



XVII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 02 a 06/08/2010 - Viçosa – MG  
Paper CREEM2010-FP-12

## INTEGRIDADE SUPERFICIAL DE UM AÇO FRESADO

**Maíra Cristina Gual Pimenta de Queiroz, Naiana Cristina Bazanini, Saimon Vendrame, Cleiton Lazaro Fazolo de Assis e Alessandro Roger Rodrigues**  
UNESP, Univ. Estadual Paulista, Curso de Engenharia Mecânica  
Campus Ilha Solteira - Centro - CEP 15385-000 - Ilha Solteira - São Paulo  
E-mail para correspondência: mairaque@aluno.feis.unesp.br

### Introdução

Em 1964, os pesquisadores M. Field e J. F. Kahles citaram pela primeira vez o termo integridade superficial, definindo-o como um conjunto de alterações na superfície das peças, causadas pela ação natural do processo de fabricação. Nos processos de fabricação de componentes mecânicos que empregam usinagem, em função da maneira pela qual a remoção de material ocorre, isto é, envolvendo altas taxas de cisalhamento, as peças usinadas podem apresentar alterações ou danos em sua textura provocados pelo processo. A questão da qualidade de componentes usinados é hoje em dia fortemente discutida e cada vez mais se exige componentes mecânicos com alta eficiência, não só pelo aspecto funcional, mas também pelo lado da segurança (Silva, 2002).

A integridade superficial de peças usinadas influi decisivamente no funcionamento do componente mecânico e, conseqüentemente, na sua confiabilidade em serviço (Machado *et al.*, 2009). O controle dessa variável merece ser realizado, particularmente quando envolve vidas humanas. Trata-se, por exemplo, da indústria aeronáutica, onde as peças devem apresentar altíssima confiabilidade. Uma falha de qualquer componente de uma aeronave, independentemente de suas dimensões ou função, pode resultar em conseqüências trágicas, com perdas de inúmeras vidas humanas. Nesse sentido, a integridade superficial pode ser decisiva na aplicação e desempenho do componente usinado (Ezugwu e Tang, 1995).

### Objetivos

Determinar o efeito da usinagem com alta velocidade de corte na microestrutura e microdureza da superfície fresada de um aço baixo carbono.

### Materiais e Métodos

Os ensaios de usinagem foram realizados em um centro de usinagem vertical CNC, adotando-se o fresamento de topo concordante a seco, com fresa  $\varnothing 25$  mm de duas arestas e insertos de metal duro revestidos com  $Al_2O_3$ . Os seguintes parâmetros de corte foram considerados: avanço por dente de 0,05 mm, profundidade de usinagem de 0,50 mm, velocidade de corte de 600 m/min e largura de usinagem de 0,2 mm. Visando avaliar e quantificar a variabilidade dos resultados, foram considerados nos ensaios duas repetições e oito passes em cada amostra.

Corpos de prova de aço baixo carbono (0,15 %C) e baixa liga (Cr, Ni, Nb, V e Ti) com dimensões 25x25x100 mm foram empregados nos testes. O material possui tamanho de grão ferrítico médio de  $10,8 \pm 3,8 \mu m$  e dureza de  $198 \pm 2,6 HV$ .

Após o fresamento, as peças foram particionadas na seção transversal com dimensões 8x10x10 mm utilizando disco abrasivo e embutidas a quente em baquelite. As amostras passaram por um processo de lixamento manual, alternando a orientação em  $90^\circ$  a cada troca de lixa, com a seguinte sequência de granulação: 120, 220, 320, 400, 600 e 1000. Para espelhamento, foi feito o polimento com alumina  $1 \mu m$  e posteriormente  $0,3 \mu m$ , finalizando com pasta de diamante de granulometria  $0,25 \mu m$ . Após a etapa de preparação, as amostras foram atacadas sucessivamente com Nital 2% e polidas com pasta de diamante  $0,25 \mu m$ .

A caracterização microestrutural da seção transversal próxima à superfície fresada foi realizada utilizando-se um microscópio eletrônico de varredura e o levantamento do perfil de microdureza foi feito recorrendo-se a um microdurômetro.

## Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta a microestrutura deformada e o aumento da microdureza na região próxima à superfície fresada.

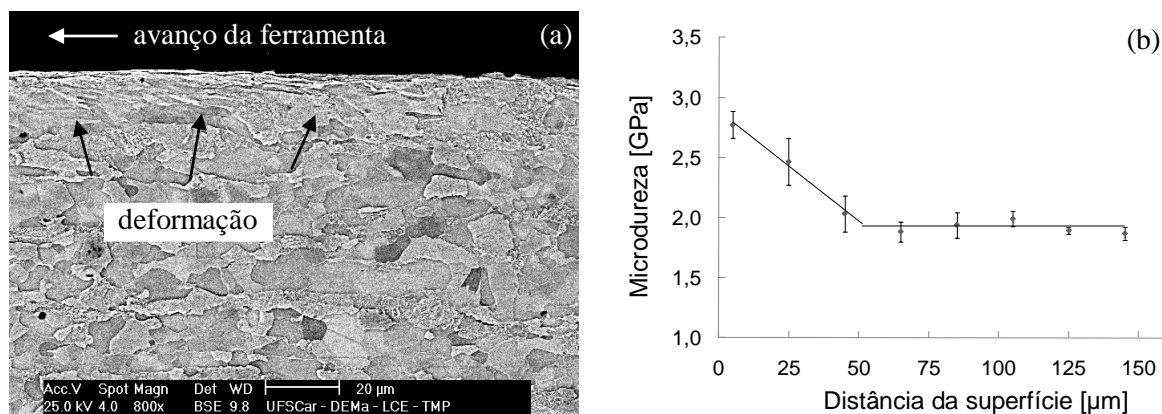


Figura 1 – (a) Microestrutura da peça e (b) perfil de microdureza subsuperficial.

A Figura 1(a) pode ser dividida em duas regiões: uma próxima à superfície fresada e outra afastada da borda usinada. Observa-se na região distante da borda que a microestrutura apresenta uma matriz predominantemente composta por perlita e ferrita nos tons claro e escuro, respectivamente, com contornos de grãos bem definidos. Em geral, a morfologia dos grãos de ferrita e das colônias de perlita pode ser classificada como poligonal ou equiaxial. Na região próxima a superfície fresada nota-se a deformação dos grãos (setas), os quais foram alongados na direção do avanço da ferramenta de corte, ditados pela elevada velocidade de corte empregada na usinagem (alta taxa de cisalhamento).

A Figura 1(b) também pode ser dividida em duas regiões, sendo a profundidade de 50 µm o divisor entre elas. Nota-se que houve um acréscimo de microdureza na camada de 50 µm próxima à superfície fresada, alcançando um valor máximo de aproximadamente 3,0 GPa (~300 HV), o que valida os resultados qualitativos da deformação da microestrutura mostrados na Fig. 1(a). Observa-se que o perfil de microdureza apresenta baixa dispersão dos resultados ao considerar os pontos de mesma profundidade e que o incremento de microdureza apresenta-se linear para ambas as regiões do gráfico. Até a profundidade de 50 µm, a microestrutura foi encruada pela ação da velocidade de corte e além desta profundidade pode-se afirmar que não houve influência do fresamento na microdureza da peça.

## Conclusões

O emprego do conceito de alta velocidade de corte afeta de forma significativa a microestrutura e a microdureza superficiais e subsuperficiais da peça fresada, mesmo sendo de um aço baixo carbono e baixa liga, o que pressuporia baixa suscetibilidade a alterações de sua integridade superficial após a usinagem. Este efeito pode influir no desempenho em serviço e na segurança do componente mecânico.

## Referências

- Ezugwu, E. O., Tang, S. H., "Surface abuse when machining cast iron (G-17) and nickel-base superalloy (Inconel 718) with ceramic tools", *Journal of Materials Processing Technology*, n.55, pp.63-69, 1995.
- Machado, A. R. et al., "Teoria da Usinagem dos Materiais", Editora Blucher, São Paulo, 384p., 2009.
- Silva, L. R., "Estudo da geometria da aresta de corte de ferramentas aplicadas ao torneamento de superligas à base de níquel com alta velocidade de corte", Tese de Doutorado, EESC/USP - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 211p., 2002.