

TECNOLOGIA X CONHECIMENTO NA FABRICAÇÃO MOLDES E MATRIZES¹

Silvio Baucó²

Resumo

O objetivo deste artigo é demonstrar como podemos ganhar em produtividade, quando elevamos nosso nível de conhecimento com as tecnologias existentes.

Palavras-chave: Competitividade; Moldes; Matrizes; Tecnologia.

TECHNOLOGY X KNOWLEDGE IN THE MANUFACTURE DIE AND MOULD

Abstract

The objective of this article is to demonstrate as we can earn in productivity, when raises our level of knowledge with the existing technologies.

Key words: Competitivity; Die; Mould; Technology

¹ *Contribuição técnica ao 5º Encontro da Cadeia de Ferramentas, Moldes e Matrizes, 22 e 23 de agosto de 2007, São Paulo – SP, Brasil.*

² *Sandvik Coromant*

1 INTRODUÇÃO

Com o início desse novo milênio, temos a demonstração de que os tempos estão mudando cada vez mais rápido.

Todos os tipos de produção estão ficando cada vez mais automatizados, cada vez mais é necessário um profissional mais qualificado e muitas das tarefas tradicionais da indústria têm que ser destinadas ao setor de serviços. Neste cenário, há um segmento da indústria que está se expandindo com extrema velocidade, que é o da fabricação de moldes e matrizes.

Por que os fabricantes de moldes e matrizes?

Há várias razões pelas quais os fabricantes de moldes e matrizes são vencedores nesses tempos de mudanças rápidas.

Uma delas é que comparado a outras indústrias, os fabricantes de moldes e matrizes são usualmente enxutos o que os tornam ágeis e com facilidade para atualizar a produção e manter os desenvolvimentos.

Uma segunda razão é que o tipo de peças usinadas nestas empresas, onde têm sempre um formato complexo o que tem forçado os fabricantes de moldes e matrizes, além dos fabricantes de softwares e máquinas-ferramentas a constantemente apresentarem soluções melhores e mais efetivas para atender às exigências do mercado.

Em terceiro lugar, como há uma concorrência maior, por exemplo, nas indústrias automotivas e eletrônicas, o ciclo de vida dos produtos ficam menores.

Um produto que tinha um ciclo de vida de três anos, há cinco ou dez anos atrás, hoje pode ter um ciclo de vida de apenas um ano.

Na indústria eletrônica este pode ser de apenas alguns meses.

Isso gera muito trabalho para os fabricantes de moldes e matrizes que têm com frequência fazer novos moldes para telefones celulares, eletros-domésticos, motos, novos modelos de carros, etc.

Tendências crescentes.

Tem ocorrido a tendência clara em direção a máquinas CNC mais avançadas e máquinas para usinagem com altas velocidades (HSM) na indústria de Moldes & Matrizes.

A indústria vê a HSM de duas maneiras: primeiro, como um conceito HSM real para peças complexas e pequenas em materiais endurecidos; segundo, como um conceito para máquinas grandes com fusos adaptados para altas rotações e operações de acabamento de moldes e matrizes grandes.

No entanto, nesta segunda condição, as máquinas usualmente não possuem capacidade para aceleração, desaceleração e faixa de avanço compatível com a HSM.

Outra tendência da HSM relacionada a materiais endurecidos tem sido a redução de etapas de produção, por intermédio da eliminação parcial dos processos de EDM (Eletroerosão), bem como da eliminação dos processos de tratamento térmico que ocorrem entre as operações de desbaste e de acabamento conforme mostra a Figura 1.

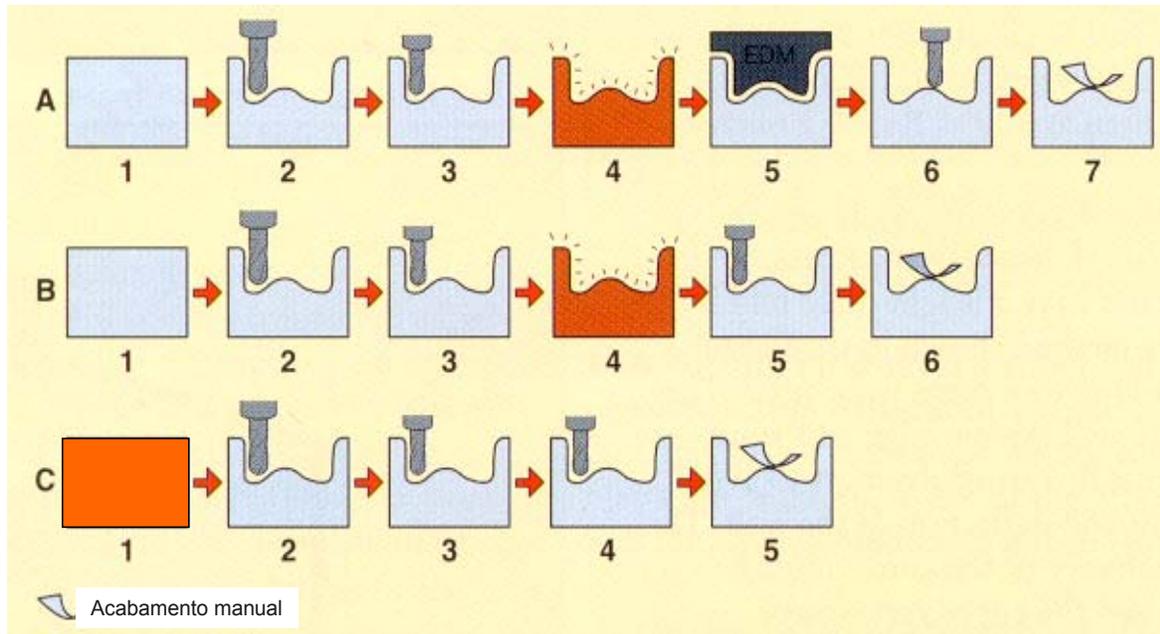


Figura 1. A – Processo Tradicional; B - Processo Otimizado, eliminado a eletroerosão (EDM); C – Processo HSM, bloco já tratado termicamente e eliminação do processo de (EDM) e em alguns casos a eliminação do polimento (fase 5).

Na usinagem de Moldes e Matrizes tem se tornado cada vez mais comum à aplicação de HSM é na fabricação de moldes e matrizes, e também com menores atribuições técnicas, na usinagem de faceamento 2D, principalmente na indústria automobilística. Há algumas décadas, a HSM tem sido aplicada em uma gama de materiais metálicos e não metálicos, incluindo a produção de peças com necessidades específicas de qualidade superficial e em materiais com durezas acima de 50 HRC.

A usinagem convencional de peças de aço com dureza final entre 32 e 63 HRC normalmente seguem os processos abaixo:

- usinagem de desbaste e semi-acabamento na condição recozida;
- tratamento térmico para atingir a dureza final necessária;
- usinagem por eletroerosão de raios pequenos e cavidades profundas, onde a acessibilidade para as ferramentas de corte é limitada;
- acabamento e superacabamento das superfícies com ferramentas de metal duro, cermet, cerâmica mista ou nitreto cúbico de boro apropriadas.

Para muitas peças o processo de produção envolve uma combinação dessas opções e, no caso dos moldes e matrizes, também inclui o tempo consumido no acabamento final, obtido através de operações de polimento manual. Isso resulta em um tempo de fabricação mais longo e conseqüentemente em aumento nos custos de manufatura e prazos de entrega.

Uma das características da indústria de moldes e matrizes é a produção de um número limitado de ferramentas com o mesmo desenho. No entanto, para atender às necessidades da engenharia, o processo sofre mudanças constantes de desenho, onde a qualidade do molde ou matriz nos aspectos dimensionais, geométricos e superficiais

é de fundamental importância. Retrabalhos também são comuns durante o processo. Por exemplo, se o nível de qualidade após a usinagem for insatisfatório, haverá uma necessidade de retrabalho manual, o qual proporcionará uma boa precisão superficial, porém com impacto negativo na precisão geométrica e dimensional.

Assim, um dos principais objetivos da indústria de moldes e matrizes tem sido reduzir ou eliminar tais necessidades, a fim de melhorar a qualidade da peça acabada e também reduzir custos. Nesses pontos as indústrias têm se beneficiado sobremaneira com a HSM.

Os fabricantes de moldes e matrizes brasileiros não exerciam nenhuma forma de ameaça aos mercados internacionais.

Atualmente com a globalização, o mercado brasileiro está inserido neste mercado muito competitivo, onde para manter-se é necessário cumprir 3 requisitos básicos, como mostra a Figura 2.



Figura 2.

Os moldes e matrizes produzidos no Brasil sempre tiveram o reconhecimento quanto à qualidade e preço extremamente competitivos comparados ao mercado internacional. Porém perdíamos no prazo, não conseguindo fechar a **tríade** da competitividade

(Qualidade, Preço e Prazo).

Com a abertura do mercado, com acesso as mais variadas tecnologias, com a renovação do parque industrial, com a qualificação da mão de obra e a introdução do conceito e da tecnologia HSM, os fabricantes de moldes e matrizes brasileiros, podem competir em igualdade de condições.

Existem atualmente no mercado brasileiro, dois modelos de empresas fabricantes de moldes e matrizes.

A empresa que tem o seu “planejamento” focado no preço; onde o importante é comprar sempre o mais barato.

Troca constante de fornecedor.

Dificuldade em estabelecer comparações e padrões de qualidade.
 Variação constante de performance a chão de fabrica, muito retrabalho.
 Os resultados são medidos pelos descontos e prazo obtidos, não visando os resultados.
 As características destas empresas:
 Tem baixa competitividade.
 Não consegue ser produtiva.
 Tem pouca ou nenhuma capacidade de investimento,
 Não consegue desenvolver um trabalho de parceria.
 Não tem com quem contar.
 Outra característica de empresa fabricante de Moldes e Matrizes, são as empresas que tem um planejamento estratégico focado em resultados.
 Para este tipo de empresa o que importa são os ganhos.
 Trabalha sempre em busca de um fornecedor exclusivo.
 Tem elevada capacidade de avaliações e históricos.
 Procura trabalhar sempre com metas visando à redução do custo do Molde ou Matriz produzido.
 Mantém uma excelente performance no chão de fabrica, mantendo seus colaboradores sempre atualizado quanto às novas tecnologias ligadas a este segmento, buscando assim detectar e corrigir os problemas (evitar o retrabalho).
 Tem todo seu esforço focado em resultados e vantagens competitivas.
 As características dessas empresas:
 Mantém um excelente nível de competitividade e produtividade.
 Está sempre investindo em máquinas, ferramentas, tecnologias e pessoal.
 É ágil nos resultados, desenvolvendo parcerias em longo prazo com seus fornecedores.
 Tem seu trabalho focado na excelência de seus produtos e serviços, para melhor servir seus clientes.
 Dentro deste cenário, como as empresas de Moldes e Matrizes podem se manter competitivas?

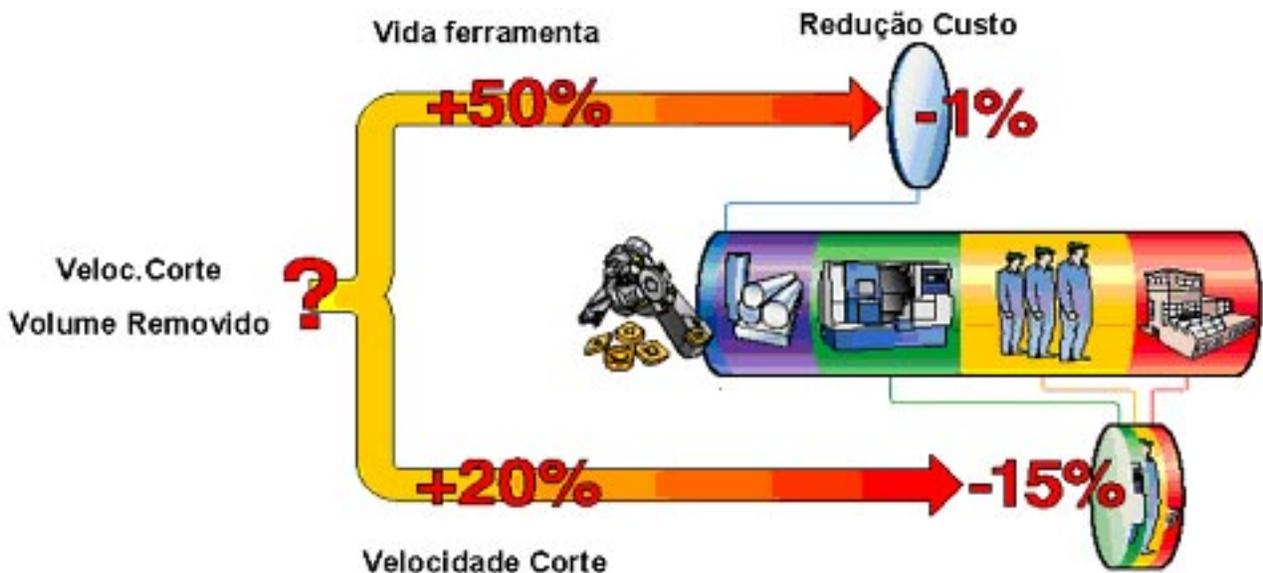


Figura 3

A Figura 3 nos mostra a distribuição dos custos de uma empresa com relação ao prédio, mão de obra, máquinas, equipamentos, matéria prima e ferramentas.

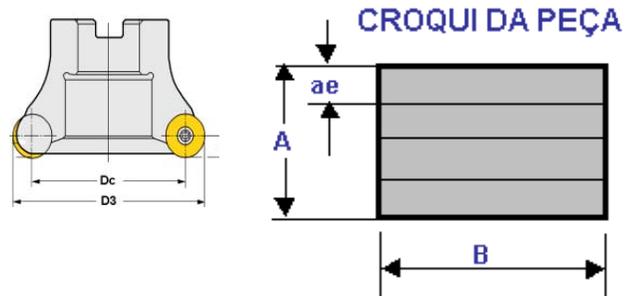
Mostra ainda dois caminhos para reduzir o custo de produção de um Molde ou Matriz.

1-) Se focarmos os trabalhos em um aumento na vida da ferramenta, conseguiremos uma redução nos custos de um molde ou matriz de apenas (1%).

2-) Se trabalharmos na melhoria do processo, otimizando os parâmetros de corte, focando um aumento do volume removido, é possível alcançar uma redução nos custos de fabricação de um Molde ou Matriz de até (15%).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trabalharemos em cima de um exemplo para um melhor entendimento.



DADOS DA MÁQUINA

Máquina: Cento de Usinagem CNC

Fixação Cone ISO40 – DIN-69871

Potência 15Kw

Rotação Máxima: 7.000 rot/min.

Avanço máximo da mesa: 10.000 mm/min.

DADOS DO MATERIAL

Material: H13 CMC03.11/ Dureza 200 – 300 HB

DADOS DA FERRAMENTA

Fresa com pastilhas redondas de diâmetro $D3=32$ mm com $Zn=3$ cortes

CONDIÇÃO ATUAL:

Pastilha RCKT 12 –formador de cavaco PM Classe de metal duro GC4040 (ISO P40).

Tempo total de usinagem igual a 20 horas.

Tabela 1.

CONDIÇÃO	Dc	Øpast	z	D.efet	A	B	ap	ae	Vc	fz	N	Vf	fn	Q	Nr.	T.Total	Qtde
	mm	mm	dente	mm	mm	mm	mm	mm	m/min	mm/z	rot/min	mm/min	mm/rot	cm ³	Passes	Hora	Peças
ATUAL	20	12	3	31,3	10000	1000	4	16	140	0,12	1424	513	0,36	33	1	20	1

PROPOSTA 1

Otimizando a Velocidade de Corte de 140 para 190 m/min.

Substituímos a classe de GC4040 para uma GC 4030, uma classe com maior resistência ao calor.

Tempo total de usinagem igual a 15 horas.

Tabela 2.

CONDIÇÃO	Dc	Øpast	z	D.efet	A	B	ap	ae	Vc	fz	N	Vf	fn	Q	Nr.	T.Total	Qtde
PROPOSTA1	20	12	3	31,3	10000	1000	4	16	190	0,12	1932	696	0,36	45	1	15	1

Com o aumento da Velocidade de corte, conseguimos uma maior produtividade. O volume de material removido (Q) que era de 33 cm³ passou para 45 cm³ com uma redução no tempo de usinagem de 20 para 15 horas, proporcionando um ganho de 5 horas comparado à condição atual.

PROPOSTA 2

Otimizando a Velocidade de Corte (Vc) de 140 para 335 m/min. e aplicando o conceito (HSM) reduzindo a profundidade de corte (ap) de 4 para 2mm e aumentando o avanço por faca (fz) de 0,12 para 0,3 mm/zn.

Substituímos a classe de GC4040 para uma GC 4020, uma classe com maior resistência ao calor com um formador de cavaco PH.

Tempo total de usinagem igual a 6 horas.

Tabela 3.

CONDIÇÃO	Dc	Øpast	z	D.efet	A	B	ap	ae	Vc	fz	N	Vf	fn	Q	Nr.	T.Total	Qtde
PROPOSTA2	20	12	3	28,9	10000	1000	2	16	335	0,3	3686	3317	0,9	106	2	6	1

Com a redução da profundidade de corte, conseguimos reduzir a pressão de corte sobre a ferramenta e o atrito entre a pastilha e a superfície de contato. Com a redução desses valores foi possível aumentar a Velocidade de corte (Vc) e o avanço por faca (fz), gerando um ganho ainda maior em produtividade.

O volume de material removido (Q) que era de 33 cm³ passou para 106 cm³ com uma redução no tempo de usinagem de 20 para 6 horas, proporcionando um ganho de 14 horas comparado à condição atual.

COMPARAÇÃO

Condição Atual x Proposta1

Condição Atual x Proposta 2

Tabela 4.

CONDIÇÃO	Dc	Øpast	z	D.efet	A	B	ap	ae	Vc	fz	N	Vf	fn	Q	Nr.	T.Total	Qtd
	mm	mm	dente	mm	mm	mm	mm	mm	m/min	mm/zn	rot/min	mm/min	mm/rot	cm ³	Passe	Hora	Peça
ATUAL	20	12	3	31,3	10000	1000	4	16	140	0,12	1424	513	0,36	33	1	20	1
PROPOSTA1	20	12	3	31,3	10000	1000	4	16	190	0,12	1932	696	0,36	45	1	15	1
PROPOSTA2	20	12	3	28,9	10000	1000	2	16	335	0,3	3686	3317	0,9	106	2	6	1

Podemos observar na (Tabela 4), que os ganhos são significativos em termos de tempo de usinagem.

Podemos notar ainda que a proposta 2 mesmo dando dois passes com ap=2mm, o tempo de usinagem reduziu significativamente e os parâmetros de rotação (N) e velocidade de avanço da mesa (Vf), estavam dentro das condições de corte da máquina.

e convertermos estes ganhos de produtividade em moeda (R\$) como mostra a Tabela 5.

Tabela 5.

CONDIÇÃO====>	ATUAL	PROPOSTA1	PROPOSTA2		
HORAS TRABALHADAS P/PEÇA	20	15	6		
CUSTO HORA/MÁQUINA	100,00	100,00	100,00		
CUSTO HORA/HOMEM	5,00	5,00	5,00		
CUSTO OPERAÇÃO	2134	1572	659		
CUSTO TOTAL LOTE	2134	1572	562	659	1474
HORAS DISPONÍVEIS MENSAL (22)	176	176		176	
HORAS UTILIZADAS NO LOTE	20	15	5	6	14
CAPACIDADE UTILIZADA	12%	9%		4%	
REDUÇÃO TOTAL (26 + 28)	0	1096		2879	

Considerarão-se apenas 2 custos para efeito de cálculo.

Custo Hora Máquina = R\$100,00

Custo hora Homem = R\$ 5,00

Trabalho em apenas um turno = 176 horas

CONDIÇÃO ATUAL

Condição Atual gastou 20 horas de usinagem, multiplicado pelo custo de máquina e hora homem gerou um total de= R\$ 2.134,00, utilizando 12% do tempo disponível de máquina no mês.

CONDIÇÃO ATUAL X PROPOSTA1 (Aumento da Velocidade de Corte)

Proposta 1 gastou 15 horas de usinagem, multiplicado pelo custo de máquina e hora homem gerou um total de= R\$ 1.572,00, utilizando 9% do tempo disponível de máquina.

no mês, significa um ganho de 5 horas a mais para trabalhar com a máquina = (R\$525,00).

Comparando a Proposta 1 com a Condição Atual, gerou uma economia de R\$ 562,00 (2.134,00 – 1.572,00), mais 5 horas ganhas no tempo de máquina, totalizou uma economia de (R\$ 1.096,00).

CONDIÇÃO ATUAL X PROPOSTA2 (Aplicação do Conceito HSM)

Proposta 2 gastou 6 horas de usinagem, multiplicado pelo custo de máquina e hora homem gerou um total de= R\$ 659,00, utilizando 6% do tempo disponível de máquina no mês, significa um ganho de 14 horas a mais para trabalhar com a máquina = (R\$ 1.470,00).

Comparando a Proposta 2 com a Condição Atual, gerou uma economia de R\$ 1.474,00 (2.134,00 – 659,00), mais 14 horas ganhas no tempo de máquina, totalizou uma economia de (R\$ 2.879,00).

3 RESULTADOS

As economias obtidas em tempo e moeda referem-se a uma peça.

Se projetarmos esta economia para uma quantidade de 10 peças ao mês num período de 12 meses, dá uma dimensão clara dos ganhos que se consegue obter trabalhando no processo conforme Tabelas 6 e 7.

Tabela 6.

	ECONOMIA (horas)		
	POR PEÇA	MES	ANO
	1 peça	10 peças	120 peças
PROPÓSTA 1	5	50	600
PROPÓSTA 2	14	140	1.680

Tabela 7.

	ECONOMIA(R\$)		
	POR PEÇA	MES	ANO
	1 peça	10 peças	120 peças
PROPÓSTA 1	1.096,00	10.960,00	131.520,00
PROPÓSTA 2	2.879,00	28.790,00	345.480,00

Em suma, existe grande possibilidades de ganhos efetivos de produtividade e a redução nos custos de fabricação de Molde e Matrizes.

Agradecimentos

Agradeço a Sandvik Coromant por confiar e disponibilizar recursos para o desenvolvimento deste trabalhos.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Fabricação de moldes e matrizes – Sandvik Coromant, 2000
- 2 Usinagem em Altíssimas Velocidades – Ed.Aranda.