

Determinação da Curva de Vida de Ferramentas em Usinagem

Edium P. Michels em000768@fahor.com.br

Ivan Cesar Borgmann (FAHOR) ib000679@fahor.com.br

Mauri Vallérius (FAHOR) mv000725@fahor.com.br

Michel W. Busanello (FAHOR) mb000720@fahor.com.br

Valtair J. Alves (FAHOR) alvesvaltaird@fahor.com.br

Resumo

O objetivo desse trabalho é apresentar, em forma de gráficos e imagens, as curvas de desgaste de ferramentas no processo de usinagem. Esse estudo se dará através da realização de diversos testes práticos, realizados em torno convencional, com material e ferramenta conhecidos, além de algumas variáveis pré-definidas. Serão coletadas informações, como: tempo e velocidade de corte (variáveis), onde se avaliará através de medições os desgastes originados nessas ferramentas.

Palavras-chave: *Desgaste de ferramentas, Usinabilidade, Velocidade de corte, Tempo de usinagem.*

1. Introdução

Com o passar dos anos, a importância do processo de torneamento em usinagem evoluiu constantemente, e hoje se exige cada vez mais, métodos que otimizam seus processos, visando melhorar o seu desempenho quanto a qualidade, redução de custos e ao fator tempo. Marcondes (2001). Entre as ações para aperfeiçoar os processos de usinagem, podemos citar o ferramental e seus componentes, sendo esse o assunto que será tratado nesse trabalho.

A escolha certa do material a ser usinado assim como as ferramentas, fluido de corte, equipamento e condições de usinagem podem trazer vantagens econômicas consideráveis; além de poder ser obtidos grandes aumentos de produtividade. Os custos e tempo de produção podem ser significativamente, reduzidos através da escolha certa dos parâmetros, durante o processamento.

Embora a renovação de ferramentas disponibilizadas no mercado seja constante e seus fabricantes publicam em catálogos as recomendações e condições operacionais para ter-se um melhor aproveitamento das mesmas, não é possível atingir os resultados esperados. Isso se deve a vários fatores, entre eles: processo inadequado, utilização inadequada da ferramenta, falta de conhecimento do

operador, etc. MARCONDES(2001).

Com o objetivo de otimizar e alinhar esses processos, trabalhou-se no sentido de obter informações e parâmetros utilizados no processo, utilizando variáveis e comparando seus resultados, desta forma determinando, através de gráficos, a curva de vida de uma ferramenta. Segundo Diniz et. al. (2001) para a elaboração da curva deve-se geralmente, construir gráficos auxiliares que forneçam o desgaste da ferramenta para diferentes velocidades de corte e tempos de trabalho, em determinadas condições de usinagem do par ferramenta-peça (condições de avanço, profundidade de usinagem, geometria da ferramenta). A curva de vida da ferramenta foi definida pela primeira vez por Taylor em (1907), que elaborou uma equação que descreve o comportamento da vida da ferramenta em função da Velocidade de Corte para operações de torneamento. Esta equação ficou conhecida como a equação de vida de Taylor, a qual pode ser determinada em ambiente fabril para o sistema máquina-ferramenta-peça envolvidos FERRARESI, (1970).

Considera-se vida de uma ferramenta o tempo em que esta trabalha efetivamente (deduzido os tempos passivos) até que a sua capacidade de corte seja comprometida ou atinja um critério previamente estabelecido, como um determinado nível de desgaste.

Assim sendo, ela deve ser re-afiada ou substituída FERRARESI, (1970). Diniz et. Al. (2001), estabelece alguns fatores que determinam até quando uma ferramenta deve ser substituída e que podem ser utilizados como uma referência para o fim de vida de uma ferramenta: valores elevados de desgastes podendo levar à quebra da ferramenta; temperaturas excessivas atingidas pela ferramenta; as tolerâncias dimensionais fogem do controle; acabamento superficial deixa de ser satisfatório; as componentes da força de usinagem aumentam excessivamente. A seguir, são descritos alguns tipos de desgaste que podem ser utilizados para determinar o fim de vida da aresta da ferramenta MARCONDES (2001): Desgaste Frontal ou de Flanco (VB); Desgaste de Cratera; Deformação plástica da aresta de corte; Aresta postiça; Lascamento.

O objetivo desse trabalho é demonstrar em forma de gráficos, a curva de vida de uma ferramenta, através de testes práticos utilizando variáveis, possibilitando assim resultados que possam otimizar o processo, reduzindo seu custo.

2. Métodos e Técnicas

Para o estudo em questão, realizamos o torneamento cilíndrico externo de uma barra de aço 1045, Ø 80mm, 200mm de comprimento, com dureza entre 165 – 250 HB, e que constitui a seguinte composição química, conforme tabela abaixo.

Tabela 1 Composição Química do Material SAE 1045

Materiais	Elemento Químico (%)			
	C	Mn	P Máx.	S Máx.
ABNT 1045	0,43-0,50	0,60-0,90	0,03	0,05

Os ensaios de usinagem seguiram a metodologia da norma ISO 3685 e a classificação e identificação do material, segundo a norma SAE J 24770. A operação de usinagem foi realizada em torno convencional, da marca ROMI, modelo TORMAX 20, onde foram utilizados a ferramenta PCLNR - 2020K12, conforme norma ISO, e a pastilha de metal duro CNMG 12 04 08 - 4125, com um raio de ponta de 0,8mm.

Os dados da operação de usinagem realizada, foram definidos conforme tabela abaixo.

Tabela 2. Dados da operação de usinagem por etapa.

Parâmetros	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Diâmetro (mm)	80-60	60-45	45-32
RPM	630	1000	1600
Avanço (mm/rev)	0,3	0,3	0,3
Comprimento de corte (mm)	160	160	160
Profundidade de corte (mm)	2	2	2
Refrigeração	Não	Não	Não
Tempo por passe(s)	52	41	27

Diâmetro do material: observou-se para não exceder a 1/3 do Ø inicial da barra.

Foi definido um intervalo de tempo a cada 3 passes para a realização das medições. As medições foram realizadas com micrometro digital, de 0,001 de resolução, conforme imagem abaixo.



Figura 1 Micrometro digital

Para cada medição, foi realizado a coleta de 3 avaliações dimensionais, sendo apresentado a média como resultado final.

Inicialmente, foi definido como critério de final de vida útil da pastilha, o desgaste frontal $VB = 0,3\text{mm}$, onde nesse momento, seria interrompido o experimento. Porém, observou-se desgaste excessivo na pastilha, o que resultou em mal acabamento da superfície usinada e uma formação de cavacos irregular, o que determinou o término do experimento.

3. Resultados e Discussões

Durante a usinagem dos corpos de prova observou-se que os cavacos foram cisalhados e apresentaram-se na forma de pequenas lascas e o calor gerado pelo atrito liberava algumas faíscas junto aos cavacos devido a dureza do material.

Observou-se nos primeiros dez minutos de corte um desgaste da superfície principal de corte por abrasão e na sequência também desgaste por craterização que acabou por remover parte da aresta.

Os valores do desgaste do inserto obtidos na primeira etapa, estão conforme tabela abaixo:

Tabela 3. Dados do desgaste do inserto da primeira etapa

CP 01	Diâmetro	Desgaste	Tempo (min).
D ₁	80	0,004	0,52
D ₂	76	0,282	1,04
D ₃	72	0,335	1,56
D ₄	68	0,346	2,08
D ₅	64	0,345	2,6
D ₆	60	0,349	3,12

Com base nos resultados da Tabela 3, foi desenvolvido uma equação para correlacionar parâmetros de usinagem usados para determinar o desgaste da ferramenta, a equação foi desenvolvido através de regressão linear polinomial de segunda ordem, que calcula o ajuste por mínimos quadrados através de pontos usando a seguinte Equação 1.

$$y = b + c x + c x + c x + L + c x \dots\dots\dots (1)$$

Também se usou o valor de R-quadrado, que é a medida de qualidade do ajuste, isto é, de como a linha de tendência se ajusta aos dados. Em que um ajuste perfeito, $R^2 = 1$ e pior ajuste $R^2 = 0$ Bloch(2003).

$$VB = -at^2 + bt + c \dots\dots\dots (2)$$

Onde t é de vida da ferramenta os outros valores são constantes a é igual -0,1047, b igual 0,487 e c igual - 0,18, o coeficiente de ajuste R^2 igual a 0,8962.

O desgaste do inserto da primeira etapa esta representado no gráfico abaixo:

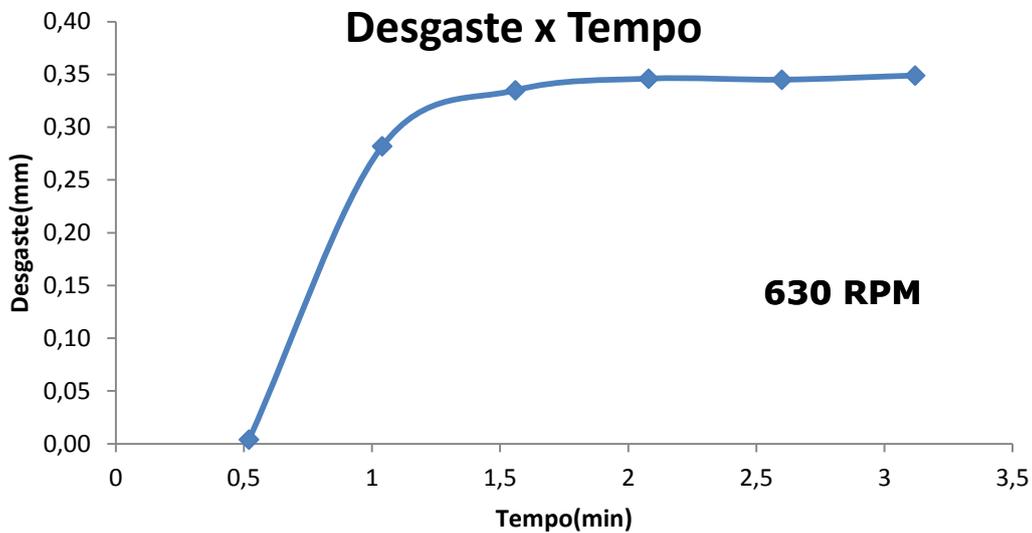


Figura 2. Gráfico do desgaste da primeira etapa.

Com 630 rpm obtém-se um desgaste inicial bastante elevado, que após 2 minutos em de usinagem se estabiliza. O acabamento com esta condições foi satisfatório, não exercendo esforços excessivos da máquina, e obtivemos um bom acabamento superficial na peça.

Os valores do desgaste do inserto obtidos na segunda etapa, estão conforme tabela abaixo:

Tabela 4. Dados do desgaste do inserto da segunda etapa.

CP 01	Diâmetro	Desgaste	Tempo (min).
D ₁	60	0,276	0,41
D ₂	56	0,287	0,82
D ₃	52	0,293	1,23
D ₄	48	0,308	1,64
D ₅	44	0,315	2,05
D ₆	40	0,323	2,46

Para estimar o desgaste da ferramenta na etapa 2 pode ser utilizado a Equação 2 onde o valores obtidos foram os seguintes:

Onde t é de vida da ferramenta os outros valores são constantes a é igual

$-0,0012x^2$, b igual 0,0266 e c igual 0,2651, o coeficiente de ajuste R^2 igual a 0,9899.

Já no segundo caso o gráfico do desgaste da ferramenta em função do tempo formou um linha com uma tendência linear. Observou-se mais rapidez no desgaste, e acabamento muito similar ao primeiro caso. Abaixo está a representação do gráfico.

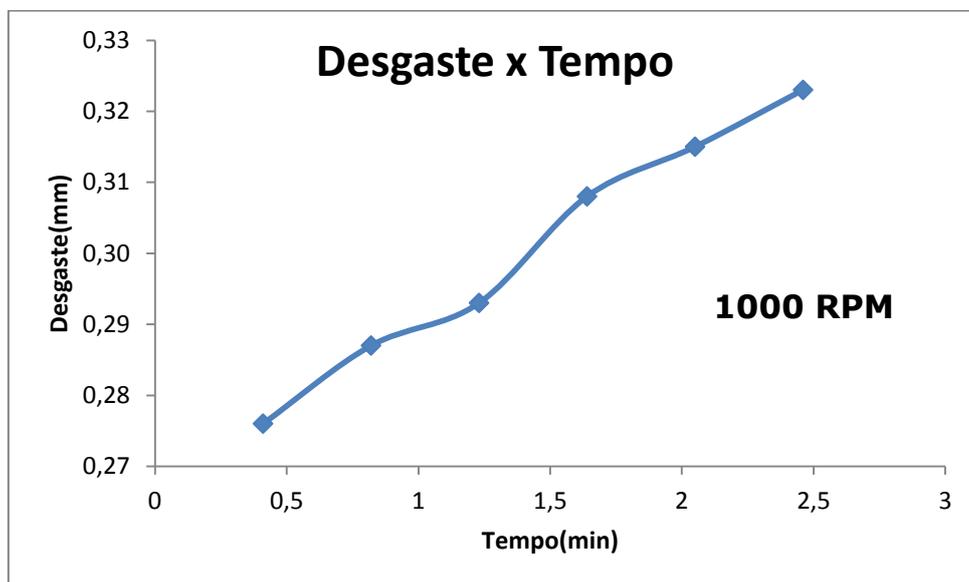


Figura 3. Gráfico do desgaste da segunda etapa

Também foram realizadas análises do desgaste de flanco da ferramenta, utilizando microscópios de ampliação de 17, 25 e 50 x, conforme imagens abaixo.



Figura 4. Desgaste do gume(a), desgaste da face(b),
desgaste do flanco de corte(c,d).

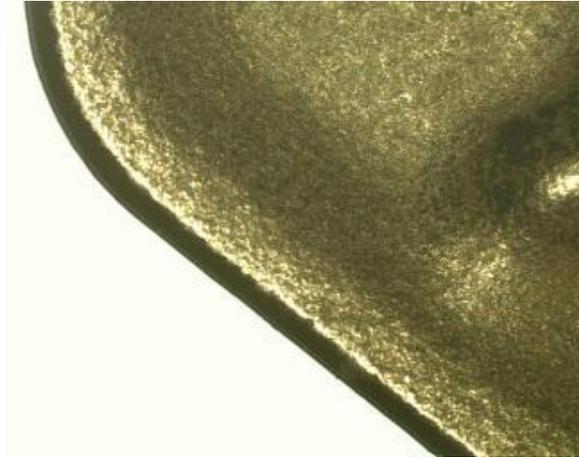


Figura 5. Ampliação de 25 vezes (exemplo de ferramenta nova, aresta sem desgaste).

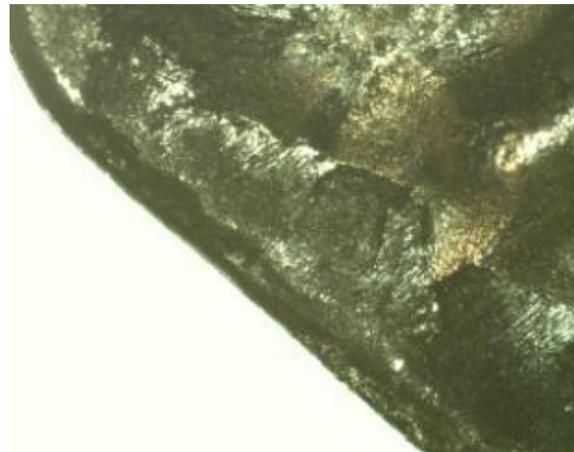


Figura 6. Ampliação de 25 vezes (ferramenta desgastada).



Figura 7. - Ampliação de 50 vezes (desgaste de flanco de 81,39534 μ).



Figura 8. Ampliação de 50 vezes (desgaste de flanco de 102,3256 μ).

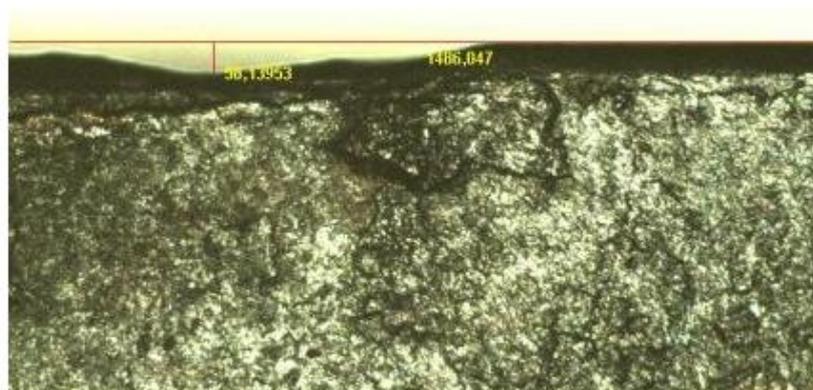


Figura 9. Ampliação de 50 vezes (desgaste de flanco de 76,74419 μ).

4. Conclusão

Com a realização desse trabalho foi possível observar e identificar os fatores que influenciam no desgaste das ferramentas, como o tipo e a dureza do material utilizados no experimento, uniformidade do corte, tipo de ferramenta e velocidade de corte, onde foi possível, através dos resultados obtidos, definir a curva de desgaste da ferramenta. Observou-se também, que com o aumento da velocidade de corte, aumentou-se o desgaste da ferramenta, de forma uniforme ao tempo de usinagem.

Foi possível também, observar os desgastes de flanco gerados na ferramenta e que só são perceptíveis com ampliação de 50 vezes em microscópios e que obtiveram desgastes de até 102,32 μ .

Além disso, o trabalho foi de fundamental importância para o conhecimento sobre usinagem e as causas que determinam a vida útil de uma ferramenta, possibilitando

assim atingirmos nosso objetivo de identificar em forma de gráficos, a curva de vida de uma ferramenta, partir de testes práticos realizados.

5. Referências bibliográficas

Bloch, S.C. **Excel for Engineers and Scientists, 2nd Edition**. University of South Florida, January, 2003, 304 p.

Diniz, A. E., Marcondes, F. C., Coppini, N. L., (2000). “**Tecnologia da Usinagem dos Metais**”, Artliber, São Paulo.

Ferraresi, D., (1970). “**Fundamentos da usinagem dos metais**”, Editora Edgard Blücher.

ISO, 1993. “**Tool Life Testing with Single Point Turning**”, ISO 3685.

Marques, D.C., Decarli, C. C. M., Bubani, F., Barbosa, C. A., Mei, P. R., Diniz, A. E., **Efeitos da adição de níquel em ligas ferro-cromo. Parte II: tempo de vida da ferramenta em processo de torneamento**. Artigo apresentado para Revista escola de Minas, outubro, Ouro Preto MG, Jan./mar. 2007.

Silva, L.R., Coelho, R. T., Catai, R. E., **Desgaste de ferramentas no torneamento com alta velocidade de corte da superliga "waspaloy"**. Artigo apresentado para Revista escola de Minas, outubro, Ouro Preto MG, Apr./Jun. 2004