

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE FLUIDOS CONTAMINADOS NO PROCESSO DE TORNEAMENTO DO AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO ABNT 304

André Mangetti Grub, andregrub@hotmail.com
Álison Rocha Machado, alissonm@mecanica.ufu.br

Resumo: Em se tratando de processos de fabricação por usinagem como o torneamento, fresamento e furação, a utilização de fluidos de corte quando escolhidos e aplicados apropriadamente é de extrema importância e podem trazer benefícios para o processo. Uns dos fluidos de corte mais utilizado nas indústrias são os fluidos emulsionáveis que são compostos bifásicos de óleo mineral (ou vegetal) e água. Por possuir uma grande gama de nutrientes, esses fluidos são facilmente contaminados por microrganismos que utilizam esses compostos como matéria prima em suas atividades fisiológicas. Quando eles liberam restos metabólicos nos fluidos de corte causam alterações nas propriedades originais do mesmo como aumento da viscosidade, desestabilização da emulsão, perda da capacidade de lubrificação e refrigeração, etc. Não há relatos na literatura especializada como esses fluidos de corte contaminados por essas bactérias podem afetar a usinabilidade do processo. Para tanto este trabalho, que é um plano de dissertação que será desenvolvido na Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia (FEMEC-UFU), se propõe analisar os efeitos que os fluidos contaminados causam nas variáveis de saída do sistema tais como, força e potência de corte, vida da ferramenta e acabamento superficial no torneamento do aço inoxidável austenítico ABNT 304.

Palavra chave: Fluido de corte, Bactérias, Usinabilidade, Torneamento.

1. INTRODUÇÃO

Em processos de fabricação por usinagem como o torneamento, fresamento e furação, a utilização de fluidos de corte (FC), quando escolhidos e aplicados apropriadamente, é de extrema importância e podem trazer benefícios, reduzindo os custos de fabricação ou aumentando a taxa de produção (Machado *et al.*, 2011). A lubrificação e a refrigeração são algumas das funções dos FCs. Essas podem atuar no processo de usinagem reduzindo as forças e potências de corte, aumentando a vida da ferramenta e melhorando o acabamento superficial da peça. Além disso, eles também podem proteger a peça e o maquinário da corrosão, diminuir a vibração do sistema e atuar como quebra-cavaco quando aplicada em alta pressão (Diniz *et al.*, 2011, Machado *et al.*, 2011, Santos e Sales, 2007).

Para usinagem geral, operações de abrasão ou usinagem de baixa performance são utilizados os FCs emulsionáveis, que são compostos bifásicos de óleos minerais adicionados à água na proporção que varia de 1:10 a 1:100, mais agentes emulsificantes ou surfactantes que garantem a uniformidade da mistura (El Baradie, 1996, Machado *et al.*, 2011).

Geralmente, as propriedades físicas e químicas dos FCs são modificadas durante o seu uso, devido a longos períodos de armazenamento, ou sob ações de microrganismos. Eles ainda podem causar riscos nos ambientes de trabalho e naturais (quando são descartados), sendo assim, é de grande importância o estudo da dinâmica desses fluidos nestes ambientes (Bhattacharyya, 2003; Oliveira e Alves, 2007).

No processo de diluição de óleo mineral ou vegetal em água torna o FC propício ao desenvolvimento de bactérias e fungos, principais contaminantes da emulsão (Awosika *et al.*, 2003; Becket *et al.*, 2005; Bernstein *et al.*, 1995; Passman e Rossmore, 2002). Santos e Sales (2007) citam que esse meio possui os nutrientes básicos para o crescimento microbiano tais como carbono, nitrogênio, enxofre e outros.

Com a contaminação dos FCs, muitos processos industriais são afetados por problemas relacionados aos biofilmes. Esses biofilmes são constituídos de microrganismos que podem aderir em diferentes superfícies, quando elas liberam restos metabólicos nos FCs causam alterações nas propriedades originais do mesmo (aumento da viscosidade, desestabilização da emulsão, perda da capacidade de lubrificação e refrigeração), descoloração da emulsão, maus odores, perda de qualidade das peças de trabalho e até mesmo da ferramenta (Monici, 1999; Capelletti, *et al.*, 2006; Thomé *et al.*, 2007; Rabenstein, *et al.*, 2009).

Mesmo com várias pesquisas já realizadas mostrando que a degradação dos FCs emulsionável quase sempre é causada por ações bacterianas, na qual alteram as suas propriedades físicas e químicas, não são encontrados relatos na literatura especializada, dados quantitativos de como essas bactérias e o nível de contaminação afetam a usinabilidade dos processos de usinagem. Esse trabalho traz o resumo do plano de dissertação que será realizado no segundo semestre de 2012.

2. OBJETIVOS

Investigar quantitativamente a influência da ação dos microrganismos nos fluidos de corte emulsionável, quando aplicado em abundância no processo de torneamento do aço inoxidável austenítico ABNT 304. Através de técnicas de manipulação e controle do crescimento bacteriano, pretende-se avaliar os FCs de base mineral e vegetal, contaminados com diferentes tipos de bactérias e níveis de contaminação. Os desempenhos desses fluidos contaminados serão comparados com os FCs novos, com o principal objetivo de analisar os efeitos que os FCs contaminados causam na usinabilidade do processo, isto é, nas forças e pontências de corte, acabamento superficial e vida da ferramenta.

3. METODOLOGIA

Os testes e estudos deste trabalho serão realizados no Laboratório de Ensino e Pesquisa em Usinagem da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia (LEPU-FEMEC-UFU) com apoio do Laboratório de Microbiologia do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal de Uberlândia (LAMI-ICBIM/UFU). O fluxograma da figura 1 mostra esquematicamente o trabalho a ser realizado.

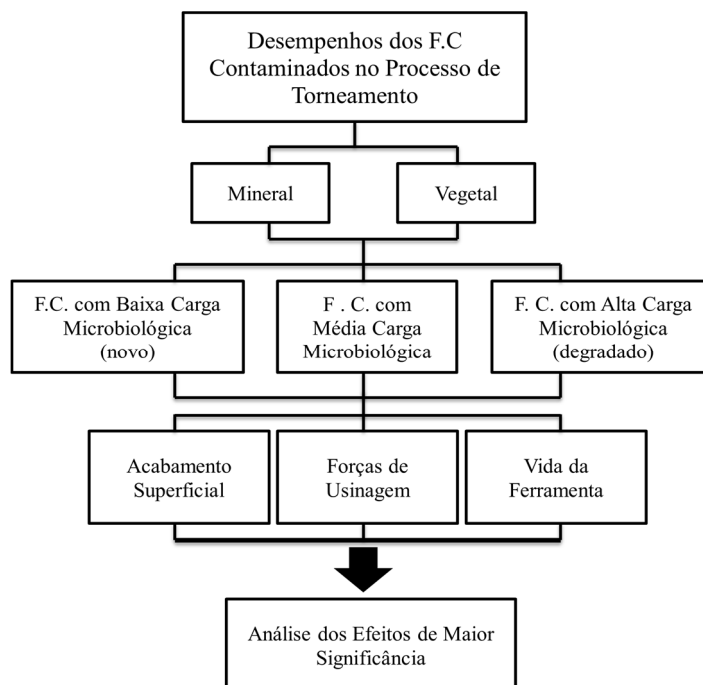


Figura 1. Fluxograma dos ensaios de torneamento realizados no LEPU

Após os testes pré-eliminatórios o processo de torneamento do aço inoxidável austenítico ABNT 304 seguirá um planejamento fatorial completo do tipo 2^k , dessa maneira será possível verificar as variáveis de maior significância no sistema. A fim de avaliar as características lubrificantes e refrigerantes dos FC investigados, utilizará duas velocidades de corte, inicialmente iguais a 125 m/min e 350 m/min (esses

valores serão definidos apartir dos pré-testes). Serão analisados dois tipos de FC (base vegetal e mineral) que serão contaminados por bactérias no LAMI-ICBIM/UFU. Através de técnicas de controle de crescimento bacteriano será possível classificar os FC em três níveis de contaminação bacteriana denominados de FC com baixa carga microbiológica (novo), FC com média carga microbiológica e FC com alta carga microbiológica (degradado). No total serão avaliadas uma variável quantitativa e duas qualitativas.

As variáveis citadas anteriormente (velocidade de corte, tipo de fluido, níveis de contaminação bacteriana) serão as variáveis de entrada do sistema. Após os testes as variáveis de saída serão valores das forças e potência de corte, vida da ferramenta (desgaste) e a integridade superficial da peça usinada. A partir dessas informações, serão analisados os efeitos das variáveis de maior significância em relação à usinabilidade do material.

4. ENSAIOS DE TORNEAMENTO

Os processos de torneamento do aço inoxidável austenítico ABNT 304 será realizados em um torno da marca Romi CNC modelo Multiplic 35D com ferramentas de metal duro da classe M revestida com TiN. Os fluidos de cortes testados serão de base mineral (IORGA ã Monol M8A) e base vegetal (BLASER - Vasco 100) ambos aplicados em abundância na região de corte. É importante ressaltar que antes das trocas dos diferentes tipos de fluidos de corte, toda parte interna do torno será limpa e desinfetada com produtos químicos. Essa limpeza minuciosa deve-se a preocupação de proliferação de novos tipos de bactérias no interior da máquina, que poderá influenciar nos resultados, já que um dos objetivos desse trabalho é verificar as influências das bactérias presentes nos FCs na usinabilidade do processo.

Serão preparados no LEPU 60L de cada FC nas diluições de 8% (para ambos). Serão inoculados em cada fluido uma concentração bacteriana (no geral bacilos Gram negativos e micobactérias) e o nível de contaminação do fluido de corte será monitorado até que o mesmo atinja média carga microbiológica e alta carga microbiológica. Para o crescimento microbiológico será feito a contagem de unidades formadoras de colônias (UFC) a partir do momento da inoculação no fluido já diluído até que as propriedades do fluido estejam em média carga microbiológica e/ou alta carga microbiológica. Essas propriedades serão adquiridas por meio do teste de cinética do crescimento bacteriano a ser realizado no LAMI-ICBIM/UFU.

4.1. Ensaios de Força e Acabamento Superficial

Para os teste de força a profundidade de corte permanecerá constante em todo o ensaio, assumindo valor de 1 mm. A medição das três componentes de força de usinagem (de corte, de avanço e passiva), serão monitoradas por um dinamômetro Kistler, modelo 9265B, com sinais amplificados e gerenciados por uma placa de aquisição de sinais A/D e pelo software Labview¹, da National Instrument. A taxa e o tempo de aquisição serão respectivamente iguais a 1 kHz e 5 segundos.

Inicialmente os testes serão realizados com fluidos de corte novos de base vegetal (BLASER ã Vasco 1000) e mineral (IORGA - Monol M8A) aplicados em abundância para duas velocidades de corte inicialmente iguais a 125 m/min e 350 m/min. Após serão testado, para as mesmas condições de corte, os fluidos com diferentes níveis de deterioração (Fluidos de corte com média carga microbiológica e com alta carga microbiológica), contaminados separadamente com as bactérias em estudo. No total, nessa etapa serão realizados 36 testes.

As médias das forças de corte e a rugosidade da superfície da peça usinada (R_a , R_q e R_z), serão analisadas separadamente em função da velocidade de avanço da ferramenta. No processo de torneamento será fixado um tempo de usinagem igual a 8 segundos. Neste intervalo de tempo o software Labview¹ será programado para fornecer 5000 pontos de força de corte para as 7 (sete) velocidades de avanço presentes no intervalo de 0,10 a 0,46 mm/volta

4.2. Ensaios de Vida da Ferramenta

A vida da ferramenta será representada pelo tempo de usinagem e/ou pelo volume de material removido. O critério de fim de vida, para a maior velocidade de corte (350 m/min), será aquele determinado pela Norma ISO 3685 (1993) e para a menor velocidade de corte (125m/min), será fixado um determinado volume de material removido, tendo o desgaste como parâmetro de comparação.

As ferramentas utilizadas nos ensaios serão analisadas no microscópio eletrônico de varredura (MEV) do LEPU para indentificar os possíveis tipos e mecanismos de desgaste dominante na ferramenta.

Utilizando um rugosímetro portátil da Mitutoyo, após cada ensaio de força e vida da ferramenta, será medida em 4 (quatro) posições distintas a rugosidade (Ra, Rz, Rt) da superfície usinada. As medições serão realizadas no Laboratório de Metrologia da UFU com temperatura ambiente igual 20°C

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS ESPERADOS

Os resultados serão analisados utilizando ferramentas estatísticas que serão apresentados na forma de tabelas, gráficos, etc. Assim, será possível avaliar e quantificar os parâmetros de usinabilidade do sistema (forças de corte, vida da ferramenta e rugosidade) em função do tipo de fluido de corte e o seu nível de contaminação. Além disso, pretende-se adquirir informações de como a degradação do fluido, devido ações metabólicas das bactérias, podem afetar nas funções lubrificantes e refrigerantes dos fluidos de corte no processo de torneamento.

6. ETAPAS E CRONOGRAMA

Segue a baixo a tabela 1 com as etapas e o cronograma do trabalho a ser realizado em 2 semestres de pesquisa

Tabela 1. Etapas e cronograma do trabalho a ser realizado

	2012/2013											
	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul
Etapa 1: Revisão Bibliográfica												
Etapa 2: Ensaio Metalográfico e dureza												
Etapa 3: Planejamento Experimental												
Etapa 4: Realização de Pré-testes												
Etapa 5: Ensaios de Torneamento												
Etapa 6: Análise de desgaste das ferramentas												
Etapa 7: Análise dos resultados												
Etapa 8: Redação da Dissertação e Defesa e Redação de artigos												

7. REFERÊNCIAS

AWOSIKA-OLUMO, A. I.; TRANGLE, K. L.; FALLON JR, L. F. Microorganism-induced skin disease in workers exposed to metalworking fluids. *Occup Med (Lond)*. 2003;53(1):35-40.

BECKET, W.; KALLAY, M.; SOOD, A.; ZUO, Z.; MILTON, D. Hypersensitivity pneumonitis associated with environmental mycobacteria. *Environ Health Perspect*. 2005;113(6):767-70

BERNSTEIN, D. I.; LUMMUS, Z. L.; SANTILLI, G.; SISKOSKY, J.; MACHINE OPERATOR'S LUNG. A hypersensitivity pneumonitis disorder associated with exposure to metalworking fluids aerosols - Michigan. *Chest*. 1995;108:636-641.

CAPELLETTI, R. V. Avaliação da atividade de biocidas em biofilmes formados a partir de fluido de corte utilizado na usinagem de metais Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química. Universidade de Campinas. Campinas, 2006

BHATTACHARYYA, P. L.; KLERKS, J. A. Toxicity to freshwater organisms from oils and oil spill chemical treatments in laboratory microcosms. *Environmental Pollution*. 2003;122:205-15

DINIZ, A.E.; MARCONDES, F.C. e COPPINI N.L., Tecnologia da Usinagem dos Materiais, 7ª Edição, MM Editora, 2011, 262 pgs.

EL BARADIE M. A., Cutting fluids: part 1. Characterisation *Journal of materials processing Technology* 56 (1996) 786-797

MACHADO, A.R.; ABRÃO, A.M.; COELHO, R.T.; Da SILVA, M.B., Teoria da Usinagem dos Materiais, Editora Edgard Blucher, São Paulo - SP, 2ª Edição, 2011, 397 pgs., ISBN: 978-85-212-06064

MONICI, R. D. Relatório de Estágio Supervisionado, CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Bauru-SP. 1999. 33 p.

OLIVEIRA, J. F. G.; ALVES, S. M.; Adequação ambiental dos processos de usinagem utilizando Produção mais Limpa como estratégia de gestão ambiental. *Produção*. 2007;17:129-38.

PASSMAN, F. J.; ROSSMOORE, H. W. Reassessing the health risks associated with employee exposure to MWF microbes. *Lubricat Eng*. 2002;58(7):30-38.

RABENSTEIN, A.; KOCH, T.; REMESCH, M.; BRINKSMEIER, E.; KUEVER, JAN. Microbial degradation of water miscible metal working fluids. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2009;63:1023-9.

SANTOS S.C.; SALES W.F., Aspectos tribológicos da usinagem dos materiais São Paulo: Artliber Editora, 2007, 249pgs.

THOMÉ, R, BIANCHI, E.C., ARRUDA, O.S., AGUIAR, P.R., 2007 Estudo microbiológico das micobactérias e fungos contaminantes dos fluidos de corte. 8º Congresso Iberoamericano de engenharia mecânica.