

# MONITORAMENTO E RACIONALIZAÇÃO DE FLUIDOS DE CORTE EM PROCESSOS DE USINAGEM

S. E. Ferreira (1), D. U. Braga (2), D. A. Ferreira (3)

- (1) Aluno bolsista PIBIC/FUNREI, Depto. de Engenharia Mecânica, DEMEC, Universidade Federal de São João del Rei, Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João del Rei MG, CEP: 36.307-352. samucaelias@hotmail.com
- (2) Prof. Dr., Depto. de Eng. Mecânica, DEMEC, Universidade Federal de São João del Rei, Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João del Rei MG, CEP: 36.307-352. durval@funrei.br
- (3) Aluno eng. elétrica, Universidade Federal de São João del Rei, Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João del Rei MG, CEP: 36.307-352. diegofunrei@yahoo.com.br

**Palavras chave: Monitoramento; Mínima Quantidade de Lubrificante; Potência de corte; Usinagem.**

## RESUMO

O uso de meios auxiliares de corte líquidos, como óleos integrais e emulsões são muito difundidos na indústria metal-mecânica, em razão dos inúmeros benefícios tecnológicos trazidos por eles como o aumento da vida da ferramenta, a melhora do acabamento e precisão dimensional, o auxílio na quebra do cavaco além de, em alguns casos, proteger a máquina ferramenta contra ataques químicos (Scandiffio, 2000).

Atualmente há uma crescente tendência em minimizar o uso dos mesmos, não apenas em razão dos altos custos envolvidos, cerca de 16% dos custos totais de usinagem, que supera em muito os custos com ferramentas, aproximadamente 4% (Catálogo da Titex Plus e outros pesquisadores citados por Scandiffio, 2000); mas também pelos aspectos nocivos à saúde do operador podendo causar desde dermatites até mesmo câncer (Kalhöfer, 1997; Machado, 1997). Outro inconveniente relacionado ao uso de lubrificantes é o risco de poluição do ar, água e solo, por isso leis ambientais cada vez mais severas restringem o uso bem como o descarte dos mesmos (Kalhöfer, 1997; Machado, 1997). Assim, todos estes inconvenientes justificam pesquisas que visem racionalizar e, até mesmo, suprimir o uso de lubrificantes na usinagem.

Considerando estas questões resolveu-se desenvolver este trabalho utilizando-se do monitoramento indireto da potência de corte via potência elétrica do motor principal da máquina-ferramenta quando utilizados dois meios auxiliares lubri-refrigerantes, a emulsão em abundância (método convencional) e a técnica da mínima quantidade de lubrificante - MQL, ou seja, atomização do lubrificante na região de corte pelo ar comprimido. O sensoramento indireto da potência de corte têm sido muito utilizado para acompanhar os esforços de corte no processo, permitindo ainda uma correlação com outras variáveis da usinagem, como o desgaste da ferramenta. (Diniz e Miraconi, 2002).

As fases deste trabalho compreendem a revisão bibliográfica sobre o monitoramento indireto da usinagem através de parâmetros elétricos do motor principal da máquina-ferramenta bem como a utilização da mínima quantidade de lubrificante na usinagem, a especificação e instalação de um transdutor de potência na máquina, a adequação de um software para a aquisição do sinal e calibração deste sistema e, ainda, a realização de ensaios práticos de torneamento utilizando-se deste sistema e a análise dos resultados.

O monitoramento indireto da corrente/potência elétrica do motor principal da máquina é baseado na correlação que existe entre esta variável e a potência de corte consumida durante o

processo como mostrado nas equações 1 e 2 citadas por Braga, (1992), para uma das fases de alimentação dos motores de corrente contínua e alternada respectivamente.

$$R \cdot I^2 = (K_S \cdot f \cdot a_p \cdot v_c) / \eta_t \quad (1)$$

$$R \cdot I^2 \cdot \cos\phi = (K_S \cdot f \cdot a_p \cdot v_c) / \eta_t \quad (2)$$

Onde:  $\eta_t$  = rendimento da máquina,  
 R = resistência elétrica,  
 I = corrente elétrica,  
 $K_S$  = pressão específica de corte,  
 f = avanço,  
 $a_p$  = profundidade de corte,  
 $v_c$  = velocidade de corte.

É um dos métodos que menor intrusividade apresenta ao processo de usinagem uma vez que os sensores responsáveis por captar os sinais são instalados longe da zona de usinagem, junto aos motores de acionamento da máquina-ferramenta. Os sensores são simples o que os tornam de menor custo se comparado a outros sistemas, tendo sido, inclusive utilizados em ambientes mais agressivos como aqueles representados na produção. O sistema permite que o monitoramento seja efetuado em tempo real, sem que seja necessário a interrupção do processo, com conseqüente ganho na produtividade (Braga,1992; Costa, 1995). Todas estas características citadas têm despertado interesse entre os pesquisadores e encontrando já aplicação a nível industrial (Pires, 1997).

Diversos autores, como Braga, (1992) e Costa, (1995), realizaram experimentos para verificar o comportamento da corrente elétrica do motor principal da máquina a medida que o desgaste da ferramenta cresce. As figuras 1 e 2 mostram os resultados obtido por Braga, (1992), em que o mesmo compara a evolução do desgaste de flanco e da corrente versus comprimento de corte para três velocidades de corte distintas. Percebe-se que o desgaste de flanco apresenta as mesmas tendências de crescimento daquele observado para a corrente nestas condições de corte. Quando mantidas as mesmas condições de corte variando-se apenas o avanço da ferramenta os resultados apresentaram as mesmas tendências.

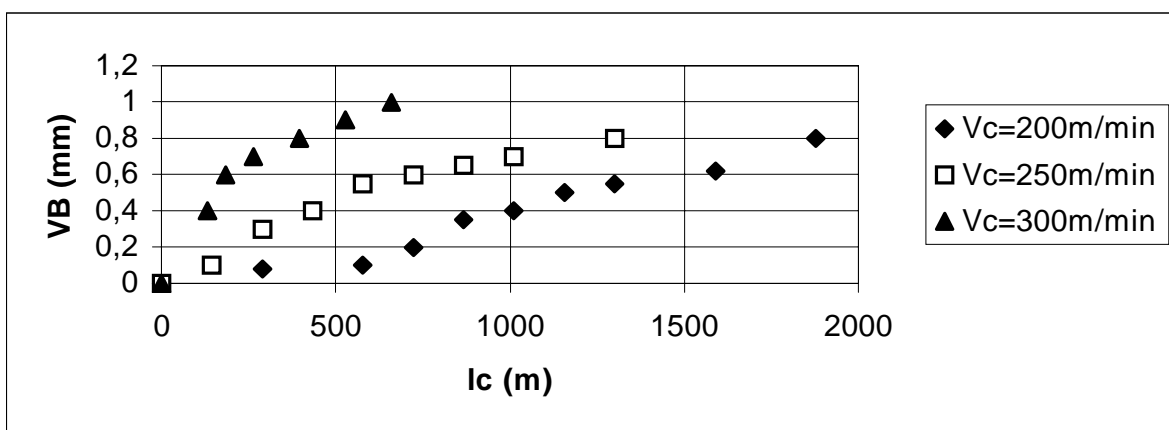


Figura 1- Desgaste de flanco vs. Comprimento de corte  $f = 0.25\text{mm/rot.}$ ,  $a_p = 2\text{mm}$ .

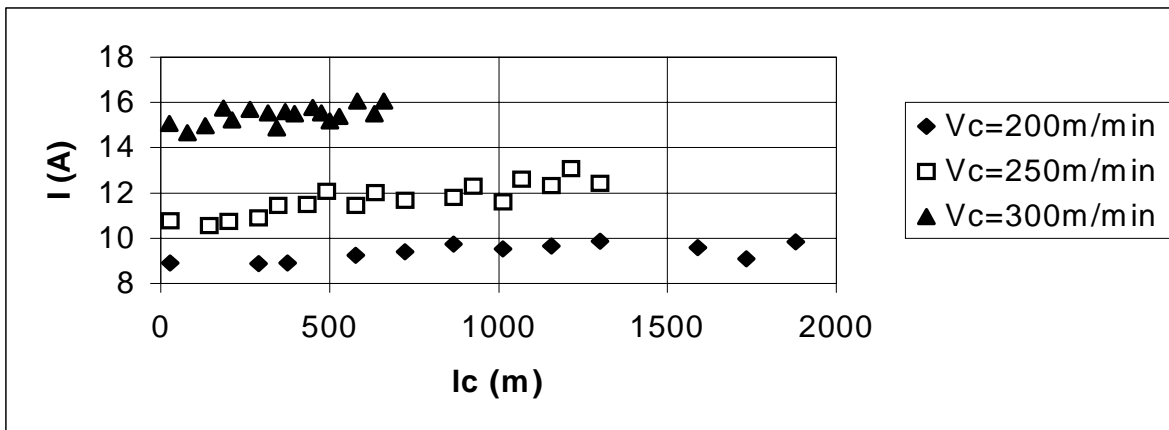


Figura 2- Corrente do motor principal vs. Comprimento de corte,  $f = 0,25\text{mm/rot.}$ ,  $ap = 2\text{mm}$ .

Percebe-se através destes resultados que a corrente/potência elétrica é afetada não só pelo fenômeno de desgaste da ferramenta, mas também por parâmetros do processo. A corrente/potência do motor principal acompanha o crescimento do desgaste da ferramenta, sendo mais significativo em condições de desgaste em que os esforços de corte são maiores (Braga, 1992; Pires, 1997). Assim sendo, pode-se correlacionar esta variável de interesse do processo com as condições em que se utilizará meios auxiliares de lubri-refrigeração no processo de usinagem.

Portanto, após concluída a fase experimental, espera-se sugerir procedimentos a serem adotados para a racionalização do uso de tais meios auxiliares visando a redução dos custos de fabricação, aumento da produtividade e preservação do meio-ambiente.

#### AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio na concessão da bolsa de iniciação científica concedida pelo programa PIBIC/FUNREI.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Braga, D. U.; Monitoramento do processo de torneamento via parâmetros elétricos do motor da máquina; Tese de Mestrado, UNICAMP, Campinas SP, 1992.
- Costa, C. E.; Monitoramento do processo de torneamento de desbaste via corrente elétrica do motor principal da máquina e via vibração da ferramenta; Tese de Mestrado, UNICAMP, Campinas SP, 1995.
- Diniz, A. E.; Miraconi, R.; Economizando energia elétrica e fluido de corte no torneamento de aço; O Mundo da Usinagem, p. 4 a 7, janeiro, 2002.
- Kalhöfer, E. , Dry Machinig – Principles and Applications; Institute of Production engineering and Machine Tools, Technical University Darmstadt, 1997.
- Machado, A. R.; Wallbank, J.; The effect of extremely low lubricant volumes in machining; WEAR, v210, n1-2, p. 76-82, 1997.
- Pires, J. R.; Metodologia para minimizar o desperdício de pastilhas de metal duro em operações de torneamento na indústria não automatizada; Tese de Mestrado, UNICAMP, Campinas SP, 80p., 1997.
- Scandiffio, I.; Uma contribuição ao estudo do corte a seco e ao corte com mínima quantidade de lubrificante em torneamento de aço; Tese de Mestrado, UNICAMP, Campinas SP, 63p., 2000.