

## AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE REFRIGERANTE E VISCOSIDADE DE FLUIDOS DE CORTE APLICADOS NA USINAGEM

Daniel de Carvalho Secco, [danielsecco@rocketmail.com](mailto:danielsecco@rocketmail.com)<sup>1</sup>, Afonso Carlos Oliver, [afonso.c.oliver@gmail.com](mailto:afonso.c.oliver@gmail.com)<sup>2</sup> e Alessandro Roger Rodrigues, [roger@sc.usp.br](mailto:roger@sc.usp.br)<sup>3</sup>

<sup>(1,2)</sup> UNESP, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/<sup>(3)</sup> USP, Escola de Engenharia de São Carlos

**RESUMO:** Este trabalho avalia a viscosidade dinâmica e a capacidade de resfriamento de duas diferentes emulsões a 5 e 8% de concentração, recém desenvolvidos e ainda carentes de testes de desempenho, e a água (valor de referência). Os dados experimentais para a capacidade de lubrificação e resfriamento dos fluidos em estudo foram obtidos, respectivamente, pelas normas ANSI DIN 53019 e ASTM D6200. Os resultados mostraram que a emulsão a 8% (Fluido 2) apresentou a maior viscosidade dinâmica e a menor capacidade de resfriamento, em relação a emulsão a 5% (Fluido 1). Isso ocorreu basicamente devido a maior porcentagem de gotas de óleo dispersas no meio fluido contínuo na emulsão a 8% em relação à emulsão a 5%.

**PALAVRAS-CHAVE:** usinagem, fluido de corte, propriedades

**ABSTRACT:** This paper evaluates the dynamic viscosity and the cooling capacity of two different emulsions of 5 and 8% concentration, newly developed and still in need of performance tests, and water (reference value). The experimental data for lubricity and cooling fluid in the study were obtained, respectively, by the standards ANSI DIN 53019 and ASTM D6200. The results showed that the 8% emulsion (Fluid 2) had the highest dynamic viscosity and reduced cooling capacity, compared to 5% emulsion (Fluid 1). This was primarily due to higher percentage of oil droplets dispersed in the continuum fluid in the 8% emulsion, compared to the 5% emulsion.

**KEYWORDS:** machining, cooling fluids, properties

### INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos na produção dos fluidos de corte, particularmente no desenvolvimento de novos aditivos como anti-corrosivos, polímeros, anti-espumantes, biocidas, anti-oxidantes, entre outros, foram significativos na melhora de suas propriedades refrigerantes e lubrificantes, na redução dos riscos apresentados ao operador, em uma maior vida útil e maior facilidade em seu armazenamento e descarte (Machado et al, 2009).

Os requisitos para que o fluido de corte seja um bom refrigerante são: baixa viscosidade, capacidade de estabelecer um bom contato térmico, alto calor específico e alta condutividade térmica.

Por outro lado, para que o fluido seja um bom lubrificante, deve resistir a pressões e temperaturas elevadas sem vaporizar, possuir boas propriedades anti-fricção e anti-soldante e viscosidade adequada (Ferraresi, 1970). O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de refrigeração e viscosidade dinâmica de dois tipos diferentes de fluidos de corte aplicados na usinagem.

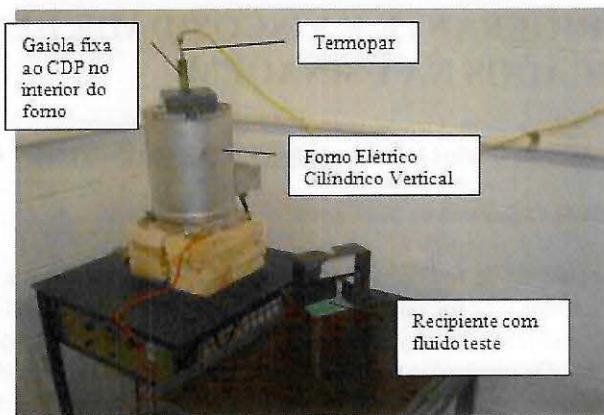
### METODOLOGIA

Foram testadas duas emulsões semi-sintéticas a 5 e 8% de concentração (fluidos 1 e 2 respectivamente) e a água (utilizada como valor de referência).

A viscosidade dinâmica foi obtida através de um viscosímetro rotacional que utiliza um cilindro e copo coaxiais de dimensões padronizadas pela norma ANSI DIN 53019. A temperatura do fluido em teste foi ajustada através de um controlador de temperatura, de precisão de

0.1°C, acoplado ao viscosímetro. A quantidade de fluido utilizada foi a suficiente para cobrir o cilindro, aproximadamente 100 ml. Realizaram-se três medições para cada fluido a diferentes temperaturas: 30, 50 e 70°C. As curvas de resfriamento foram obtidas utilizando-se um corpo-de-prova de aço VP-100, cedido pela Villares Metals S/A, de dimensões e geometria padronizada pela norma ASTM D6200. Inseriu-se um termopar rígido do tipo K de 300 mm de comprimento e 3 mm de diâmetro em um furo de 3 mm de diâmetro e 36 mm de profundidade no centro da seção transversal do corpo-de-prova cilíndrico, com dimensões de 12,5 mm de diâmetro e 66 mm de comprimento. O conjunto corpo-de-prova e termopar foram aquecidos a 850°C em um forno elétrico cilíndrico vertical.

Imediatamente após a retirada do forno, o conjunto foi mergulhado no fluido teste de modo a ficar 50 mm de fluido acima e abaixo do corpo-de-prova de acordo com a norma. A queda de temperatura foi registrada pelo sistema de aquisição (placa TC-08) conectado ao termopar e o gráfico do resfriamento pelo tempo foi gerado pelo software PicoLog. Para todos os testes utilizou-se o mesmo corpo-de-prova, mantendo-se sempre as mesmas condições de temperatura e pressão. (Figura 1)


**Figura 1.** Montagem experimental

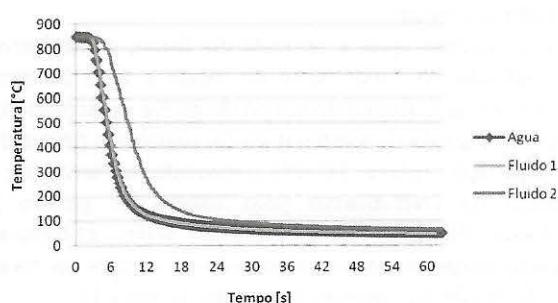
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 abaixo apresenta os valores das viscosidades dinâmicas obtidas pelo viscosímetro.

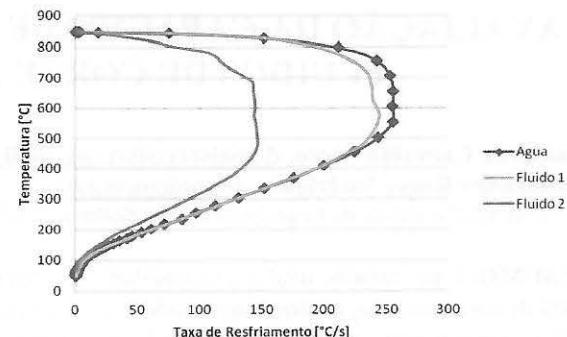
**Tabela 1.** Viscosidade dinâmica em MPas.s

Fluido	Temperatura		
	30°C	50°C	70°C
Água	2,809	2,472	2,056
Fluido 1	2,862	2,441	2,071
Fluido 2	3,049	2,556	2,169

De acordo com a Tab. (1) a viscosidade do fluido 1 é menor a qualquer temperatura em relação ao fluido 2 e muito semelhante a viscosidade da água. Como esperado as viscosidades diminuem com o aumento da temperatura. A Figura 2 abaixo apresenta a curva de resfriamento do corpo-de-prova com o tempo e fornece a capacidade que o fluido possui de refrigerar o material. Ao observar o gráfico, nota-se que quanto maior a declividade da curva, maior a capacidade do fluido de refrigerar o material. Fica claro que o fluido 1, de menor concentração, apresenta uma elevada capacidade de refrigeração, semelhante à água. Já o fluido 2 apresentou uma curva mais suave, porém com melhores propriedades lubrificantes.


**Figura 2.** Resfriamento estático do corpo-de-prova

Na Figura 3 abaixo pode-se observar a derivada da curva de resfriamento mostrada na Fig. (2). Através dela é possível observar detalhes de como se deu o processo de resfriamento entre o corpo-de-prova e o fluido.


**Figura 3.** Taxa de resfriamento do corpo-de-prova

Observa-se que a maior taxa de resfriamento ocorre aproximadamente a 600°C, para todos os fluidos. Isso acontece, pois durante o resfriamento do corpo-de-prova ocorrerá a formação de bolhas. Estas bolhas se aderem a superfície do corpo-de-prova e tendem a desprender-se com o resfriamento do mesmo subindo para a superfície do líquido. As variações da taxa de resfriamento notadas na Fig. (3) são consequências deste fenômeno.

## CONCLUSÃO

Os resultados mostram que a emulsão a 5% de concentração (Fluido 1) apresenta maior eficiência como refrigerante, com desempenho semelhante ao da água, considerada como referência nos testes, e sugere que a emulsão a 8% (Fluido 2) desempenha-se melhor como lubrificante.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Villares Metals S/A pelo fornecimento do material para os corpos-de-prova.

## REFERÊNCIAS

- Machado, A.R., Abrão, A.M., et. al., Teoria da usinagem do materiais, Edgard Blucher, 2009  
Ferraresi, D., Fundamentos da usinagem dos metais, Edgard Blucher, 1970

## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(veis) pelo material impresso contido neste artigo.