

TORNEAMENTO INTERROMPIDO DE AÇOS ENDURECIDOS

Aristides Magri, arimagri@fem.unicamp.br¹

Daniel Iwao Suyama, daniel.suyama@fca.unicamp.br²

Anselmo Eduardo Diniz, Anselmo@fem.unicamp.br¹

Amauri Hassui, ahassui@fem.unicamp.br¹

Sandro Pereira da Silva, sandro.silva@deg.ufla.br³

¹Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, R. Mendeleyev, 200, Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, Campinas -SP

²Faculdade de Ciências Aplicadas, UNICAMP, R. Pedro Zaccaria, 1300, Jd. Santa Luiza, Limeira - SP

³UFLA, Câmpus Universitário, Caixa Postal 3037, Lavras -MG

Resumo: Materiais endurecidos são aqueles cuja dureza se encontra acima de 45 HRC. Até relativamente pouco tempo atrás, a usinagem desse material era feita basicamente por eletroerosão ou por retificação (processos de fabricação com baixa taxa de remoção de material e elevado custo). Diversos trabalhos indicam que o torneamento duro (que é uma variante do torneamento) pode substituir estes processos, flexibilizando a usinagem e reduzindo custos. Porém, o torneamento de aços endurecidos requer a utilização de ferramentas cuja dureza é muito elevada, como as cerâmicas e o PcBN. Estas ferramentas são frágeis e tendem a não resistir às vibrações ou ao corte interrompido. Este trabalho submeteu ferramentas de PcBN ao torneamento de aço SAE 1045 endurecido (~ 55HRC) em peças com diferentes tipos de interrupções com o objetivo de analisar as situações nas quais o corte interrompido provoca o fim de vida prematuro em ferramentas. Os resultados indicam que quanto mais interrupções, menor será a vida da ferramenta e que a ocorrência de lascamento da aresta é o principal tipo de desgaste.

Palavras-chave: PcBN, Aços Endurecidos, Corte interrompido, Desgaste

1. INTRODUÇÃO

Em sua definição mais abrangente, a usinagem de materiais endurecidos engloba toda a usinagem de componentes com dureza superior a 45 HRC. Nestes materiais estão inclusos aços endurecidos, aços ferramenta, superligas, entre outros. É principalmente uma operação de acabamento ou semi-acabamento na qual elevada precisão dimensional, de forma e baixo acabamento precisam ser atingidos [1].

Tradicionalmente, o acabamento de peças endurecidas (com dureza acima de 45 HRC) era feito por retificação. Desde a década de 80, porém, o uso de operações de usinagem com ferramentas de geometria definida tem se tornado mais capaz de substituir a retificação e produzir acabamentos tão bons quanto ou até melhores com taxa de remoção de material significativamente maior [2]. Deste modo, sua aplicação se amplificou nos setores automotivo e de moldes e matrizes.

Uma limitação para a utilização do torneamento de aço duro em substituição à retificação é a fragilidade das ferramentas utilizadas no torneamento, que tem que ser muito duras para poderem usinar peças também bastante duras. Isto faz com que a vibração da ferramenta e da peça tenha que ser minimizada. Por isto, em ambientes industriais, o mais usual é que se utilize torneamento de aço já endurecido na usinagem com peças e ferramentas rígidas (torneamento externo e interno de peças curtas). Já em torneamento externo de eixos e/ou torneamento interno de furos longos, a retificação tem sido preferida, pois a vibração do processo não conduz ao lascamento e quebra da ferramenta [3].

Resistência ao desgaste abrasivo e estabilidade química são as propriedades mais importantes para um material de ferramenta pretendido para o torneamento de aços endurecidos. Deste modo é recomendável a utilização de ferramentas cerâmicas e de CBN [4].

O PcBN é quimicamente mais estável que o diamante, podendo ser utilizado na usinagem de ligas ferrosas sem que ocorra grande desgaste por difusão. Sua tenacidade é similar ao material cerâmico baseado em nitretos e a sua dureza só é superada pelo diamante. Existem diversos tipos de PcBN no mercado e cada fabricante usa diferentes materiais e quantidades de aglomerantes e diferentes tamanhos e distribuição de partículas. Porém, de uma maneira geral, podem-se dividir os PcBNs em duas categorias, segundo suas aplicações [5]:

- PcBNs para usinagem em desbaste (ap entre 0,5 e 8 mm);
- PcBNs para usinagem em acabamento (ap menor que 0,5 mm).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foi utilizado um aço SAE 1045, temperado para atingir a dureza média de 55 HRC, cuja composição é mostrada da Tab. 1.

Tabela 1. Composição química do aço SAE 1045 (% em massa).

C	Mn	P	S	Si	Cu	Cr	Ni	Mo
0,480	0,630	0,010	0,035	0,021	0,119	0,130	0,065	0,021

Os corpos de provas utilizados na forma cilíndrica, conforme esquematizado na Fig 1 a seguir.

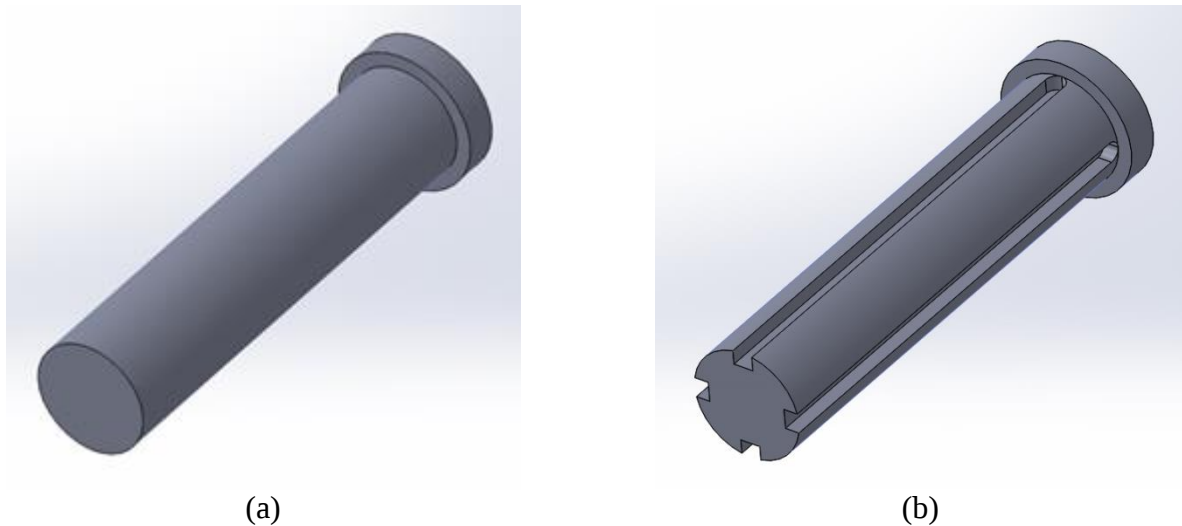


Figura 1. Esquema do corpo de prova utilizado (a) sem interrupções e (b) com 4 interrupções.

Os corpos de prova possuíam 55 mm de diâmetro e 235 mm de comprimento útil. Foram utilizados corpos com 0, 2 e 4 interrupções. Cada interrupção (canal) possuía 10 mm de largura e 10 mm de profundidade (altura). Foram conduzidas operações de torneamento cilíndrico externo longitudinal.

O torneamento foi realizado em um torno ROMI Galaxy 20, de 15 kW de potência e 4500 RPM de capacidade. Não foi utilizado fluido refrigerante por se tratar de um torneamento de aços endurecidos (acima de 45 HRC).

A ferramenta utilizada foi a CNGA 120412GS2 MB810 (ISO H01), fornecida pela Mitsubishi Carbide, juntamente com porta ferramenta PCLNR 2525 M12. Os parâmetros de corte utilizados são mostrados na Tab.2.

Tabela 2. Parâmetros de corte.

Velocidade de corte [m/min]	v_c	250
Avanço [mm/rev]	f	0,08
Profundidade de usinagem [mm]	a_p	0,5

Os dados relativos à Tab. 2 tiveram como base as informações fornecidas pelo fabricante em catálogo e ensaios preliminares. Os desgastes foram avaliados em microscópio Quimis, equipado com câmera e software de medição Motic. A rugosidade foi mensurada utilizando-se rugosímetro portátil SJ 201 da Mitutoyo. Foram realizadas 3 medições em cada região distintas da peça.

Como procedimento, a operação de torneamento era interrompida a, aproximadamente, cada 3 minutos de corte. O inserto era então levado ao microscópio para medição do desgaste de flanco (VB) e a rugosidade superficial da peça era medida. Após as medições, a operação era retomada e prosseguia até o fim de vida pré-estabelecido de VB = 0,2 mm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de vida de ferramenta são apresentados na Fig. 2.

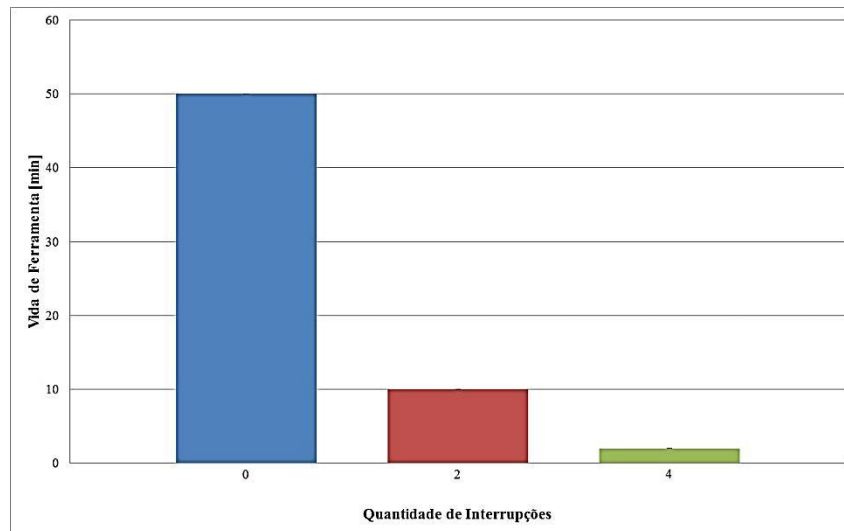


Figura 2. Vida de ferramenta (em minutos) com a quantidade de interrupções.

É possível notar que a quantidade de interrupções influencia na vida da ferramenta. Quanto menor a quantidade, maior será a vida da ferramenta.

Quando o corte foi contínuo (0 interrupções), o tipo de desgaste observado foi o desgaste de flanco e, conforme o número de interrupções foi aumentando, foram observados lascamentos da aresta de corte. Este comportamento está relacionado com a classe de CBN utilizada (de baixa tenacidade).

Em comparação com o trabalho desenvolvido por Godoy e Diniz (2011), as vidas de ferramenta se apresentaram superiores (mesmo utilizando ferramentas com diferentes graus de tenacidade). Isso pode ter ocorrido devido à uma dinâmica de corte contrária ao apresentada no presente trabalho (operação de faceamento contra o torneamento cilíndrico longitudinal).

Outra resposta comumente analisada é o acabamento das peças usinadas. A Fig. 3 mostra os valores de rugosidade média obtidos.

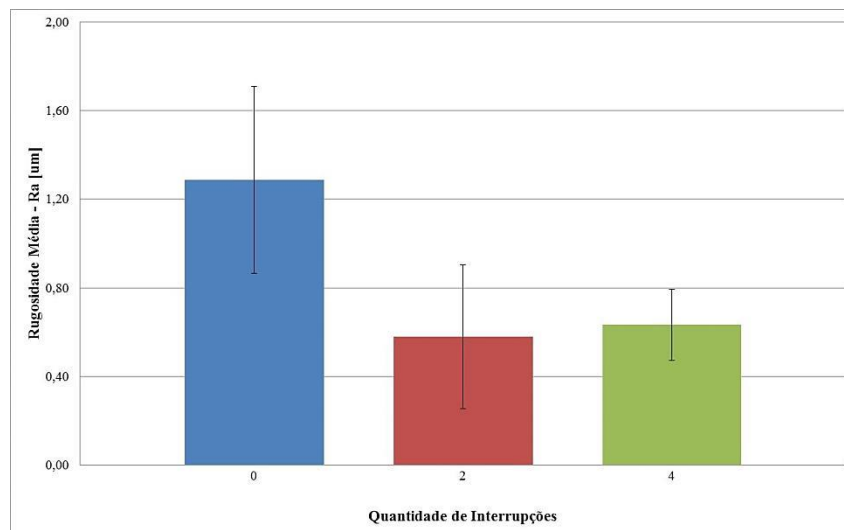


Figura 3. Rugosidade média (Ra) com a quantidade de interrupções.

Do ponto de vista estatístico não houve diferença no acabamento superficial devido à sobreposição dos desvios. No entanto, quando os valores médios são comparados pode ser observado que as peças com interrupções apresentaram acabamentos melhores. Possivelmente os danos causados à ponta da ferramenta pelo corte levaram à geração de uma forma mais arredondada (ou mesmo formação de uma fase plana na ponta) que ocasionou este melhor acabamento.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados e discussões apresentados, é possível concluir que:

- A correta escolha de classe de ferramenta é fundamental para o sucesso de operações de usinagem;
- A dinâmica do corte tem influência na vida da ferramenta;

- A ocorrência de desgastes do tipo lascamento depende da quantidade e da intensidade de impactos sofridos;
- O torneamento de aços endurecidos pode substituir a retificação quando acabamentos de menor qualidade são requisitos.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à EDUCORP (UNICAMP) e à Mitsubishi Carbide.

6. REFERÊNCIAS

- [1] SMITH, G.T. Drilling and Associated Technologies. In: _____. (Org.). Cutting Tool Technology: Industrial Handbook. Londres: Springer-Verlag, 2008. p. 87-147.
- [2] BARTARYA, G.; CHOUDHURY, S.K. State of the art in hard turning. International Journal of Machine Tools and Manufacture, [S.l.], v. 53, p. 1-14. 2012.
- [3] DINIZ, A.E. Processo de Retificação. Campinas, 2002, 49 p. Apostila do Curso de Usinagem dos Materiais - Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP.
- [4] GODOY, V.A.A.; DINIZ, A.E. Turning of interrupted and continuous hardened steel surfaces using ceramic and CBN cutting tools. Journal of Materials Processing Technology, [S.l.], v. 211, p. 1014-1025. 2011.
- [5] ABRÃO, A.M.; ASPINWALL, D.K. The surface integrity of turned and ground hardened bearing steel. Wear, [S.l.], v. 196, n. 1-2, p. 279-284. 1996.

7. RESPONSABILIDADE AUTORMAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

INTERRUPTED TURNING OF HARDENED STEELS

Aristides Magri, arimagri@fem.unicamp.br¹

Daniel Iwao Suyama, daniel.suyama@fca.unicamp.br²

Anselmo Eduardo Diniz, Anselmo@fem.unicamp.br¹

Amauri Hassui, ahassui@fem.unicamp.br¹

Sandro Pereira da Silva, sandro.silva@deg.ufla.br³

¹Faculty of Mechanical Engineering, UNICAMP, Mendeleyev st., 200, Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, Campinas -SP

²Faculty of Applied Sciences, UNICAMP, Pedro Zaccaria st., 1300, Jd. Santa Luiza, Limeira - SP

³UFLA, Câmpus Universitário, Caixa Postal 3037, Lavras -MG

Abstract: Hardened materials are those whose hardness is above 45 HRc. Until relatively recent times, machining of this material was done primarily by electro discharge machining (EDM) or grinding (manufacturing processes with low material removal rate and high cost). Several jobs indicate that hard turning (which is a turning variant) can replace these processes, making machining more flexible and reducing costs. However, turning hardened steels requires the use of tools with very high hardness, such as ceramics and PcBN. These tools are fragile and tend not to withstand vibrations or interrupted cutting. This work subjected PcBN tools to turning of SAE 1045 hardened steel (~55 HRc) in parts with different types of interruptions in order to analyze the situations in which interrupted cutting causes the premature end of tool life. The results indicate that the more interruptions, the shorter the life of the tool and that the occurrence of edge chipping is the main type of wear desgaste.

Keywords: PcBN, Hardened Steels, Interrupted Cutting, Wear.