

## ESTUDO DO DESEMPENHO DAS PASTILHAS ALISADORAS COM E SEM A PRESENÇA DE FLUIDO DE CORTE EM OPERAÇÕES DE TORNEAMENTO

### Odivaldo Celso Silva

Centro Universitário do sul de Minas – UNIS – MG  
[odivaldocelco@ig.com.br](mailto:odivaldocelco@ig.com.br)

### Anselmo Eduardo Diniz

Universidade de Campinas – UNICAMP – SP  
[Anselmo@fem.unicamp.br](mailto:Anselmo@fem.unicamp.br)

### Wanderley Xavier Pereira

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas CEFET – MG  
[wpereira@varginha.com.br](mailto:wpereira@varginha.com.br)

**Resumo:** *Este trabalho tem por objetivo estudar o desempenho das ferramentas alisadoras em operações de torneamento em acabamento com e sem a presença do fluido de corte. Este estudo foi realizado analisando os desgastes das ferramentas e a qualidade superficial dos corpos de prova (ABNT 1045) em função do volume de cavaco removido. Para alcançar este objetivo vários ensaios foram realizados. As Principais conclusões foram: a) A ferramenta alisadora gerou bons resultados (acabamento superficial) no início da vida da ferramenta e na presença de fluido de corte; b) mas ao longo de maiores volumes de cavaco removido gerou um desgaste prematuro quando comparada à geometria convencional; c) E ainda para maiores volumes de cavaco esta ferramenta gerou melhores resultados em termos de acabamento superficial na ausência do fluido de corte.*

**Palavras-chave:** *Fluido de corte; Desgaste da Ferramenta; Acabamento superficial*

## 1. INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, os fluidos de corte sempre foram utilizados na usinagem dos metais para aumentar a vida das ferramentas e obter melhor qualidade superficial das peças, dentre outras funções. Porém, seus efeitos indesejáveis fizeram com que fossem estudadas e desenvolvidas novas técnicas para adaptação ambiental dos atuais processos. O corte a seco e a MQF (mínima quantidade de fluido) serão considerados uma necessidade nos empreendimentos industriais em futuro próximo (Micaroni, 2002). Atualmente, os aspectos tecnológicos e econômicos apresentam um significativo controle em quase todos os processos de fabricação por serem de suma importância à sobrevivência da empresa.

Muitos processos de usinagem têm sido desenvolvidos e melhorados baseados na disponibilidade de ferramentas. Algumas operações específicas podem ser substituídas por outras que requeiram menor quantidade de fluido. Um bom exemplo é a substituição da retificação de aços endurecidos pelo torneamento com ferramenta de CBN, onde se passa uma operação com muito fluido de corte para uma operação a seco.

Autores como Cselle (1995), Klocke e Eisenblätter (1997), Daniel et al (1997), Dunlap (1997), afirmam que aproximadamente 16% do custo total da usinagem são gasto com fluidos de corte, incluindo-se aí pessoal, manutenção, resfriamento, despesas gerais, a própria aquisição do fluido de corte, etc. Novaski e Dörr (1999), dizem que os gastos relativos com fluidos de corte são altos e não

podem ser deixados de lado, tendo em vista que os custos das ferramentas de corte estão em torno de 2 a 4%.

Micaroni (2001), estudou a vida da ferramenta em operação de torneamento e obteve bons resultados na substituição do corte com fluido pela operação com mínima quantidade de fluido, em determinadas condições de usinagem. Oliveira (2003) estudou em determinadas condições o torneamento a seco em operações de desbaste, demonstrando que para algumas condições o corte a seco é bem vantajoso. Este mesmo autor comparou o desempenho de pastilhas alisadores com o de pastilhas convencionais no torneamento de aço 1045 e concluiu que os valores de rugosidade, apesar de inicialmente menores, tendem a crescer mais rapidamente com a utilização de pastilha alisadora do que com pastilha convencional. O uso de pastilhas alisadoras (Wiper), devido à alteração na geometria do raio de ponta, de tal maneira que um único raio de ponta seja substituído por 3 raios, possibilita a utilização de avanço duas vezes maiores e, mesmo assim, se obter o mesmo acabamento superficial ou, utilizar o mesmo avanço e obter o acabamento superficial duas vezes melhor (SANDVIK, 2000).

Diante deste cenário, o presente trabalho objetiva estudar o comportamento das ferramentas alisadoras mediante seu desgaste de Flanco Máximo (VB) e da qualidade superficial gerada nos corpos prova para operações de torneamento em acabamento com fluido de corte e a seco. Para alcançar este objetivo foram realizados ensaios utilizando uma metodologia experimental conhecida como planejamento fatorial (DOE - Design Of Experiment).

## 2. MÉTODOS EXPERIMENTAIS

Para alcançar o objetivo foram usinadas várias peças utilizando um torno CNC Romi, modelo Galaxy 20 de potência 15kW e rotação máxima de 4500 rpm figura 2 . Os corpos prova foram obtidos a partir de barras de aço laminado ABNT 1045 de seção circular, conforme está representado na figura 1 abaixo.

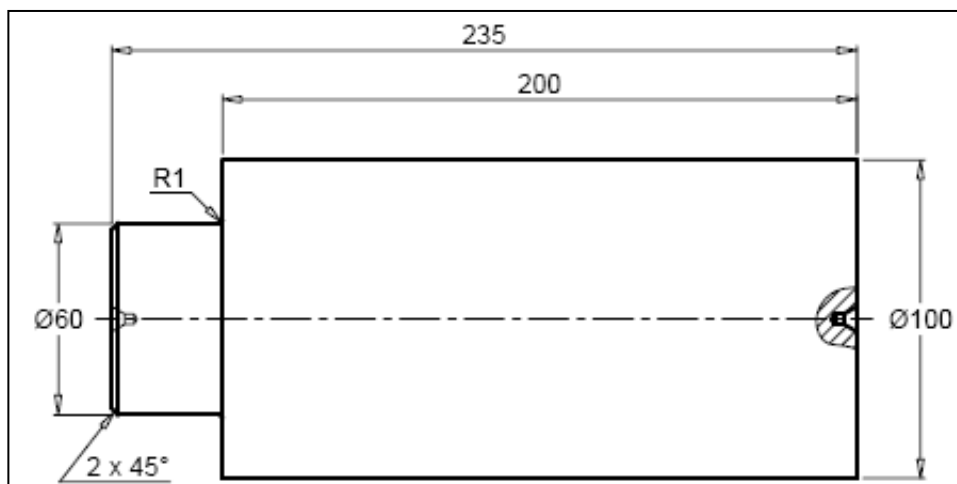


Figura 1: Representação do corpo de prova.



Figura 2: Torno CNC utilizado.

As ferramentas utilizadas foram a TNMX 160408-WF\_1RS (alisadora) as quais contam com revestimento de três camadas (TiCN,  $Al_2O_3$  e TiN) pelo processo CVD, o que segundo Oliveira (2003), proporciona maior resistência e fácil identificação do desgaste. Estas ferramentas foram montadas no porta ferramenta PTGNR 252M16.

O fluido utilizado foi sintético a 7% de concentração (Microcut B510F) do fabricante Quaker na vazão de 9 l/min em aplicação não direcionada.

Durante o processo de usinagem dos corpos de prova monitorou-se o desgaste de flanco ( $VB_B$ ) das ferramentas em função do volume de cavaco removido. A cada medida de desgaste também foi avaliado o acabamento superficial da peça ( $R_a$ ).

O desgaste de flanco ( $VB_B$ ) das ferramentas se deu através de um microscópio ótico Leica montado em conjunto com o software analisador de imagens Global Image. Os ensaios foram realizados até que a ferramenta apresentasse um desgaste de 0,3 mm de flanco.

A rugosidade média ( $R_a$ ) dos corpos de prova usinados foi quantificada por um rugosímetro portátil Mitutoyo utilizando um cut-off de 0,8 mm, já os parâmetros velocidade de corte ( $v_c$ ), avanço ( $f$ ) e profundidade ( $a_p$ ) foram 340 m/min, 0,15 mm/rot e 1 mm, respectivamente.

Na primeira etapa dos experimentos procurou-se verificar o comportamento das ferramentas em termos de desgaste e acabamento superficial produzido na peça para os seguintes volumes de cavacos removidos de 0,06, 0,5 e 0,8  $cm^3$ , sendo que para cada um destes volumes foi realizado quatro medidas desgaste e rugosidade das peças.

Na etapa final procurou-se analisar o comportamento dessas ferramentas ao longo de sua vida (que se deu para um desgaste de flanco de 0,3 mm), sendo os resultados reunidos em gráficos de barras mostrando o desempenho destas ferramentas a seco e com fluido em função de uma quantidade progressiva de cavaco removido.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Relembrando o que já foi descrito no item anterior, a primeira etapa dos experimentos teve o objetivo de analisar o desempenho das ferramentas alisadora ao longo de 3 valores de cavaco

removido. A tabela 1 apresenta os resultados obtidos e a ordem de execução para cada uma dos ensaios. O cálculo do erro experimental foi obtido a partir das comparações entre as médias com intervalo de confiança de 95%.

Tabela 1: Resultados obtidos para 0,06 dcm<sup>3</sup>

Condições	Desgaste da Ferramenta (mm)				Rugosidade da Peça Ra ( $\mu\text{m}$ )			
	1ª replica	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª
Seco	0,049	0,045	0,051	0,048	0,86	0,81	0,8	0,84
Com fluido	0,05	0,053	0,048	0,050	0,48	0,5	0,52	0,53

Da tabela 1 percebe-se que para o desgaste não houve nenhuma ação significativa da presença do fluido de corte. Já em relação à rugosidade as peças que foram usinadas na presença do fluido de corte geraram um melhor. A figura 3 apresenta os valores de rugosidade para o volume de 0,06 mm<sup>3</sup>.

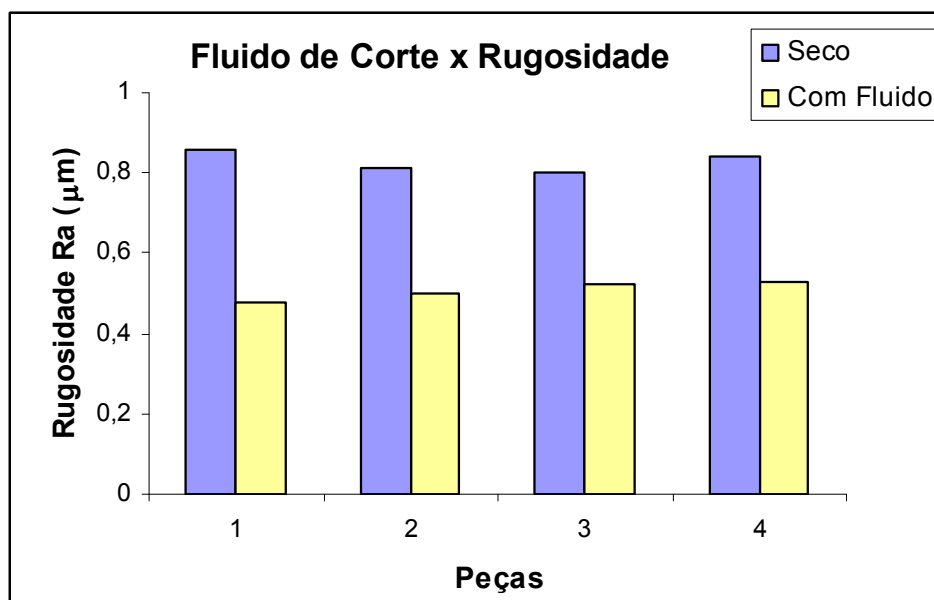


Figura 3: Gráfico da rugosidade x fluido de corte

Da figura 3 observa-se que para o início de vida das ferramentas alisadoras a presença do fluido de corte garante menores valores de rugosidade o que não ocorre quando se utiliza ferramentas convencionais como por exemplo a TNMG-PF, que apresenta menores valores de rugosidade quando usinadas a seco (Micaroni, 2001).

Dando continuidade as análises, a tabela 2 apresenta os resultados obtidos para cada uma das condições experimentais agora para um volume de 0,5 dm<sup>3</sup> de cavaco removido.

Tabela 2: Resultados obtidos para 0,5 dcm<sup>3</sup>.

Condições	Desgaste da Ferramenta (mm)				Rugosidade da Peça Ra ( $\mu\text{m}$ )			
	1ª replica	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª
Seco	0,123	0,119	0,12	0,116	1,74	1,65	1,68	1,72
Com fluido	0,115	0,1	0,115	0,125	1,57	1,6	1,49	1,52

Da tabela 2 observa-se que, para o desgaste, o parâmetro fluido não gerou influencia no desgaste da ferramenta, mas aqui também para este volume de cavaco removido a rugosidade da peça foi menor para as peças que foram usinadas com a presença do fluido de corte.

Como no item anterior os resultados foram reunidos em um gráfico para uma melhor visualização. A figura 4 apresenta os valores de rugosidade para as quatro tomadas de medidas.

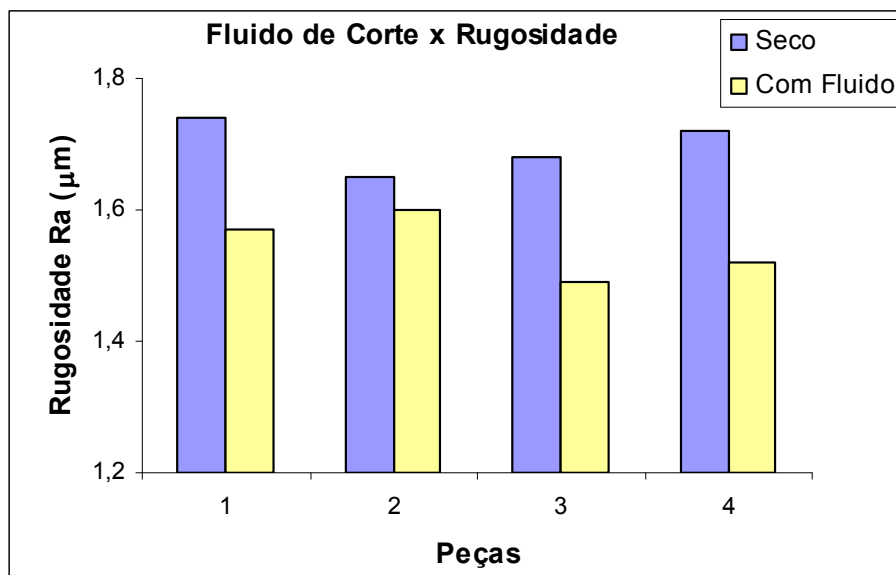


Figura 4: Gráfico da influência do fluido de corte na rugosidade das peças para um volume de 0,5dcm<sup>3</sup> de cavaco removido.

É Interessante notar que os valores de rugosidade gerados agora são bem mais altos que os gerados no início de vida desta ferramenta demonstrando que a mesma é bem sensível a um pequeno acréscimo do desgaste da ferramenta. Trabalhos como Micaroni, 2001, Oliveira 2003 mostram que ferramentas convencionais, para estes valores de desgaste, apresentam valores de rugosidades menores em condições de operações parecidas. Um outro aspecto importante até este volume de cavaco é que esta ferramenta não atende bem em termos de rugosidade da peça em operações a seco, o que configura uma desvantagem quando se deseja reduzir ou eliminar a presença dos fluidos por questões ambientais e econômicas.

A tabela 3 apresenta os resultados, para o terceiro valor de volume de cavaco removido 0,8 dm<sup>3</sup>.

Tabela 3: Resultados obtidos para 0,5 dcm<sup>3</sup>.

Condições	Desgaste da Ferramenta (mm)				Rugosidade da Peça Ra ( $\mu\text{m}$ )			
	1ª replica	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª
Seco	0,298	0,31	0,316	0,298	1,25	1,22	1,18	1,16
Com fluido	0,17	0,158	0,172	0,17	1,69	1,7	1,74	1,73

Os resultados da tabela 3 também estão reunidos em gráficos barras através das figuras 5 e 6 que apresentam os resultados para o desgaste e rugosidade respectivamente a um volume de 0,8 dcm<sup>3</sup>

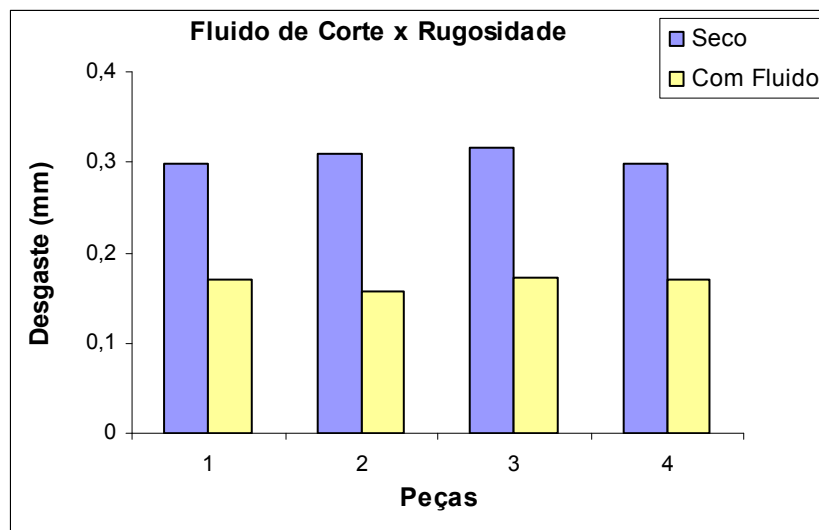


Figura 5: Gráfico da influência do fluido de corte no desgaste da ferramenta um volume de 0,8 dcm<sup>3</sup> de cavado removido

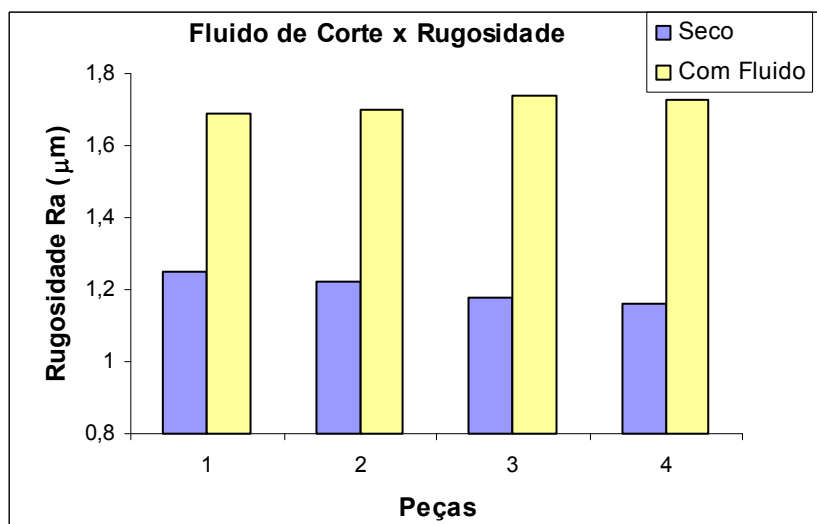


Figura 6: Gráfico da influência do fluido de corte na rugosidade das Peças para um volume de 0,8cm<sup>3</sup> de cavado removido.

Através da figura 5 observa-se que o desgaste da ferramenta já assume valores bem altos quando comparados a desgaste de ferramentas convencionais. Isto provavelmente é devido ao aumento da temperatura, em operação a seco, que é incentivada não somente pela ausência de fluido, mas também pelo maior comprimento de contato entre aresta de corte e a peça e, fazendo com que a ferramenta alisadora aqueça-se mais e, conseqüentemente, desgasta mais rapidamente.

A figura 6 traz uma informação oposta ao que se esperava, pois com o aumento do desgaste de flanco a ferramenta alisadora passou a gerar menores valores de rugosidade sem a presença do fluido de corte. Isto demonstra que a maior facilidade de remoção de um cavaco mais quente supera a maior mudança de forma da ponta causada pelo maior desgaste e, assim, o corte a seco, a este valor de desgaste, pôde gerar peças com rugosidades menores.

Para melhor demonstrar o comportamento destas ferramentas ao longo de sua vida, tanto a seco quanto na presença do fluido de corte reuniu-se os resultados em gráficos de linhas, figuras 7 e 8.

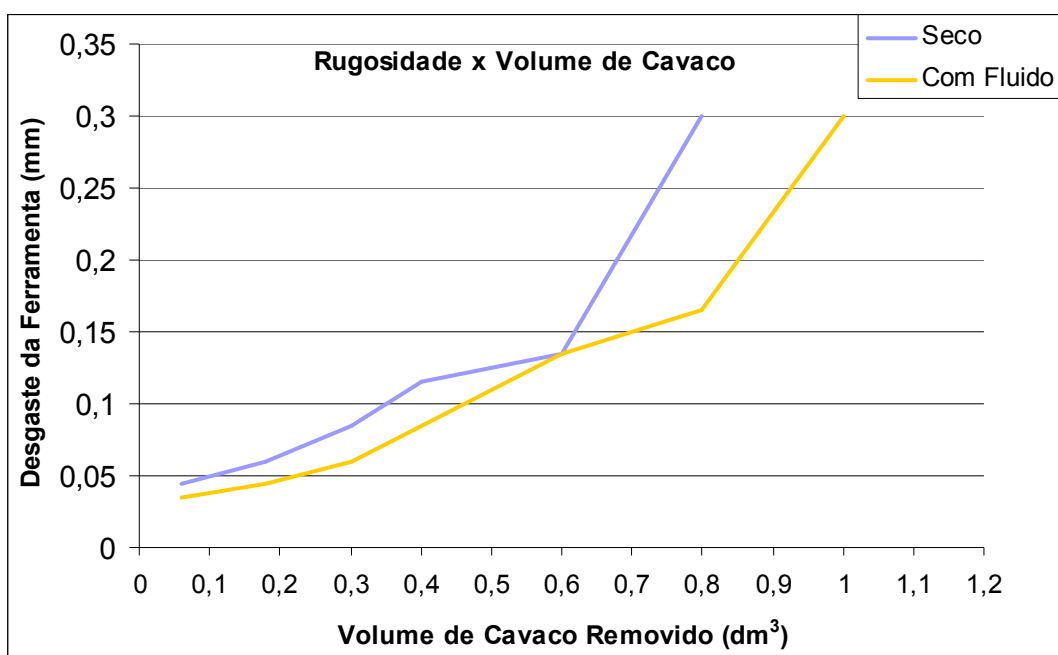


Figura 7: Desgaste das ferramentas em função do cavaco removido

Nota-se da figura 7, no início de vida, que o desgaste das ferramentas são bem próximas, o corte com fluido desgasta menos a ferramenta. E ainda que este desgaste foi progressivo e manteve o mesmo comportamento até um volume de  $0,6 \text{ dm}^3$  de cavaco removido, mas que a partir deste a ferramenta alisadora WF apresentou um desgaste bem mais pronunciado na operação a seco. A ferramenta alisadora a seco teve seu fim de vida para um volume de  $0,8 \text{ dm}^3$  e na presença de fluido alcançou um volume removido de até  $1,0 \text{ dm}^3$  (um acréscimo de 25%). Agora resta saber como estas condições influenciaram o acabamento superficial ao longo dos ensaios de vida da ferramenta, adotada como um desgaste  $0,3 \text{ mm}$  de flanco.

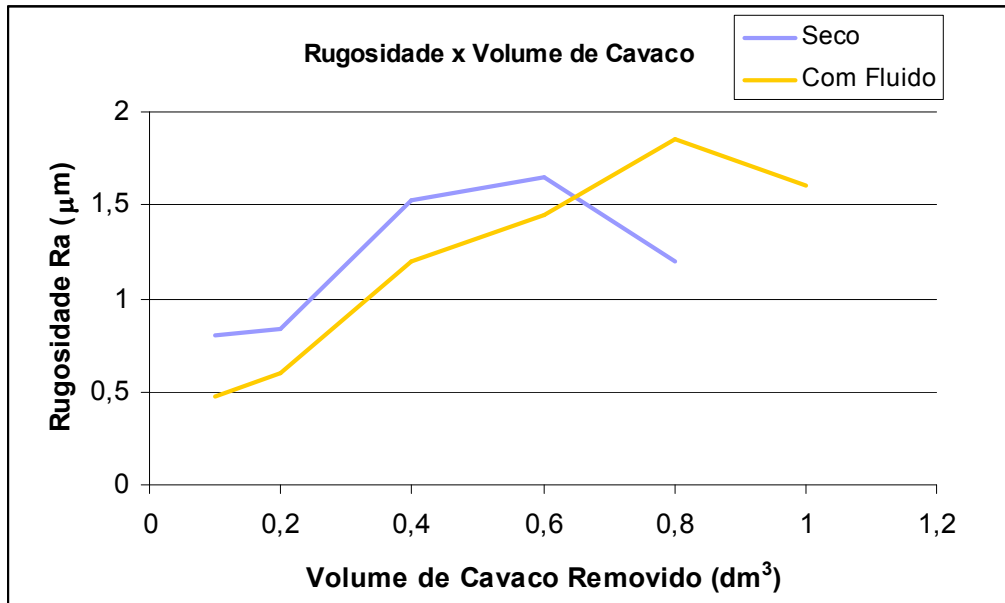


Figura 8: Rugosidade dos corpos de prova em função do volume de cavaco removido.

Da figura 8 observa-se que a ferramenta alisadora inicialmente garantiu valores mais baixos de rugosidade, na presença do fluido de corte, ao contrário de ferramentas convencionais, como se tem informação na literatura. Entretanto, um pouco acima de 0,6 de cavaco removido o corte a seco passa a gerar menores valores de rugosidade, como já discutido. Ainda pode se observar que a ferramenta WF até 1 dm<sup>3</sup> de cavaco removido, quando na operação à seco, mesmo atingindo um desgaste de 0,3 mm ainda garante um bom acabamento superficial, indicando que esta ferramenta quando desgastada de 0,3 mm gera melhores valores de acabamento superficial à seco. Como já citado, o desgaste de flanco remove o efeito alisador da pastilha, isto é, remove a pequena fase plana presente na aresta secundária de corte deste tipo de pastilha.

Em resumo pode-se dizer que ferramenta WF na presença de fluido de corte se torna uma opção interessante para maiores exigências de acabamento superficial, mas se a exigência de acabamento estiver próxima a 1,3 µm de Ra pode-se utilizar ferramentas convencionais em operação a seco, pois esta garante menores valores de rugosidades.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir para operações similares as utilizadas neste trabalho, que:

- A ferramenta alisadora WF gerou, nas fases iniciais (até valores de 0,4 dcm<sup>3</sup> de cavaco removido) valores mais baixos de rugosidade na operação com fluido de corte; mas apresentando um desgaste prematuro.
- A ferramenta alisadora após um volume de cavaco removido de 0,8 dm<sup>3</sup> gerou valores de rugosidade bem próximo aos obtidos pela ferramenta convencionais. Em outras palavras, neste momento o desgaste da ferramenta fez com que a pastilha alisadora perdesse seu efeito alisador;
- A ferramenta WF na presença de fluido de corte demonstrou ser uma opção mais interessante quando houver maiores exigências de acabamento superficial, mas se a exigência de acabamento estiver próxima a 1,3 µm de Ra pode-se utilizar ferramentas convencionais em operação a seco.



## 5. AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG – Pelo auxílio Financeiro

A UNICAMP – Pela Cessão dos Recursos Laboratoriais (Laboratório de Usinagem).

## 6.REFERÊNCIAS

Cselle, T. New Directions in Drilling. “Manufacturing Engineering”. SME Publications, v.115, n.2, p.77-80, aug.1995.

Dunlap,C . “Should you try dry”: Part I. Characterization. Journal of Materials Processing Technology, v.56, P.788- 797, 1996.

Klocke, F.; Eisemblätter, G., “Dry Cutting”. Annals of the CIRP, v. 46, n2, p.519-526, feb.1997.

Micaroni, R.; Diniz, A.E. “Otimização dos Parâmetros de Usinagem Visando a Viabilização do Torneamento a Seco do Aço ABNT 1045 em Operação de Acabamento”. Tese de Mestrado, UNICAMP 2001.

Novaski, O.;Dörr, J. “Usinagem sem Refrigeração”. Máquinas e Metais. São Paulo: Editora Aranda, n.398, p. 18-27.1999.

Oliveira, A. “Otimização Das Condições De Usinagem Visando O Torneamento A Seco Do Aço Abnt 1045 Em Operação De Desbaste”. Tese De Mestrado UNICAMP, 2003

Pereira, W.X. “Estudo Das Variáveis Influentes Na Qualidade De Corte Do Aço SAE 1045 Através do Processo de Corte a Ar Comprimido”. Tese De Mestrado. UNIFEI. 2000

**SANDVIK.**, “Usinagem com Altas Velocidades de Corte e Usinagem Convencional de Moldes e Matrizes”, Coletânea com sete artigos, Sandvik Coromant, **2000**

**SANDVIK.** Catálogo do Fabricante – Pastilhas Wiper- 2000

### **Study of the Performance of Wiper Inserts With and Without the Presence of Cutting Fluid in Turning Operations**

**Odivaldo Celso Silva**

Centro Universitário do sul de Minas – UNIS – MG  
[odivaldocelco@ig.com.br](mailto:odivaldocelco@ig.com.br)

**Anselmo Eduardo Diniz**

Universidade de Campinas – UNICAMP – SP  
[Anselmo@fem.unicamp.br](mailto:Anselmo@fem.unicamp.br)

**Wanderley Xavier Pereira**

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas CEFET – MG  
[wpereira@varginha.com.br](mailto:wpereira@varginha.com.br)

**Abstract:** *The objective of this work is to evaluate the performance of wiper inserts in finish turning operations with and without the presence of cutting fluid, in terms of tool wear and workpiece surface roughness. In order to reach this goal several experiments were accomplished on workpieces made of ABNT 1045 steel. The main conclusions were: a) the wiper inserts generated good results in terms of surface roughness in the beginning of tool life and in the presence of cutting fluid; b) as the experiment continued and larger amount of chip was removed, it presented larger tool wear than the conventional inserts; c) without cutting fluid the wiper tool presented better results in terms of workpiece surface roughness.*

*Keywords: Cutting fluid; Tool wear; Surface finish*