

ESTUDO DE UM PROCESSO DE BAIXO CUSTO PARA A SEPARAÇÃO DA EMULSÃO ÓLEO-ÁGUA DE FLUIDO DE CORTE EMULSIONÁVEL

Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos (sólidos e líquidos)

Joyce Aparecida Pifano de Oliveira¹
Paulo César Gonçalves²
Kátia Valéria Marques Cardoso Prates³
Janksyn Bertozzi³
Janaina Fracaro de Souza Gonçalves³

Resumo

As atividades de usinagem de peças dependem do uso de fluidos de corte que, após o seu uso, tornam-se passivos ambientais perigosos. No lugar de descartar a água que compõe o fluido de corte degradado, pode-se buscar reutilizar esta água na própria indústria. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi estudar um processo de baixo custo para a separação da emulsão óleo-água de fluido de corte emulsionável. Para realizar a quebra da emulsão, foi realizado um planejamento estatístico utilizando o Delineamento do Composto Central Rotacional (DCCR) em 15 ensaios em triplicata para avaliar a influência do pH, da concentração de Cloreto de Cálcio e Cloreto de Magnésio. A análise da superfície de resposta da interação Cloreto de Magnésio e pH indicaram que utilizar ou não o cloreto de Magnésio não interfere na quebra da emulsão. Entretanto quando se avalia a interação do Cloreto de Cálcio e pH obtém-se uma interação positiva, indicando que o uso do Cloreto de Cálcio é necessário para que ocorra a quebra da emulsão. Pode-se concluir pelos resultados que o melhor processo de separação do óleo-água do fluido de corte ocorreu no ensaio 12 com pH 9 e 3,67g de Ca.

Palavras-chave: pH; Cloreto de cálcio; Cloreto de magnésio; Fluido de corte emulsionável.

¹ Graduada em Engenharia Ambiental – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – joycepifano@gmail.com.

² Mestre em Engenharia Ambiental pelo PPGEA – Universidade Tecnológica Federal do Paraná - paulo.cezar.goncalve@gmail.com

³Prof.^a Dr.^a – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – kprates@utfpr.edu.br

³ Prof. Dr. – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – janksynbertozzi@utfpr.edu.br

³ Prof.^a Dr.^a – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – janainaf@utfpr.edu.br

INTRODUÇÃO

As indústrias de transformação contribuem para a economia brasileira, representando cerca de 11% do Produto Interno Bruto (PIB) e registrando altas no saldo de vagas formais de emprego (CAGED, 2019; CNI, 2020). Tais indústrias realizam processos de corte, moagem e forjamento de metais, utilizando fluidos de corte para facilitar estes processos. Esse fluido possui forte estabilidade, por se tratar de uma emulsão, e possui alto consumo de água, óleos e aditivos (HUANG et. al, 2020)

Apesar do aspecto econômico positivo para a economia, existe o aspecto negativo ligado ao grande volume de efluente oleoso gerado. Tal efluente é gerado pois, conforme utilizado, o fluido de corte passa por alterações devido à degradação causada pelo uso e pela ação de microrganismos, perdendo componentes essenciais que garantem a eficiência relacionada às suas funções (PINTO et al., 2011).

Por isso, o desenvolvimento de estratégias economicamente eficientes para tratar águas residuais oleosas são de grande significância para a segurança ambiental e saúde humana (YOU et al, 2020). Utilizando um tratamento adequado, ao invés de descartar a água utilizada no processo de usinagem, a água pode ser reutilizada ou reciclada.

Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho estudar um processo de baixo custo para a separação da emulsão óleo-água do fluido de corte, com foco na obtenção da fase aquosa, utilizando diferentes concentrações de Cloreto de Cálcio ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Cloreto de Magnésio ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) e alterações do pH.

METODOLOGIA

Os procedimentos experimentais foram realizados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR Londrina) utilizando fluido de corte degradado destinado ao descarte, proveniente de uma indústria metal-mecânica da região metropolitana de Londrina-PR.

Para realizar a quebra da emulsão, foi realizado um planejamento estatístico utilizando o Delineamento do Composto Central Rotacional (DCCR) composto por 15 ensaios em triplicata para avaliar a influência da concentração dos sais Cloreto de Cálcio ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e Cloreto de Magnésio ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) e do pH (Tabela 1).

Para a elaboração da superfície de resposta, os sobrenadantes das amostras (fase aquosa) foram coletados, diluídos e varridos em equipamento de Espectrofotometria de absorção no UV-Visível Perkin Elmer, modelo lambda 25, com o comprimento de onda 280nm, por absorver tanto substâncias que absorvem no visível, como substâncias que não absorvem no visível, gerando um indicativo mais sensível.

Tabela 1- Codificação dos ensaios para o DCCR.

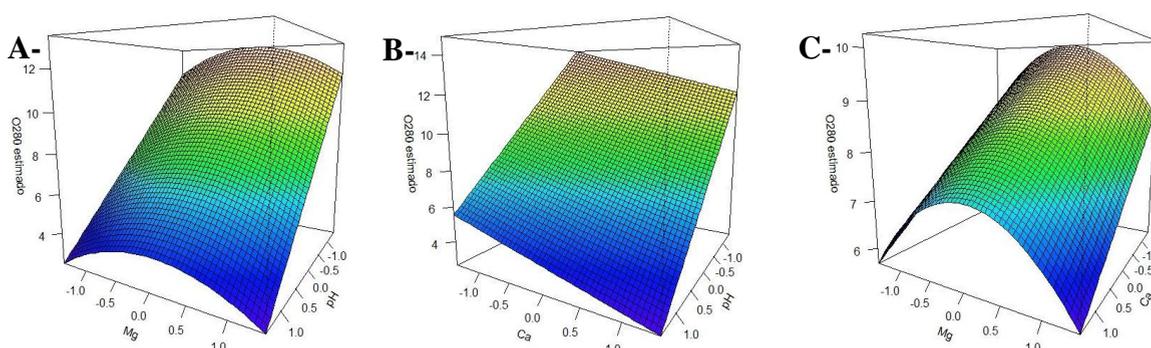
Ensaio	pH	Ca	Mg	pH	Ca ²⁺ (g)	Mg ²⁺ (g)
1	-1	-1	-1	6,17	0,53	1,21
2	1	-1	-1	11,82	0,53	1,21
3	-1	1	-1	6,17	3,14	1,21
4	1	1	-1	11,82	3,14	1,21
5	-1	-1	1	6,17	0,53	7,15
6	1	-1	1	11,82	0,53	7,15
7	-1	1	1	6,17	3,14	7,15
8	1	1	1	11,82	3,14	7,15
9	-1,41	0	0	5,00	1,83	4,18
10	1,41	0	0	13,00	1,83	4,18
11	0	-1,41	0	9,00	0,00	4,18
12	0	1,41	0	9,00	3,67	4,18
13	0	0	-1,41	9,00	1,84	0,00
14	0	0	1,41	9,00	1,84	8,36
15	0	0	0	9,00	1,84	4,18

Fonte: Pifano, 2017 (alterado pelo autor)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 pode-se visualizar as superfícies de resposta obtidas por meio do DCCR.

Figura 1 – Superfícies de resposta obtidas a partir da fase aquosa proveniente da quebra da emulsão óleo-água do fluido de corte.



Legenda: A- em função do pH e Mg, B- em função do pH e Ca e C- em função do Ca e Mg.

Como nas superfícies encontradas o resultado procurado eram os valores mínimos de absorção, mostrando que a fase aquosa foi limpa de óleos e reagentes, pode-se observar na **Figura 1-A** que a interação do pH com o Cloreto de Magnésio possui os pontos de ótimo nos ensaios 13 e 14. Esse resultado demonstra que não utilizar o Magnésio tem o mesmo efeito que utilizá-lo na maior concentração, portanto seu uso na quebra da emulsão é dispensável.

Na **Figura 1-B** tem-se a interação entre o Cloreto de Cálcio e o pH, com variável explicativa Mg na codificação 0. Pode-se observar que o ponto ótimo é no ensaio 12, mostrando que essa interação justifica o uso do Cálcio, pois sua não utilização implica em uma limpeza menos eficiente da parte aquosa, no ensaio 11.

Fixando a variável explicativa pH em 0, na **Figura 1-C**, pode-se observar novamente que o uso ou não do Magnésio implica na mesma limpeza da fase aquosa, enquanto que a utilização do Cálcio é expressiva. No entanto, na faixa de pH 9 a absorvância no espectro é maior em relação as **Figuras 1-A e 1-B**.

Apesar disso, elevar o pH até 11,82 ou 13 mostrou-se inviável neste trabalho. O pH devido a soma do Ca e Mg comportar-se semelhante a um tampão: o OH é adicionado,

mas o pH não aumenta pois está sendo consumido na precipitação do Ca e Mg.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados pode-se perceber que o objetivo do trabalho foi cumprido, com a quebra da emulsão do fluido de corte e obtenção da fase aquosa.

Analisando as superfícies de resposta, os melhores resultados foram aqueles referentes ao Ensaio 12.

O uso do Cloreto de Magnésio não influenciou os resultados e a toxicidade do residual químico da fase aquosa deve ser testado devido à alta adição de cloreto.

REFERÊNCIAS

CAGED. Síntese do emprego formal. Dez 2019. Disponível em: <http://pdet.mte.gov.br/caged>
Acessado em : 20 de junho de 2020

CNI. A importância da indústria de transformação para o Brasil. 2020. Disponível em:
https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/30/28/3028e5bb-a418-481d-997b-c631aed82b56/flyer_a_importancia_da_industria_no_brasil_transformacao_marco_2020.pdf/ acessado em 20 de junho de 2020

PIFANO, J. A. Quebra da emulsão óleo-água de fluido de corte degradado. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

PINTO, M. J..Estratégia e viabilidade econômica no processo de regeneração do óleo lubrificante mineral usado em equipamentos industriais. Xxxi encontro nacional de engenharia de produção– Belo Horizonte, 2011

HUANG, Xiangfeng et al. Functional magnetic nanoparticles for enhancing ultrafiltration of waste cutting emulsions by significantly increasing flux and reducing membrane fouling. *Journal of Membrane Science*, v. 573, p. 73-84, 2019.

YOU, Xiaofei et al. Engineering highly effective nanofibrous membranes to demulsify surfactant-stabilized oil-in-water emulsions. *Journal of Membrane Science*, p. 118398, 2020.