

CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

A REFRIGERAÇÃO COMO UM CONTROLE DO CRESCIMENTO BACTERIANO EM FLUIDOS DE CORTE

Felipe Pereira Coelho, coelho621@hotmail.com¹

Gabryelle Santana Biazon, gaby_biazon@hotmail.com²

Eduardo Carlos Bianchi, bianchi@feb.unesp.br¹

Olavo Speranza de Arruda, arruda@fc.unesp.br²

¹Departamento de Engenharia Mecânica, UNESP, Universidade Estadual Paulista, Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube, 14-01 - Núcleo Res. Pres. Geisel, 17033-360 Bauru – SP,

²Departamento de Ciências Biológicas, UNESP, Universidade Estadual Paulista, Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube, 14-01 - Núcleo Res. Pres. Geisel, 17033-360 Bauru - SP,

Resumo: A produção de peças metálicas, por processo de usinagem, utiliza fluidos de corte para melhorar o desempenho do processo. Embora tragam grandes benefícios os fluidos de corte à base de água e óleo formam uma emulsão facilmente atacada por microrganismos que consomem os elementos químicos, desequilibrando a composição química e transformam o fluido de corte em agente prejudicial à saúde dos operadores e em um agente altamente poluidor. Este trabalho tem como objetivo a redução da temperatura do fluido de corte como meio para a inibição da geração de unidades formadoras de colônias de bactérias. Os ensaios foram realizados ao longo de 135 horas de circulação de fluido por 3 semanas consecutivas. Para isso utilizou-se uma máquina de corte abrasivo como agente de circulação do fluido de corte, enquanto o reservatório contendo o fluido de corte utilizado foi mantido a uma temperatura refrigerada e constante de 6°C e, posteriormente a 9°C. Durante o decorrer dessas horas, foram realizadas coletas de amostras do fluido, que por sua vez foram semeadas e incubadas a fim de posterior análise para determinar a presença de colônias bacterianas. Os resultados obtidos demonstram que a temperatura exerce influência direta na formação de unidades formadoras de colônias. A 6°C houve a inibição microbiana, já a 9°C houve crescimento bacteriano, desmontando a relação direta entre temperatura e crescimento bacteriano.

Palavras-chave: fluido de corte, refrigeração, microrganismos.

1. INTRODUÇÃO

A usinagem de peças metálicas exige agentes facilitadores, a fim de refrigerar e lubrificar o processo de remoção de material, esses agentes estão normalmente na forma líquida e foram convencionalmente chamados de fluidos de corte.

Segundo Carreteiro *et al.* (2006), fluidos de corte não são utilizados apenas para refrigeração da ferramenta e peça, dissipando o calor gerado pelo atrito, além de lubrificando o contato ferramenta/peça, retirando os cavacos gerados da região de corte.

Para um desempenho satisfatório dessas funções, o fluido de corte deve ter a capacidade de absorver o calor, ser um bom lubrificante, proteger a peça, a ferramenta e a máquina, contra a corrosão e ferrugem, além de não manchar a peça, ter uma boa estabilidade química quando armazenado, não ter um odor desagradável e possuir transparência suficiente para o operador da máquina observar a peça durante a usinagem (Motta *et al.* 1995).

Considerando que a maioria dos fluidos de corte no mercado são emulsões, possuindo características de um excelente meio de cultura para uma ampla variedade de microrganismos. Ao longo do período de utilização as emulsões gradualmente perdem sua eficácia devido à contaminação por microrganismos, descaracterizando as propriedades deste fluido (Sandin *et al.* 1991).

Os fatores que causam a contaminação microbiana do fluido de corte são diversos e virtualmente impossíveis de serem impedidos (Runge *et al.* 1990). Sabendo-se que a impureza formada por partículas sólidas (dos cavacos gerados), é facilmente removida por sedimentação e filtração. Teoricamente, pode-se inferir que o fluido de corte pode ser usado indefinidamente. No entanto, a contaminação por bactérias e outros microrganismos aeróbios e anaeróbios, cria a necessidade de substituir o fluido de corte. Este crescimento microbiano conduz a uma alteração nas características do

fluido de corte e, conseqüente, perda das suas características. A substituição deste fluido, degradado pela contaminação, é onerosa para a empresa, devido a custos de substituição e tratamento químico do fluido. Além disso, a carga microbiana presente no fluido de corte pode conter espécies patogênicas importantes na transmissão de doenças (Dilger *et al.* 2005).

Alguns estudos já relatam o comportamento dos microrganismos dentro de fluidos de corte, quando conservado sob refrigeração (Arruda *et al.* 2008) e sob luz ultravioleta (Bianchi *et al.* 2014), com resultados que apontam para a viabilidade do método proposto no presente trabalho. No entanto uma dificuldade importante nos estudos anteriores, foi promover e manter a temperatura em níveis apropriados e suficientes para impedir a proliferação de microrganismos Arruda *et al.* (2014). O objetivo deste trabalho é avaliar a utilização da refrigeração como meio de controle do crescimento bacteriano no fluido de corte (emulsão), buscando prolongar a vida útil do mesmo. Para realizar esta avaliação, foi utilizado como fluido de corte uma emulsão a 6°C durante o processo de corte com disco abrasivo ao longo de nove horas de trabalho por dia.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O trabalho experimental foi realizado no Laboratório de Usinagem por Abrasão (LUA) do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, *campus* de Bauru.

Foi utilizado um reservatório para o fluido de corte contendo 24 litros de fluido de corte do tipo emulsão com diluição de 1:30. Este reservatório foi inserido dentro de um refrigerador de marca Eletrolux, modelo RE31, uma porta, com volume de 240 litros, a fim de controlar a temperatura do fluido, mantendo-a em 6°C. Segundo Tortora *et al.* (2005) quando microrganismos em geral são expostos a temperaturas abaixo de 7°C, suas taxas metabólicas são reduzidas a ponto de impossibilitar sua reprodução ou síntese de determinadas proteínas, colocando estes organismos em estado de quiescência (parada temporária do desenvolvimento ou de outra atividade de um organismo devido a condições ambientais desfavoráveis). Por fim conectou-se as mangueiras que levam o fluido do reservatório para a máquina de corte abrasivo, com isso o fluido pode circular a uma vazão de 41 L/min a pressão de 0,4 MPa, seguindo o ciclo representado na Fig. 1.

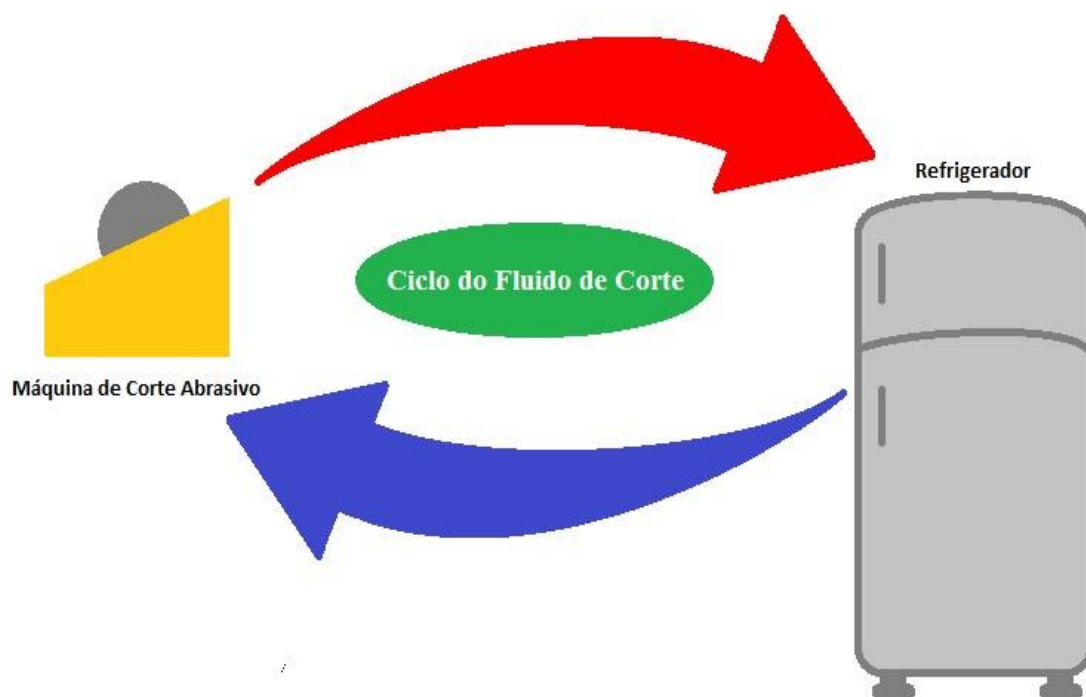


Figura 1. Ciclo de circulação do fluido de corte.

A Fig. 2 ilustra a montagem final do experimento; ou seja, o reservatório do fluido de corte dentro da geladeira, as mangueiras que levam o fluido a baixa temperatura para a máquina de corte, e a própria máquina de corte utilizada para a realização dos ensaios.



Figura 2. Ilustração da montagem experimental.

A máquina de corte abrasiva, utilizada para simular uma situação de usinagem, foi uma máquina da marca RISITEC, modelo CMR-60. Ressaltamos que esta máquina foi utilizada como veículo de contaminação do fluido de corte para que fosse possível avaliar a influência da baixa temperatura no crescimento microbiano; ou seja, não ocorreu corte de material algum.

O período de trabalho diário foi de segunda a sexta-feira, das 8h00 às 17h00, totalizando 135 horas de trabalho durante todo o experimento. Todos os dias ao desligar a máquina, amostras do fluido de corte eram coletadas e a temperatura do fluido registrada. Para a análise microbiológica foram coletadas amostras da região central do reservatório. Para a coleta de amostras foram usadas pipetas Pasteur esterilizadas e o material coletado foi transferido para tubos estéreis e transportado ao Laboratório de Imunopatologia Experimental, do Departamento de Ciências Biológicas da Unesp, *campus* de Bauru. Essas amostras foram semeadas em placas de petri contendo meio de cultura Brain Heart Infusion ágar (BHI), então incubadas e observadas diariamente. Foram semeados 100µl da amostra e, após incubação em estufa bacteriológica da marca Quimis a uma temperatura de 37°C durante 24 horas, foi realizada a análise quantitativa procurando-se determinar a presença de unidades formadoras de colônias (UFCs), a análise foi realizada a olho nú (Silva, *et al.* 2016).

3. RESULTADOS EXPERIMENTAIS E DISCUSSÃO

O comportamento de proliferação dos microrganismos durante os 15 dias da experiência é mostrado na Fig. 3.

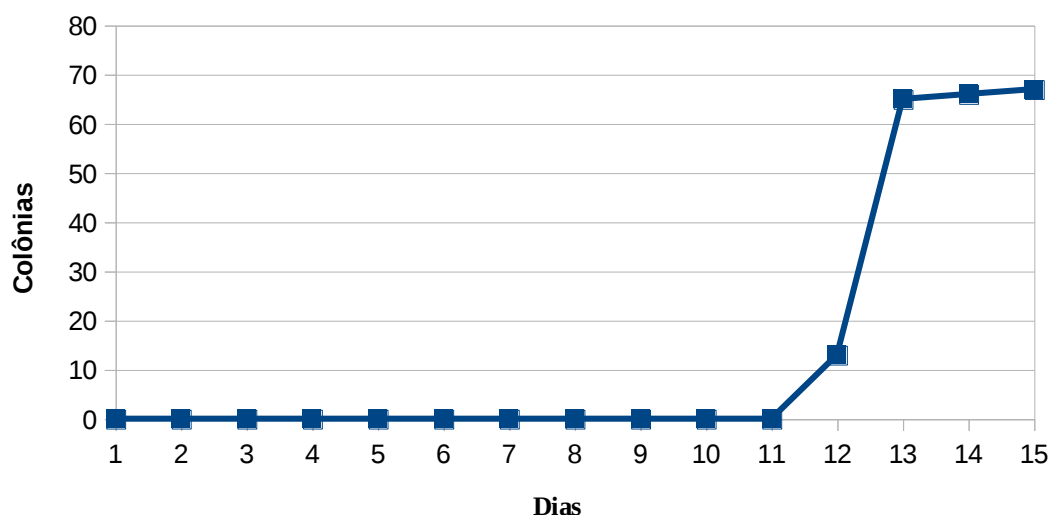


Figura 3. Aparecimento de colônias bacterianas no fluido de corte

Durante as três primeiras semanas, período em que a eficiência do refrigerador não foi alterada, e a temperatura do fluido mantida a 6°C, observou-se a ausência de UFCs nas amostras após incubação. Isto ocorre já que a baixas temperaturas a procriação de bactérias é fortemente inibida, como por exemplo o que ocorre com os alimentos guardados em refrigeradores, fazendo com que o crescimento microbiano seja inexpressivo; ou seja, as bactérias passam ao estado de quiescência devido a condição desfavorável do ambiente.

Segundo Lee et al. (1941) com apenas uma circulação do fluido de corte no sistema, há contaminação de aproximadamente 27 milhões de microorganismos por mililitro; isso demonstra que o fluido, embora esteja contaminado, o crescimento microbiano no fluido de corte está controlado pela temperatura, no caso, de 6°C.

Microorganismos em geral possuem uma fase de adaptação ao ambiente, após o estado vegetativo e antes de iniciar o estado de reprodução, o que pode ocasionar em uma demora na reprodução microbiana, mesmo em condições ideais. A presença de zero UFC nas primeiras semanas, indica que as bactérias dentro do fluido estavam em estado vegetativo e com zero reprodução, visto que com apenas um ciclo do fluido de corte já é possível obter uma contaminação de 27 milhões de microorganismos por mL e que mesmo assim, após 90 horas de ensaio não houve o aparecimento expressivo de bactérias. Isso ocorreu porque as bactérias permaneceram no estado vegetativo; assim, pode-se afirmar que a população bacteriana estava controlada pela refrigeração a 6°C.

A partir da 11ª coleta, a eficiência do refrigerador foi propositalmente reduzida, elevando a temperatura de operação do fluido de 6°C para 8°C; esta medida foi realizada a fim de ser verificada a influência da temperatura do fluido de corte no crescimento microbiano. Pode-se verificar o expressivo aumento de colônias a partir da 12ª coleta.

Os resultados obtidos são coerentes com os obtidos em Arruda *et al.* (2008) e mostram a influência da temperatura do fluido de corte no crescimento bacteriano.

Mikitenko *et al.* (1979), analisou dez diferentes tipos de fluido e concluiu que não ocorrem alterações consideráveis nas propriedades dos fluidos de corte após sofrerem refrigeração e os resultados de Besse *et al.* (2006) mostraram uma melhora no revestimento da superfície da peça ao refrigerar o fluido de corte.

Assim, pode-se afirmar que os resultados obtidos neste trabalho podem ser apresentados como uma boa solução para preservação de fluidos de corte do tipo emulsão, não só pela vantagem de prolongar a vida útil do fluido, mas também de melhorar as características finais da usinagem, sem alterar as características ou propriedades do líquido refrigerante.

4. CONCLUSÃO

Dos resultados obtidos pode-se concluir que o fluido de corte a 6°C não gera colônias de bactérias, sendo uma alternativa para que o fluido de corte tenha vida mais longa.

A elevação de apenas 2°C, ou seja, de 6°C para 8°C, causa crescimento bacteriano considerável com suas consequências danosas para o fluido de corte como a necessidade de utilização de biocidas, degradação do fluido, dentre outras.

5. AGRADECIMENTOS

Manifestamos nossos agradecimentos à Fundação para o Desenvolvimento de Bauru (FunDeB) e a Premiere Construtora pelo auxílio financeiro, a Profª. Dra. Maria Sueli Parreira de Arruda pelas valiosas sugestões e ao Sr. Hamilton José de Mello pelo eficiente trabalho técnico.

6. REFERÊNCIAS

- Arruda, O.S., Bianchi, E.C., Gomes, R.C., Aguiar, P.R., Arruda, M.S.P. “Uso de baixas temperaturas no controle da contaminação microbiana dos fluidos de corte”. Portal CIMM, 17 abr. 2008. Disponível em: <<http://www.cimm.com.br/portal/publicacao/exibir/47-uso-de-baixas-temperaturas-no-controle-da-contaminacao-microbiana-dos-fluidos-de-corte#.U9ekqLEIXfs>>. Acesso em: 29 jul. 2014.
- Besse, J. Getting The Most From Creep-Feed Grinding. Modern Machine Shop Online, 2005. Disponível em: <<http://www.mmsonline.com/articles/120503>> Acesso em: 24 Mar. 2006.
- Bianchi, E.C., Aguiar, P.R., Arruda, O.S., Piubeli, F.A. “Growth Control of Microbial in Miscible Cutting Fluids Using Ultraviolet Radiation”. Lubricants, v. 2, p. 124-136, 2014. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2075-4442/2/3/124>> Acesso em: 1 set. 2015.
- Carreteiro, R. P. Belmiro, P. N. A. “Lubrificantes e Lubrificação Industrial”. 1ª ed. Interciência. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP, Rio de Janeiro, 2006.
- Dilger, S., Fluri, A., Sonntag, H. “Bacterial contamination of preserved and non preserved metal working fluids”. International Journal of Hygiene and Environmental Health. v. 208, ed. 6, p. 467-476, 2005.
- Lee, M.; Chandler, A. C. A study of the nature, growth and control of bacteria in cutting compounds. Journal of Bacteriology, v.41, p.373-386, 1941.
- Mikitenko, V. S. Effect of low temperatures on the properties of oil based coolants. Mach. & Tool, v.50, p.33-34, 1979.
- Motta, F., Machado, A. R. “Fluidos de Corte: Tipos, Funções, Seleção, Métodos de Aplicação e Manutenção”. Máquinas e Metais. Editora Arauda Ltda. São Paulo-SP, p. 44-56. 1995.
- Neusely da Silva, Valéria Christina Amstalden Junqueira, Neliane Ferraz de Arruda Silveira, Marta Hiromi Taniwaki, Rosana Francisco Siqueira dos Santos, Renato Abeilar Romeiro Gomes, Margarete Midori Okazaki. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. São Paulo, LOGO MARCA VARELA, 3ª edição, 2007. Disponível em <https://pt.scribd.com/doc/174416175/Livro-Manual-de-Metodos-de-Analise-Microbiologica-de-Alimentos>. Acesso em: 08 abril. 2016.
- Runge, P.R.F., Duarte, G.N. “Lubrificantes nas Indústrias”. Triboconcept Editora Ltda. Carapicuíba-SP. p. 73-172, 1990.
- Sandin, M., Mattasbyaltzer, I. “Control of Microbial – Growth in toilet – Based Metalworking Fluids”. Int. Biodeterioration, 27, p. 61, 1991.
- Tortora, G. R.; Funke, B. R.; Case, C. L. Microbiologia. Editora Artmed, 8ªed., cap. 6-7, 2005.

Preservation of Cutting Fluids Using Refrigeration

Felipe Pereira Coelho, coelho621@hotmail.com¹

Gabryelle Santana Biazon, gaby_biazon@hotmail.com²

Eduardo Carlos Bianchi, bianchi@feb.unesp.br¹

Olavo Speranza de Arruda, arruda@fc.unesp.br²

¹Departamento de Engenharia Mecânica, UNESP, Universidade Estadual Paulista, Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube, 14-01 - Núcleo Res. Pres. Geisel, 17033-360 Bauru – SP,

²Departamento de Ciências Biológicas, UNESP, Universidade Estadual Paulista, Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube, 14-01 - Núcleo Res. Pres. Geisel, 17033-360 Bauru - SP,

Abstract. *The production of metal parts, by machining process, makes use of cutting fluids to improve process performance. Although they bring great benefits, cutting fluids that are an emulsion of oil and water, are easily attacked by microorganisms that consume the chemical elements of the fluid, unbalancing the chemical composition and transforming the cutting fluid into a damaging agent, to the health of operators, and in a highly polluting agent. This work aims to reduce the cutting fluid temperature as a means for inhibiting the growth of bacteria colonies. The tests were conducted over a period of 3 consecutive weeks, totaling 135 hours of fluid circulation. For this we used an abrasive cutting machine as circulation agent of cutting fluid, the reservoir containing the cutting fluid was stored inside a refrigerator, cooled and maintained at a constant temperature of 6 °C and subsequently at 9 °C. During the course of these working hours, samples of the cutting fluid were taken and incubated for later analysis in order to determine the presence of bacterial colonies. The results obtained show that the temperature has a direct influence on the formation of colony forming units. At 6 °C there was no microbial growth, at 9 °C exponential bacterial growth was observed, proving the direct relationship between temperature and bacterial growth.*

Keywords: cutting fluid, refrigeration, microorganisms.