



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 [www.pocos.com.br](http://www.pocos.com.br)

## **RECONTAMINAÇÃO DO FLUIDO DE CORTE PRESENTE EM MÁQUINA DE FRESAMENTO**

**Danielle Hiromi Nakagawa<sup>(1)</sup>; Ana Alícia de Sá Pinto<sup>(2)</sup> ; Gabriella de Ornelas Menezes<sup>(3)</sup>;  
**Francylli Pereira Silva<sup>(4)</sup>; Fábio de Sousa Santos<sup>(5)</sup>; Isabel Craveiro Moreira<sup>(6)</sup>; Kátia Valéria  
Marques Cardoso Prates<sup>(7)</sup>; Janaína Fracaro de Souza Gonçalves<sup>(8)</sup>****

(1) Docente; Instituto Federal do Paraná – Campus Jaguariaíva; Jaguariaíva-PR; [danielle.nakagawa@ifpr.edu.br](mailto:danielle.nakagawa@ifpr.edu.br); (2) Mestranda; Programa de Pós Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídrico; Universidade de Brasília; Brasília-DF; [analicia2@gmail.com](mailto:analicia2@gmail.com); (3) Graduanda; Engenharia Ambiental; Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina; [gabriella.ornelas@gmail.com](mailto:gabriella.ornelas@gmail.com); (4) Graduanda; Licenciatura em Química; UTFPR – Campus Londrina; [francyelli.pereirasilva@hotmail.com](mailto:francyelli.pereirasilva@hotmail.com); (5) Mestre; Engenharia Mecânica; UTFPR – Campus Cornélio Procópio; [fabiosousa2691@hotmail.com](mailto:fabiosousa2691@hotmail.com); (6) Docente; Departamento Acadêmico de Química; UTFPR – Campus Londrina; [icmoreira@utfpr.edu.br](mailto:icmoreira@utfpr.edu.br); (7) Docente; Departamento Acadêmico de Ambiental; UTFPR – Campus Londrina; [kprates@utfpr.edu.br](mailto:kprates@utfpr.edu.br) (8) Docente; Coordenação de Engenharia Mecânica; UTFPR – Campus Londrina; [janainaf@utfpr.edu.br](mailto:janainaf@utfpr.edu.br).

### **Eixo Temático: 7. Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos**

**RESUMO** – Fluidos de corte são utilizados no processo de usinagem por oferecerem diversos benefícios durante o corte de metais. Porém, devido aos compostos do fluido de corte, este acaba sendo fonte para crescimento de microrganismos, causando deterioração da qualidade do fluido e consequentemente diminuindo a sua vida útil, gerando mais efluentes. O objetivo do trabalho foi avaliar a recontaminação do fluido de corte inserido na máquina de usinagem por meio da quantificação de bactérias e fungos presentes no fluido no fim da sua vida útil e no fluido novo logo após a sua introdução na máquina higienizada. Foram realizadas análises microbiológicas no fluido presente na máquina antes da higienização (FCA), no fluido de corte novo (FCN), após 0,5 horas (FC0,5) e 16 horas (FC16) de adicionado a máquina. O FCN não apresentou contaminação por microrganismos. O FCA apresentou quantidades de bactérias próximas a  $1,9 \times 10^6$  UFC/mL de fluido e  $8,0 \times 10^2$  UFC/mL para fungos. Verificou-se que após 30 minutos da adição do fluido novo este já possuía microrganismos. A concentração de bactérias apresentou-se na faixa de  $8,0 \times 10^3$  UFC/mL e de fungos  $7 \times 10^1$  UFC/mL de fluido. E no FC16 foi possível observar que a quantidade de microrganismo já havia aumentado para  $1,0 \times 10^4$  UFC/mL de bactérias e  $3,5 \times 10^2$  UFC/mL de fungos filamentosos. No trabalho verificou-se que o processo de higienização não foi suficiente para descontaminação total da máquina, visto que 30 minutos após a adição do novo fluido, este já possuía crescimento microbiano.

**Palavras-chave:** Higienização. Contaminação microbiana. Fungos. Bactérias.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 [pocos.com.br](http://pocos.com.br)

**ABSTRACT** – Cutting fluids are used in large quantities in the machining process because they offer several benefits during the metals cutting. However, due to cutting fluid compounds, this ends up being a source for the growth of microorganisms, causing deterioration in the quality of the fluid and consequently decreasing its life cycle, generating more effluents and more expenses to acquire a new fluid. The objective of this study was to evaluate the recontamination of the inserted cutting fluid in machining machine by quantifying the bacteria and fungus present in the fluid at the end of its life cycle and in the new fluid right after its introduction in the sanitized machine. Microbiological analyzes were performed in the fluid before sanitizing the machine (BSM), in the new cutting fluid (NFC), 0,5 hours (NCF0,5) and 16 hours (NCF16) after the new fluid was added to the machine

The FCN showed no contamination by microorganisms. FCA presented amounts of bacteria close to  $1,9 \times 10^6$  CFU / mL of fluid and  $8,0 \times 10^2$  CFU / ml for fungi. It was noted that after 30 minutes of adding the new fluid, it already had microorganisms. The concentration of bacteria showed a range of  $8,0 \times 10^3$  CFU / ml and  $7 \times 10^1$  fungi CFU / ml of fluid. And in FC16 it was observed that the amount of microorganism had increased to  $1,0 \times 10^4$  CFU / ml in bacteria and  $3,5 \times 10^2$  CFU / ml of filamentous fungi. In the study it was found that the process of sanitation was not sufficient to complete decontamination of the machine, since 30 minutes after the addition of the new fluid, it already had microbial growth.

**Key words:** Sanitation. Microbial contamination. Fungi. Bacteria.

## Introdução

Grandes quantidades de fluidos de corte são utilizadas na usinagem de metais com as funções de diminuir o calor gerado no processo de remoção de metal, reduzir a zona de atrito entre ferramenta e peça, remover os cavacos e facilitar na finalização da superfície das peças metálicas (MATTSBY-BALTZER *et al.*, 1989; KOCH *et al.*, 2015).

O fluido de corte é constituído por três ingredientes essenciais: óleo, água e aditivos, sendo que o óleo pode ser de origem vegetal ou mineral e dependendo do processo de trabalho a concentração de óleo no fluido de corte pode variar de 1 a 20% (DINIZ; MARCONDES; COPPINI, 1999; DILGER; FLURI; SONNTAG, 2005). O sistema água/óleo do fluido de corte constitui-se em ambiente favorável à reprodução de uma ampla variedade de microrganismos. Bactérias e fungos quando se desenvolvem no fluido de corte são danosos, pois degradam o óleo provocando alterações nas propriedades iniciais do fluido de corte, tornando-o instável e diminuindo o seu tempo de uso no processo de usinagem (BIANCHI *et al.*, 2008). Vale ressaltar o paradoxo no que tange à questão dos fluidos de corte levantado por Koch, Passman e Rabenstein (2015), onde os fluidos não devem possuir o desenvolvimento de microrganismos durante seu uso na máquina para evitar a diminuição da sua vida útil, porém quando descartados devem promover o desenvolvimento de microrganismos para auxiliar na degradação do efluente.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 [www.pocos.com.br](http://www.pocos.com.br)

Segundo Polito *et al.* (2006), os microrganismos se reproduzem nos fluidos de corte devido aos nutrientes orgânicos e inorgânicos que os compõe, representam os orgânicos: óleo, ésteres sintéticos e amins, e os inorgânicos: cloro, cálcio, sódio, manganês, magnésio, ferro, sulfato, cloreto e fosfato. Além disso, os microrganismos que proliferam no fluido corte, podem ser agentes patogênicos capazes de causar doenças para os funcionários que manipulam as peças usinadas (PASSMAN; ROSSMOORE, 2002).

As primeiras evidências de contaminação por microrganismos nos fluidos de corte são: mudanças no odor; decréscimo no pH; diminuição da vida útil da ferramenta; aumento da taxa de rejeição das peças; corrosão; incidência de dermatites e irritação cutânea; além de mudanças na estabilidade da emulsão (POLITO *et al.*, 2006).

Diante da importância de evitar a contaminação do fluido de corte, o objetivo do trabalho foi avaliar a recontaminação do fluido de corte inserido na máquina de usinagem por meio da quantificação de bactérias e fungos presentes no fluido no fim da sua vida útil e no fluido novo logo após a sua introdução na máquina a fim de verificar a persistência desses microrganismos na máquina de usinagem, visto que sua presença é prejudicial à qualidade do fluido de corte e consequentemente o aumento da geração de efluente.

## **Material e Métodos**

O estudo foi realizado em uma máquina de fresamento, instalado no Laboratório de Comando Numérico Computadorizado da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – *Campus* Cornélio Procópio e as análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia Ambiental no *Campus* Londrina. O fluido presente na máquina estava no fim da sua vida útil, sendo necessária a troca deste fluido. Para a limpeza da máquina foi necessário realizar o esvaziamento completo da máquina e depois lavar com água e biocida a base de triazina seguindo as especificações do fabricante. A solução de água com biocida foi circulada na máquina durante 30 min e posteriormente a máquina foi esvaziado e então adicionado o novo fluido de corte.

O fluido de corte que estava na máquina de fresamento (FCA) analisado neste estudo, estava sendo utilizado por um ano e meio. A fim de quantificar os microrganismos presentes no fluido de corte e a sua persistência na máquina após a higienização, foram realizadas análises microbiológicas no fluido antes da higienização da máquina (FCA), no fluido de corte novo (FCN), após 0,5 horas de adição do fluido novo na máquina (FC0,5) e após 16 horas (FC16). As amostras foram coletadas assepticamente no reservatório da máquina, e posteriormente transportadas em caixa térmicas com temperatura inferior a 10°C até o Laboratório de Microbiologia na UTFPR – *Campus* Londrina.

A quantificação dos microrganismos presente no fluido de corte, foi realizada pelo método da contagem padrão em placa. Antes de inserir as amostras nas placas de Petri, realizou-se o método da diluição seriada, que consiste na diluição da amostra em solução salina estéril a fim de diminuir o número de organismos presentes na amostra possibilitando a contagem após o espalhamento em meio de



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

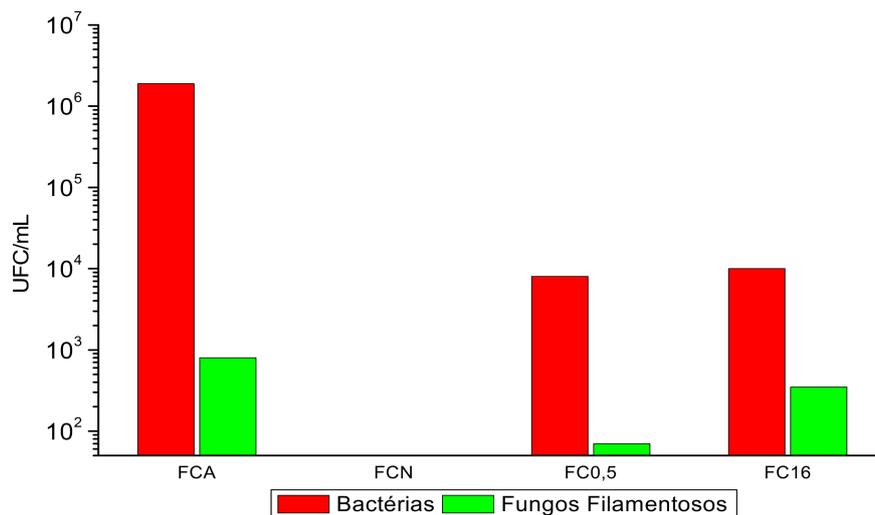
XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 [www.pocos.com.br](http://www.pocos.com.br)

cultura presente em placa de Petri. Para tal procedimento foi retirado uma alíquota de 10 mL da amostra e então transferida para um erlenmeyer contendo 90 mL de solução salina 0,85%, obtendo a diluição  $10^{-1}$ . A partir da solução  $10^{-1}$  foi retirada uma alíquota de 1 mL e depositada em tubo contendo 9 mL de solução salina, obtendo-se a diluição  $10^{-2}$ , e repetiu-se o procedimento até a diluição  $10^{-3}$ . Das diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$  foram retiradas alíquotas de 0,1 mL e depositadas em placas de Petri contendo meio de cultura. O meio de cultura utilizado para incubar as bactérias foi o meio *Plate Count Agar* (Merk) ( $36^{\circ}\text{C}/24\text{-}48\text{h}$ ) e para os fungos filamentosos foi utilizado o meio *Sabouraud Agar* (Acumedia) ( $28^{\circ}\text{C}/1\text{semana}$ ). Após o período de incubação foi realizada a contagem dos microrganismos, sendo que a quantidade de unidades formadoras de colônias (UFC)/mL foi determinada de acordo com a equação:  $\text{UFC}/\text{mL} = \text{NC} \times \text{FDD} \times \text{FDC}$ , onde NC = número de colônias por placa, FDD = fator de diluição FDC = fator de correção para 1 mL (FDC=10).

## Resultados e Discussão

O resultado da quantificação dos microrganismos presentes nas amostras de fluido de corte é apresentado na Figura 1 e o resultado do crescimento das colônias de bactérias e fungos nas placas de Petri pode ser observado na Figura 2.



**Figura 1.** Quantificação de bactérias e fungos presentes no fluido de corte presente na máquina de fresamento. FCA - fluido antes da higienização da máquina, FCN - fluido de corte novo, FC0,5 - após 0,5 horas da adição do fluido novo na máquina e FC16 - após 16 horas da adição do fluido.

Observa-se na Figura 2 e na Figura 3 que no FCA obteve-se um número elevado de UFC/mL e posteriormente à higienização da máquina com biocida, o



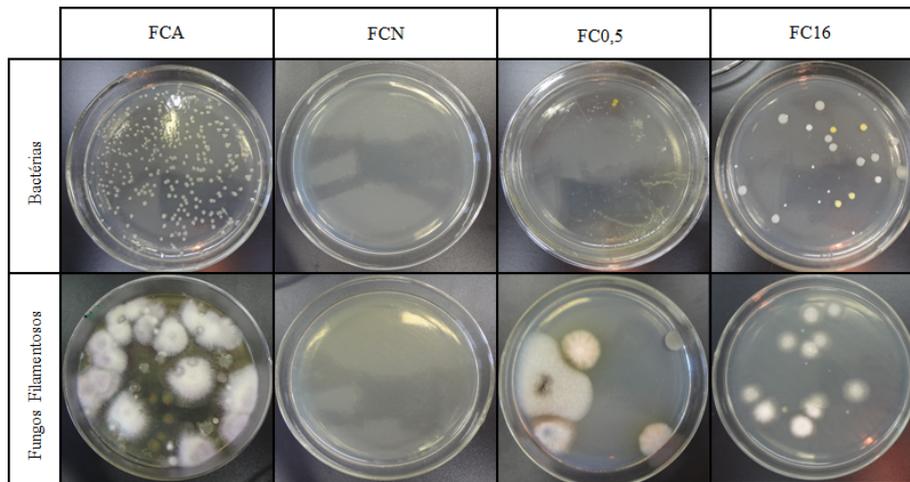
# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 [www.pocos.com.br](http://www.pocos.com.br)

fluido de corte adicionado, não apresentou crescimento de microrganismos. Após 30 minutos (0,5 horas) da adição do fluido novo na máquina foi verificado a presença de microrganismos no fluido de corte, provavelmente organismos que persistiram no sistema e que não foram removidos durante o processo de higienização.



**Figura 2.** Crescimento de bactérias e fungos observados nas análises microbiológicas realizadas no fluido de corte: FCA - fluido antes da higienização da máquina, FCN - fluido de corte novo, FC0,5 - após 0,5 horas da adição do fluido novo na máquina e FC16 - após 16 horas da adição do fluido novo.

Os microrganismos que mais se desenvolveram no fluido de corte foram as bactérias, sendo que no FCA estavam presentes em quantidades próximas a  $1,9 \times 10^6$  UFC/mL de fluido. A quantidade de fungos filamentosos estava em torno de  $8,0 \times 10^2$  UFC/mL. Após 30 minutos a concentração de bactérias apresentou-se na faixa de  $8,0 \times 10^3$  UFC/mL e de fungos  $7 \times 10^1$  UFC/mL de fluido. Os resultados indicam que a higienização não foi suficiente para eliminar as bactérias e fungos presente no sistema. E após 16 horas da adição do novo fluido a quantidade de microrganismo já havia aumentado para  $1,0 \times 10^4$  UFC/mL de bactérias e  $3,5 \times 10^2$  UFC/mL de fungos filamentosos.

Como todo o FCA foi retirado do sistema, pode-se supor que a persistência dos microrganismos no sistema deve-se ao fato destes ficarem aderidos na máquina. Os microrganismos têm a capacidade de se fixar em suporte abiótico, através da capacidade de formar biofilme (XAVIER *et al.*, 2003), podendo este ser o fato da rápida recontaminação do fluido adicionado.

O circuito do fluido de corte no processo de usinagem de metais é composto por diversas etapas que envolvem a recirculação do mesmo por um longo período de utilização. Diante do fato de que há a recirculação e reaproveitamento do fluido durante meses, com os locais percorridos propiciando a deposição de materiais e



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 [www.pocos.com.br](http://www.pocos.com.br)

resíduos, ocorre a instalação de microrganismos formadores de biofilmes (CAPELLETTI, 2006).

Os biofilmes são estruturas formadas pelos microrganismos por uma matriz de substâncias poliméricas extracelulares de origem microbiana aderidas a uma superfície. A adesão é um mecanismo que permite às células permanecerem em um ambiente favorável, sem serem carregadas do sistema (MADIGAN *et al.*, 2004). A matriz geralmente é uma mistura de polissacarídeos, porém podem conter proteínas e ácidos nucleicos. Dentro de uma comunidade de biofilme, as vantagens de uma célula bacteriana são numerosas, como: compartilhar os nutrientes, proteção contra fatores prejudiciais no ambiente; proteção contra a desidratação; entre outros (XAVIER *et al.*, 2003; MADIGAN *et al.*, 2004; TORTORA; FUNKE; CASE, 2005).

Capelletti (2006) afirma que, geralmente, quando a concentração de um grupo de microrganismo é superior a  $10^4$  UFC/mL no fluido de corte, a formação de biofilmes é frequentemente constatada, tornando difícil o retorno aos níveis satisfatório de contaminação (abaixo de  $10^4$  UFC/mL). Diante do exposto, pode-se instigar que pelo alto valor de contaminação do FCA os biofilmes podem ter sido formados e por isso persistiram no sistema. Visto que a formação do biofilme auxilia na sua proteção contra agentes biocidas.

Segundo Davies (2003) as bactérias que se estruturam em biofilmes possuem uma alta resistência, tornando as células do biofilme de 10 a 1000 vezes mais tolerantes a agentes antimicrobianos do que a mesma bactéria em vida livre. Trentin, Giodani e Macedo (2013) destacam os fatores que contribuem para a resistência dos biofilmes frente aos antimicrobianos, são eles: a baixa penetração de agente químicos no interior do biofilme devido a matriz de polímeros extracelulares presente; reduzida taxa metabólica no interior do biofilme (comumente na base da estrutura), o baixo metabolismo dessas células garante a sua resistência, visto que os antimicrobianos geralmente agem na fase de crescimento bacteriano; transferência de genes de resistência.

Além do fato da existência do biofilme, vale ressaltar os genes de resistência que os microrganismos podem apresentar aos biocidas utilizados no fluido de corte, e desse modo, não sendo inativados durante o processo de limpeza da máquina. Mota *et al* (2005) afirmam que os antimicrobianos atuam como agentes seletivos, pois a resistência é causada pela mutação espontânea e recombinação de genes, que criam variabilidade genética sobre a qual atua a seleção natural dando vantagem aos mais aptos.

As estratégias desenvolvidas pelas bactérias para a resistência a antimicrobianos são: redução de permeabilidade; bombas de efluxo; degradação ou inativação de enzimas; modificação do “alvo” do antimicrobiano. As informações genéticas para tais propriedades podem ser adquiridas pelos cromossomos da própria bactéria ou por elementos móveis exógenos (plasmídeos) transferidos por outra bactéria (CAMPOS, 1999).

Veillette *et al.* (2004) também verificou em seu estudo a recontaminação do fluido após a limpeza da máquina de usinagem, visto que em 12 horas a população



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 [pocos.com.br](http://pocos.com.br)

de bactérias estava em  $6 \times 10^3$  UFC/mL. Os autores afirmam que métodos de limpeza ineficiente e a presença de biofilmes no sistema poderia ser a origem da rápida contaminação pós-limpeza.

Os biocidas são frequentemente utilizados para a prevenção da formação de biofilmes, controle ou erradicação. Portanto, o uso destes, é de grande importância e requer minuciosa determinação quanto à concentração apropriada para aplicação, pois em concentrações elevadas, os biocidas são tóxicos para os seres humanos, e em níveis ligeiramente mais baixos, pode ser ineficaz, particularmente em fluidos altamente contaminados (MATTSBY-BALTZER *et al.*, 1989; CAPELLETTI, 2006).

No trabalho de Moreira *et al.* (2012) verificou-se que o aumento da contaminação microbiana afetou no grau de corrosão da peça, sendo que uma das funções do fluido de corte é evitar a corrosão. O autor evidencia que os microrganismos consumiram o anticorrosivo presente na emulsão, por isso afetou na qualidade da peça usinada.

Desse modo ressalta a importância de uma higienização eficiente na máquina e/ou estratégias para evitar a resistência dos microrganismos a biocidas, visto que a diminuição da contaminação do fluido de corte pode resultar diretamente em economia para os setores relacionados à usinagem de peças, contribuindo para o aumento da eficiência do processo e menor geração de efluente com o descarte do fluido e, conseqüentemente, menos poluição.

## **Conclusões**

No trabalho verificou-se que o processo de higienização não foi suficiente para descontaminação total da máquina, visto que logo após 0,5 horas da adição do novo fluido, este já possuía crescimento microbiano. Os microrganismos podem ter persistido na máquina por meio da capacidade de formação de biofilme e/ou por terem criado mecanismo de resistência contra o agente biocida utilizado no sistema. E o crescimento de microrganismos no fluido de corte pode degradar o fluido fazendo com seja necessário o seu descarte precoce, gerando mais efluente.

## **Referências**

BIANCHI, E. C.; ARRUDA, O. S.; PIUBELI, F. A.; AGUIAR, P. R.; ARRUDA, M. S. P. 2008. Controle do crescimento microbiano nos fluidos de corte utilizando a radiação ultravioleta. CIMM - Centro de Informação Metal Mecânica, p. 1-16.

CAMPOS, H. S. 1999. Mycobacterium tuberculosis resistente: de onde vem a resistência?. Boletim de Pneumologia Sanitária, v. 7, n. 1, p. 51-64.

CAPELLETTI, R. V. 2006. Avaliação da atividade de biocidas em biofilmes formados a partir de fluido de corte utilizado na usinagem de metais. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

DAVIES, D. G. 2003. Understanding biofilm resistance to antimicrobial agents. Nature Reviews Drug Discovery, v. 2, n. 2, p. 114-122.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 [www.meioambiente.pocos.com.br](http://www.meioambiente.pocos.com.br)

DILGER, S.; FLURI, A.; SONNTAG, H. 2005. Bacterial contamination of preserved and non preserved metal working fluids. *Int. Jou. of Hyg. and Environmental Health*, v. 208, n. 6, p. 467-476.

KOCH, T.; PASSMAN, F.; RABENSTEIN, A. Comparative study of microbiological monitoring of water-miscible metalworking fluids. *Internation Biodeterioration & Biodegradation*, v. 98, p. 19-25, mar. 2015.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; DUNLAP, P. V.; CLARK, D. P. 2010. *Microbiologia de Brock*. Ed. Artmed, Porto Alegre, Brasil, 1160 p.

MATTSBY-BALTZER, I.; SANDIN, M.; AHLSTROM, B.; ALLENMARK, S.; EDEBO, M.; FALSEN, E.; PEDERSEN, K.; RODIN, N.; THOMPSON, R. A.; EDEBO, L. 1989. Microbial Growth and Accumulation in Industrial Metal-Working Fluids. *Appl. and Environ. Microb.*, v. 55, n. 10, p. 2681-2689.

MOREIRA, M. R.; ROSA, J. B. D.; MARCELINO, I. O. M.; CALADO, C. R.; SILVA, L. R.; LIMA, H. V.; MORAIS, H. L. O. 2012. Análise da degradabilidade do fluido de corte mineral emulsionável utilizado no processo de retificação. In: Congresso Brasileiro de Química, 52. Recife, Brasil.

MOTA, R. A.; SILVA, K. P. C.; FREITAS, M. F. L.; PORTO, W. J.; SILVA, L. B. G. 2005. Utilização indiscriminada de antimicrobianos e sua contribuição a multirresistência bacteriana. *Braz J vet Res anim Sci*, v. 42, n. 6, p. 465-470.

PASSMAN, F. J.; ROSSMOORE, H. W. 2002. Reassessing The Health Risks Associated With Employee Exposure To Metalworking Fluid Microbes©. *Journal of the Society of Tribologists and Lubrication Engineers*, v. 58, p. 30-38.

POLITO, D.; MELLA, E. C.; THOMÉ, R.; BIANCHI, E. C.; AGUIAR, P. R. 2006. Crescimento de microrganismos nos fluidos de corte. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 13. Bauru, Brasil.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. 2012. *Microbiologia*. Ed. Artmed, Porto Alegre, Brasil, 964 p.

TRENTIN, D. S.; GIODANI, R. B.; MACEDO, A. J. 2013. Biofilmes bacterianos patogênicos: aspectos gerais, importância clínica e estratégias de combate. *Revista Liberato*, v. 14, n. 22, p. 113-238.

VEILLETTE, M.; THORNE, P. S.; GORDON, T.; DUCHAINE, C. 2004. Six Month Tracking of Microbial Growth in a Metalworking Fluid After System Cleaning and Recharging. *Ann. Occup. Hyg.*, v. 48, n. 6, p. 541-546.

XAVIER, J. B.; PICIOREANU, C.; ALMEIDA, J. S.; VAN LOOSDRECHT, M. C. M. 2003. Monitorização e modelação da estrutura de biofilmes. *Boletim de Biotecnologia*, v. 76, n. 1, p. 2-13.