ANAIS XVI CICURV, 2022,P.X-Y
ISSN: 2179-0574

XVII CICURV
Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Rio Verde

Análises das características de contaminantes de Fluídos de Corte utilizados em máquinas de usinagem em condições reais de funcionamento

José Victor Moreira de Moraes[1], Edson Roberto da Silva[2], Fabíola Medeiros da Costa[3], Nattacia Rodrigues de A. F. Rocha[3], Rodrigo Francisco Borges[3], Warley Augusto Pereira[3]

[1] Graduando do curso de Engenharia Mecânica, Universidade de Rio Verde. Aluno de Iniciação Científica – PIVIC/UNIRV
[2] Orientador, Prof. Me. Da Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade de Rio Verde. edsonroberto@unirv.edu.br
[3] Professor da Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade de Rio Verde.

Reitor:
Prof. Me. Alberto Barella Netto

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:
Prof. Dr. Carlos César E. de Menezes

Editor Geral:
Prof. Dr. Fábio Henrique Baia

Editor de Seção:
Prof. Dr. Warley Augusto Pereira
Prof. Dr. Ronaldo Lourenço Ferreira

Correspondência:
José Victor Moreira de Moraes

Fomento:
Programa PIBIC/PIVIC UniRV/ CNPq 2021-2022

Resumo: Com altos números na produção mundial a usinagem estabeleceu sua significativa importância na economia global. Durante os processos de usinagem, o fluido de corte recebe uma grande quantidade de contaminantes gerando uma intensa preocupação com relação ao seu descarte, se feito de maneira indevida pode acarretar consequências incalculáveis. Com isso esse trabalho tem como objetivo avaliar a situação dos fluidos de corte de diferentes máquinas e empresas quantificando os possíveis contaminantes com base nas resoluções do CONAMA e COEMA. Para tanto, foram coletadas 6 amostras de 3 diferentes empresas, denominadas como empresa “A”, empresa “B” e empresa “C”. Para verificar os índices de contaminante foram medidos o pH, a turbidez e a eletrocondutividade de todas as amostras. Foi observado que nenhuma das amostras podem ser descartadas nos efluentes mesmo as embalagens dos fluidos afirmarem que são biodegradáveis.

Palavras-chave: Óleo solúvel, CONAMA, pH, turbidez, eletrocondutividade.

Analysis of the characteristics of contaminants of Cutting Fluids used in machining machines under real operating conditions

Abstract: With great importance in the world production, the global economy raises its importance in the importance in the global economy. During the machining processes, the cutting fluid receives a large amount of contaminants, generating an intense concern about its disposal, if done in a way that cannot lead to incalculable consequences. With this work, this work evaluates the situation as a cutting objective of different machines and companies, quantifying possible contaminants based on CONAMA and COEMA fluid solutions. For that, 6 samples were collected from 3 different companies, called company “A”, company “B” and company “C”. To verify the contamination indices, the pH, turbidity and electroconductivity of all samples were averaged. It was observed that none of the samples can be discarded in the effluents even as the fluid packages claim that they are biodegradable.

Key words: Soluble oil, machining, ferrous metals, non-ferrous metals.

UniRV
Universidade de Rio Verde

Introdução

Com os avanços tecnológicos cresce a cada dia os volumes de produção das indústrias, principalmente no setor de processos de fabricação onde a usinagem compreende uma das mais importantes áreas de manufatura do mundo. Uma preocupação que vem crescendo ao longo dos anos e que é tema de discussão em várias frentes de pesquisar diz respeito à manufatura sustentável com o reaproveitamento ou reciclagem dos resíduos gerados durante o processo, podendo gerar riquezas ou até mesmo para o cumprimento da legislação vigente.

Durante os processos de usinagem, em algumas situações se faz necessário o uso de substâncias gasosas, líquidas ou sólidas conhecidas como fluido de corte, que tem a função de lubrificar, refrigerar e limpar o local de trabalhado das ferramentas de corte, além de apresentar ações anticorrosiva tanto nos materiais a serem cortados quanto na própria máquina em operação. Os principais fluidos de corte são formados por óleos minerais e óleos graxos, soluções sintéticas e água, fora aminas, aditivos a base de cloro, nitrito e fósforo, algumas dessas substâncias podem ser carcinogênicas (FOGO, 2008), o que aumenta ainda mais a preocupação com manuseio e armazenagem correta desses fluidos. Após a usinagem, o descarte também é uma preocupação intensa, uma vez que muitas empresas fazem o descarte na natureza sem qualquer forma de tratamento. Podendo contaminar a fauna a flora e os lençóis freáticos no local do descarte (SCHAMISSO, 1992 apud FILHO, 2006).

Como todo material, o fluido de corte tem seu ciclo de vida, e após certo temo de utilização o fluido deve ser descartado, pois se utilizado fora de sua vida útil priva-se de suas características perdendo a capacidade de exercer sua função. Nas normas brasileiras, a exclusão de fluidos de corte solúveis não pode ser executada em cursos de água ou redes de esgotos (SILVA; BIANCHI, 2000).

A contaminação atmosférica pode causar danos mais sérios do que os imaginados, pois parte dos vapores e névoa gerada no ambiente de trabalho frequentemente extrapola os limites da fábrica, contaminando a atmosfera de regiões vizinhas, e em muitos casos são carregados pela água das chuvas até o solo (MARANO, 1997 apud FILHO, 2006).

Outro problema comum, é a contaminação de óleos solúveis por bactérias e microrganismos que provoca a queda no nível de qualidade das peças usinadas, estabelece sedimentos altamente corrosivos que danifica não só o produto final, mas também na máquina usada para usinagem, provocando insalubridade no local de ofício, com alto potencial de causar doenças por conta de algumas bactérias insalutíferas (BIOLUBQUÍMICA Ltda, 2019).

Durante a usinagem o fluido de corte tem um considerável acúmulo de partículas mesmo com o filtro da máquina sendo utilizado, essas partículas metálicas ou não metálicas podem mudar as características do fluido podendo interferir em sua turbidez por conta do aumento de partículas, em sua eletrocondutividade no caso de partículas metálicas, e no seu pH tornando a solução mais próxima de básica ou ácida, dependendo das condições de uso. A poluição do ar, do solo e da água pode acontecer por vazamentos, lavagem dos reservatórios, emissões ou descarte. As bactérias e fungicidas existentes no fluido reagem com outros produtos introduzidos no processo de usinagem, deixando indevidos para o descarte e venturosos a causar doenças (SMITH, 1996 apud BIANCHI et all, 2010).

Além de que não se pode descartar nem um óleo solúvel com materiais flutuantes, que tenha mais de 20 mg/L e pH que não esteja na faixa de 5 a 9 (CONAMA; n°430, art.16,2011). O CONAMA estabelece parâmetros de pH, eletro condutividade e turbidez para o descarte na natureza. Segue a definição destes parâmetros:

- **pH:** É uma escala adimensional empregada para classificar uma solução básica ou ácida onde a solução neutra é igual a sete, de modo que valores inferiores são classificados como ácida e maiores como básica;
- **eletrocondutividade:** É a capacidade que um meio tem de transportar corrente elétrica;
- **turbidez:** É uma característica dos fluidos de reduzir sua transparência devido a presença de partículas em suspensão que de modo influenciam na passagem de luz no mesmo;

Este trabalho é uma sequência de dois outros trabalhos, nos quais foram analisado o fluido antes e depois da usinagem de cinco tipos de materiais, alumínio, bronze TM23, aço ABNT 1045, ferro fundido cinzento e poliacetal. E foi possível notar o decrescimento do pH em todos os materiais usinados, um aumento notável da condutividade elétrica específica em cada material além do crescimento relevante da turbidez. Todo o trabalho anterior foi realizado em condições controladas de laboratório. A motivação desse trabalho foi verificar em condições reais da indústria como estava a situação dos fluidos de corte e avaliar o estado de contaminação deles.

De acordo com o exposto esse trabalho tem por objetivo avaliar a situação dos fluidos de corte de diferentes máquinas e empresas quantificando os

possíveis contaminantes com base nas resoluções do CONAMA e COEMA.

Material e Métodos

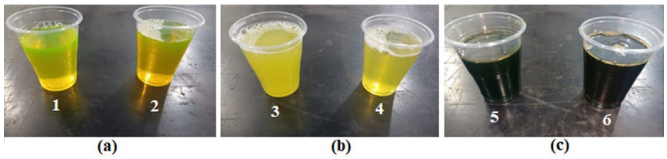
Inicialmente foram escolhidas três empresas de usinagem da região para coleta dos fluidos de corte que estavam sendo utilizados em suas máquinas. As empresas foram nomeadas como empresa “A”, “B” e “C”. Na empresa “A” foi coletado o fluido de corte de duas diferentes máquinas, um torno mecânico Tormax 20 e uma fresadora ferramenteira ISO40 Sinitron. O fluido de corte foi coletado pela mangueira aspersora, e esse fluido estava a 2 anos nas máquinas, durante esse período foi completado o nível do fluido com água sem a adição novos fluídos. Estas máquinas possuem regime de trabalho de 8 h por dia e 5 dias por semana.
Na empresa “B” o fluido foi coletado também em duas máquinas, um tono CNC ROMI Centur 30 D e um centro de usinagem Romi Discovery 1250. Nessa segunda empresa o fluido foi coletado direto no reservatório. O fluido estava sendo utilizado na máquina a 1 ano com regime de trabalho de aproximadamente 10 h de serviço diário e 6 dias por semana.
Já na empresa “C” o fluido de corte foi coletado em apenas uma máquina, um centro de usinagem Romi Discovery 760. Nessa empresa o fluido já estava sendo utilizado a mais de 4 anos e eventualmente o reservatório era completado apenas com água. Foi observado que o reservatório apresentava uma crosta de material suspenso no fluido, então foi coletado material da superfície do reservatório e também uma amostra pela mangueira de aplicação do fluido dentro da máquina.
De posse das amostras coletadas, foi realizado as análises dos fluidos. Além das análises dos fluidos coletados, foi realizada uma análise de um fluido de corte novo para comparação. Cada amostra foi submetida a dois testes de pH, dois de eletro condutividade e dois de turbidez.
Os testes foram realizados no Laboratório de Química de uso Geral da Universidade de Rio Verde – UniRV, foram utilizados:

- Turbidímetro modelo AP 2000 da marca Poli Control.
- pH-metro Gehaka± 0,01; modelo PG 1400.
- Condutivímetro modelo CD 850.

Resultados e Discussão

Os fluidos coletados apresentam coloração diferente como pode ser observado na Figura 1a, fluido coletado na empresa “A”, a Figura 1b, fluido coletado na empresa “B” e Figura 1c, fluido coletado na empresa “C”.

Figura 1 - Fluidos de corte coletados em diferentes empresas e máquinas de usinagem: a) empresa “A”, b) empresa “B” e c) empresa “C”.



Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Na Figura 1a o fluido de corte “1” foi coletado em um torno mecânico e o fluido “2” coletado em uma fresadora convencional. Ambos apresentam a coloração mais clara entre as amostras, possivelmente isso acontece pois o contato do fluido com óleos lubrificantes é menor em relação as máquinas computadorizadas, as condições de usinagem em máquinas CNC também são mais severas como maior pressão de aplicação que podem degradar mais rapidamente os fluidos de corte. O regime de trabalho desses fluidos foi menos intenso que as demais amostras, mesmo seu tempo de uso ter sido maior que o da empresa “B”.
Das amostras representadas na Figura 1b, a amostra “3” foi coletada de um Torno CNC e a amostra “4” em um centro de usinagem. Entre elas é possível observar que a amostra coletada no torno CNC apresenta uma coloração mais opaca, isso pode estar relacionado com o sistema de lubrificação do torno que deixa exposto partes lubrificadas, como o barramento, em contato com o fluido de corte, no centro de usinagem o contato do fluido com o barramento é dificultado pela existência de proteções.
Já na Figura 1c, ambas as amostras foram retiradas da mesma máquina, uma retirada pelo bico de aplicação do fluido (amostra 5) e outra foi retirado da superfície do reservatório (amostra 6), onde foi observado uma espécie de nata na superfície do reservatório. O fluido retirado da superfície do reservatório possui coloração mais escura, foi observada uma separação nítida entre as camadas da superfície em relação ao fundo do reservatório, essa separação acontece pela diferença de densidade entre as substâncias ali presentes, isso leva a fortes indícios que essa camada superficial era composta em grande parte por óleo lubrificante misturado com uma serie de impurezas. As amostras coletadas na empresa “C” tinham coloração consideravelmente mais escura que as demais e o

tempo de uso pode ter sido um fator crítico para o acúmulo de impurezas e consequentemente essa diferença na coloração.
Para uma melhor análise com relação ao poder contaminante, para cada amostra foi realizado 2 testes de pH, 2 testes de turbidez e 2 testes de eletro condutividade, a média dos valores encontrados podem ser observados na Tabelas 1.

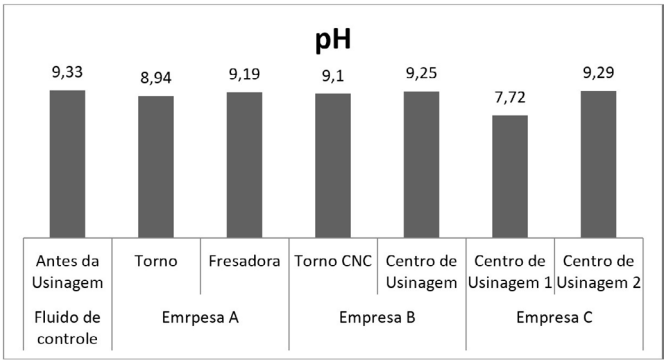
Tabela 1 - Análise de pH, turbidez e eletro condutividade para amostras coletadas

		pH	Turbidez (UNT)	Eletrocondutividade (µS/cm)
Fluido de controle		9.33	1.59	2.93
Empresa A	Torno	8.94	65.9	4.95
	Fresadora	9.19	18.25	3.4
Empresa B	Torno CNC	9.1	474.5	2.47
	Centro de Usinagem	9.25	108	3.56
Empresa C	Centro de Usinagem 1*	7.72	41.35	5.49
	Centro de Usinagem 2**	9.29	2.69	690.17

* Fluido coletado na mangueira de aplicação de fluido de corte
** Fluido coletado na superfície do reservatório
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Como pode ser observado mesmo, o fluido de corte novo mesmo com as informações na embalagem de biodegradável não pode ser descartado na natureza com base no pH, uma vez que, que a condição necessária exigida pelo CONAMA é pH entre 5 e 9 (CONAMA; n°430, art.16, 2011). De todas as amostras coletadas somente o fluido do torno convencional (empresa “A”) e do centro de usinagem 1 (empresa “C”) atende a métrica de pH do CONAMA para descarte em afluentes. Mesmo que os fluidos estejam em operação e tempos diferente a conduta do pH mostrada na Figura 2 se manteve estreitamente próxima, é difícil estabelecer um motivo para o comportamento do pH uma vez que esses fatores são influenciados por inúmeros variáveis, tais como sólidos, gases dissolvidos, dureza, alcalinidade, temperatura, fatores bióticos entre outros (Fritzons et all., 2003 apud Barreto et all, 2014).

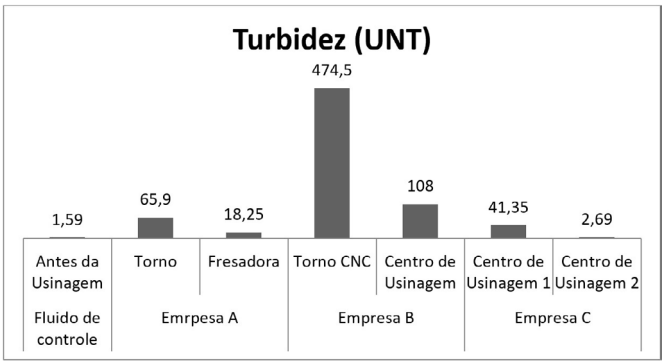
Figura 2 - Análise de pH para amostras coletadas.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Ao observar a Figura 3 é possível perceber que a turbidez aumentou em todos os corpos de prova em relação ao fluido de corte novo e que a amostra do torno CNC da empresa “B” teve um aumento considerável em relação aos demais. O aumento da turbidez é justificado por partículas em suspensão tanto dos materiais que foram usinados quando de contaminantes presentes no ambiente de trabalho. Isso interfere na transparência prejudicando a passagem de luz. O ideal para descarte de efluente é que a turbidez seja menor que 100 UNT (CONAMA; n°357, art14, 2005.). Os fluidos coletados na empresa “B” não pode ser descartar no efluente, com base na turbidez. Como os fluidos foram coletados em diferentes empresas e em condições reais de trabalho não foi possível identificar quais tipos de contaminantes estavam suspensos nas amostras, é possível que as empresas utilizam diferentes tipos de lubrificantes e podem usinar diversos tipos diferentes de materiais que geram diferentes tipos de composições químicas influenciando na discrepância dos resultados.

Figura 3 - Análise de Turbidez para as amostras coletadas.

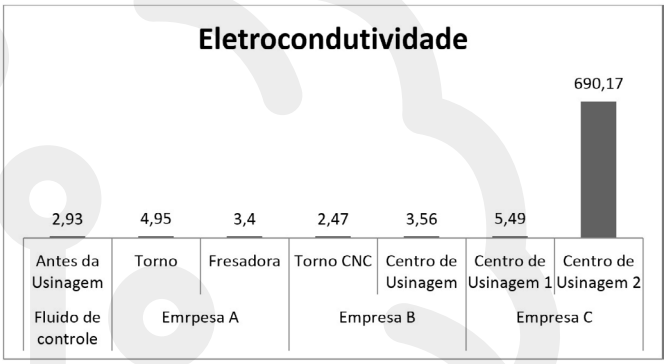


Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Foi observado uma diferença de densidade do fluido de corte no reservatório do centro de usinagem da empresa “C”, então, decidiu fazer uma coleta do fluido pela mangueira de aplicação dentro da máquina que capta o líquido pelo fundo do reservatório e também uma coleta na superfície do reservatório. O resultado da eletrocondutividade para essa amostra retirada na superfície do reservatório chamou a atenção por ser muito superior as demais, como pode ser observado na Figura 4. Como a maioria das peças usinadas por ambas as empresas são materiais metálicos a eletrocondutividade aumentou em quase todos os casos. O grande aumento para o centro de usinagem 2 pode ser explicado da seguinte maneira: o maior tempo de uso do fluido de corte, mais

de 4 anos, pode ter acumulado maior impurezas em relação as demais empresas, como esse nata criada na superfície possui menos densidade é provável que boa parte dela seja de óleo lubrificante, onde as análises visuais dessa amostra sugeriram grande semelhança com outros lubrificantes conhecidos, com isso é possível afirmar maior quantidade de partículas metálicas foram absorvidas nessa parte em comparação com demais corpos de prova, justificando essa diferença. Todas as amostras coletadas estão em conformidade para serem descartadas, com base na eletrocondutividade, pois o COEMA permite que as fontes poluidoras podem apresentar condutividade elétrica até 1000 µS/cm; (COEMA, n. 2, art. 12; 2017).

Figura 4 - Análise de Eletrocondutividade para as amostras coletadas.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Conclusão

Com base nos objetivos apresentados e observando os resultados alcançados chegou as seguintes conclusões:

- nenhum corpo de prova atende todos os requisitos para ser descartado em efluentes;
- apenas o fluido do torno convencional da (empresa “A”) e do centro de usinagem 1 (empresa “C”) atende a métrica de pH do CONAMA;
- a turbidez aumentou em todos os corpos de prova analisados e a empresa “B” foi a única que reprovou todas as amostras com relação ao CONAMA;
- a eletrocondutividade coletada no reservatório do centro de usinagem da empresa “C” apresentou o maior valor entre os corpos de prova testados;
- todas as amostras foram aprovadas com relação a eletrocondutividade com base nas resoluções do COEMA.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, aos Professores e a todas as pessoas que contribuíram para elaboração deste trabalho.
A Universidade de Rio Verde - UniRV, aos docentes, diretores, coordenadores e administração que proporcionaram o melhor dos ambientes para que esse trabalho fosse realizado.
Ao Programa de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade de Rio Verde - UniRV.

Referências Bibliográficas

BARRETO V. B. et all; 2014. Relação entre vazão e qualidade da água em uma seção de rio. Rev. Ambient. Água vol. 9 n. 1 Taubaté - Jan. / Mar. 2014

BIOLUB QUÍMICA Ltda. (29 de jan. de 2019). Notícias BLQ. Acesso em 01 de mar. de 2019, disponível em Biolub: https://biolub.com.br/blog/contaminacao-oleo-soluvel/

BRASIL, Resolução CONAMA n°430, de 13 de maio de 2011.

BRASIL, Resolução CONAMA; n°357, de 17 de março de 2005.

COEMA, resolução n. 2, art. 12; 2017. Dispõe sobre padrões e condição para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras revoga as Portarias SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº 111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 25 de novembro de 2002.

FILHO TEIXEIRA, Fernando. A utilização de fluido de corte no fresamento do aço inoxidável 15-5PH. Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, pp.1-230, junho, 2006.

FOGO, Fabiane Capraro. Avaliação e critérios de eficiência nos processos de tratamento de fluido de corte por Eletroflotação. USP São Carlos-SP, pp.1-97, novembro, 2008.

RUNGER, G.C., MONTGOMERY, D.C. Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros. LTC. 4ª Ed. 2009.

SILVA, E. J.; BIANCHI, E. C.; 2000. Procedimentos-padrão para uso correto de fluidos de corte. Revista Máquinas e Metais, n. 410, p. 88-103, março.