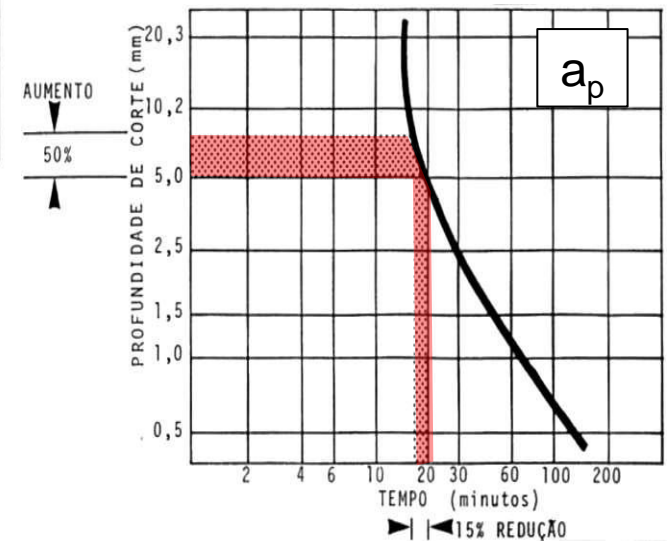
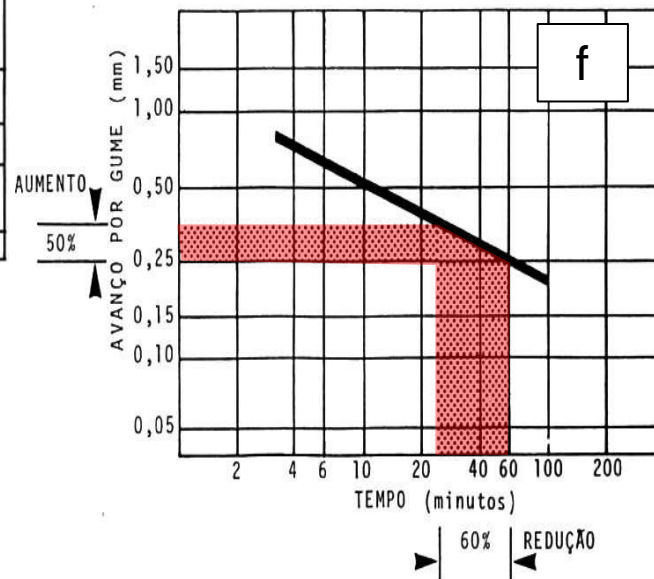
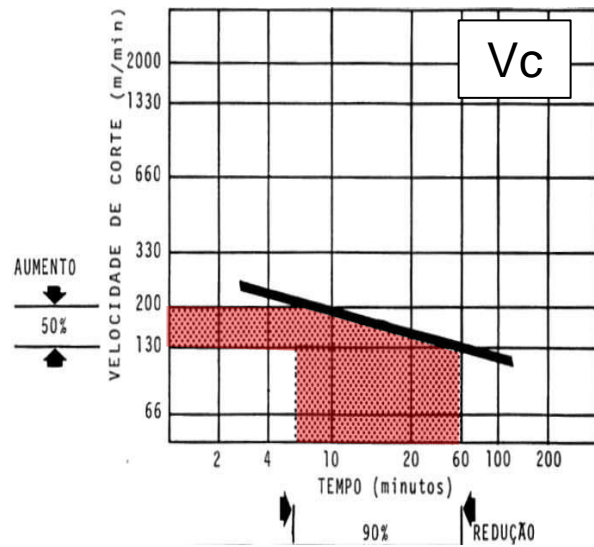
Otimização das condições de corte

- **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





Formação de custo



Custos de fabricação

Composição dos custos de usinagem

→ Custos diretos

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

→ Custos indiretos

- ✓ Impostos
- ✓ Amortizações
- ✓ outros





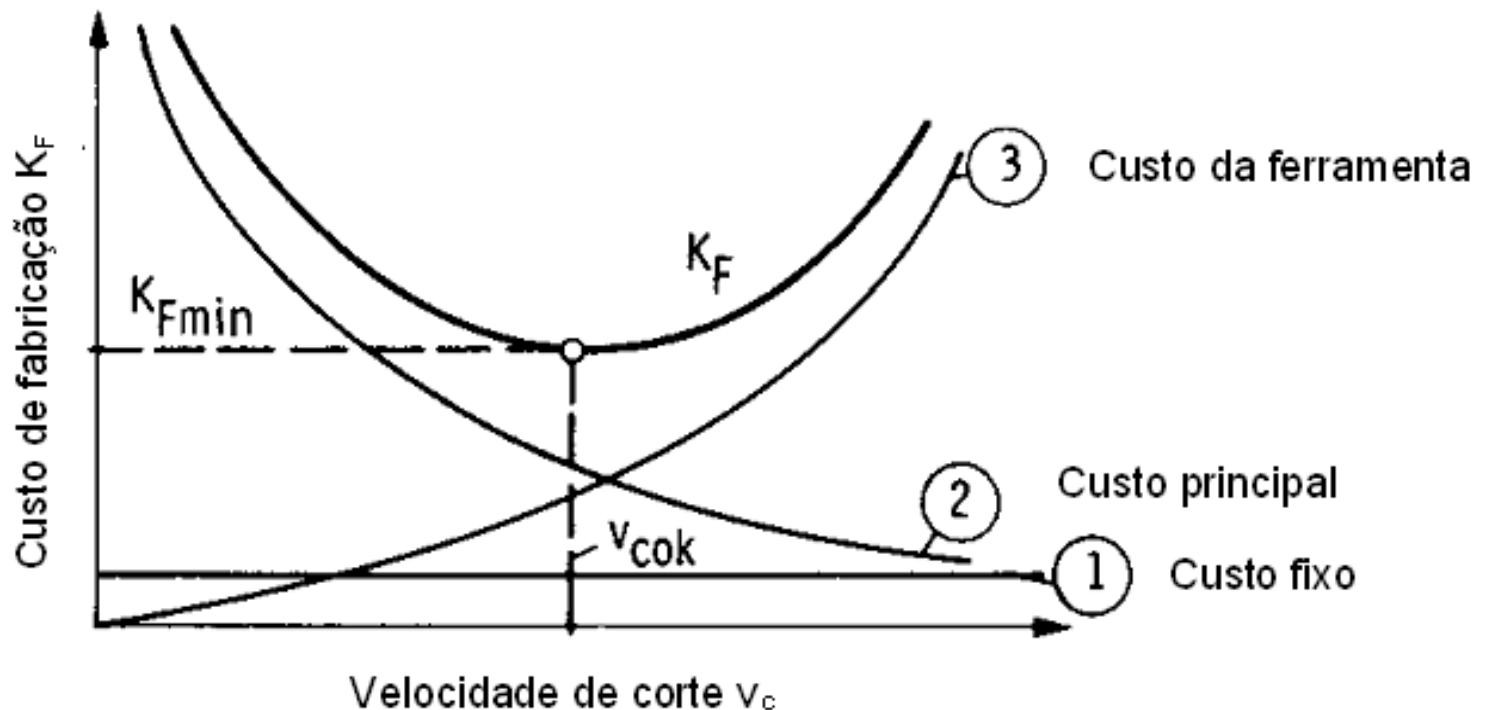
Consequências dos custos de salário / máquinas

- 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

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

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

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

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:

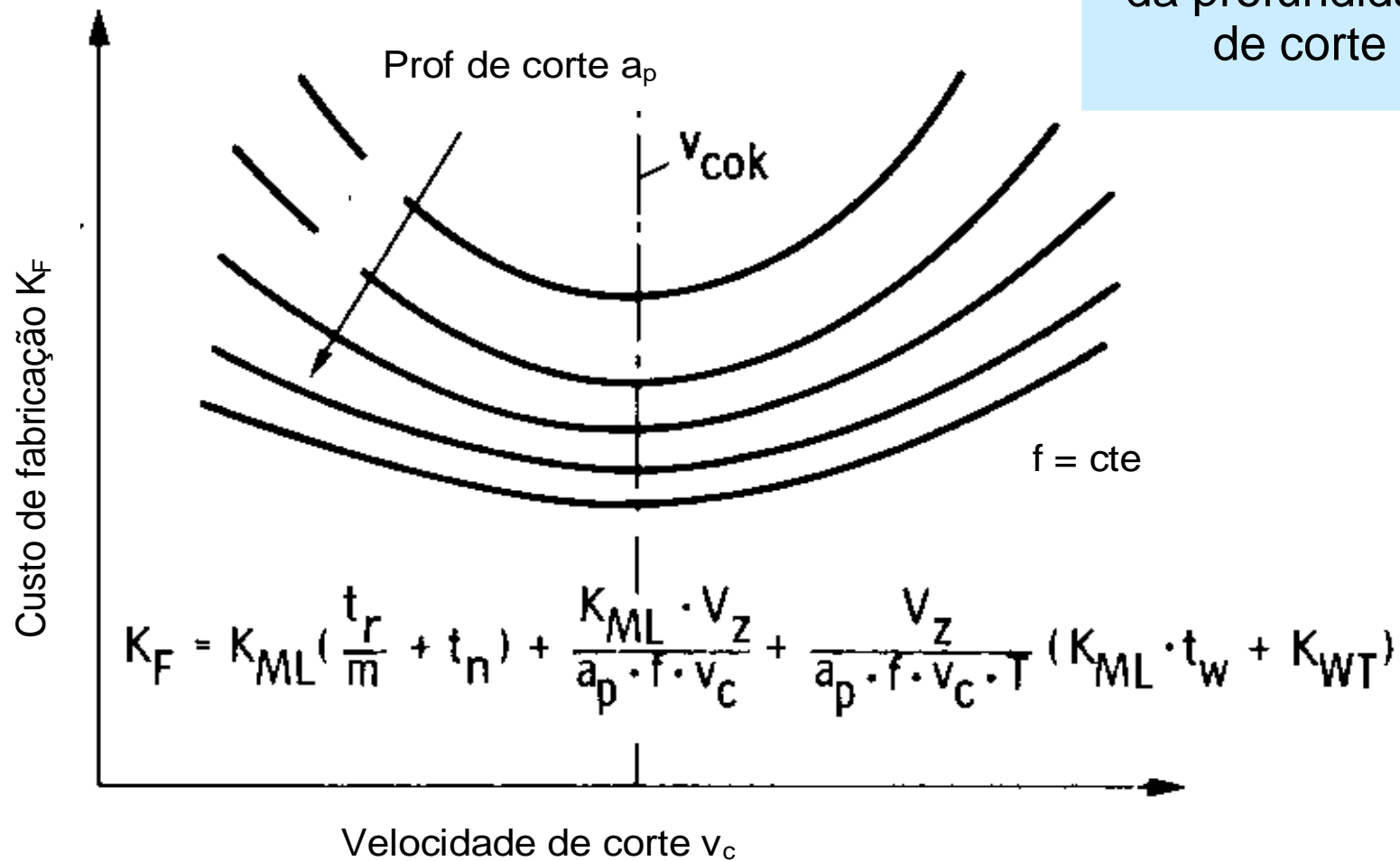
$$\frac{dt_e}{dv_c} = 0 \quad \Rightarrow \quad v_{coz} = \sqrt[k]{-(k+1) \cdot \frac{t_w}{C_V}}$$

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



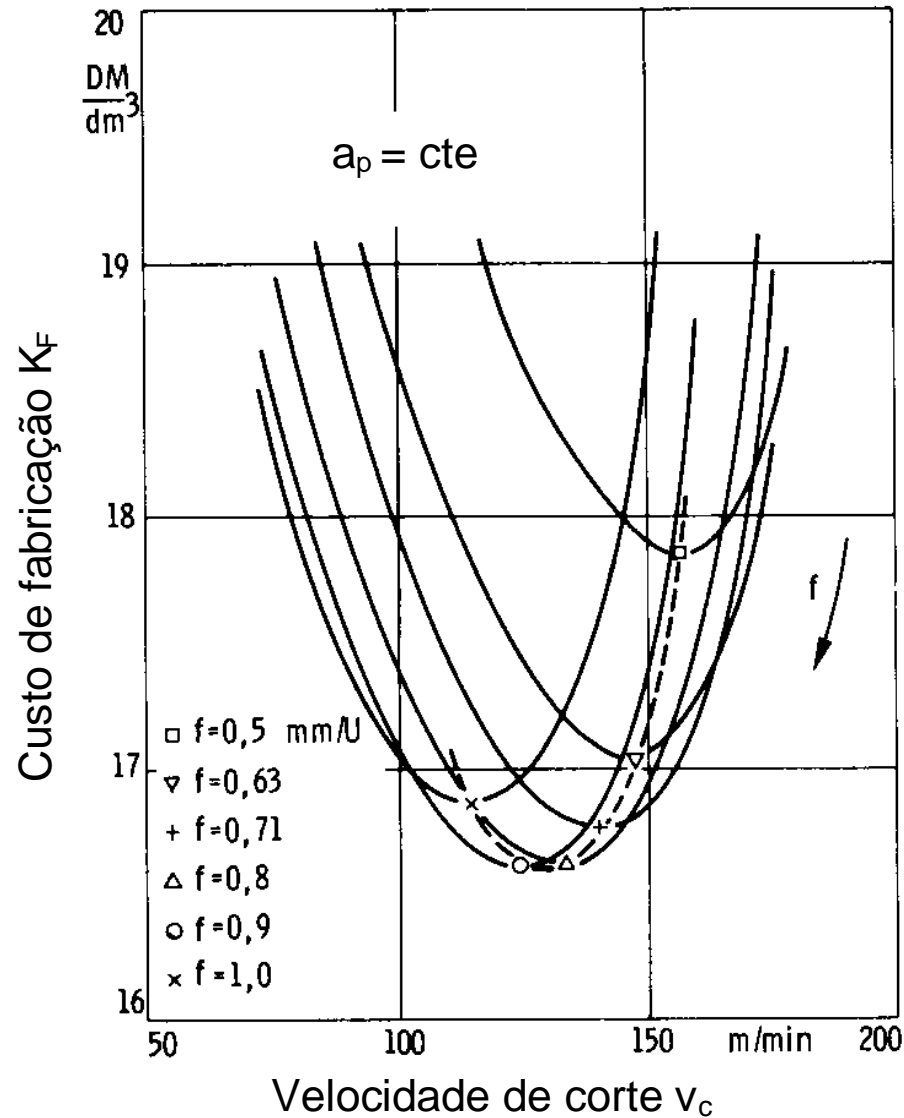
Efeito da profundidade de corte

Maximização 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



Seleção dos Processos



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

Simples



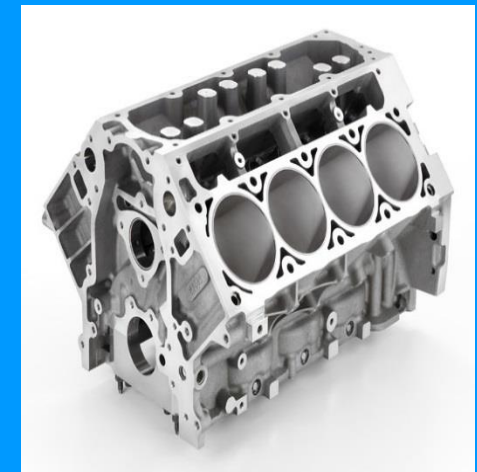
Média



Complexas



Muito complexas



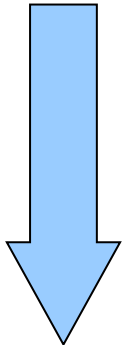


Classificação dos processos por critério econômico

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.

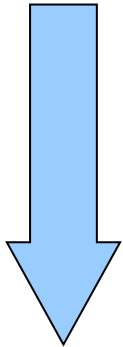


Classificação dos processos por critério econômico

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

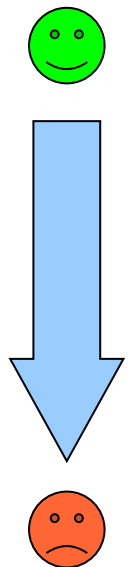


5. Por adição de material



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



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



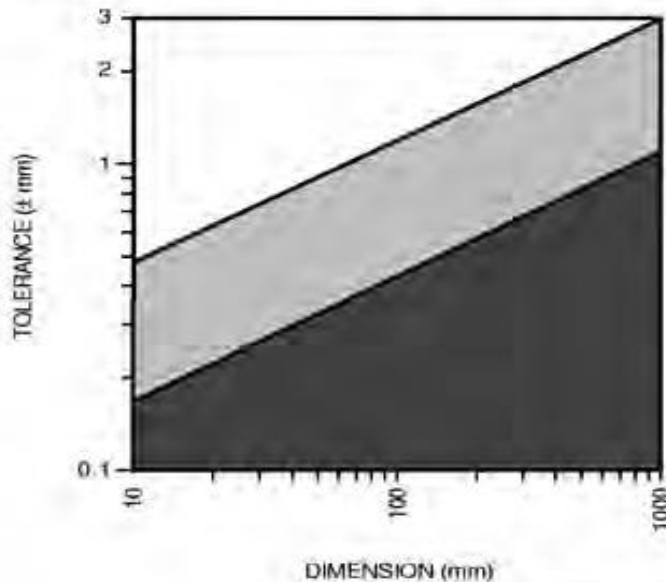
Process Information Maps - PRIMAS

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.

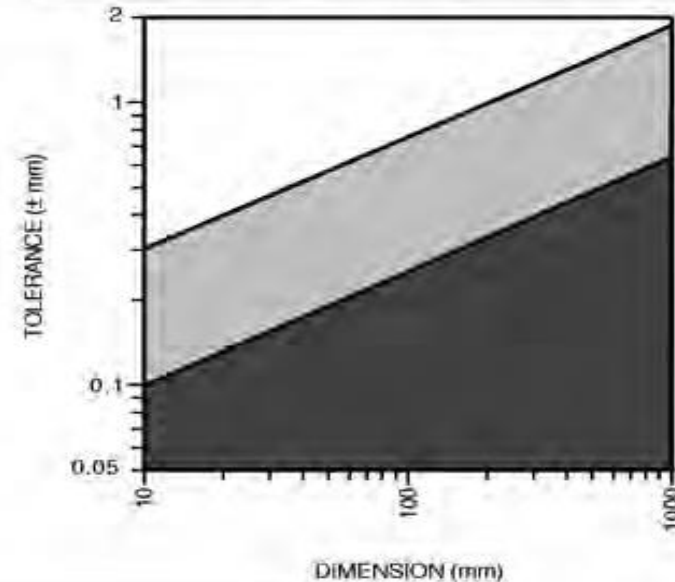


Exemplo do mapa para fundição em casca




SHELL MOULDING PROCESS CAPABILITY CHART FOR STEEL, IRON AND COPPER ALLOYS



SHELL MOULDING PROCESS CAPABILITY CHART FOR ALUMINIUM AND MAGNESIUM ALLOYS



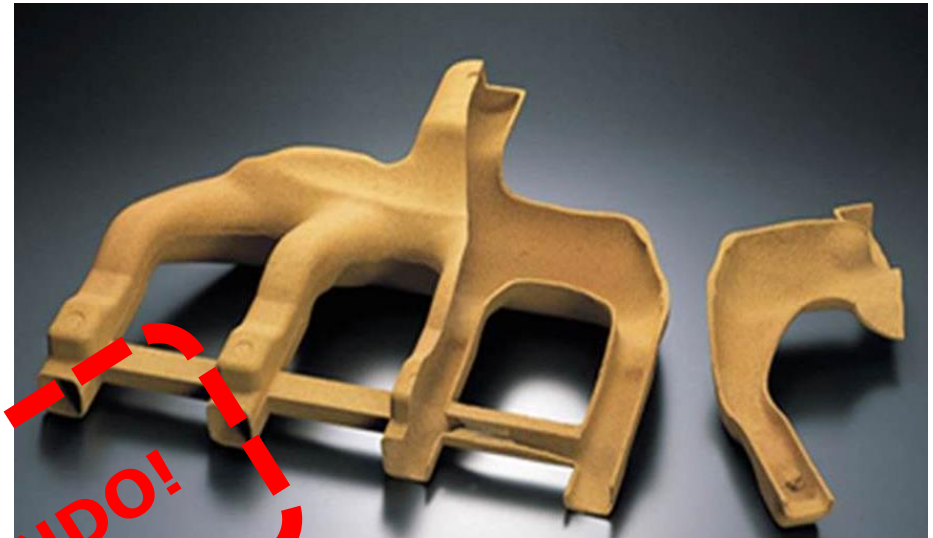
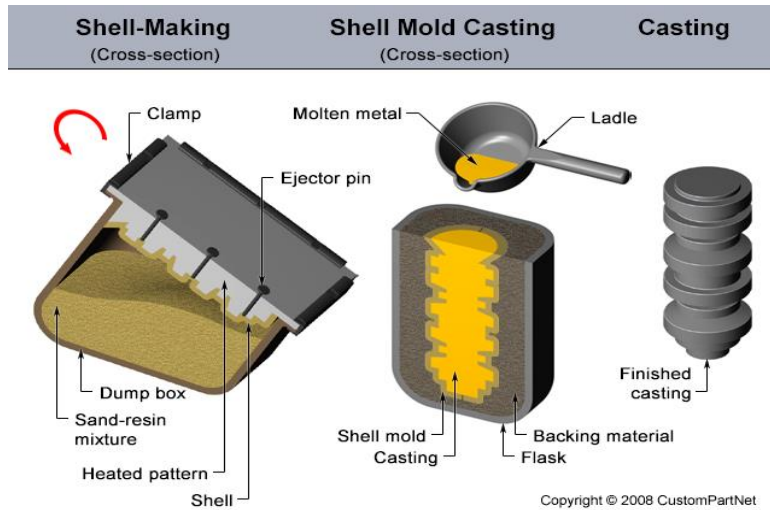
KEY:

-  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

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



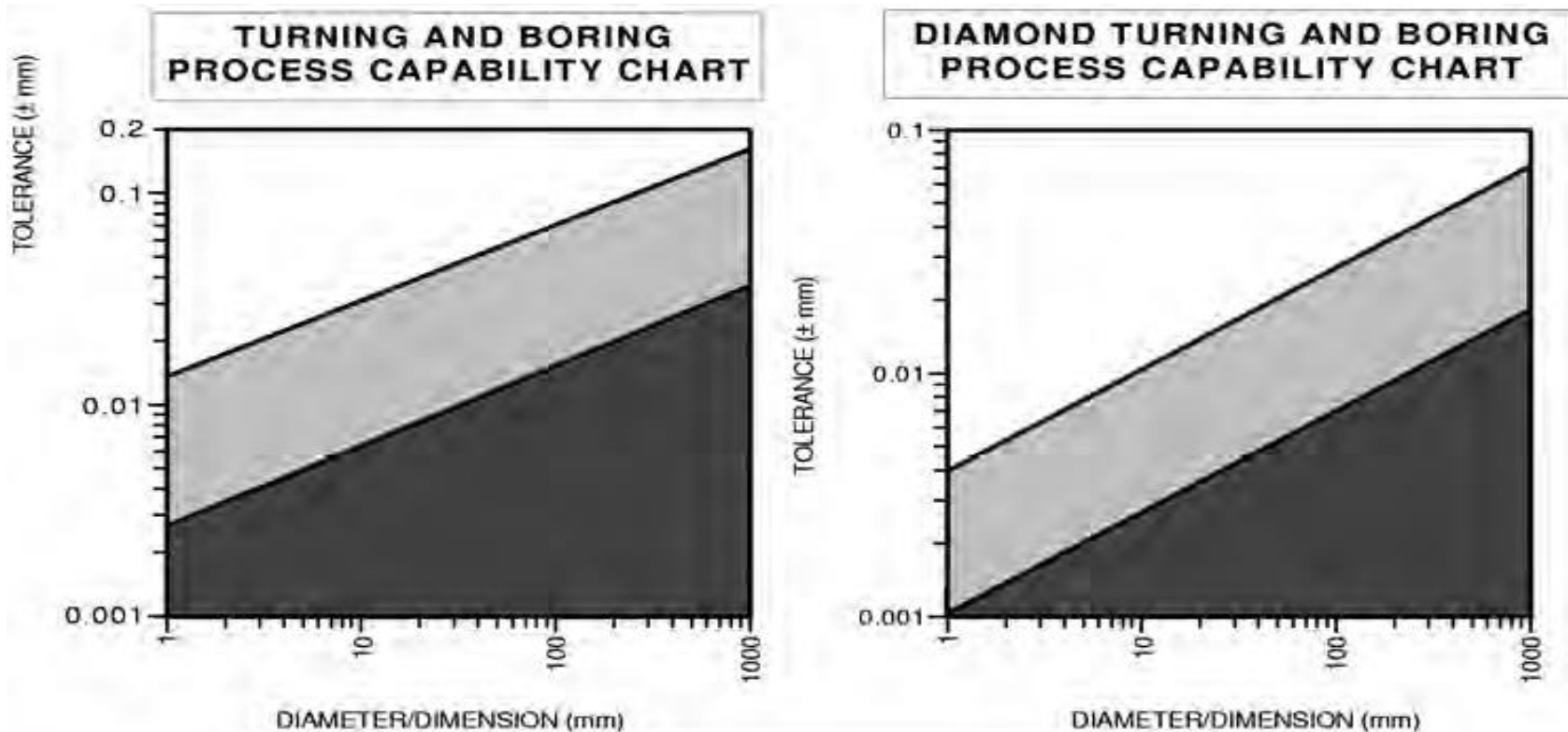
Fundição em casca



RELEMBRANDO!






Exemplo do mapa para torneamento



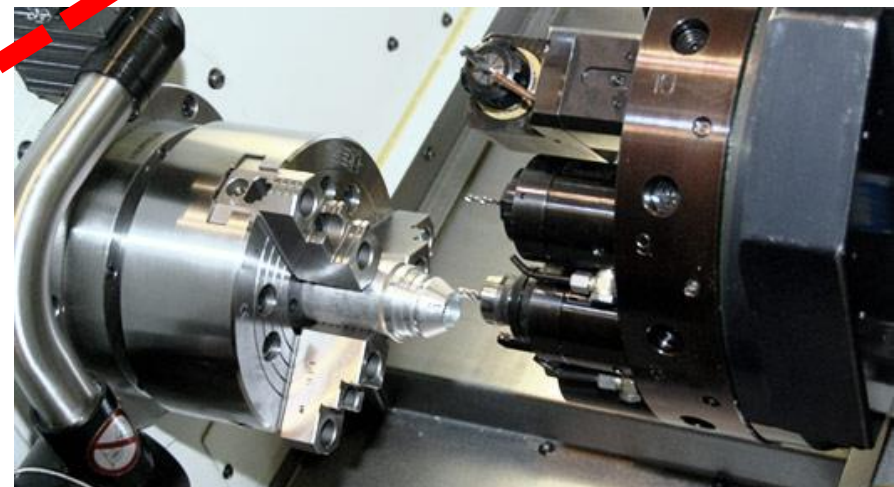
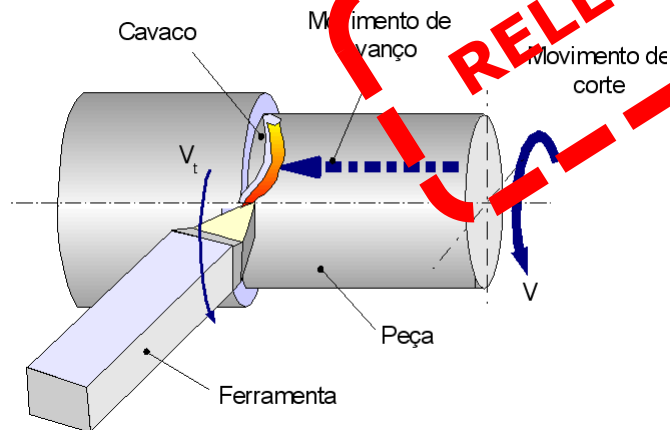
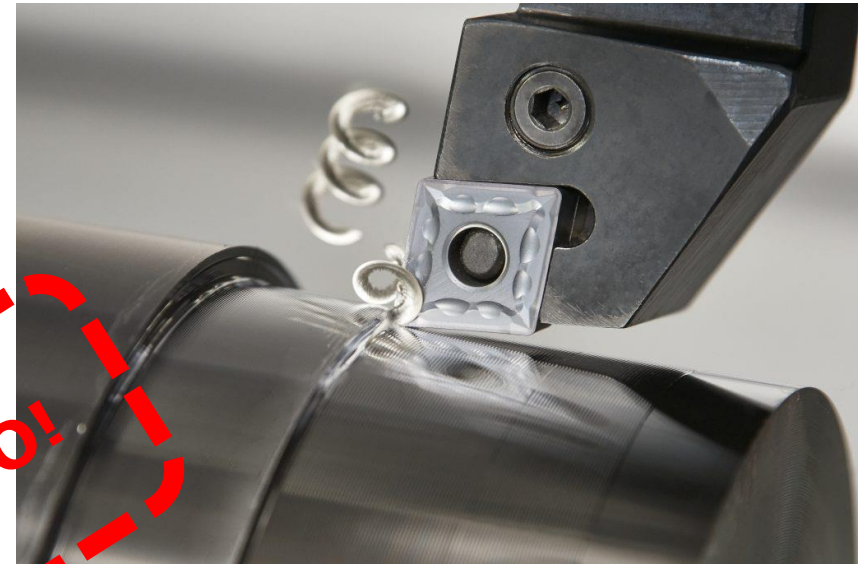
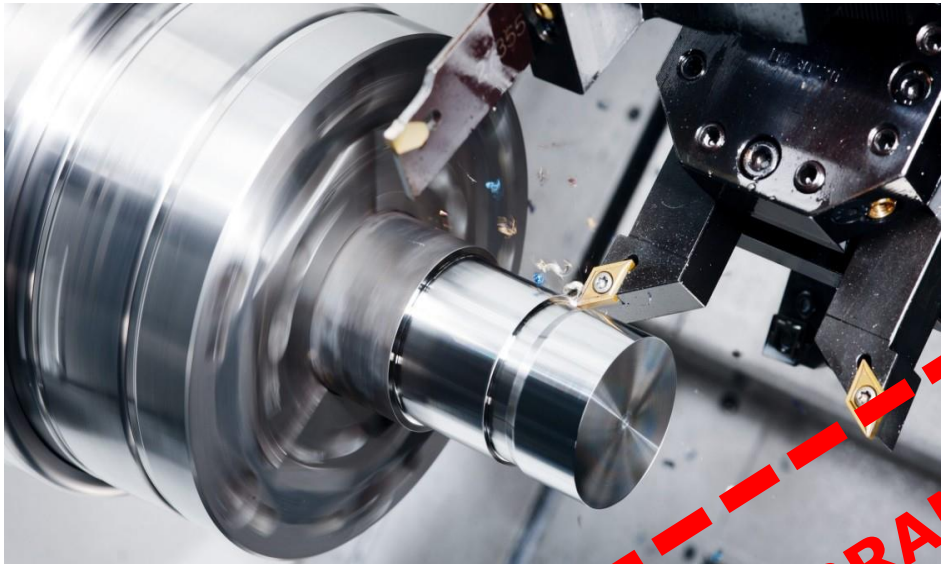
Swift, K., G.; Booker, J. D.;
Process Selection from Design
to Manufacturing, 2nd Ed. 2003

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

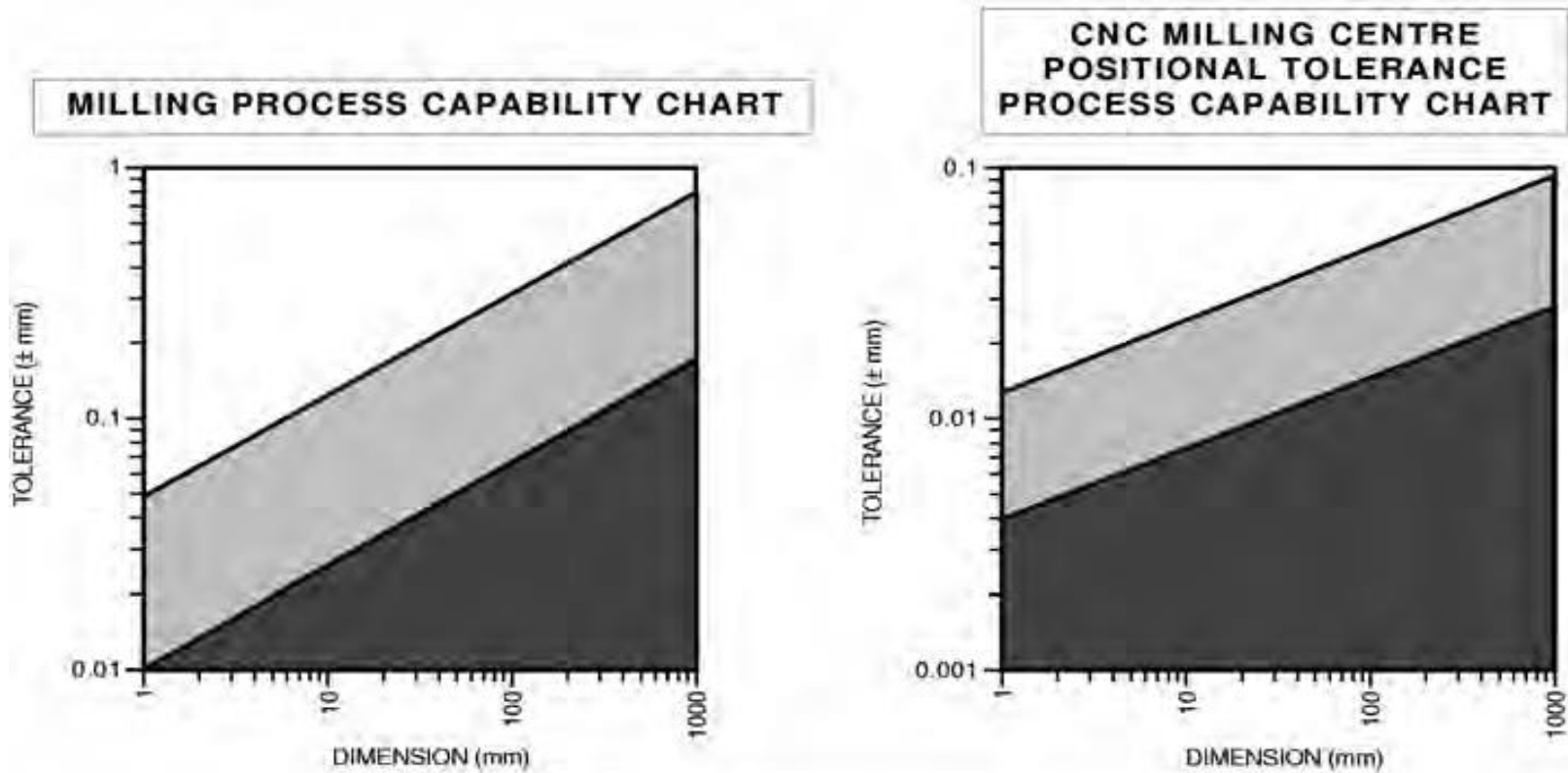


Exemplos de Torneamento

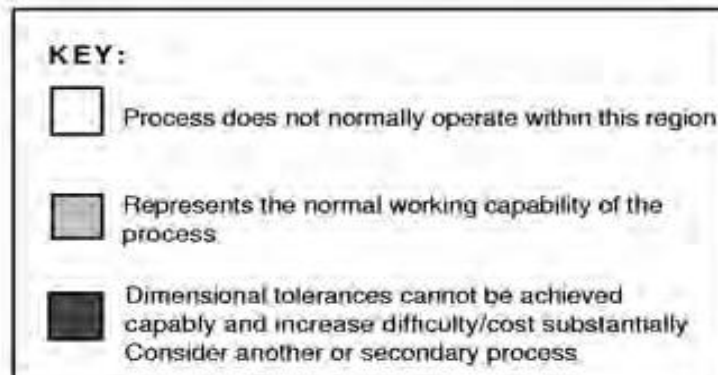




Exemplo do mapa para fresamento



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





Exemplos de fresamento





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

Critérios de otimização:

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



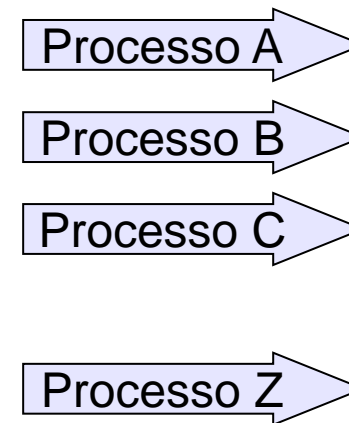
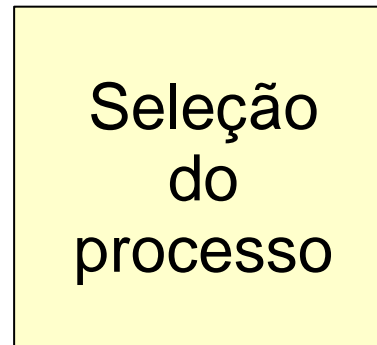
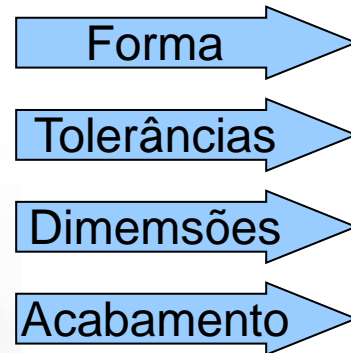
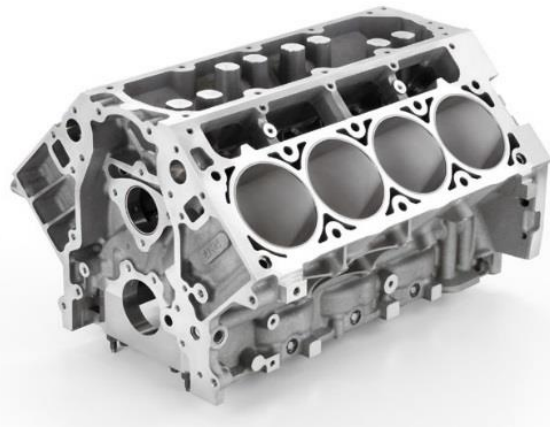
Decisões:

- 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

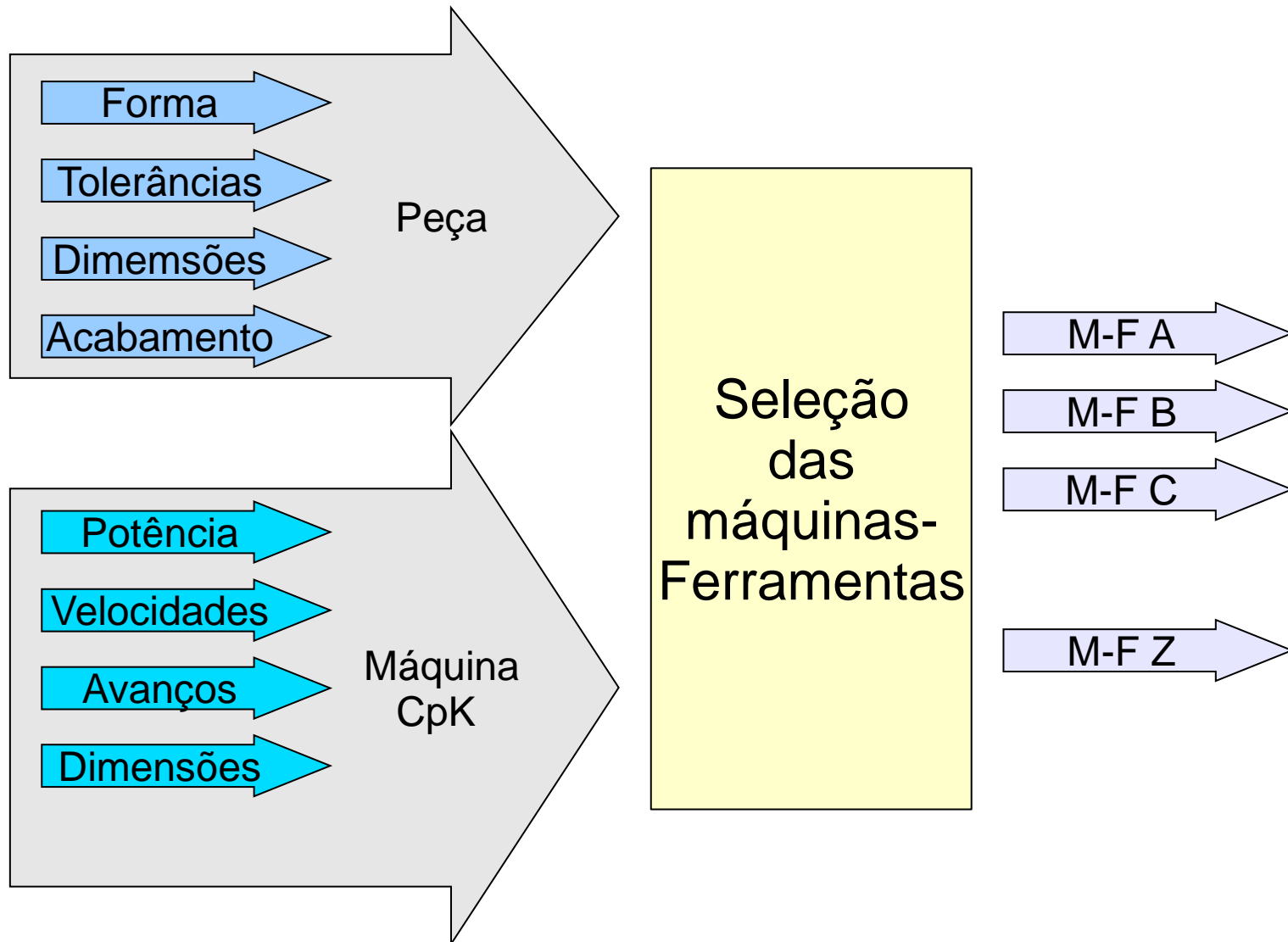


Seleção do processo de fabricação-remoção do material





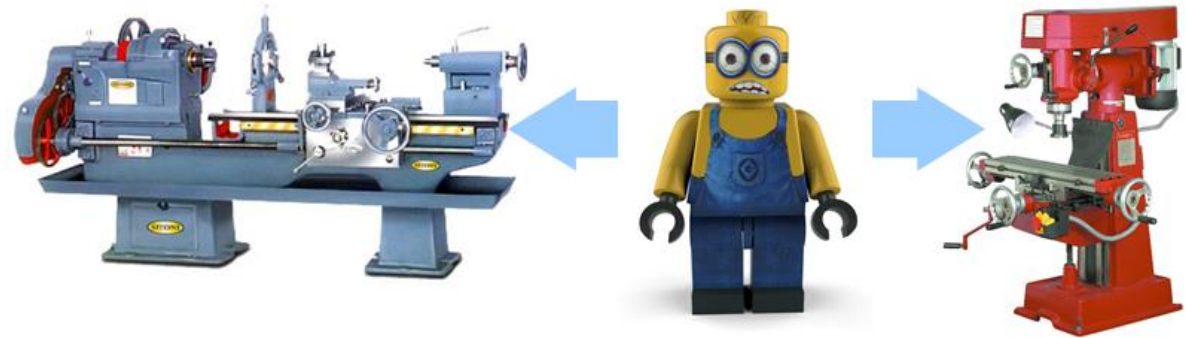
Seleção das máquinas-ferramentas





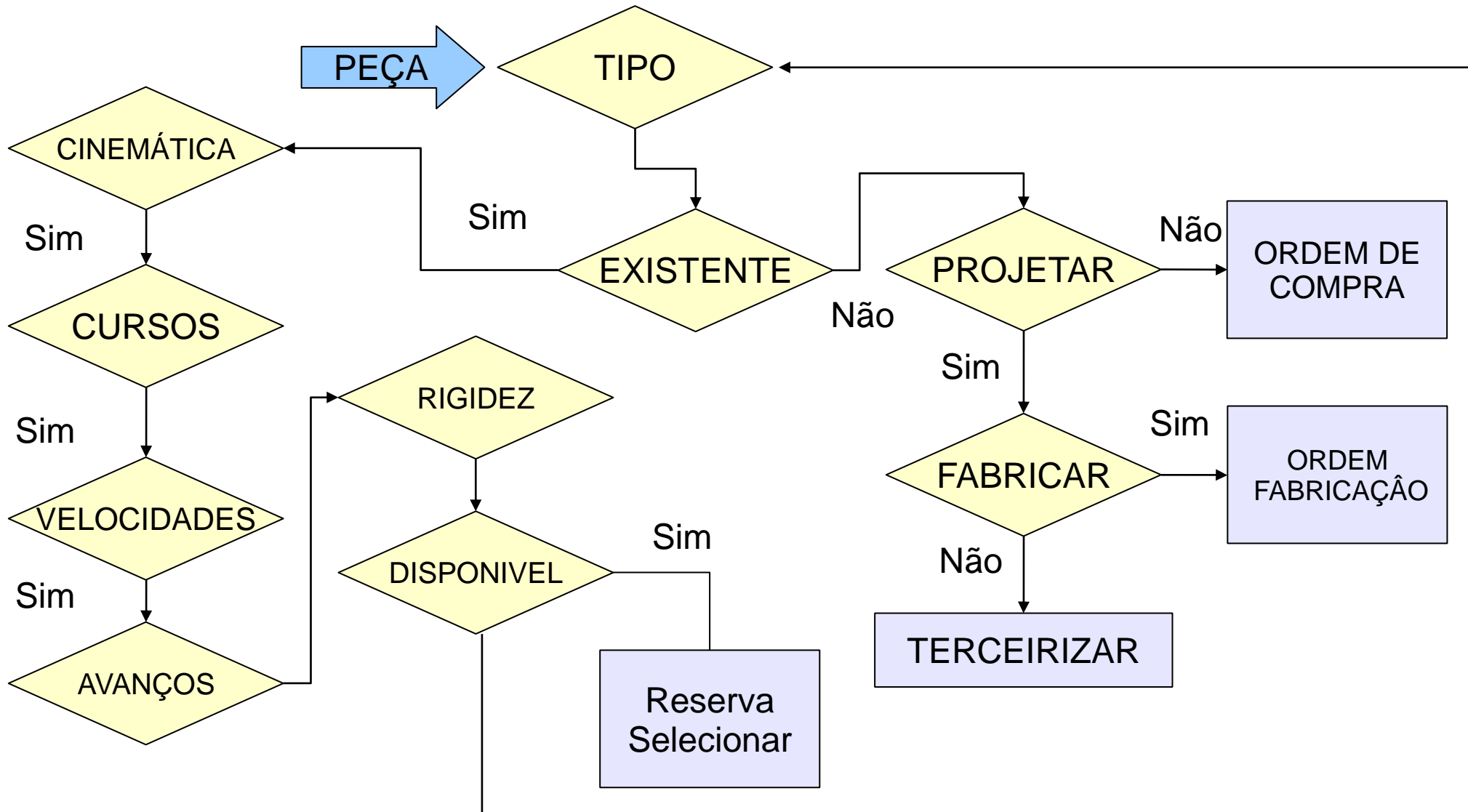
Seleção das máquinas-ferramentas

- 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



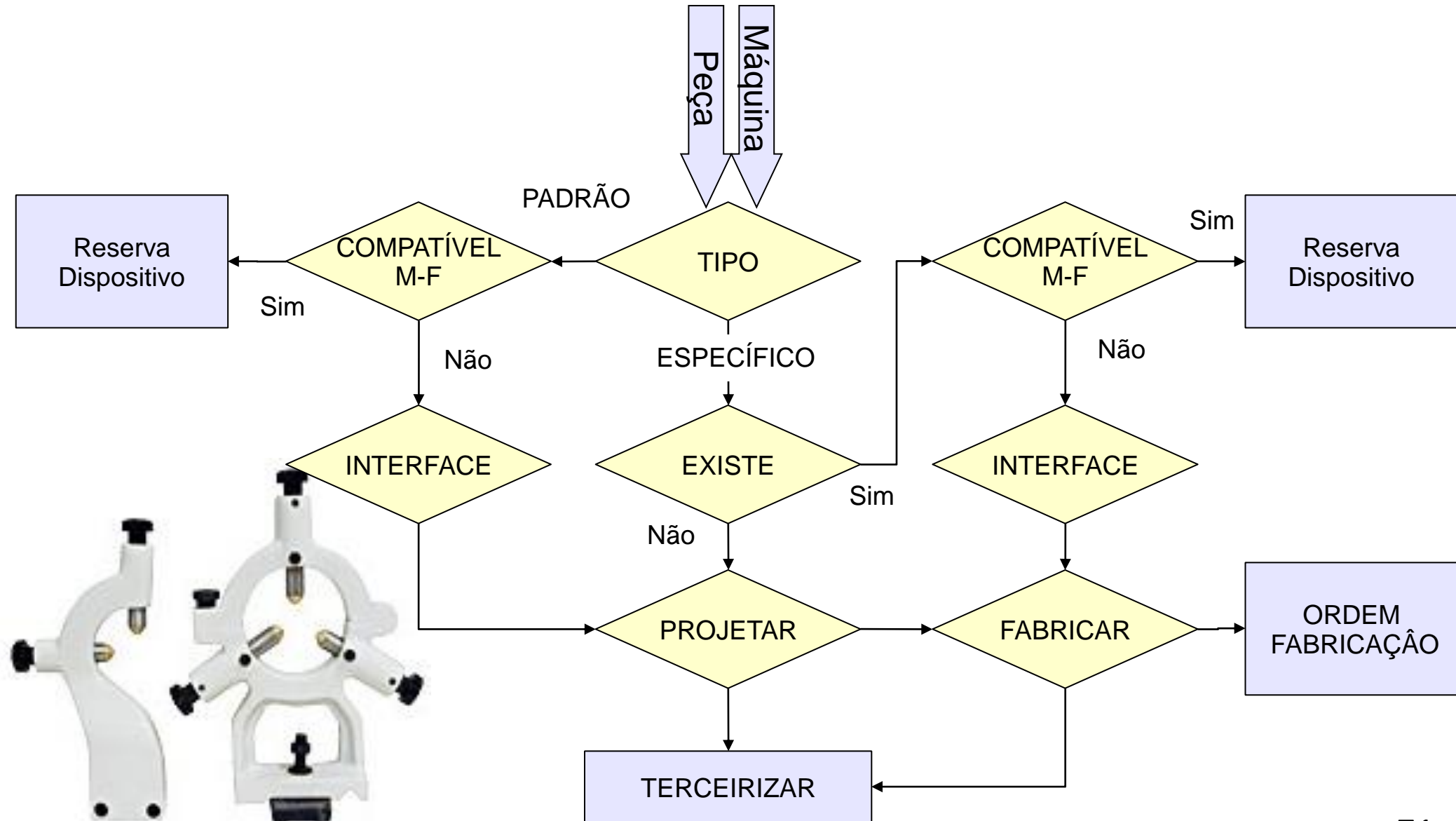


Seleção das máquinas-ferramentas





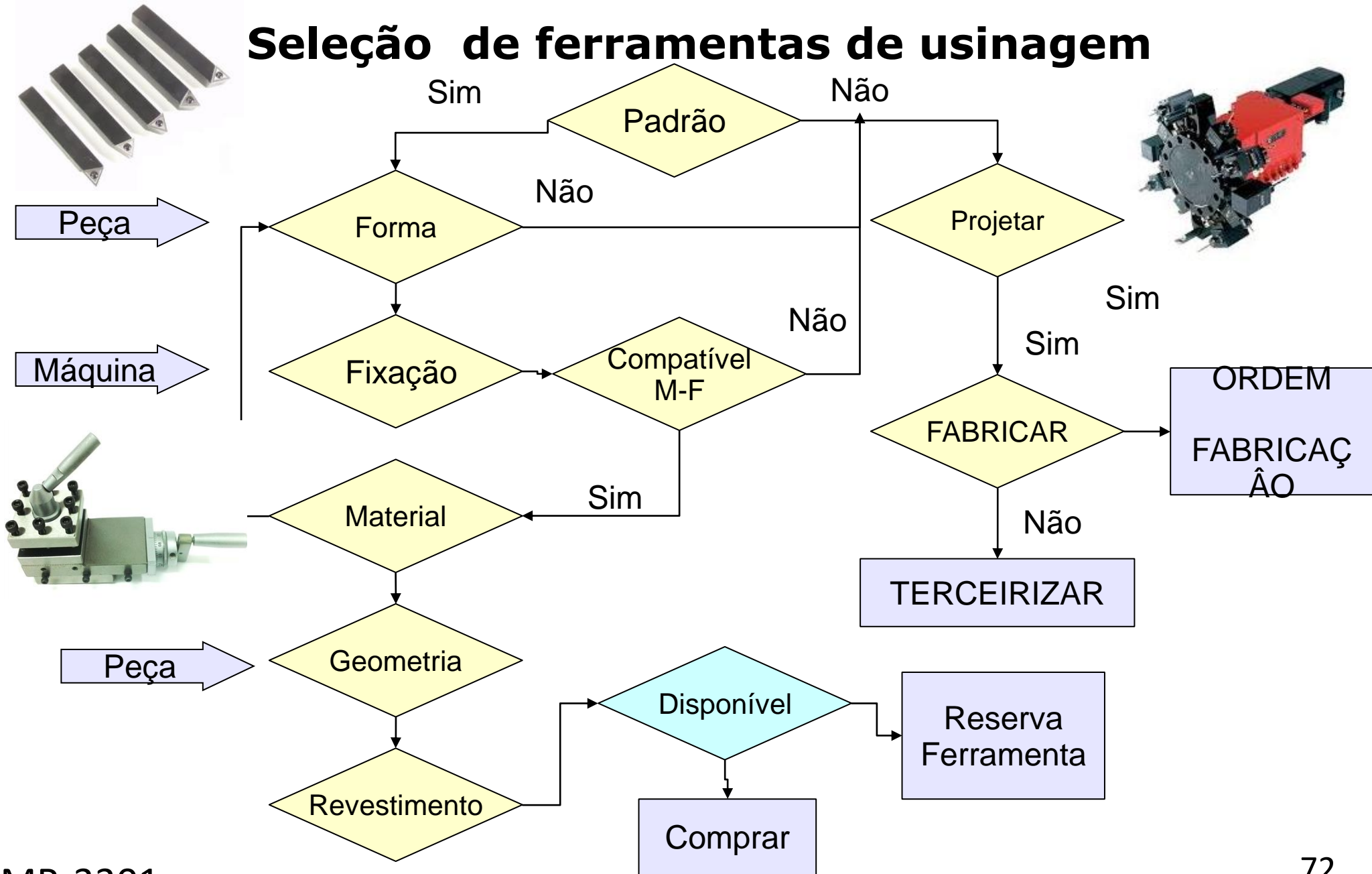
Seleção do ferramental



PMR-3301



Seleção de ferramentas de usinagem





Seleção dos parâmetros de usinagem

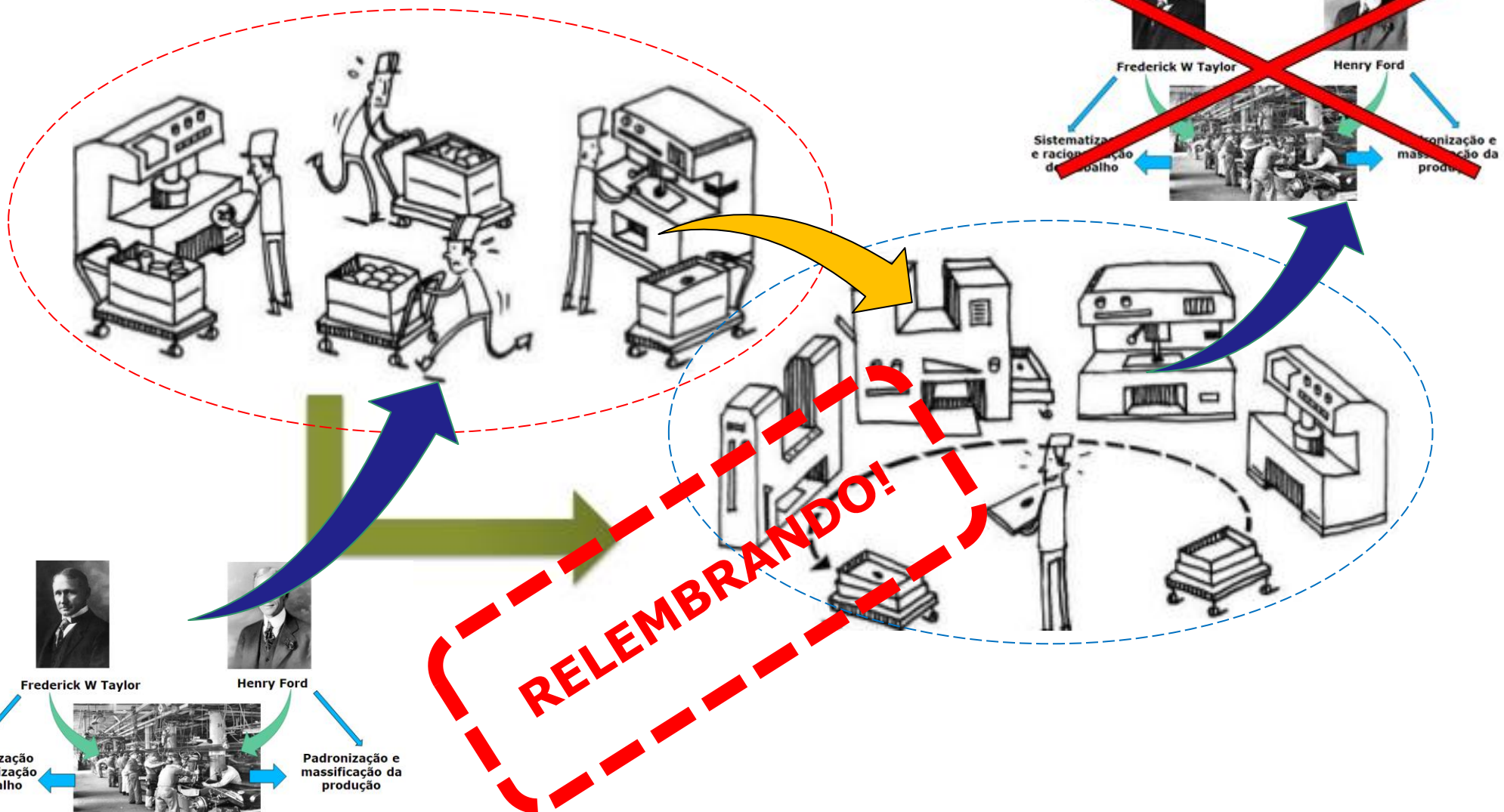
$V_c = f$ (material peça, material da ferramenta, operação (desbaste-acabamento), processo (torneamento, fresamento ...))

Material group	Material designation	Strength [N/mm ²]	v_c [m/min]			f [mm/rev.]			a_p [mm]			Recommendation WSP				Cooling lubricant						
												0°		7°								
			Min.	Start	Max.	Min.	Start	Max.	Min.	Start	Max.	Type	Chip breaker	Type	Chip breaker							
13.0	Stainless steel, sulphured	< 700	180	–	220	–	260	0.10	–	0.20	–	0.30	1.50	–	2.20	–	3.00	HB 7120	VS			dry
			140	–	180	–	220	0.15	–	0.25	–	0.30	1.50	–	2.20	–	3.00	HB 7135	VS	HB 7135	VM	dry
13.1	Stainless steel, austenitic	< 700	180	–	220	–	260	0.10	–	0.20	–	0.30	1.50	–	2.20	–	3.00	HB 7120	VS			dry
			140	–	180	–	220	0.15	–	0.25	–	0.30	1.50	–	2.20	–	3.00	HB 7135	VS	HB 7135	VM	dry
13.2	Stainless steel, austenitic	< 850	140	–	180	–	220	0.10	–	0.20	–	0.30	1.20	–	1.80	–	3.00	HB 7120	VS			Emulsion
			120	–	150	–	200	0.15	–	0.25	–	0.30	1.50	–	2.20	–	3.00	HB 7135	VS	HB 7135	VM	Emulsion
13.3	Stainless steel, martensitic	< 1100	140	–	180	–	220	0.10	–	0.20	–	0.30	1.20	–	1.80	–	3.00	HB 7120	VS			Emulsion
			120	–	150	–	200	0.15	–	0.25	–	0.30	1.50	–	2.20	–	3.00	HB 7135	VS	HB 7135	VM	Emulsion
14.0	Special alloys	< 1200	30	–	50	–	80	0.10	–	0.20	–	0.30	0.70	–	1.50	–	2.00	HB 7120	VS	HB 7135	VM	Emulsion
			20	–	30	–	40	0.15	–	0.18	–	0.22	1.50	–	2.00	–	2.50			HU 70AL	ALX	Emulsion
15.0	Cast iron (GG)	< 180 HB	200	–	250	–	320	0.12	–	0.20	–	0.30	0.50	–	1.50	–	2.20	CU 7033	SS	CU 7033	SS	dry
			300	–	400	–	700	0.05	–	0.15	–	0.30	0.05	–	0.15	–	0.50	CBN 725	G			dry
15.1	Cast iron (GG)	> 180 HB	170	–	200	–	280	0.12	–	0.20	–	0.30	0.50	–	1.50	–	2.20	CU 7033	SS	CU 7033	SS	dry
			300	–	400	–	700	0.05	–	0.15	–	0.30	0.05	–	0.15	–	0.50	CBN 725	G			dry
15.2	Cast iron (GGG, GT)	> 180 HB	170	–	200	–	280	0.12	–	0.20	–	0.30	0.50	–	1.50	–	2.20	CU 7033	SS	CU 7033	SS	dry
			300	–	400	–	700	0.05	–	0.15	–	0.30	0.05	–	0.15	–	0.50	CBN 725	G			dry
15.3	Cast iron (GGG, GT)	> 260 HB	150	–	180	–	250	0.12	–	0.20	–	0.30	0.50	–	1.50	–	2.20	CU 7033	SS	CU 7033	SS	dry
			300	–	400	–	700	0.05	–	0.15	–	0.30	0.05	–	0.15	–	0.50	CBN 725	G			dry
16.0	Titanium, titanium alloys	< 850	30	–	50	–	80	0.10	–	0.20	–	0.30	0.70	–	1.50	–	2.00	HB 7120	VS	HB 7135	VM	Emulsion
			20	–	30	–	40	0.15	–	0.18	–	0.22	1.50	–	2.00	–	2.50			HU 70AL	ALX	Emulsion
16.1	Titanium, titanium alloys	850 – 1200	30	–	50	–	80	0.10	–	0.20	–	0.30	0.70	–	1.50	–	2.00	HB 7120	VS	HB 7135	VM	Emulsion
			20	–	30	–	40	0.15	–	0.18	–	0.22	1.50	–	2.00	–	2.50			HU 70AL	ALX	Emulsion



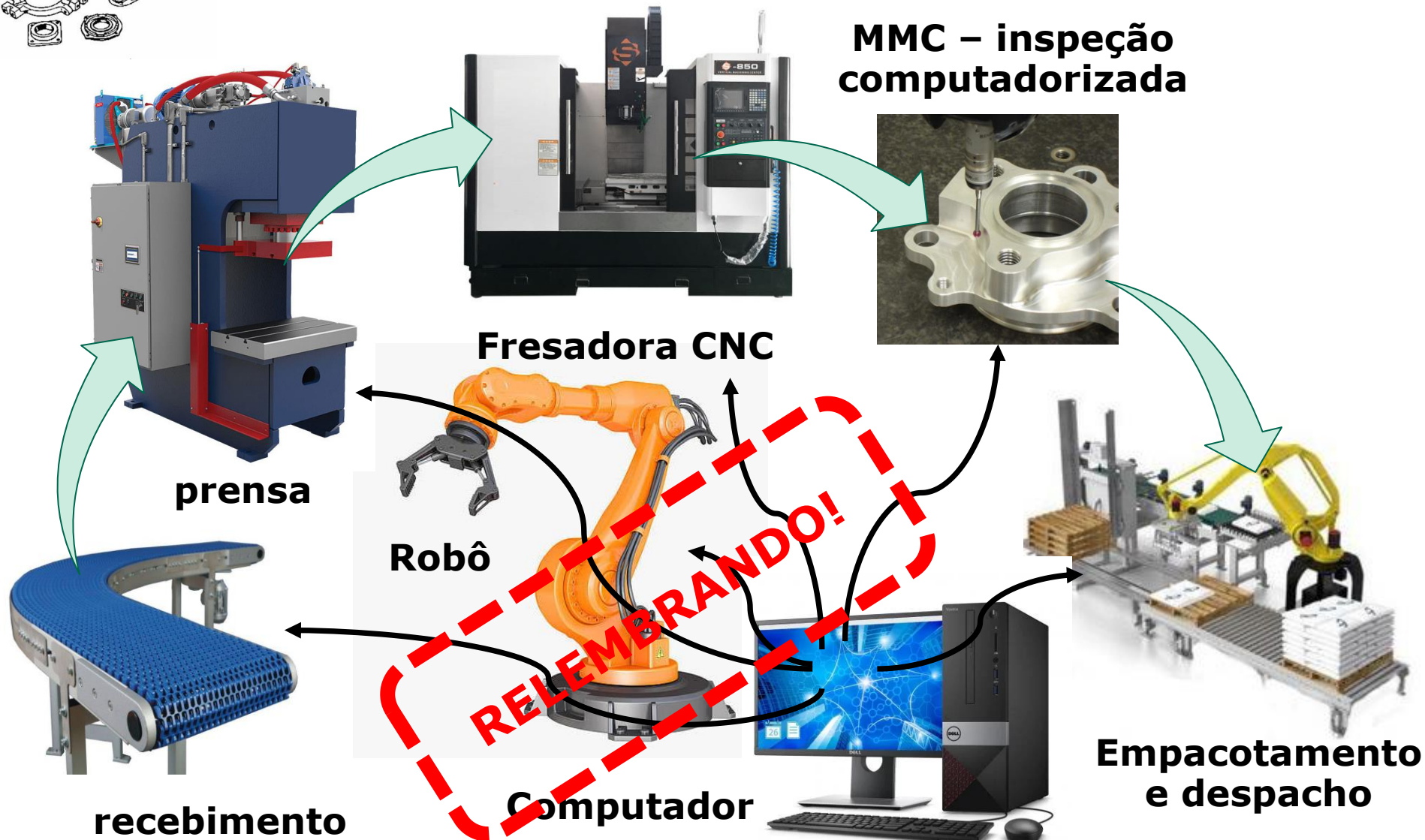
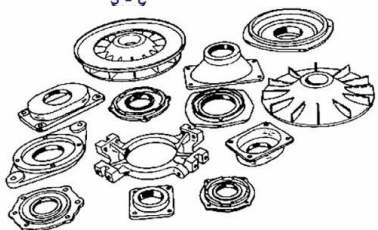
Automatização da usinagem

Células de manufatura





Automatização da usinagem Célula de manufatura



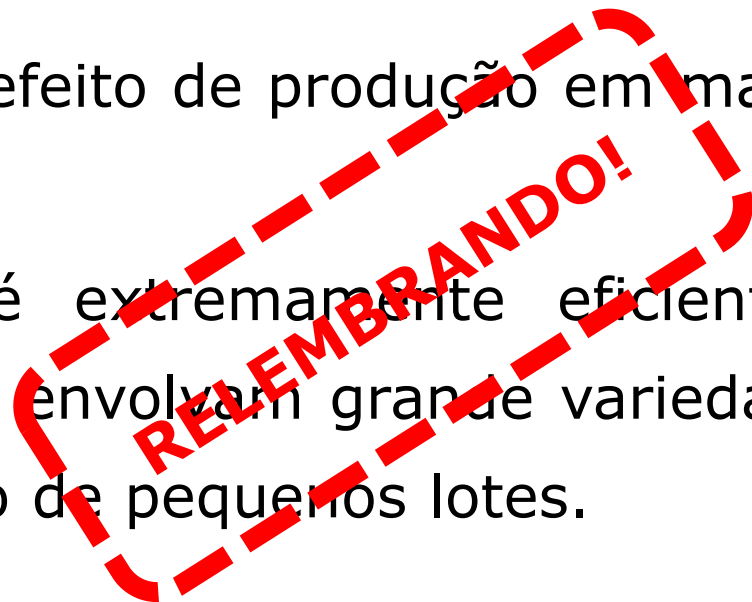


Tecnologia de Grupo

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.

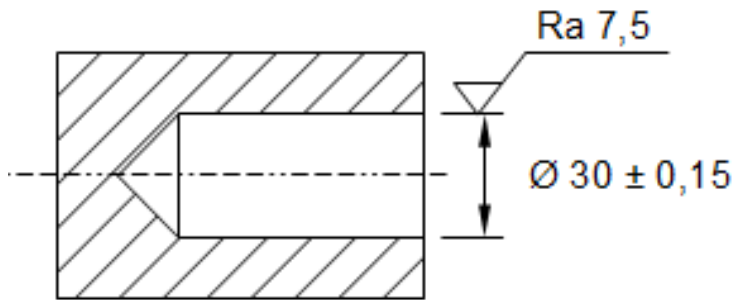
Proporciona o efeito de produção em massa em pequenos e médios lotes.

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





Exemplo de planejamento



!	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



- 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.

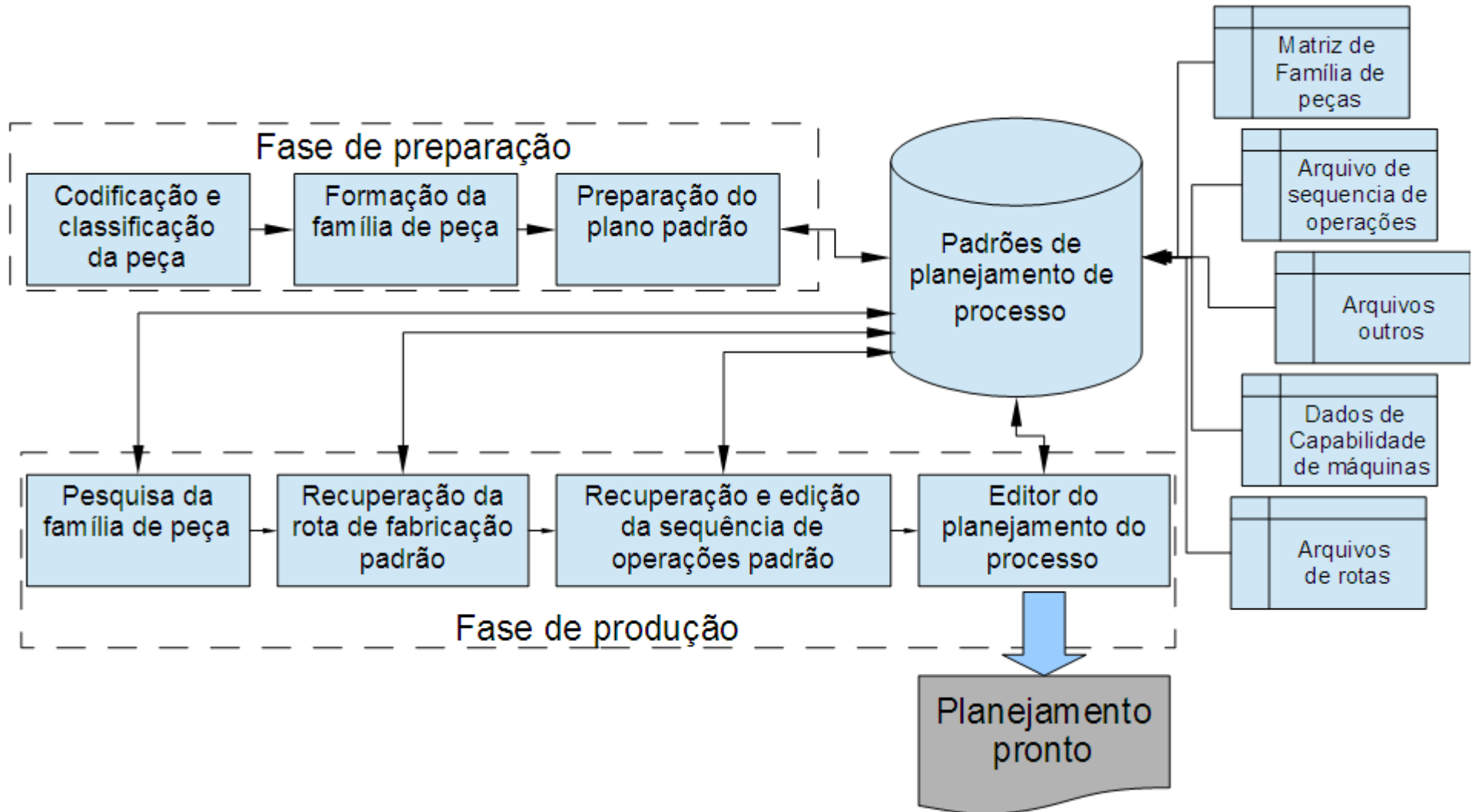


Vantagens e limitações dos sistemas CAPP variantes

- 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.





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



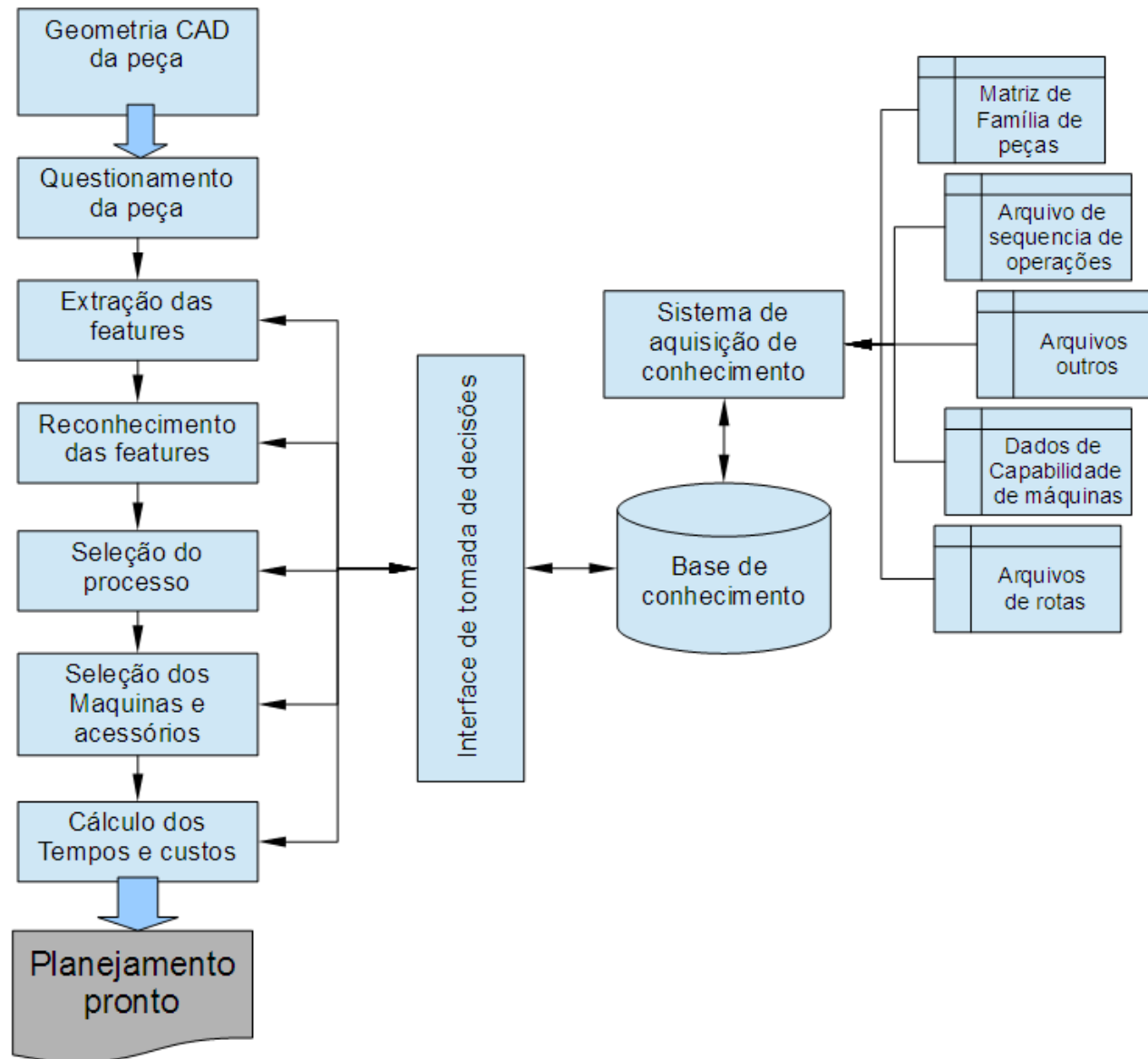
Sistemas CAPP Generativos

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?



Fim da aula