



ANÁLISE DO TORNEAMENTO DE AÇOS ENDURECIDOS UTILIZANDO FERRAMENTAS DE PCBN.

Hidekasu Matsumoto - Unesp/Ilha Solteira/Departamento de engenharia Mecânica.
Avenida Brasil, 56 - 15.385-000 - Ilha Solteira/SP - Fax: (18) 762 2992 - E-Mail:
hidekasu@dem.feis.unesp.br

Elaine Alves Pedrosa - Unesp/Ilha Solteira/Departamento de engenharia Mecânica.
Avenida Brasil, 56 - 15.385-000 - Ilha Solteira/SP

Anselmo Eduardo Diniz - UNICAMP/Departamento de Engenharia de Fabricação.
Campinas/SP - E-Mail: anselmo@fem.unicamp.br

Resumo. *Em casos onde o torneamento de aços endurecidos é aplicável, este oferece inúmeras vantagens em relação à retificação. Neste trabalho, procurou-se verificar a viabilidade de se tornear peças endurecidas com ferramentas de nitreto cúbico de boro (CBN) para acabamento, utilizando parâmetros de corte relativamente grandes com a finalidade de aumentar a produtividade e analisar o desgaste, a vida da ferramenta e a evolução da rugosidade da peça. Os parâmetros utilizados foram: profundidade de usinagem $a_p = 0,4$ mm, avanço $f = 0,1$ mm e velocidade de corte $v_c = 130$ m/min. Os ensaios foram realizados em um torno CNC modelo Cosmos da ROMI, com potência de 22kW, com projeto mecânico convencional. Os corpos de prova foram de aço ABNT52100, de forma cilíndrica, e 49 mm de diâmetro por 30 mm de comprimento. O critério de fim de vida utilizado foi $R_a = 0,6$ μ m. Os resultados obtidos levaram a concluir que o torneamento de aços endurecidos com as condições utilizadas, permite obter acabamento superficial e dimensional com qualidade compatível com a retificação, com uma vida da ferramenta satisfatória e que o avanço tem maior influência na vida da ferramenta do que a profundidade de usinagem.*

Palavras-chave: torneamento de aços endurecidos, ferramentas de CBN, rugosidade.

1. INTRODUÇÃO

Há algum tempo, algumas operações de retificação em peças endurecidas e de revolução, vêm sendo substituídas por operações de torneamento. Isto se tornou possível graças ao surgimento de máquinas mais potentes e rígidas e, principalmente, devido ao desenvolvimento de materiais para ferramentas de corte com alta resistência ao desgaste, alta dureza a altas temperaturas e grande estabilidade química (cerâmicas e CBN).

O torneamento de aços endurecidos utilizando máquinas CNC convencionais é aplicável em casos em que se deseja obter qualidades IT6 e IT7 e rugosidades R_a de 0,2 a 0,6 μ m. Essas qualidades

correspondem às qualidades obtidas na retificação em geral. Pesquisas mais recentes mostram que com a utilização de tornos de alta precisão (alta rigidez, mancais hidrostáticos, etc.), ferramentas com geometria e acabamento superficial especial e parâmetros de corte otimizados, é possível a obtenção de peças com qualidades como as obtidas na retificação fina (IT3 a IT5 e $Ra < 0,1 \mu\text{m}$), e que se pode evitar a ocorrência de camada superficial danificada na peça (Klocke et al., 1995 e Matsumoto, 1998).

Segundo vários autores, dentre eles Klocke et al., 1995; Chou e Evans, 1997; Matsumoto et al., 1999; Liu e Mittal, 1998 e Agha e Liu, 2000, as principais vantagens do torneamento de aços endurecidos em relação à retificação são:

- Possibilidade de eliminar etapas de fabricação;
- Possibilidade de trabalhar sem fluido de corte;
- Maior produtividade;
- Baixo consumo de energia por volume de material usinado;
- Máquinas-ferramenta mais simples e de menor custo;
- Flexibilização do processo;
- Menor custo das ferramentas de corte, uma vez que é possível realizar várias operações com a mesma ferramenta, tornando viável a usinagem de pequenos lotes de peças;
- Tensões residuais compressivas que aumentam a vida das peças submetidas a esforços cíclicos;
- Etc.

Por outro lado, existem operações em que a retificação é imbatível, principalmente se a empresa já dispuser de retificadoras. É o caso, por exemplo, de peças de pequeno comprimento que possam ser retificadas utilizando avanço transversal (retificação de mergulho) com rebolo de largura superior ao comprimento da peça, peças que são tradicionalmente retificadas em retificadoras sem centros, peças que exijam tolerâncias inferiores a IT 6 e $Ra < 0,2 \mu\text{m}$, etc.(Diniz et al. 2000). Assim, a decisão de utilizar um ou outro processo fica por conta de uma análise individual de cada caso.

Em relação às ferramentas de corte utilizadas no torneamento de aços endurecidos, as mais utilizadas são as ferramentas cerâmicas e as de nitreto de boro cúbico policristalino (PCBN). Como neste trabalho a proposta é utilizar ferramentas de PCBN, serão descritas a seguir, algumas propriedades do PCBN para a usinagem de aços endurecidos.

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, pode-se dividir os PCBNs em duas categorias, segundo suas aplicações (Costa, 1993; Abrão e Aspinwall, 1995):

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

De acordo com Abrão e Aspinwall, (1995), os PCBNs para desbaste possuem maior concentração de nitreto de boro cúbico (90% em volume) o que aumenta a ligação cristal com cristal e faz sua tenacidade aumentar. Além disso, devido ao alto teor de CBN, estes materiais são os que apresentam maior dureza dentre os PCBNs e por isso são muito eficientes quando o mecanismo predominante de desgaste é a abrasão (onde não se verifica um desgaste adesivo ou químico) e/ou onde estão presentes forças de corte muito altas ou corte interrompido, como no torneamento e no fresamento em desbaste de aços endurecidos e ferro fundido cinzento onde as durezas envolvidas estão entre 45 e 65 HRC. Segundo Diniz *et al.* (2000), estes tipos de PCBNs não se comportam tão bem quando se necessita de algumas características químicas e térmicas, como é o caso do torneamento em acabamento, onde, devido às maiores velocidades de corte utilizadas e, conseqüentemente, maiores

temperaturas, o desgaste químico é muito importante. Os PCBNs indicados para o acabamento são aqueles onde uma fase cerâmica é adicionada, de tal maneira que ele possui menor tenacidade e dureza, mas melhor estabilidade química e térmica que os PCBNs indicados para desbaste, combinando as propriedades das duas fases presentes (CBN e cerâmica), já que a cerâmica possui, em geral, maior resistência à difusão que o CBN.

Em operações de acabamento os cavacos produzidos são pequenos, devido aos pequenos avanços e profundidades de corte. A pequena massa de cavaco gerada não é suficiente para dissipar todo o calor gerado pelo corte e, por isso, a ferramenta atinge altas temperaturas, o que faz com que propriedades como estabilidade térmica e química sejam imprescindíveis.

Segundo Bossom (1994), um fator importante que deve ser levado em consideração na comparação das ferramentas com alto e baixo teor de nitreto de boro cúbico é a sua condutividade térmica, pois nas operações de acabamento a geração de calor é muito alta. Uma ferramenta com maior teor de CBN tem maior condutividade térmica, o que faz com que o calor seja retirado da zona de corte, não causando o amolecimento necessário do material da peça ao seu redor, o que facilitaria o corte. Já um material com menor teor de CBN e maior teor cerâmico, tem condutividade térmica menor, não retirando muito calor da região de corte, o que possibilita um certo “amolecimento” da peça ao redor da região de corte e facilita a usinagem.

De acordo com Diniz *et al.* (2000), alguns cuidados devem ser tomados quando se utiliza ferramentas de PCBN, dentre eles:

- O sistema máquina-ferramenta-dispositivo de fixação-peça deve ser o mais rígido possível;
- A geometria da ferramenta deve ser negativa (normalmente $\gamma = -5^{\circ}$) para garantir a resistência aos choques com ângulo de folga de no mínimo 5° e ângulo lateral de posição de no mínimo 15° para minimizar trincas na aresta. A geometria negativa auxilia na diminuição do desgaste da ferramenta pois gera mais calor devido à grande deformação plástica imposta ao material, o que amolece o material da peça em torno da região de corte, facilitando a usinagem;
- A aresta de corte deve ser chanfrada (chanfro de 0,1 mm x 20° a 45°) o que direciona os esforços de corte para o centro da ferramenta, diminuindo assim, a possibilidade de quebra da aresta;
- Com relação à utilização do fluido de corte, o refrigerante tem pouco efeito nos esforços de corte e pode também até aumentar o desgaste da ferramenta, pois diminui a geração de calor, dificultando o corte devido ao não amolecimento do material da peça ao redor da região de corte. Por outro lado, ao reduzir a temperatura do componente, o refrigerante auxilia na manutenção de tolerâncias apertadas, o que é particularmente verdade para componentes de secções finas ou para pequenos componentes com massa térmica baixa.

Neste trabalho, procurou-se verificar a viabilidade de se tornear peças endurecidas com ferramentas de nitreto cúbico de boro (CBN) para acabamento, utilizando parâmetros de corte relativamente grandes com a finalidade de aumentar a produtividade e analisar o desgaste, a vida da ferramenta e a evolução da rugosidade da peça. Para isso, analisou-se o acabamento superficial, o desgaste e a vida da ferramenta de corte. Analisaram-se ainda, as influências do avanço e da profundidade de usinagem na vida da ferramenta.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A máquina-ferramenta utilizada nos experimentos foi um torno CNC, marca ROMI, modelo Cosmos 30, potência de 22 kW (30 HP), com projeto mecânico convencional, isto é, com mancais de rolamento e guias de escorregamento.

Foi utilizado como ferramenta de corte, PCBN para acabamento, com geometria quadrada, sinterizado sobre base de metal duro e brasado sobre inserto de metal duro, de geometria quadrada com

furo para fixação (código SNGA 12 04 08 S01020 segundo norma ISO 1832-1985) recoberta com uma camada de nitreto de titânio (TiN), raio de ponta de 0,8 mm.

O material utilizado nos corpos de prova foi o aço ABNT 52100, temperado e revenido. Após este tratamento térmico, os corpos de prova apresentaram dureza de 58 a 62 HRC até a profundidade de aproximadamente 3mm.

Os ensaios foram todos realizados com velocidade de corte (v_c) de 130 m/min, escolhido após a realização de pré-ensaios com outras velocidades. Os avanços utilizados foram $f = 0,07$ mm e 0,1 mm e as profundidades de usinagem $a_p = 0,2$ e 0,4 mm.

Para cada condição, foram feitas pelo menos uma réplica e desses ensaios foram selecionados os melhores resultados, para facilitar e permitir uma melhor análise.

Foram usinados corpos de prova com dimensões de 49,5 mm de diâmetro e 30 mm de comprimento. Os corpos de prova foram fixados somente pela placa utilizando castanhas moles (sem contraponta).

O critério de fim de vida da ferramenta foi o da rugosidade média $R_a = 0,6 \mu\text{m}$ e/ou desgaste da ferramenta $V_B = 0,4$ mm. Este valor de rugosidade foi escolhido como critério de fim de vida da ferramenta, por ser um valor que está situado numa faixa intermediária de rugosidade que pode ser obtida nas principais operações de retificação cilíndrica. Após cada passe de torneamento cilíndrico, a peça foi retirada da máquina e foram medidas as dimensões dos diâmetros, a rugosidade média (R_a) e a máxima distância pico-vale (R_y). As batidas radiais foram medidas na própria máquina com o auxílio de um relógio comparador. Porém, devido ao valor insignificante da batida radial em todos os casos (menor que $1\mu\text{m}$), não foram analisadas a tolerância da batida radial. A posição da ferramenta foi corrigida sempre que necessário, para compensar a variação de diâmetro, com a finalidade de manter a tolerância h5 (0 e $-11 \mu\text{m}$ para diâmetros de 30 a 50 mm). Os ensaios foram interrompidos sempre que se atingia a rugosidade da peça R_a maior que $0,6 \mu\text{m}$ ou quando o desgaste de flanco da ferramenta atingia $V_B = 0,4$ mm.

Verificou-se o estado da ferramenta, sempre que ocorria uma grande variação da rugosidade. O desgaste de flanco dos insertos foi medido com uma lupa graduada da Sandvik e posteriormente fotografados com auxílio de um microscópio.

Foram medidos os seguintes parâmetros de usinagem:

- rugosidade superficial;
- batida radial;
- desgaste da ferramenta;
- dimensão final da peça.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão analisadas as vidas, a forma, as causas e a evolução do desgaste das ferramentas de corte utilizadas nos ensaios e também o acabamento superficial e dimensional das peças usinadas.

A Figura 1 apresenta a evolução da rugosidade da superfície da peça usinada em função do comprimento de corte (vida da ferramenta), para o torneamento de corpos de prova de 30mm de comprimento por 49,5 mm de diâmetro, para $v_c=130\text{m}/\text{min}$, $f=0,07$ mm/volta e $a_p=0,4$ mm.

Na Figura 1, observa-se que ocorreu um aumento progressivo da rugosidade, tanto em R_a como em R_y , devido ao desgaste progressivo da ferramenta até $l_c \cong 700$ m e até esse momento só havia ocorrido o desgaste de flanco de $V_B = 0,2$ mm. Depois, houve uma pequena queda nos valores de R_a e R_y para $l_c = 800\text{m}$. Essa queda coincidiu com o aparecimento do desgaste de cratera (apesar da ferramenta ser recoberta com nitreto de titânio), e não se observou lascamentos significativos que chegassem a

interferir nesta fase. Por volta de $l_c = 1000\text{m}$, a rugosidade aumentou acima de $R_a = 0,6 \mu\text{m}$ e se manteve por mais de três corpos de prova usinados, determinando o fim de vida da ferramenta. Neste ponto, o desgaste V_B também já havia atingido $0,4 \text{ mm}$ e os lascamentos já eram significativos. O que determinou o fim da vida da ferramenta foi provavelmente a ocorrência de um lascamento de maior intensidade que causou o aumento de R_a acima do estipulado como fim de vida. A vida da ferramenta para este ensaio foi de 9 minutos ($l_c @ 1200 \text{ m}$), que é um valor bastante baixo se comparado com os outros ensaios em condições semelhantes, reforçando a tese de que a ferramenta se danificou devido ao grau atingido pelo lascamento. Como pode ser visto ainda na Figura 1, os valores de R_y apresentaram uma evolução semelhante a R_a , com valores proporcionais de aproximadamente seis vezes o valor de R_a , o que indica que se poderia utilizar tanto R_a como R_y para a análise e critério de fim de vida.

A Figura 2 apresenta a evolução da rugosidade da superfície da peça usinada em função do comprimento de corte (vida da ferramenta), para $v_c = 130\text{m/min}$, $f = 0,07 \text{ mm/volta}$ e $a_p = 0,2 \text{ mm}$, ou seja, somente com a_p diferente do ensaio da fig.1.

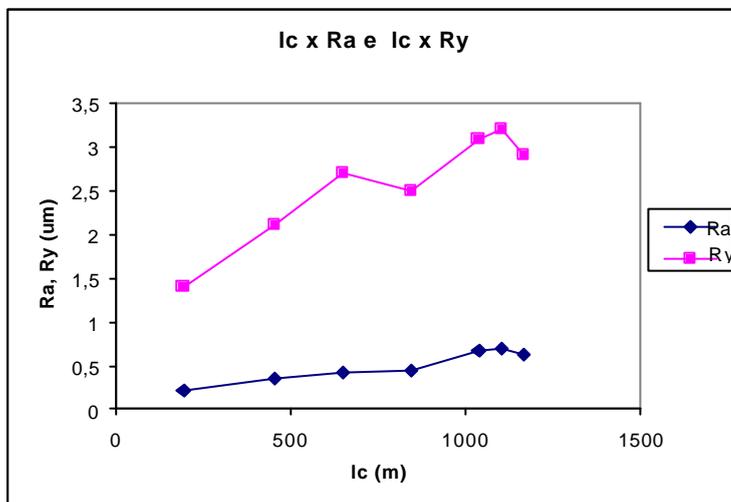


Figura 1. Rugosidade $R_a \times l_c$ e $R_y \times l_c$ para $v_c = 130\text{m/min}$, $f = 0,07 \text{ mm/volta}$ e $a_p = 0,4 \text{ mm}$.

Na Figura 2, observa-se que houve uma flutuação no valor da rugosidade (R_a) ao longo do comprimento de corte (l_c). A explicação para esta flutuação foi a evolução da forma de desgaste ocorrida na aresta de corte da ferramenta. No início, até aproximadamente $l_c = 500 \text{ m}$, ocorreu um desgaste progressivo da aresta de corte e a evolução da rugosidade foi muito rápida, atingindo R_a próximo de $0,6 \mu\text{m}$. Até então, a principal forma de desgaste observada era o desgaste de flanco V_B com valor em torno de $0,2 \text{ mm}$. Após esta fase, ocorreu juntamente com o desgaste de flanco, o desgaste de cratera, que no início melhorou o corte, porém fragilizou a aresta de corte e causou o seu lascamento, e conseqüente aumento da rugosidade. O lascamento ocorreu de forma aleatória e após o mesmo ($l_c \cong 500\text{m}$), houve uma acomodação da aresta de corte, estabilizando ou até mesmo reduzindo o valor de R_a . Este fenômeno se repetiu durante o resto da vida da ferramenta, até que após ocorrer um lascamento maior, a aresta ficou danificada, ultrapassando o valor de R_a e/ou V_B estipulado como fim de vida. A vida da ferramenta de corte para este ensaio foi $t_c = 22,5 \text{ minutos}$ ($l_c \cong 3000 \text{ m}$) mais que o dobro do ensaio da fig. 1 que foi de 9 minutos ($l_c \cong 1200 \text{ m}$), reforçando a conclusão de que a vida da

ferramenta depende muito da forma como a ferramenta se lasca. O fato de a_p ter sido de 0,4 mm no ensaio da fig.1 e 0,2 mm no ensaio da fig.2 (diferença de 100%) influenciou na forma de lascamento, pois a condição mais severa no ensaio n° 1 causou um lascamento de maior intensidade devido ao aumento dos esforços de corte e também da vibração do conjunto.

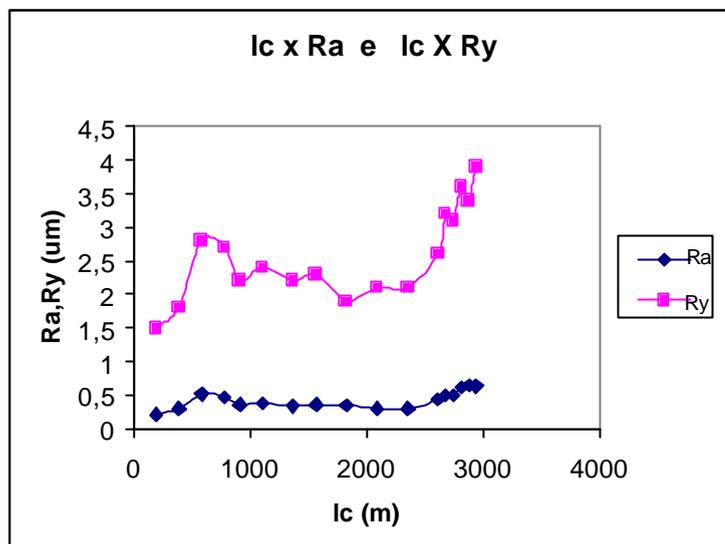


Figura 2. Rugosidade Ra x lc, Ry x lc para $v_c=130\text{m/min}$, $f=0,07\text{ mm/volta}$ e $a_p=0,2\text{ mm}$

Na figura 3, pode-se observar a forma de desgaste ocorrida na ferramenta. Verifica-se que ocorreram desgaste de flanco e de cratera e lascamentos bastante severos. Esse comportamento foi verificado em todos os ensaios realizados.



Figura 3. Forma de desgaste da ferramenta de corte para $v_c = 130\text{m/min}$, $f = 0,07\text{ mm/volta}$ e $a_p = 0,2\text{ mm}$ aumento de 50 vezes. Neste momento, $lc = 2925\text{ m}$ e $V_B = 0,2\text{ mm}$.

A figura 4 apresenta a evolução da rugosidade da superfície da peça usinada em função do comprimento de corte (vida da ferramenta) para $v_c = 130\text{m/min}$, $f = 0,1\text{ mm/volta}$ e $a_p = 0,2\text{ mm}$. Aqui, foram mantidas as mesmas condições do ensaio da fig.2, alterando-se somente o valor de f que passou de $0,07\text{ mm}$ para $0,1\text{ mm}$ (aumento de 43%).

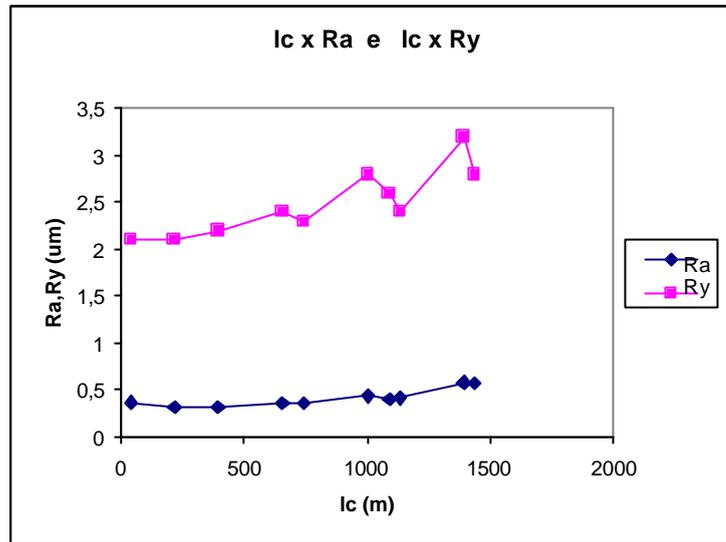


Figura 4. Rugosidade Ra x lc, Ry x lc para $v_c = 30\text{m/min}$, $f = 0,1\text{ mm/volta}$ e $a_p = 0,2\text{ mm}$

Na figura 4, nota-se que a evolução dos valores da rugosidade ocorreram de forma semelhante à ocorrida no ensaio da fig.2, sendo que a forma do desgaste da ferramenta, também foi semelhante, ou seja, repetiu-se a fase de desgaste e de lascamento. Com o aumento do avanço de $0,07\text{ mm}$ para $0,10\text{ mm}$, as condições de corte ficaram mais severas e os lascamentos de maior intensidade ocorreu mais cedo. Assim, a vida da ferramenta foi de $9,9\text{ minutos}$ ($lc \cong 1500\text{ m}$) contra $22,5\text{ minutos}$ no ensaio da fig. 2, onde o avanço utilizado foi de $0,07\text{ mm}$. Logo, a influência do avanço na vida da ferramenta foi bastante significativa. Neste ensaio, a rugosidade ainda se manteve abaixo de $Ra = 0,6\text{ }\mu\text{m}$, porém V_B atingiu $0,4\text{ mm}$, fazendo com que o ensaio fosse interrompido. Mais uma vez, a curva da rugosidade medida em Ry teve o mesmo comportamento da curva de Ra e com valores de aproximadamente seis vezes o valor de Ra. Isto se repetiu em todos os ensaios realizados. Devido a isso, doravante serão analisados somente os valores de Ra.

A figura 5 apresenta a evolução da rugosidade da superfície da peça usinada em função do comprimento de corte (vida da ferramenta) para $v_c = 130\text{ m/min}$, $f = 0,1\text{ mm/volta}$ e $a_p = 0,4\text{ mm}$. Aqui, utilizou-se tanto f como a_p em condições limites. Pode-se verificar que a rugosidade evoluiu de forma semelhante aos casos anteriores, porém o fim de vida da ferramenta foi atingido muito rapidamente, ultrapassando tanto Ra como V_B estipulado como critério de fim de vida e a aresta de corte apresentou vários lascamentos comprometedores. A vida da ferramenta foi de apenas $4,8\text{ minutos}$ ($lc \cong 700\text{ m}$) no melhor ensaio, o que significa que a vida foi reduzida praticamente à metade em relação aos outros ensaios. Assim, pode-se dizer que neste caso, onde se utilizou uma combinação dos maiores valores de f e a_p dos ensaios citados, a redução da vida da ferramenta foi proporcional à soma dos dois fatores. Pelo que se pode observar, os aumentos simultâneos do avanço e da profundidade de corte exerceram

efeitos somatórios, provocando uma condição de usinagem que propiciou a ocorrência precoce dos lascamentos devido ao aumento dos esforços de corte e também do aumento da vibração do conjunto.

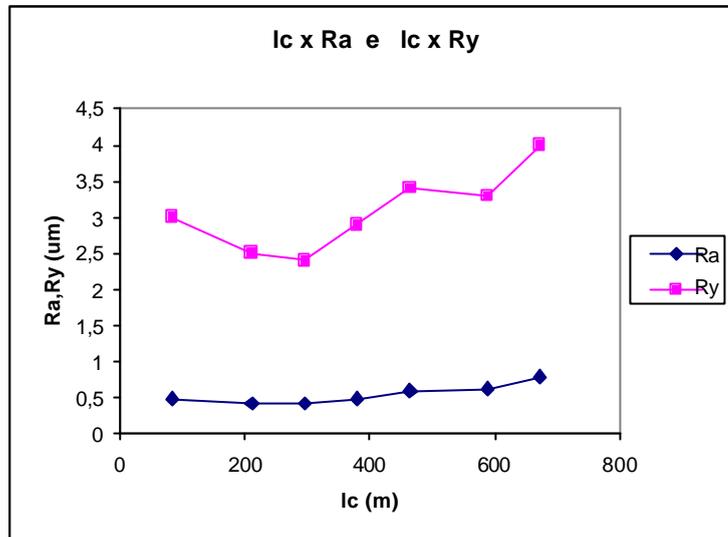


Figura 5. Rugosidade Ra x lc, Ry x lc para $v_c = 130$ m/min, $f = 0,1$ mm/volta e $a_p = 0,4$ mm.

4. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos, pode-se tirar as seguintes conclusões, para o torneamento de aços endurecidos com ferramentas de PCBN:

- É viável toronar peças endurecidas com profundidade de usinagem relativamente grandes e com vida da ferramenta viável para algumas aplicações;
- Ocorreram desgastes de flanco e de cratera (mesmo a ferramenta tendo cobertura nitreto de titânio), e ainda, lascamentos de diferentes proporções nas ferramentas utilizadas;
- O lascamento é o principal causador de fim de vida da ferramenta e ocorreu em todos os ensaios;
- Quanto à rugosidade, conseguiu-se rugosidade dentro das principais faixas de utilização em operações de retificação;
- Os valores da rugosidade em Ry são proporcionais a Ra, tendo sido Ry aproximadamente 6 vezes maior que Ra;
- Para se obter uma vida mais longa deve-se utilizar parâmetros de usinagem pouco severas. Neste caso particular, avanço de 0,07 mm/volta e profundidade de usinagem de 0,2 mm;
- Tanto o avanço como a profundidade de usinagem influi muito na vida da ferramenta, sendo que o aumento do avanço reduz mais a vida do que o aumento da profundidade de usinagem;
- Para se obter maior quantidade de material removido por vida, é mais interessante aumentar a profundidade de usinagem, pois se ganha em tempo usinagem;

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, FAPESP e FUNDUNESP pelo apoio recebido.

6. REFERÊNCIAS

- Abrão, A M.; Aspinwall, D.K., 1995. “Pastilhas de PCBN e Cerâmica Facilitam e Melhoram a Usinagem de Materiais Duros”. Máquinas e Metais, outubro de 1995, pp. 22-28.
- Agha, S. R.; Richard L. C., 2000, “Experimental Study on the Performance of Superfinish Hard Turned Surfaces in Rolling Contact”, *Wear* 244, pp. 52-59.
- Bossom, P.K., 1994, “Usinagem de Acabamento de Ligas Ferrosas Duras”. De Beers Industrial Diamond Division.
- Chou, Y. K., Evans, C. J., 1997, “Tool Wear Mechanism in Continuous Cutting of Hardened Tool Steels”, *Wear* 212, pp. 59-65.
- Costa, Dalberto Dias, “Análise dos Parâmetros de Torneamento de Aços Endurecidos”. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, 1993, 108 p. Dissertação de Mestrado.
- Diniz, A . E.; Marcondes, F.C.; Coppini, N.L., 2000, “Tecnologia da Usinagem dos Materiais”, pp. 223-241.
- Klocke, F.; König, W.; Koch, K. F.; Schroeter, R.B., 1995. “Torneamento de Precisão: Uma Opção Para o Acabamento de Peças de Aço Temperado”. Máquinas e Metais, outubro 1995, pp. 56-67.
- Liu, C.R.; Mittal,S., 1998, “Optimal Pre-Stressing The Surface of a Component By Superfinish Hard Turning For Maximum Fatigue Life In Rolling Contact”. *Wear* 219, pp. 128-140.
- Matsumoto, Y; Hashimoto, F.; Lahoti, G., 1999, “Surface Integrity Generated By Precision Hard Turning”, *Annals of the CIRP*, pp. 59-62.
- Matsumoto, Hidekasu , “Uma Contribuição ao Estudo do Processo de Torneamento de Aços Endurecidos”, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Unicamp, 1998, 116 p. Tese De Doutorado.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

ANALYSIS OF HARDENED STEELS TURNING USING PCBN TOOLS

Hidekasu Matsumoto - Unesp/Ilha Solteira/Departamento de engenharia Mecânica.
Avenida Brasil, 56 - 15.385-000 - Ilha Solteira/SP - Fax: (18) 762 2992 - E-Mail:
hidekasu@dem.feis.unesp.br

Elaine Alves Pedrosa - Unesp/Ilha Solteira/Departamento de engenharia Mecânica.
Avenida Brasil, 56 - 15.385-000 - Ilha Solteira/SP

Anselmo Eduardo Diniz - UNICAMP/Departamento de Engenharia de Fabricação.
Campinas/SP - E-Mail: anselmo@fem.unicamp.br

Abstract: *Hard turning provides several advantages when compared to grinding in the situations where it is usable. The main goal of this work is to verify the feasibility of turning hardened steel with cubic boron nitride (CBN) tools in finish operations, using relatively large cutting parameters, aiming to increase productivity. Tool wear and workpiece surface roughness were analyzed during tool life. The cutting parameters used were: depth of cut $a_p = 0,4$ mm, feed $f = 0,1$ mm and cutting speed $v_c = 130$ m/min. The experiments were carried out in a CNC lathe of 22 kW in the main motor, with a conventional mechanical design. The workpieces were cylindrical bars made of ABNT52100 steel, with 49 mm of diameter and 30 mm of length. The tools were considered in the end of their lives when surface roughness reached $R_a = 0,6$ μ m. The main conclusions of this work are: a) the turning of hardened steels using relatively heavier cutting parameters (specially depth of cut) makes possible to get workpieces with surface roughness and dimensional quality similar to those obtained in grinding, with a suitable tool life; b) using cutting conditions similar to those used in this work feed has greater influence on tool life than cutting speed and depth of cut.*

Keywords: *hardened steel turning; CBN tools; workpiece surface roughness.*