



XVII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 02 a 06/08/2010 - Viçosa – MG  
Paper CREEM2010-FP-04

## INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE CORTE NO MECANISMO DE FORMAÇÃO DE CAVACO DE UM AÇO BAIXO-CARBONO

Saimon Vendrame, Cleiton Lazaro Fazolo de Assis e Alessandro Roger Rodrigues

UNESP, Universidade Estadual Paulista, Curso de Engenharia Mecânica

FEIS – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Centro – CEP 15385-000 – Ilha Solteira – São Paulo

E-mail para correspondência: saimon.vend@gmail.com

### Introdução

O estudo da usinagem permite o entendimento dos fenômenos ocorridos no processo de corte dos materiais. Dessa forma, aspectos voltados à integridade do produto manufaturado podem ser controlados, através da escolha adequada dos parâmetros de corte, aperfeiçoando o processo de fabricação.

A fim de otimizar os processos de usinagem, são empregados parâmetros de corte que melhor se ajustem ao material a ser usinado, além de promover menores gastos com energia e ferramental. Tendências como aumento da velocidade de corte e avanço por dente têm sido exploradas visando este propósito.

A análise do processo de formação de cavaco é uma ferramenta fundamental nessa análise, pois revela aspectos como influência da temperatura, esforços empregados, deformação do material, entre outros.

### Fundamentação Teórica

A geometria e as características metalúrgicas dos cavacos são bastante representativas no desempenho do processo. Na verdade, eles testemunham a maioria dos fenômenos físicos e térmicos que ocorrem durante a usinagem (Sutter, 2005).

De acordo com Ning, Rahman e Wong (2001), existem alguns fatores que devem ser levados em consideração para analisar a formação do cavaco, como características metalúrgicas e termoplásticas do material da peça, condições de corte, variação da taxa de cisalhamento na zona primária, variações das condições de atrito na zona secundária de cisalhamento (interface cavaco-ferramenta) e a resposta da estrutura da máquina-ferramenta e suas interações com o processo de corte (fatores dinâmicos).

### Objetivos

Analisar a influência dos parâmetros de corte no mecanismo de formação do cavaco no fresamento de um aço baixo-carbono.

### Metodologia

O material utilizado, fornecido pela Usiminas Cubatão na forma de chapa grossa, denomina-se COSAR 60 (dureza 198HV), e possui teor de carbono de 0,15% e baixa quantidade de elementos de liga. Foram adotados como variáveis de entrada para a realização dos ensaios a velocidade de corte ( $v_c$ ), o avanço por dente ( $f_z$ ) e a profundidade de usinagem ( $a_p$ ). O ensaio realizado foi o fresamento de topo em um centro de usinagem vertical CNC. Os insertos de metal duro, revestidas por  $Al_2O_3$  e o suporte para mandril porta-fresa foram especificados de acordo com especificação do fabricante.

Foram propostas oito condições de usinagem e duas réplicas, como mostra a Tab. 1, para posterior análise via ANOVA da influência dos fatores de controle, no caso os parâmetros de corte, no mecanismo de formação do cavaco.

Tab. 1- Parâmetros de corte utilizados no ensaio

Variáveis de Entrada	Condições de usinagem							
	C1	C2	C3	C4*	C5*	C6	C7	C8
$v_c$ [m/min]	100	100	100	100	600	600	600	600
$a_p$ [mm]	0,5	0,5	3,0	3,0	0,5	0,5	3,0	3,0
$f_z$ [mm/dente]	0,05	0,2	0,05	0,2	0,05	0,2	0,05	0,2

\*Condição adotada como convencional (C4), e HSC (C5)

## Resultados

Realizados os ensaios coletaram-se cavacos de cada condição, e amostras metalográficas foram preparadas para análise micrográfica via microscopia ótica. Uma análise qualitativa avaliou a classificação do cavaco quanto ao tipo (Fig. 1). Com as mesmas imagens foi medido o ângulo de deformação da microestrutura do cavaco, para a análise quantitativa.

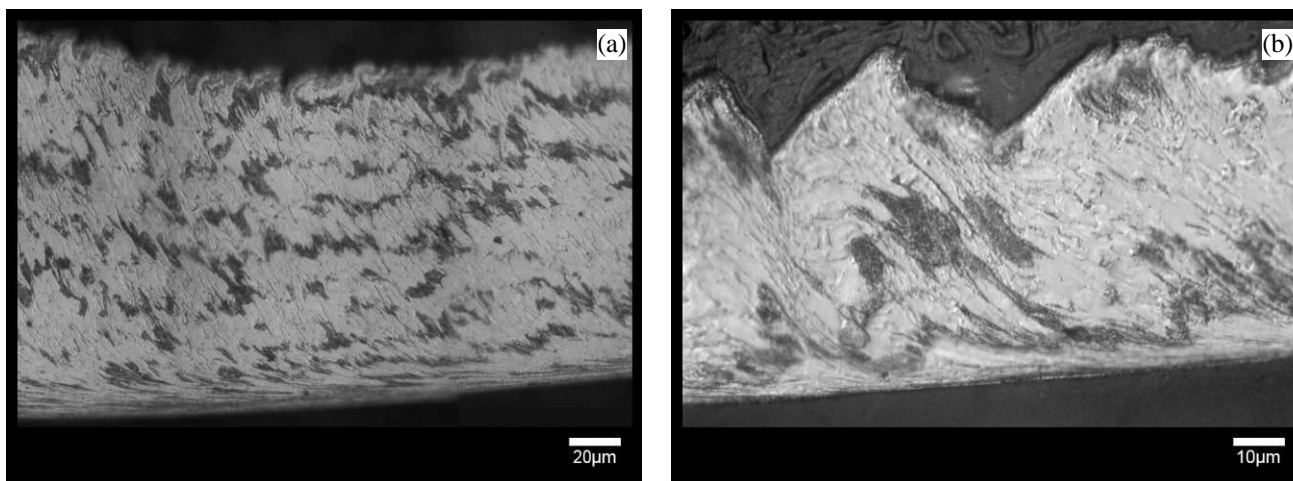


Fig. 1 – Micrografia – Ataque Nital 2% - Condição C4(a) e C5(b)

Levando em consideração uma probabilidade  $P$  menor que 5% ( $P < \alpha = 0,05$ ), foram fatores estatisticamente significativos a velocidade de corte e o avanço por dente, ou seja, estes fatores tiveram significância apurada pela estatística na variação do ângulo da microestrutura dos cavacos gerados. O aumento da velocidade de corte e do avanço por dente influenciou a redução do ângulo de deformação da microestrutura do cavaco.

## Conclusões

Os cavacos em todas as condições foram do tipo contínuo, mesmo com o aumento da velocidade de corte. Na condição de alta velocidade de corte houve uma tendência ao cisalhamento, porém no interior das lamelas não foi observada deformação do material, o que descaracteriza ser do tipo segmentado.

A variação no ângulo de deformação da microestrutura do cavaco tem relação direta com o ângulo de cisalhamento e com o grau de recalque. Na realidade, a redução no ângulo da microestrutura do cavaco representa uma das conseqüências desencadeadas pelo aumento da velocidade de corte e/ou avanço da ferramenta, que fazem o ângulo de cisalhamento aumentar (pela maior variação de movimento do plano de cisalhamento) e a espessura do cavaco e o grau de recalque diminuir, minimizando deformações na zona de cisalhamento primária e melhorando a usinabilidade do material.

## Referências Bibliográficas

- NING, Y.; RAHMAN, M.; WONG, Y. S. Investigation of chip formation in high-speed end milling. *Journal of Materials Processing Technology*, v. 113, n. 1-3, p. 360-367, June 2001.
- SUTTER, G. Chip geometries during high-speed machining for orthogonal conditions. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, v. 45, n. 6, p. 719-726, May 2005.