

EFEITO DA CONTAMINAÇÃO POR MICROORGANISMOS EM FLUIDOS DE CORTE NAS SUAS PROPRIEDADES ANTI-CORROSIVAS

Patrícia Assis de Oliveira, patriciaassisoliveira@hotmail.com¹

Carla Eloisa Ramos, careloram@hotmail.com¹

Marcília Batista de Amorim Finzi, marciliafinzi@gmail.com¹

Álison Rocha Machado, alison.rocha@pucpr.br²

¹Universidade Federal de Uberlândia. AV. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1O, 38400-902. Uberlândia-MG, Brasil

² Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Escola Politécnica, Engenharia Mecânica. Prado Velho 80215901 - Curitiba, PR - Brasil

Resumo: Nesse estudo foi investigada a ação anticorrosiva de dois fluidos de corte (FCs) submetidos a contaminação microbiológica por sete e 70 dias, através da adição periódica (a cada 2 dias) aos fluidos de uma carga microbiana conhecida ($6,0 \times 10^{22}$ Unidades Formadoras de Colônias por mililitro de fluido - UFC/mL) foi investigada. Ambos os FCs (uma emulsão de base vegetal e um semissintético de base mineral), foram comparados aos respectivos FCs novos, não contaminados por microrganismos. As normas ASTM D4627 (2012) e DIN51360-2 (2013) modificadas foram utilizadas para ranquear os níveis de proteção dos aditivos anticorrosivos dos dois FCs, levando-se em consideração os índices de contaminação de cada FC, em cada condição de teste. Os impactos causados na propriedade anticorrosiva desses dois fluidos foram determinados e os resultados mostraram que cada fluido (diante das mesmas condições de contaminação microbiológica) se comportou de uma maneira diferente. O FC de base vegetal foi o que apresentou a melhor integridade dos aditivos anticorrosivos após o processo de contaminação microbiológica por sete e 70 dias, quando comparado ao FC de base mineral. O estudo ainda comparou as duas normas e suas discrepâncias são apresentadas neste trabalho.

Palavras-chave: fluidos de corte, contaminação microbiana, ensaios de corrosão, norma ASTM D4627, norma DIN51360-2.

1. INTRODUÇÃO

Na indústria metal-mecânica, fluidos de corte (FCs) são um tema importante de pesquisa (Braga et al., 2002). Eles são necessários para a lubri-refrigeração de ferramentas de corte e peças de trabalho, tornando a vida da ferramenta mais longa e garantindo a qualidade superficial da peça usinada. Ao longo desta relação térmica e tribológica, os FCs devem garantir melhor acabamento da superfície usinada e resistência à corrosão, tanto da peça usinada quanto do sistema no qual circula (máquina operatriz) (Mansfeld et al., 1985). Diferentes estratégias são utilizadas para prevenir a biocorrosão dos fluidos de corte, entre elas a utilização de fórmulas bioresistentes, como a adição de biocidas, manutenção das condições ambientais onde são utilizados os fluidos, que inclui a manutenção dos equipamentos e tubulações limpos e higienizados (Rossmoore et al., 1994). Deste modo, os inibidores de corrosão adicionados aos FCs são amplamente difundidos (Mansfeld et al., 1985). Perdas econômicas são acarretadas nas indústrias devido à biodeterioração, sendo esta o processo pelo qual os micro-organismos rompem moléculas de hidrocarbonetos grandes dos fluidos, gerando moléculas menores. Tendo por consequência a conversão de moléculas orgânicas em dióxido de carbono e desprendimento de energia (Byers, 2006). Tal fenômeno ocorre em diferentes processos, tais como: a.) Por meio de substâncias corrosivas: Os microrganismos sintetizam ácidos que podem romper o filme de proteção do metal; b.) através da criação de pilhas de aeração diferencial: podem haver vários tipos de microrganismos presentes no ambiente, que por sua vez, consomem oxigênio de forma desigual, causando assim, aeração diferencial, adequando o ambiente para a proliferação de micro-organismos aeróbico e anaeróbicos (Videla, 1981).

Para um bom desempenho, um fluido de corte deve ter as seguintes propriedades (Petrobras, 1999): i.) bom calor específico; ii.) boa condutividade térmica; iii.) ação anticorrosiva; iv.) inibir a formação de espuma; v.) ação antioxidante; vi.) possuir compatibilidade com o meio ambiente; vii.) absorver calor; viii.) auxiliar na lavagem e decantação de cavacos e impurezas; ix.) garantir boa umectação; x.) possuir aditivos de auto preservação (antidesgaste) e estabilidade; xi.) baixa viscosidade e xii.) transparência.

No quesito estabilidade, a presença continuada de cargas elétricas repulsivas entre as gotículas de óleo (quando dispersos em água) pode ser afetada, gerando a quebra da emulsão, pela adição de ácidos e sais. Essas presenças no fluido atuam diretamente sobre essas cargas repulsivas entre as gotículas, anulando-as. Podem ocorrer através de absorção de CO₂, durante o preparo, pela ação microbiológica (biodegradação ou resíduos metabólicos), dentre outros, com consequente redução do pH, impactando diretamente nos aditivos de proteção anticorrosiva do fluido (Bianchi et al., 2003; Finzi, 2015; 2017).

Os microrganismos interferem na propriedade anticorrosiva dos FCs por diferentes mecanismos, que vão desde o consumo dos aditivos do fluido que conferem a proteção ao material usinado e aos componentes da máquina, até a formação de mecanismo eletroquímico (formação de uma “pilha” na superfície do metal). A formação deste mecanismo de corrosão metálica contínuo, influencia a interface metal/solução, acelerando a corrosão (processo catódico/anódico) e os microrganismos participam sem modificar as características da reação eletroquímica (Characklis; Marshall, 1990).

Neste estudo, dois fluidos miscíveis em água (uma emulsão de base vegetal e um semissintético de base mineral), utilizados na concentração de 8,0%, foram submetidos a contaminação microbiológica por sete e 70 dias e, juntamente com os fluidos na condição novo, tiveram suas propriedades anticorrosivas analisadas através de duas normas: ASTM D4627 (2012) e DIN 51360-2 (2013), ambas com modificações.

Os microrganismos interferem na propriedade anticorrosiva dos FCs por diferentes mecanismos, que vão desde o consumo dos aditivos do fluido que conferem a proteção ao material usinado e aos componentes da máquina, até a formação de mecanismo eletroquímico (formação de uma “pilha” na superfície do metal). A formação deste mecanismo de corrosão metálica contínuo, influencia a interface metal/solução, acelerando a corrosão (processo catódico/anódico) e os microrganismos participam sem modificar as características da reação eletroquímica (Characklis; Marshall, 1990).

Neste estudo, dois fluidos miscíveis em água (uma emulsão de base vegetal e um semissintético de base mineral), utilizados na concentração de 8,0%, foram submetidos a contaminação microbiológica por sete e 70 dias e, juntamente com os fluidos na condição novo, tiveram suas propriedades anticorrosivas analisadas através de duas normas: ASTM D4627 (2012) e DIN 51360-2 (2013), ambas com modificações.

2. METODOLOGIA

O uso da norma DIN 51360-2 é consagrado como teste rápido para detecção de perda da propriedade anticorrosiva de fluidos que possuam esse aditivo em sua fórmula. Contudo, diante da existência de uma outra norma também muito utilizada para esse fim, foram utilizadas as duas, para levantar qual delas seria mais eficiente em determinar com maior precisão a perda da propriedade anticorrosiva dos fluidos. Seguindo a norma DIN 51360-2, no primeiro teste colocou-se o papel filtro dentro de placas de petri, adicionando em cima o cavaco (com tamanho de acordo com a norma) e por fim acrescentando fluido de corte em diferentes estágios de contaminação. O teste foi realizado três vezes para cada tipo de fluido em cada estágio, com temperatura controlada de 25° celsius, por 2 horas. Após este prazo os papéis filtro foram lavados em água corrente e foram analisadas as marcas de corrosão deixadas no papel (que indicam o grau de corrosão de acordo com as tabelas especificadas no próximo item). Um procedimento parecido foi executado para a norma ASTM D4627, porém com um tempo de 24 horas de contato do fluido com o papel. Por fim foram comparados os papéis filtros seguindo as duas normas.

2.1. RESULTADOS

Observa-se que em ambas as normas não foram detectados sinais de corrosão para os FCs novos e para o de base vegetal após sete dias de contaminação. Para a condição em que os FCs foram contaminados por 70 dias o de base vegetal foi classificado com leve corrosão (grau 2) tanto pela norma DIN 51360-2 quanto pela ASTM D4627. Os resultados são mostrados nas Tabelas de 1 a 3 e na Figura 1.

Os graus 2 e 4 foram observados no FC de base mineral contaminado por 70 dias nas normas DIN 51360-2 e ASTM D4627, respectivamente. As duas normas mostraram resultados relevantes quanto a avaliação da propriedade anticorrosiva dos dois fluidos. No entanto, detalhes da técnica realizada para a norma DIN 51360-2, como menor tempo de exposição do papel filtro ao FC (4 horas), menor quantidade de cavaco (2g) e de fluido em comparação com a norma ASTM (24 horas de exposição ao fluido utilizando 4g de cavaco) são apontados como possíveis responsáveis pelos diferentes resultados e preferência na escolha da norma quando da realização do ensaio. Apesar da menor classificação desse fluido pela norma DIN 51360-2, o menor manchamento do papel resultou em melhor leitura da área comprometida pela corrosão.

Os resultados obtidos utilizando a norma DIN 51360-2 determinaram pior manutenção das propriedades anticorrosivas para o FC de base vegetal após 70 dias de contaminação microbiológica que o de base mineral, contudo o grau de corrosão obtido através da norma ASTM D4627 foi maior pois proporcionou maior manchamento do papel filtro e em maior intensidade quando comparado ao manchamento obtido utilizando a norma DIN 51360-2. Nesse estudo as normas foram complementares para avaliação da propriedade anticorrosiva dos dois fluidos.

Os índices de corrosão são determinados segundo as tabelas das normas, analisando a porcentagem de área que apresenta corrosão em relação a área total, como indicado a seguir.

Tabela (1) Índices de corrosão observados em cada papel filtro submetidos aos FCs bases nas condições investigados (duas normas).

Norma	Amostra	FC de base vegetal			FC de base mineral		
		Novo	7 dias*	70 dias**	Novo	7 dias	70 dias
DIN 51360-2	1	-	-	1% a 5%	-	< 1%	< 1%
	2	-	-	1% a 5%	-	< 1%	< 1%
	3	-	-	1% a 5%	-	< 1%	< 1%
	Média	-	-	1% a 5%	-	< 1%	< 1%
ASTM D4627	1	-	-	< 1%	-	3%	>5%
	2	-	-	< 1%	-	4%	>5%
	3	-	-	< 1%	-	5%	>5%
	Média	-	-	< 1%	-	4%	>5%

*Período em que os FCs foram submetidos a contaminação microbiológica

Tabela (2) Classificação do grau de corrosão determinado nos dois FCs testados de acordo com a norma DIN 51360-2.

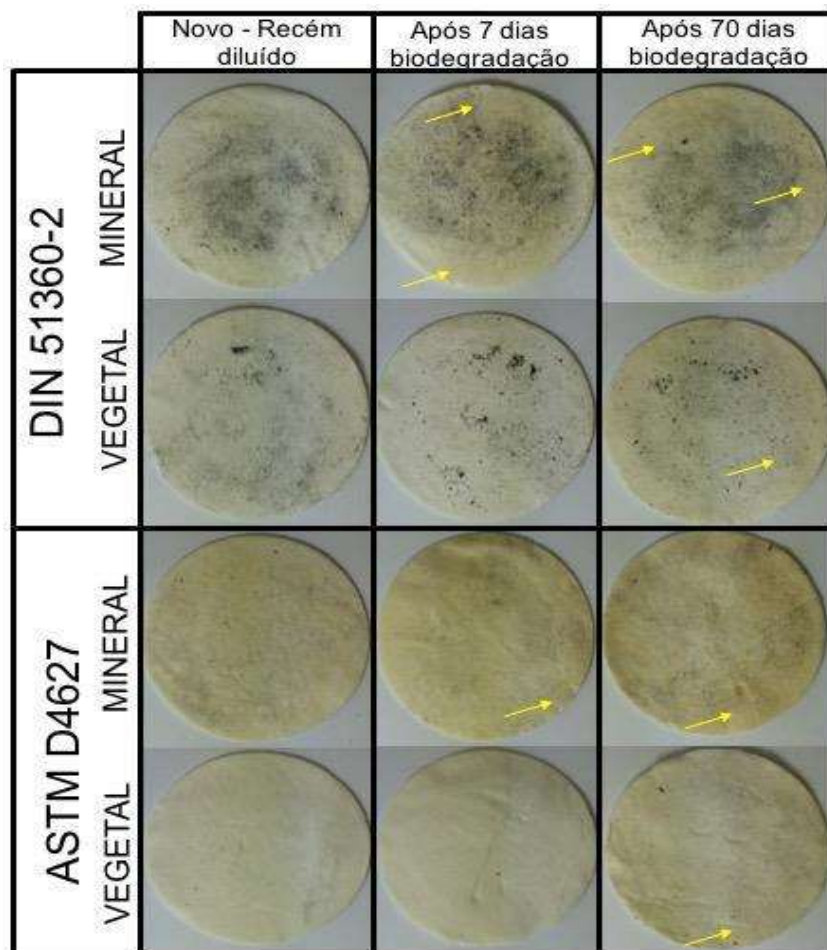
Fluido de corte base (8% vv-1) e condição de teste	Carga microbiana inoculada UFC/mL	Carga microbiana de viáveis UFC/mL	Grau de corrosão determinado	Significado
Novo (vegetal)	-	0,0	0	Ausência
Após 7 dias (vegetal)	$6,0 \times 10^{22}$	$1,0 \times 10^5$	0	Ausência
Após 70 dias (vegetal)	$5,8 \times 10^{23}$	$3,0 \times 10^3$	3	Média corrosão (1% a 5% superfície)
Novo (mineral)	-	0,0	0	Ausência
Após 7 dias (mineral)	$6,0 \times 10^{22}$	$1,8 \times 10^5$	2	Leve corrosão (até 1% superfície)
Após 70 dias (mineral)	$5,8 \times 10^{23}$	$1,3 \times 10^4$	2	Leve corrosão (até 1% superfície)

Nas Tabelas 2 e 3 são mostradas as cargas microbianas inoculadas nos dois FC ao fim de cada período proposto (sete e 70 dias) bem como a quantidade de microrganismos viáveis (que conseguem se desenvolver em condições favoráveis) em cada FC. A Figura 1. mostra em destaque pelas setas amarelas as regiões de maior manchamento do papel filtro.

Tabela (3) Classificação do grau de corrosão determinado nos dois FCs testados de acordo com a norma ASTM

Fluido de corte base (8% vv ⁻¹) e condição de teste	Carga microbiana inoculada UFC/mL	Carga microbiana de viáveis UFC/mL	Grau de corrosão determinado	Significado
Novo (Vegetal)	0,0	0,0	0	Ausência
após 70 dias (Vegetal)	$6,0 \times 10^{22}$	$1,0 \times 10^5$	0	Ausência
após 7 dias (Vegetal)	$5,8 \times 10^{23}$	$3,0 \times 10^3$	2	Leve corrosão (até 1% superfície)
Novo (mineral)	0,0	0,0	0	Ausência
Após 7 dias (mineral)	$6,0 \times 10^{22}$	$1,8 \times 10^5$	3	Média corrosão (entre 1% e 5% superfície)
Após 70 dias (mineral)	$5,8 \times 10^{23}$	$1,3 \times 10^4$	4	Forte corrosão (mais 5% superfície)

Figura 1. Manchamento dos papeis filtro utilizados de acordo com o tempo de contaminação microbiológica para cada fluido de corte base.



3. CONCLUSÕES

Os dois FCs investigados, ambos na concentração de 8,0% vv-1 apresentaram falhas na proteção anticorrosiva após 70 dias de contaminação microbiológica. Tal fato pode ser observado diretamente nos cavacos submersos nesses fluidos contaminados pelo período de sete e 70 dias, e indiretamente pelo grau de manchamento dos papeis filtros em contato com os fluidos.

4. AGRADECIMENTOS

Este trabalho pode ser realizado devido ao fomento da FAPEMIG, CAPES e CNPq. Também recebemos apoio da Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia.

5. REFERÊNCIAS

- Bianchi, E. C.; Aguiar, P. R.; Piubeli, B. A. Aplicação e Utilização dos Fluidos de Corte nos Processos de Retifica, Artliber. 1 ed. São Paulo, 2003
- Byers. J.P., Metalworking Fluids - 2. Ed. CRC Taylor & Francis, p. 175-229, 2006.
- Characklis, W. G.; Marshall, K. C. Biofilms: A Bases for an Interdisciplinary Approach, em: Biofilms, W.G. Characklis, K.C. Marshall (eds.), p. 3, John Wiley & Sons, New York, (1990).
- Braga, D. U.; Diniz, A. E.; Miranda, G. W. A.; Coppini, N. L.; Mater, J. Process. Tech. 122 (2002) 127.
- Finzi, M. B. A. Microbioma do fluido de corte utilizado na indústria metal-mecânica brasileira: composições quantitativa e qualitativa, fatores que influenciam a presença de microrganismos, biodegradação e impacto nas

propriedades lubri-refrigerante. Dissertação (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Biomédicas. Uberlândia, Julho de 2015.

Finzi, M. B. A. Estudo do desempenho lubri-refrigerante de fluidos de corte submetidos a biodegradação microbológica. Dissertação (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Biomédicas. Uberlândia, Julho de 2015.

Petrobras distribuidora S.A Lubrificantes, Fundamentos e Aplicações, Volume 1, 1999

Videla, H. A. (1981) Corrosão microbológica. Biotecnologia .4 ed. São Paulo Brasil, Edgard Blucher Ltda. Rossmore, L. H.; Rossmore, H. W. Metalworking Fluid Microbiology In: Metalworking Fluids. BYERS, J. P. – 2. Ed.

Marcel Dekker, Inc, p. 247-271, 1994.

<https://www.astm.org/Standards/D4627.htm> Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

6. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

EFFECT OF MICROORGANISMS CONTAMINATION IN CUTTING FLUIDS ON THEIR ANTI-CORROSIVE PROPERTIES

Abstract: *This paper investigates the anticorrosive action of two cutting fluids (FCs) submitted to microbiological contamination for seven and 70 days, through the periodic addition (every 2 days) to the cutting fluids of a known microbial count (6.0×10^{22} Colony Forming Units Per milliliter of fluid - CFU / mL). Both FCs (a plant-based emulsion and a semisynthetic based mineral) were compared to their respective new FCs, uncontaminated by microorganisms. The ASTM D4627 (2012) and DIN51360-2 (2013) standards were modified and used to rank the protective levels of the anti-corrosion additives of the two FCs, taking into account the contamination rates of each FC in each test condition. The impacts caused on the anticorrosive property of these two fluids were determined and the results showed that each fluid (under the same conditions of microbiological contamination) behaved in a different way. The vegetable based FC was the one that presented the best integrity of the anticorrosive additives after the microbiological contamination process for seven and 70 days, when compared to the mineral based FC. The study also compared the two standards and their discrepancies are presented in this paper.*

keywords:

Cutting Fluids, Microbial Contamination, Corrosion Testing, Standard ASTM D4627, Standard DIN51360-2.