



## EFEITO DA APLICAÇÃO DE MÍNIMA QUANTIDADE DE FLUIDO (MQF) NO TORNEAMENTO DE AÇOS DE DIFERENTES CONDUTIVIDADES TÉRMICA

*Hamilton José de Mello\**

*Luís Jacinto Nalon\**

*Luiz E. A. Sanchez \**

*Célio Losnak\**

*Gustavo Lopes Cruz\**

*Rodrigo Daun Monici \**

\*Universidade Estadual Paulista – Unesp - Departamento de Engenharia Mecânica

Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/n, CEP 17033-360, Bauru – SP

**Resumo.** *Com o aumento do rigor das legislações ambientais, principalmente nos países desenvolvidos, o descarte dos fluidos de corte têm-se tornado um problema adicional à usinagem. Neste contexto verifica-se a necessidade de novas técnicas de aplicação de fluido de corte onde utiliza-se menores volumes de fluido sem provocar significativas perdas na vida da ferramenta de corte e na qualidade da peça usinada. Neste trabalho é estudado o comportamento do torneamento de dois aços de diferentes condutividades térmica sob a aplicação da técnica de mínima quantidade de lubrificante (MQL). Para isso empregou-se um aço ABNT 1045 (condutividade térmica de aproximadamente 51,9 W/m.K) e um aço inox martensítico AISI 420 (condutividade térmica de aproximadamente 24,9 W/m.K) torneados sob as mesmas condições de usinagem. O fluido de corte usado é uma emulsão de óleo semi-sintético aplicado através de um bico tipo venturi, regulado para uma vazão de aproximadamente 90 ml/hora. Como resultado são analisados o desgaste de flanco da ferramenta de corte e a rugosidade para os dois tipos de aços comparando-os também com os resultados ensaiados utilizando-se a aplicação convencional de fluido de corte, de maneira abundante.*

**Palavras chaves:** *mínima quantidade de lubrificante, condutividade térmica, desgaste.*

### 1. INTRODUÇÃO

A utilização dos fluidos de corte na indústria metal-mecânica deve-se a benefícios como o de arrefecer e lubrificar a região de corte visando o aumento da vida da ferramenta e a melhora do acabamento superficial, além de outras funções consideradas secundárias como facilitar o transporte do cavaco e deixar uma camada protetora sobre a superfície usinada. Porém, a utilização dos fluidos de corte aumentam os custos nos processos de corte, chegando a representar 17% dos custos de produção, enquanto que os gastos relacionados com a ferramenta representam somente de 2 a 4% destes custos de produção (Novaski & Dörr, 1999).

Além dos fatores econômicos ligados à utilização dos fluidos de corte, sabe-se que eles podem causar danos à saúde dos operadores de máquinas ferramentas e degradar o meio ambiente. Entre as doenças constatadas estão as doenças de pele, irritações oculares, doenças respiratórias e até mesmo câncer, em conseqüência de algum tipo de contato prolongado. Em decorrência deste fato, as empresas são obrigadas a enfrentar leis ambientais mais rigorosas em relação à compra, manutenção e principalmente com o descarte de resíduos dos fluidos (Braghini et al, 2001).

No caso da usinagem a seco, os benefícios do fluido de corte não estão disponíveis nas regiões onde existe maior atrito e adesão entre a ferramenta e a peça. Isto faz com que a ferramenta e a peça sejam submetidas a uma carga térmica maior, resultando num maior nível de desgaste. A temperatura de corte mais elevada no torneamento a seco pode afetar a peça no que concerne a alteração da microestrutura da camada subsuperficial e a precisão de forma e dimensional. Em menor escala, a máquina ferramenta também pode dilatar-se com a variação da temperatura em consequência do acúmulo de cavaco quente. Estas dilatações são fatores de desvios de medida da peça, que podem ultrapassar os níveis toleráveis.

Segundo Sham & Schneider (1996), as limitações das operações a seco podem ser diminuídas com a técnica de mínima quantidade de lubrificante (MQL), que age com base no princípio de utilização total do óleo de corte em forma de névoa, sem deixar resíduos. De maneira geral, neste método, a vazão de fluido de corte varia de 10 até 100 ml/h, a uma pressão de 4 a 6 kgf/cm<sup>2</sup>. Dependendo da aplicação, a vazão de fluido pode variar de 10 a 1000 ml/h.

Segundo Heisel et al (1998), a comparação do método MQL com a refrigeração convencional resultam inúmeras vantagens, como: diminuição da quantidade de fluido de corte em relação ao volume de peça usinado comparado com a aplicação de fluido convencional; redução do descarte do fluido não consumido e eliminação de sistema de filtragem e reciclagem; eliminação da operação de lavagem subsequente, pois as peças usinadas ficam praticamente secas; diminuição da quantidade de fluido que permanece nos cavacos, pois não se justifica sua recuperação; e também a aplicação de biocidas e preservativos podem ser enormemente diminuídas, porque apenas a quantidade de fluido que será usada em um turno de trabalho deve ser colocada no reservatório.

Conforme Heisel et al (1998), existem três tipos diferentes de sistemas de MQL. O primeiro tipo é o sistema de pulverização de baixa pressão, onde o fluido de corte é aspirado por uma corrente de ar e levado à superfície ativa, ou seja região de corte, como uma mistura. Esse sistema se distingue por uma vazão de fluido de corte de aproximadamente 0,5 a 10 L/h, em forma de emulsão, capaz de produzir um grande efeito atomizador mas com o inconveniente do difícil controle da dosagem.

O segundo tipo de sistema usa bombas dosadoras com alimentação pulsatória de quantidade definida de fluido para a superfície ativa, sem ar. As taxas de fluxo são ajustáveis numa faixa entre 0,1 e 1 ml por ciclo, com até 260 ciclos por minuto. Estes sistemas são utilizados principalmente em processos intermitentes, como o serramento

O terceiro e mais usado tipo de sistema de mínima quantidade é o de pressão, em que o fluido de corte é bombeado para o bocal através de uma tubulação de suprimento em separado. Neste bocal o fluido é misturado com o ar comprimido que é fornecido separadamente, de forma que as quantidades de ar e fluido podem ser ajustadas independentemente. Este tipo de sistema é uma alternativa interessante, porque combina a funcionalidade da lubrificação e arrefecimento com o consumo extremamente baixo de fluido, na faixa 10 a 100 ml/h. Ao mesmo tempo, a mistura coaxial de fluido e ar no bocal previne enormemente a nebulosidade. Todas as investigações descritas a seguir se referem a esse sistema.

A estabilidade do jato, ou seja a abertura do “spray” ar-fluido, é muito importante para a aplicação prática, uma vez que o fluido deve abranger uma área suficientemente grande para envolver a região de corte, no entanto, sua área de abertura depende da distância entre o bocal e a região de corte e se esta for pequena pode ocasionar colisões entre o bocal e a ferramenta ou entre bocal e peça. Além disso, os sistemas de formação de “spray” devem produzir um cone de partículas pulverizadas de formato constante e estável, o que é possível pela construção de uma camisa de ar ao redor do jato de fluido.

Esta técnica de atomização de fluido é usada há muitos anos com sucesso em vários processos de corte, especialmente no serramento e na conformação de metais. As vantagens constatadas nestes casos levam à aplicações mais amplas, como no torneamento, no entanto os resultados encontrados ainda não são satisfatórios a ponto de consolidar a sua utilização neste processo. Desta forma, muitos pesquisadores vêm realizando experimentos para viabilizar essa técnica.

Machado & Wallbank (1997) compararam o sistema MQL na operação de torneamento, sob vazão de emulsão de 196 ml/h, com a usinagem a seco e o sistema convencional da máquina ferramenta, com vazão de 312 L/h, para diversas condições de corte. Obtiveram para MQL, na usinagem de aços de médio carbono (AISI 1040) com baixas velocidades de corte e avanços maiores que 0,25 mm/min, menores forças, rugosidade e espessuras de cavaco quando comparados a usinagem a seco e convencional. Já para velocidades de corte superiores a 100 mm/min os resultados não foram significativos, sendo registrada nenhuma ou pouca influência do sistema MQL sobre os outros. Portanto, quando a velocidade de corte do processo é muito elevada, o método MQL não é capaz de penetrar na interface cavaco/ferramenta para exercer a função de lubrificante.

Em trabalho semelhante, Heisel et al.(1998) realizaram ensaios de torneamento de aço DIN 100Cr6 (AISI L3) utilizando 3 condições de corte: a seco, com MQL e com refrigeração abundante. Foram utilizados insertos de metal duro revestido com nitreto de titânio (TiN), tendo éster como fluido de corte. Neste caso empregou-se velocidade de corte de 200 m/min; avanço de 0,25mm/volta e profundidade de 1 mm. Como resultado, observou-se que a ferramenta resfriada e lubrificada com a mistura de óleo e ar apresentou uma vida de cerca de 10 % maior do que na lubrificação abundante, e em comparação com o corte a seco, esse valor aumentou em até 14%.

Braga et al (2000) mostraram em seu trabalho que, em operação de furação de liga de alumínio - silício SAE 323 com broca de metal duro inteiriça tipo K10 sem cobertura, a utilização da técnica de MQL com vazão de óleo integral de 10 ml/h, atendeu plenamente á necessidade de lubrificação, garantindo qualidade dos furos e vida da ferramenta similar ao processo por inundação. Foram testados as vazões de 30 ml/h e 60 ml/h, mas não verificou-se alterações significativas com relação à vazão de 10 ml/h, mas sim um aumento da névoa de óleo no ambiente, proporcionando assim uma maior probabilidade de danos à saúde dos operadores.

Schroeter et al (2001) compararam também o sistema de MQL, com vazão de emulsão de 50 ml/h, na operação de torneamento do aço SAE 1040 com ferramenta de metal duro revestida com TiN, com a usinagem a seco e o sistema convencional da máquina ferramenta, sendo esta com vazão de 195 L/h. Os parâmetros de corte selecionados no ensaio foram: velocidade de corte de 290 m/min, profundidade de 1,0 mm e avanço de 0,4 mm/volta. Nos ensaios, obteve-se resultados bastante promissores pois não encontraram diferenças significativas nos valores de forças, mas sim uma pequena variação do desgaste de flanco ( $V_{Bmax}$ ). Sendo assim, concluíram que o método MQL assume uma função de refrigeração retirando parte do calor gerado na região de corte e diminuindo a temperatura da ferramenta e o seu desgaste.

Por outro lado Diniz & Scandiffio (2001) realizaram ensaios de torneamento em aço ABNT 1045, onde utilizaram 3 condições de refrigeração/lubrificação: à seco, com MQL e refrigeração abundante; e insertos de metal duro recoberto. Os parâmetros de usinagem foram: velocidades de corte de 360, 445 e 530 m/min; avanço de 0,15 mm/volta e profundidade de 0,7 mm, além da vazão de óleo integral de 10 ml/h no MQL e de 3000 L/h no método convencional. Os autores compararam a utilização da técnica de mínima quantidade de lubrificante com os demais métodos de lubrificação e não verificaram vantagens em nenhuma velocidade de corte utilizada. Com isso concluíram que o sistema MQL não é indicado neste caso, pois não constatou-se um acréscimo ao desempenho do processo com relação ao corte a seco, onde a decisão sobre a escolha do corte a seco ou com óleo solúvel em abundância depende de uma análise não somente econômica mas também ecológica e de segurança à saúde.

Portanto, existe muitos pontos que precisam ser esclarecidos quanto à utilização do MQL e um ponto que a literatura é escassa ou quase inexistente é com relação à utilização do MQL nos aços inoxidáveis, reconhecidamente de importância para as indústrias alimentícias e farmacêuticas, que por sua vez possuem características especiais que dificultam sua usinabilidade.

Os aços inoxidáveis são formados por ligas ferrosas que possuem no mínimo 12% de cromo com a finalidade de resistir à corrosão. O níquel, o cobre, o alumínio, o silício e o molibdênio são outros elementos de liga que podem estar presentes com a função de elevar a resistência à corrosão. No caso dos aços inoxidáveis austeníticos o teor de níquel pode atingir 8%.

De acordo com sua estrutura metalográfica os aços inoxidáveis são divididos em 3 classes: os Ferríticos, os Martensíticos e os Austeníticos.

O cromo é um formador de ferrita e não altera a estrutura da ferrita. Por isso, os aços inox que possuem principalmente cromo como elemento de liga tem propriedades semelhantes ao ferro puro e são chamados ferríticos. Já aqueles que possuem um alto teor de níquel, apresentam austenita em temperatura ambiente (o níquel é um estabilizador de austenita), e são chamados austeníticos.

Segundo Diniz et al. (2000) os aços inoxidáveis apresentam características de usinagem que variam para cada tipo de aço. Assim, quando os austeníticos formam cavacos longos, cuja tendência é empastar-se sobre a superfície de saída da ferramenta (tem alta taxa de encruamento e grande zona plástica), pode resultar na formação de aresta postiça de corte, já os martensíticos com altos teores de carbono são difíceis de usinar devido à alta dureza exigindo um maior esforço de corte devido à presença de partículas duras e abrasivas de carboneto de cromo.

Outras características que dificultam a usinagem dos aços inoxidáveis são a baixa condutividade térmica e o alto coeficiente de atrito, que produzem como consequência pequena extração do calor da região de corte, refletindo na diminuição da resistência ao desgaste da ferramenta, e aumento dos esforços e do calor gerado.

Este trabalho tem como objetivo analisar o desgaste da ferramenta de metal duro com revestimento, na usinagem de dois aços de diferentes condutividades, o aço inox AISI 420 e o aço carbono ABNT 1045, sob duas técnicas distintas de lubrificação, a convencional e a da mínima quantidade de lubrificação.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização dos ensaios utilizou-se um torno convencional Romi, modelo Tormax 30, de 5,5 kW e faixa de rotação de 45 a 2240 rpm. Foram empregados insertos de metal duro classe P15 (ISO CNMG 120408-PM), da Sandvik, de geometria rômica, furo para fixação, raio de ponta de 0,8 mm com ângulo de folga e de saída nulos, com recobrimento e quebra cavacos.

Os corpos de prova utilizados nos ensaios são feitos de aço ABNT 1045 e AISI 420, com dureza de 197 HB e 179 HB, e condutibilidade térmica de 24,9 W/m.K e 51,9 W/m.K, respectivamente, com diâmetro de 74 mm por 300 mm de comprimento; sendo que o comprimento de corte foi de aproximadamente 250 mm.

Em relação ao sistema de refrigeração original da máquina ferramenta também foi incorporado um sistema de refrigeração de mínima quantidade de lubrificante, constituído basicamente de um compressor, da marca Schuz, com pressão máxima de 0,8 MPa (8,3 kgf/cm<sup>2</sup>), e bico da Spraying Systems, modelo Air Atom 1/8 - J. A refrigeração por mínima quantidade de lubrificante montada trata-se de um sistema de pulverização de baixa pressão onde o refrigerante é aspirado por uma corrente de ar e levado à superfície ativa, ou seja, a região de corte, como uma mistura, produzindo assim uma atomização na região de corte. A pressão do ar utilizado para a aspiração foi de 3 bar, com um desnível de 25 cm, do bico em relação ao nível do reservatório de fluido de corte, obtendo com isso uma vazão média de 90 ml/h. O fluido de corte utilizado trata-se de uma emulsão de óleo solúvel com 5% de concentração.

As medidas de rugosidade (Ra) foram realizadas num rugosímetro portátil SurfTest 211, fabricado pela Mitutoyo, com cut-off ajustado em 0,8 mm.

A forma e o tipo dos mecanismos de desgaste da ferramenta foram analisados através de um estereomicroscópio ZEISS modelo Citoval 2 com aumento de até 100 vezes.

Os corpos de prova foram presos entre placa e ponta e torneados sob a aplicação de fluido de corte em forma de mínima quantidade de lubrificante. Em adição a essa aplicação do fluido, empregou-se também o fluido de maneira abundante, com vazão de 3,84 L/min, utilizando-se o sistema convencional existente na máquina ferramenta. A montagem do sistema empregado nos ensaios é esquematicamente mostrado na Fig.(1).

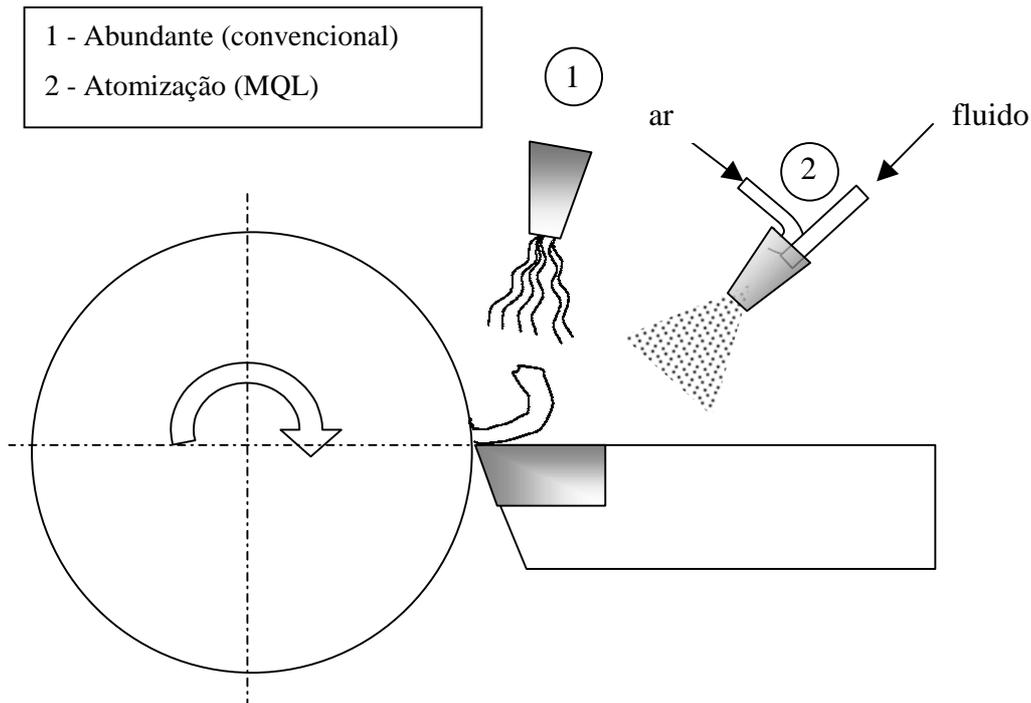


Figura 1. Representação esquemática do experimento

Os parâmetros de corte selecionados para a realização dos ensaios foram: velocidade de corte média ( $V_c$ ) de 245 m/min; avanço ( $f$ ) de 0,433 mm/volta; e profundidade de corte ( $a_p$ ) de 1 mm.

Após quatro passes de torneamento, as peças e insertos foram retirados medidos a rugosidade ( $R_a$ ) e o desgaste de flanco médio ( $V_B$ ) da ferramenta. As rugosidades foram medidas em três pontos diametralmente equidistantes e calculados os valores médios. A avaliação das medidas de desgaste de flanco dos insertos foram feitas a partir da análise de fotos geradas pelo estereomicroscópio.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. Desgaste da Ferramenta

A Figura (2) mostra o comportamento do desgaste de flanco ( $V_B$ ) em função do comprimento de corte ( $l_c$ ), para as quatro situações de usinagem ensaiadas. Observa-se que na usinagem do aço inoxidável o desgaste da ferramenta evoluiu rapidamente, enquanto na usinagem do aço ABNT 1045 a evolução é mais lenta. O maior desgaste da ferramenta na usinagem do inox deve-se a característica do material da peça que possui uma dureza maior, exigindo um maior esforço de corte devido à presença de partículas duras e abrasivas de carboneto de cromo. E uma baixa condutibilidade térmica, ocasionando uma menor dissipação do calor, gerado nas regiões de cisalhamento primária e secundária de corte, acarretando um aumento na temperatura da interface cavaco/superfície de saída, diminuindo a dureza do inserto, proporcionando o arrancamento de partículas do material da ferramenta pelas partículas duras do material que está sendo usinado, potencializando o desgaste abrasivo.

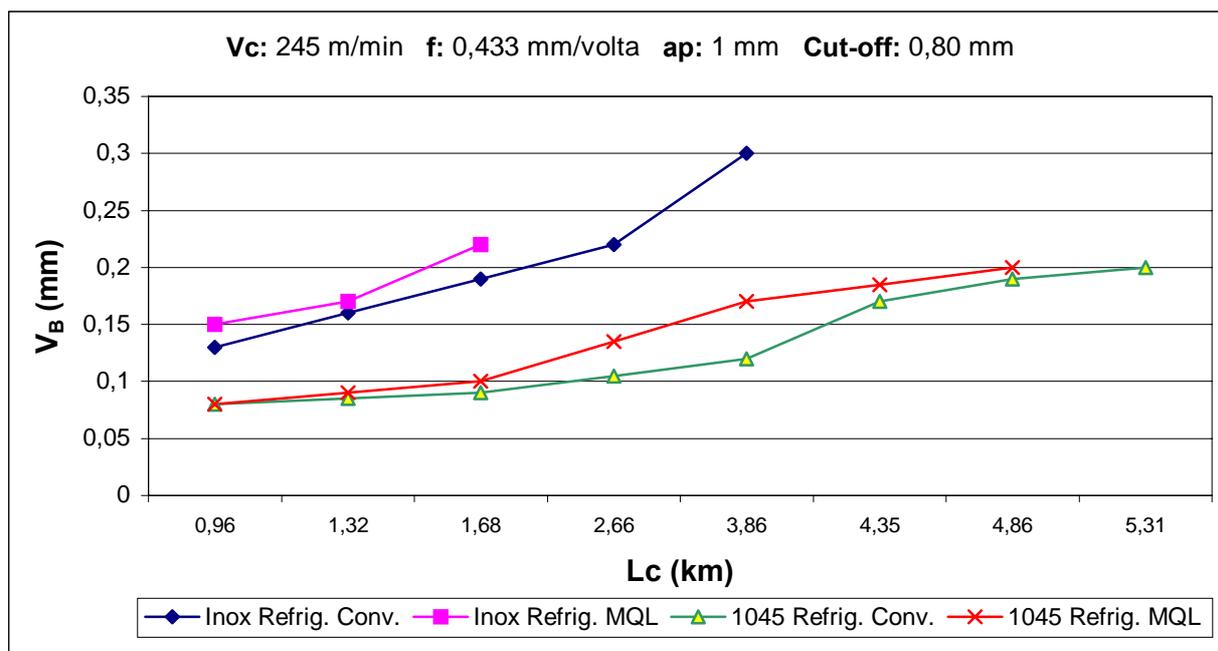


Figura 2. Variação do desgaste de flanco em função do material da peça, e tipo de lubrificação.

Podemos analisar que a condição de mínima quantidade de lubrificação obteve um desempenho menor em relação à lubrificação abundante, para ambos os materiais. Observamos que para a usinagem do aço ABNT 1045, não obteve um aumento significativo na amplitude da diferença, entre os tipos lubrificação, se comparado com os resultados obtidos pelo aço AISI 420. Sugere-se que devido à maior condutibilidade térmica do aço ABNT 1045, possibilita uma maior dissipação do calor gerado nas zonas de cisalhamentos primária e secundária, fazendo com que diminua a temperatura na interface cavaco/superfície de saída, possibilitando que a mínima quantidade de lubrificação, na região de contato peça-ferramenta, reduzindo a fricção, e minimizando a erosão, seja eficiente para diminuição da geração de calor na região de corte, contribuindo para a diminuição da diferença da temperatura de usinagem entre condição abundante e MQL.

O alto desgaste na usinagem do aço AISI 420, com a utilização da mínima quantidade de lubrificação, provavelmente deve-se a ineficiência da condição de lubrificação/refrigeração, ocasionando a maior temperatura na região de corte de todas as condições de usinagens ensaiadas. Sugere-se que o aumento da temperatura ocasionado pela alta deformação plástica na região de extremidade da profundidade de corte, acarreta o surgimento de desgaste adesivo, favorecendo a ocorrência da soldagem dos materiais na interface cavaco/ferramenta, onde o cavaco passa pela superfície de saída, arrancando o material deste, originando o maior desgaste de entalhe analisado em todas as condições usinadas, conforme Fig. (3). A ocorrência da falência catastrófica prematura desta situação, com comprimento de corte de 1,68 km, é explicada pelo desgaste de entalhe na região da extremidade da profundidade de corte, propagando trincas da região deste desgaste para a aresta de corte perpendicularmente.



Figura 3. Detalhe do desgaste de entalhe da ferramenta na região de extremidade da profundidade de corte.

O aspecto do desgaste encontrado nas ferramentas na usinagem do aço inoxidável AISI 420 podem ser observados na Fig.4.

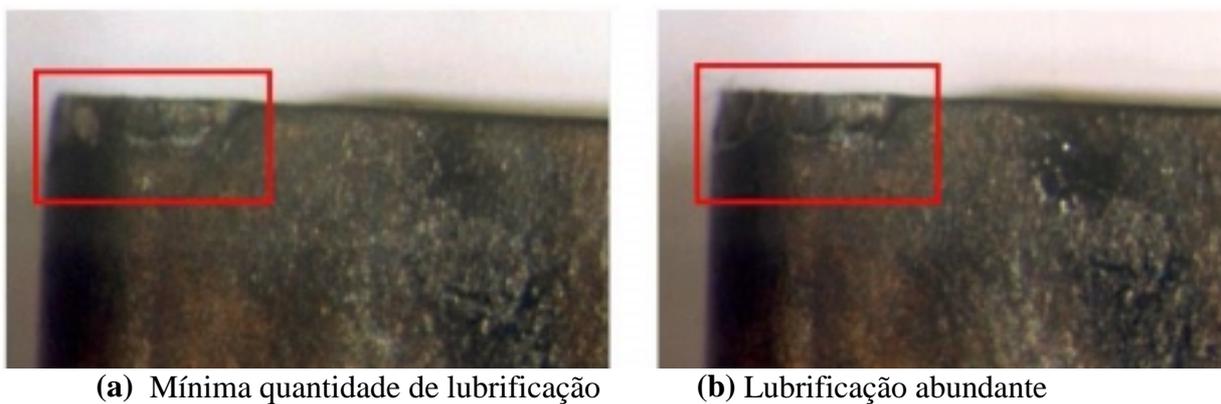


Figura 4. Condição de desgaste da ferramenta na usinagem do aço AISI 420 (MQL e Abundante)

Os aspectos do desgaste encontrados nas ferramentas na usinagem do aço ABNT 1045 podem ser observados na Fig.5.

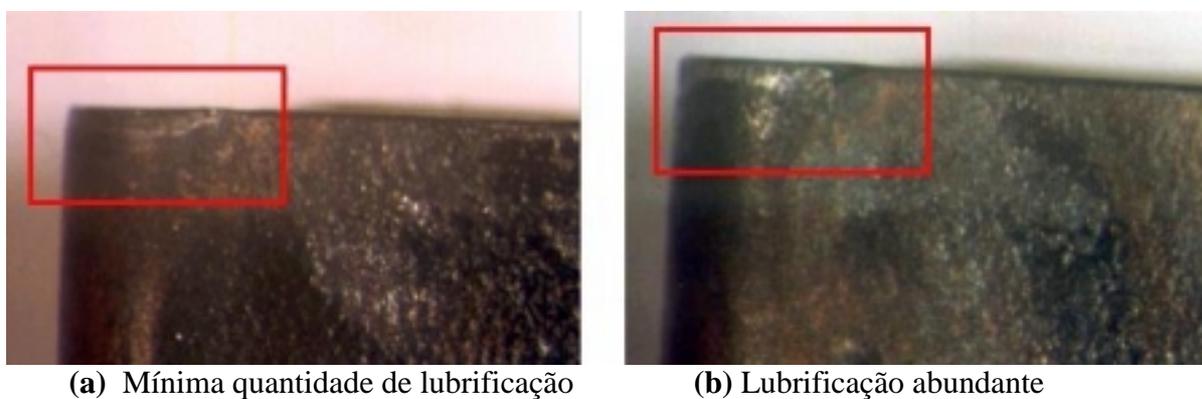


Figura 5. Condição de desgaste da ferramenta na usinagem do aço ABNT 1045(MQL e Abundante).

### 3.2. Rugosidade Superficial

Observando-se os resultados apresentados na Fig. (6), nota-se que a rugosidade superficial do aço ABNT 1045 não sofreu influência quanto ao tipo de refrigeração, permanecendo constante no decorrer do ensaio, enquanto a rugosidade para o aço AISI 420 obteve uma melhora da qualidade superficial com o aumento do comprimento de corte, para ambas condições de lubrificação (MQL e abundante).

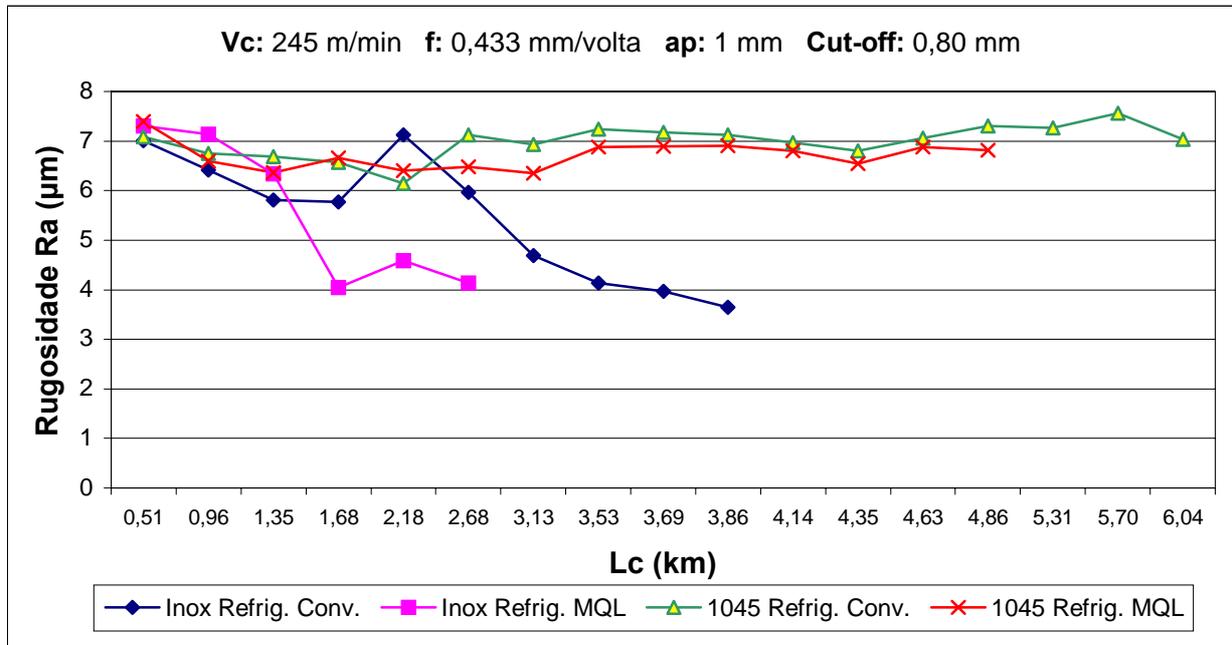


Figura 6. Rugosidade da peça ( $\mu\text{m}$ ) em função do material da peça, e tipo de lubrificação.

Foi observada a formação de camada aderente nas superfícies de saída das ferramentas utilizadas no ensaio do aço inoxidável, para ambas condições de lubrificação, onde a origem deve-se a difusão e dissolução química, que são processos ativados termicamente, como mostra a Fig.(7).

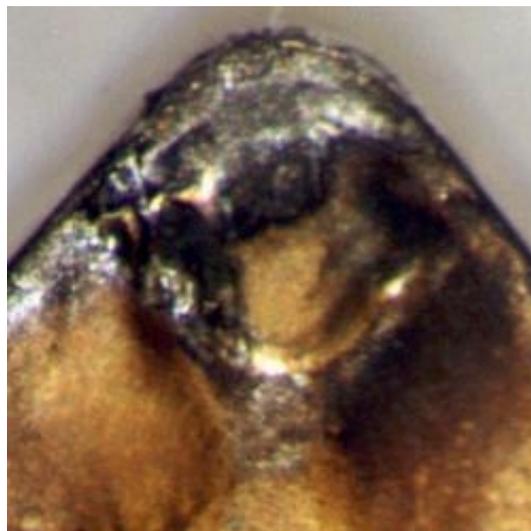


Figura 7. Detalhe da formação de camada aderente na usinagem do inox AISI 420 com lubrificação abundante.

Esta camada aderente muda o mecanismo de desgaste por difusão, resultando diminuição da taxa de difusão. Sugere-se que a camada aderente tenha uma influencia positiva sobre rugosidade da peça, onde pode ocorrer um aumento da qualidade superficial, devido ao decréscimo de atrito na interface peça/cavaco, provocado pelo empastamento desta camada aderente gerada no inserto. Essa hipótese, no entanto, requer a continuidade das investigações para maior entendimento dos fenômenos ocorridos.

#### 4. CONCLUSÃO

Analisando os dados expostos, pode-se concluir que, para o torneamento do aço ABNT 1045 e AISI 420 com diferentes processos de lubrificação (MQL e Abundante), têm-se os seguintes aspectos:

- Em termos de desgaste da ferramenta, o melhor resultado obtido foi na usinagem dos corpos-de-prova do aço ABNT 1045 de condutividade térmica maior que do inox AISI 420;
- Os mecanismos de desgastes encontrados estão fortemente ligados aos tipos de materiais usinados, enquanto que o tipo de lubrificação não teve uma importância relevante para caracterizar a potencialização do surgimento de tais mecanismos;
- A utilização do MQL não apresentou vantagens em relação à lubrificação abundante, devido ao limitado umedecimento da aresta de corte, gerando provavelmente uma maior temperatura na região de corte o que pode ter prejudicado as condições gerais de usinagem;
- Em termos de qualidade superficial, o melhor desempenho ocorreu na usinagem do aço inoxidável onde verificou-se a formação de uma camada aderente na superfície de saída da ferramenta cujo efeito deve ter minimizado o atrito entre o cavaco e a ferramenta, compensando assim o maior desgaste de flanco ( $V_B$ ) observado na usinagem deste material.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

- Diniz, A. E., Marcondes, F. C., Coppini, N. L., 2000, "Tecnologia da usinagem dos materiais". Editora MMeditora,.
- Diniz, A. E., Scandiffio, I., 2001, "Uma Contribuição ao Estudo do Corte a Seco e do Corte com Mínima Quantidade de Lubrificante em Torneamento de Aço", I Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação.
- Filho, F. T., Ferreira, J. R., Santos, J. N., Diniz, A. E., 2001, "O uso (ou não) da refrigeração/lubrificação no torneamento de aço endurecido", Máquinas e Metais, p.260-283.
- Heisel, U., Lutz, M.; Spath, D., Wassmer, R., Walter, U., 1998, "A técnica de quantidade mínima de fluidos e sua aplicação nos processos de corte", Máquinas e Metais, p. 22-38.
- Braga, D. U.; Diniz, A. E.; Coppini, N. L.; Miranda, G. W. A.;, 2000, "Furação de liga de alumínio silício utilizando lubrificação por névoa", Máquinas e Metais, n° 413, p.104-115.
- Braghini Jr, A., Silva, L. R., Bezerra A. A., Coelho R. T., 2001, "Desgaste de ferramentas de torneamento usando HSC e MQL". Máquinas e Metais, p.284-295.
- Machado, A. R., Wallbank, J., 1997, "The effect of extremely low lubricant volumes in machining", Wear, vol. 210, p. 76-82.
- Mota, M. R., Machado, A. R., 1995, "Influência do fluido de corte no torneamento do aço AISI 8640 com pastilha de metal duro". Máquinas e Metais, p.58-70.
- Novaski, O., Dörr, J., 1999, "Usinagem quase a seco". Máquinas e Metais, p. 34-41.
- Sahm, D., Schneider, T., 1996, "A produção sem refrigerante é interessante e deve ser mais conhecida". Máquinas e Metais, p.38-55.
- Schrocter, R. B., Markus, W., Teixeira, C. R., 2001, "Eliminação e Minimização do Fluido de Corte no Processo de Torneamento com Insertos de Metal Duro Revestidos com TiN", I Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação.

Teixeira, C. R., Schroeter, R. B., Weingaertner, W. L., 2001, “Aspectos ecológicos nos processos de usinagem”, <http://cimm.uol.com.br/curiosidades/cor10.html>.

## **EFFECT OF THE APPLICATION OF MINIMUM QUANTITY OF CUTTING FLUID ON TURNING OF STEELS WITH THERMAL CONDUCTIVITY DIFFERENTS**

*Hamilton José de Mello\**

*Luís Jacinto Nalon\**

*Luiz E. A. Sanchez \**

*Célio Losnak\**

*Gustavo Lopes Cruz\**

*Rodrigo Daun Monici \**

\*Universidade Estadual Paulista – Unesp - Departamento de Engenharia Mecânica  
Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/n, CEP 17033-360, Bauru – SP

**Abstract:** *Due the severity of the environmental laws, mainly in the development countries, the discard of the cutting fluids have become an additional problem in the machining process. In this way it is necessary technique news in the application of the cutting fluid which use low volume without to cause decreasing significative in the tool life and poor surface roughness. In this work is studied the behaviour of the turning of two steels with thermal conductivity differents under the application of the technic of minimum quantity of fluid. So it is used a steel ABNT 1045 (thermal conductivity of 51,9 W/m.K) and a stainless steel AISI 420 (thermal conductivity of 24.9 W/m.K) in the turning operation. The fluid cutting used treats of a soluble oil semi-synthetic. As result, it was analyzed the tool wear and surface roughness for the two types of steels. In addition, these results are compared with the results obtained in the machining with the conventional system of the tool machine.*

**Keywords:** *low quantities of lubrication, thermal conductivity, wear.*