



ASPECTOS NOCIVOS DE FLUIDOS DE CORTE UTILIZADOS EM PROCESSOS CONVENCIONAIS DE USINAGEM

Alexandre M. de P. Dias¹, Sebastião R. Soares²

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental

(1) alex@imp.ufsc.br, (2) soares@ens.ufsc.br - Florianópolis, SC, Brasil

Rolf B. Schroeter³, Walter L. Weingaertner⁴

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica

(3) rolf@emc.ufsc.br, (4) wlw@emc.ufsc.br - Florianópolis, SC, Brasil

Cleiton R. Teixeira

Fundação Universidade de Rio Grande, Departamento de Materiais e Construção

cleiton@emc.ufsc.br - Rio Grande, RS, Brasil

Resumo. *Diversos aspectos da vida moderna têm contribuído para o agravamento da situação ambiental. Os processos industriais de produção são apontados como um dos principais responsáveis por essa situação, pois neles temos as maiores transformações de materiais e energia. Dentre os processos de manufatura do setor metal mecânico, a usinagem é seguramente o mais amplamente utilizado e a quantidade e variedade de materiais residuais e emissões é significativa. Os fluidos de corte apresentam-se como agentes de melhoria dos aspectos tecnológicos da usinagem, entretanto no momento em que devem ser descartados após serem deteriorados pela sua utilização, tais produtos provocam de uma forma ou de outra, algum tipo de agressão ao meio ambiente. A pressão econômica sobre as indústrias devido ao despejo desses produtos portanto, aumenta progressivamente. Este trabalho apresenta os principais aspectos nocivos ao longo do ciclo de vida dos fluidos de corte utilizados em processos convencionais de usinagem. Serão apresentadas também, sugestões de medidas atenuantes que podem ser tomadas pelas empresas a fim de alcançar um processo de manufatura mais amigável com o meio ambiente.*

Palavras-chave: *Usinagem, Fluidos de corte, Meio ambiente, Aspectos nocivos.*

1. INTRODUÇÃO

Desde o seu surgimento, o homem iniciou um processo de influência sobre a natureza que pode ser considerado como um impacto que o ambiente natural sofreu e vem sofrendo até os dias atuais. As alterações provocadas por essas influências têm causado graves problemas ambientais, com reflexo na qualidade de vida do próprio homem (Silva,1978; Drew,1989; Branco,1996).

São inegáveis as conquistas de bem-estar humano alcançadas nas últimas décadas, entretanto os progressos passados foram obtidos pelo intenso crescimento na escala de impacto humano sobre o nosso planeta, causando profundas transformações. A natureza

possui grande capacidade de recuperação, no entanto esta capacidade não é ilimitada, e muitas vezes determinado ambiente natural sofre uma degradação além do seu limite de recuperação, impedindo-o de voltar às condições originais, causando destruição dos seus componentes e sérios danos aos seres humanos (Drew,1989; Branco,1996; Mcneill et al.,1992).

À medida em que percebemos o agravamento da “saúde” do planeta, as influências das ações do homem no ambiente natural começam a ser discutidas com mais força por diferentes segmentos da sociedade. O acentuado consumo de energia da sociedade moderna, aliado à poluição atmosférica e à crescente produção de resíduos industriais, têm despertado atenção das autoridades públicas e de associações não-governamentais. Motivados pela pressão principalmente de órgãos ambientais, os governantes têm elaborados leis cada vez mais rigorosas que visam a proteção do meio ambiente e a preservação dos recursos energéticos (Fecker apud. Teixeira, 1999; König et al., 1998; Theis, 1996).

A preocupação com os aspectos ambientais dentro dos processo produtivos industriais é relativamente recente. Até poucos anos atrás, o foco das atenções nas empresas era voltado apenas aos aspectos econômicos e tecnológicos. Particularmente dentro dos processos de usinagem, os fluidos de corte apresentam-se como um dos principais agentes nocivos ao homem e ao meio ambiente. Por esta razão, esforços estão sendo concentrados no sentido de reduzir ou eliminar esta fonte de agressão (Rossmore, 1995; Klocke et al., 1996; Aronso, 1995).

2. ASPECTOS NOCIVOS DOS FLUIDOS DE CORTE

Os benefícios tecnológicos que a utilização dos fluidos de corte proporcionam aos processos de usinagem são inegáveis. Contudo, vistos sob os aspectos ambientais, são agentes nocivos e atualmente sua utilização (inclui manuseio e descarte), seguramente, é apontada como sendo uma das principais fontes causadoras de problemas nos processos de manufatura das indústrias do setor metal mecânico. Fluidos de corte e outros agentes auxiliares (óleos lubrificantes, óleos hidráulicos, graxas, etc.), utilizados nos processos de usinagem, possuem potencial altamente perigoso de poluição ao solo, ar, água, além de sério risco à saúde do operador. Os diferentes procedimentos no âmbito desse processo de produção resultam numa variedade de resíduos, emissões e materiais de refugo (Fig. 1) (Popke et al., 1999; König et al., 1998; Klocke et al., 1996).

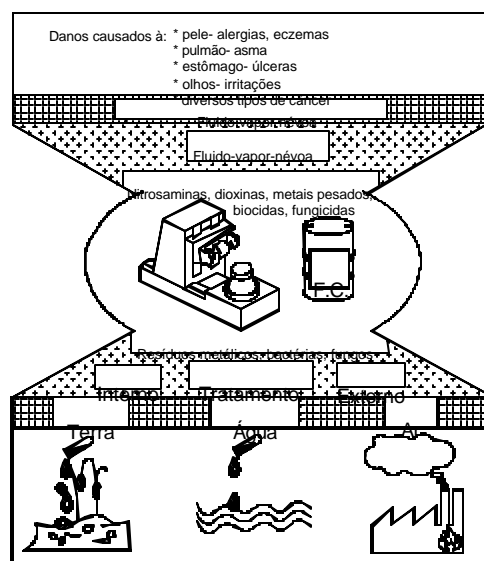


Figura 1 - Materiais residuais e emissões (adaptado de Klocke, 1996)

2.1. Principais riscos ambientais devido à utilização dos fluidos de corte

Diversos estudos demonstram que o contato prolongado com os fluidos de corte e seus subprodutos pode causar diversas doenças de pele, alguns tipos de câncer, além de doenças pulmonares. Por outro lado, no momento em que devem ser descartados após serem deteriorados pela sua utilização, tais produtos provocam de uma forma ou de outra, algum tipo de agressão ao meio ambiente. A pressão econômica sobre as indústrias devido ao despejo desses produtos portanto, aumenta progressivamente (Klocke et al., 1996, König et al., 1998).

2.1.1. Risco à saúde do operador – ambiente de trabalho

O contato (através de respingos, inalação de vapores, névoa no ambiente de trabalho) de fluidos de corte com o trabalhador no chão de fábrica, tem demonstrado causar diversos tipos de problemas relacionados à saúde. Os componentes dos fluidos de corte, assim como os aditivos, biocidas, fungicidas, produtos de reações e impurezas podem causar diversos tipos de doenças de pele como, dermatites, inflamações cutâneas, hiperpigmentação e outras irritações (Bennett, 1993; Klocke et al., 1996; Lapidés, 1994; Votaw, 1992).

Névoa e vapores gerados durante a utilização de fluidos de corte na usinagem freqüentemente são inaladas pelos operadores, podendo causar diversos tipos de doenças respiratórias. Alguns aditivos usados na formulação de fluidos de corte são suspeitos de serem carcinógenos. Os vapores são gerados, sobretudo, no contato dos fluidos de corte com superfícies quentes da peça usinada, da ferramenta ou do cavaco quente. Além de empobrecimento da qualidade do ar, esses vapores oferecem riscos de propagação de fogo no ambiente de trabalho (Bennett, 1993 & 1995; Sutherland, 2000; Rossmore, 1995, Lucke, 1996, Marano, et al., 1997; Blackburn, 1998; Ball, 1997).

Para agravar este quadro, freqüentemente tem-se a presença de compostos voláteis organoclorados nos aerossóis, resultantes da atomização mecânica e condensação de vapores, que são formados durante a usinagem. Estes compostos voláteis são comumente utilizados como solventes, na limpeza de peças e ferramentas antes e depois da usinagem. Os solventes normalmente utilizados incluem em sua formulação hidrocarbonetos aromáticos (por ex., xileno, tolueno, etc.), hidrocarbonetos alifáticos, cetonas, ésteres, álcool, glicóis, fenóis e vários solventes halogenados, como por exemplo tricloroetileno, 1,1,1-tricloroetano, percloroetileno, etc. (EPA, 1995 & 1997).

2.1.2. Contaminação do solo e da água

Fluidos de corte se fazem presentes nas peças e nos cavacos (partículas sólidas provenientes das peças usinadas), após a usinagem. Nas peças usinadas, atuam principalmente com função anti-corrosiva. Com os cavacos, os principais problemas ocorrem devido ao derramamento de fluidos de corte no meio ambiente durante a armazenagem e transporte dos mesmos, com conseqüente contaminação do solo, lençol freático e rede de coleta de esgoto.

Em grande parte das empresas, a armazenagem dos cavacos é feita em depósitos sem cobertura, ocorrendo o arraste para a rede fluvial e solo, por parte da chuva, de diversos compostos constituintes dos fluidos de corte que são solúveis ou emulsionáveis em água, ocasionando danos ambientais mais graves do que poderia ser imaginado em uma análise mais simples e superficial.

Quando peças usinadas necessitam de tratamento superficial ou fazem parte de montagem de componentes “limpos”, é comum utilizar a “lavação” das mesmas com solventes que dependem dos fluidos de corte utilizados; normalmente este tipo de remoção de óleos e graxas

é realizada com solventes orgânicos e/ou soluções de limpeza inorgânicas alcalinas (Eysenbach, et al., 1994).

Após a limpeza, esses produtos necessitam ser reprocessados para que a água presente nas emulsões possa ser reutilizada em outro processo ou despejada na rede de esgoto. Este reprocessamento demanda custo e muitas vezes não é executado de forma adequada por parte do usuário de fluidos de corte, ocasionando contaminação do sistema de coleta de esgoto.

Quando são utilizados solventes (por exemplo hidrocarbonetos clorados ou removedores de emulsões, como querosene) como desengraxantes na forma de vapor ou tipo imersão, pode ocorrer a formação de emulsões aquosas ou películas flutuantes que podem ser tóxicas para microorganismos aquáticos, ou ainda podem ser liberados gases tóxicos ou mesmo inflamar (Eysenbach, et al., 1994).

Custos elevados de disposição final e tratamento de fluidos de corte, aliados à ineficiência dos órgãos de fiscalização e controle de resíduos industriais, servem de estímulo para que usuários procedam de maneira inadequada no momento do descarte, lançando resíduos de fluidos de corte em rios, lagos e terrenos baldios, comprometendo a qualidade da água e do solo.

2.1.3. Contaminação atmosférica

Os problemas com os cavacos contaminados com fluidos de corte são críticos, pois os aditivos utilizados muitas vezes não permitem a refusão dos cavacos, uma vez que no aquecimento formam-se vapores (por ex. dioxinas e gases nitrosos, ambos nocivos ao meio ambiente) nas mais variadas combinações químicas dos seus elementos constituintes. Para o processamento correto dos cavacos, sem prejuízo ao meio ambiente, os aditivos utilizados devem ser reconhecidos e isto nem sempre é possível, seja por limitações tecnológicas e/ou econômicas.

Parte dos vapores e névoa gerados no ambiente de trabalho freqüentemente extrapolam os limites da fábrica contaminando a atmosfera de regiões vizinhas, e em muitos casos são carregados pela água das chuvas até o solo (Marano et al., 1997).

Tabela 1 – Principais riscos ambientais decorrentes do uso, manuseio e descarte de fluidos de corte em processos de usinagem

Atividade	Aspectos Ambientais	Impacto no Ambiente
Armazenagem	Vazamento de resíduos líquidos	Poluição do solo e corpos d'água
Preparação do fluido de corte (emulsão)	Contato com pele do operador e inalação de vapores	Doenças respiratórias e de pele
Etapas do sistema produtivo	Respingos e contato com a pele do operador, vazamentos para rede de coleta de esgoto, formação de névoa e vapores, formação de lamas de retificação	Irritações na pele (dermatitis e eczemas) do operador, e doenças respiratórias; Contaminação de rios e solos
Armazenagem, transporte e descarte de cavaco como sucata para fundição	Vazamentos de fluidos de corte em terrenos e estradas, emissões de gases tóxicos na atmosfera	Contaminação de rios, solos e ar atmosférico
Armazenagem de resíduos de fluido de corte	Vazamentos de resíduos para o meio ambiente	Contaminação de rios e solos

3. SUGESTÕES DE MEDIDAS QUE CONTRIBUEM PARA MINIMIZAR IMPACTOS AMBIENTAIS OCASIONADOS PELA UTILIZAÇÃO DE FLUIDOS DE CORTE

Diversas medidas devem ser adotadas para minimizar impactos negativos decorrentes da utilização e descarte de fluidos de corte na usinagem. A substituição e/ou eliminação de matéria-prima e insumos nos fluidos de corte, como cloro, aminas, agentes nitrosos, e outras substâncias comprovadamente tóxicas, deve ser priorizada.

A adaptação do processo ou produto para padronizar a utilização de fluidos de corte, facilita sua reutilização, descarte, tratamento e reciclagem. Outro ponto importante é a instalação de centrífugas na fábrica para recuperação de óleos, assim como a execução de manutenção preventiva de equipamentos para evitar perdas e vazamentos na linha produtiva.

A separação de resíduos de fluidos de corte e cavacos facilita a reciclagem e reutilização em outros processos. Deve-se priorizar a reciclagem interna, pois o transporte de resíduos para fora da empresa gera risco ambiental.

Também o encapsulamento de máquinas-ferramentas e a instalação de coletores de ar, são medidas eficazes que reduzem as perdas de fluidos de corte e o contato dos mesmos com os operadores, melhorando significativamente a qualidade do ar no ambiente de trabalho.

Em função dos inúmeros problemas ambientais identificados, o desenvolvimento de novas tecnologias de usinagem com quantidade mínima de fluidos de corte ou a seco deve ser estimulado, pois representa uma alternativa promissora de redução de custos e impacto ambiental.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o agravamento das condições ambientais decorrentes sobretudo de processos industriais, as empresas vêm sendo forçadas a orientar seu departamento de produção tanto economicamente como ecologicamente. A adoção de medidas de controle na produção que visam redução de perdas de matéria-prima e insumos na produção e estabeleçam maior controle das emissões e materiais residuais podem melhorar a competitividade das empresas, além de garantir maior segurança aos funcionários no ambiente de trabalho e melhorar sua imagem diante de consumidores cada vez mais exigentes.

Fluidos de corte desempenham grande importância com relação aos aspectos tecnológicos nos atuais processos de usinagem, entretanto diversos aspectos de seu ciclo de vida apresentam-se como nocivos para o meio ambiente. Estudos que investiguem as reais interações destes produtos com os variados ambientes (solo, água, ar e ambiente de trabalho) devem ser incentivados, pois podem tornar-se instrumentos capazes de sensibilizar mais significativamente órgãos competentes e a sociedade civil organizada, no sentido de estabelecer leis mais rigorosas e políticas de controle ambiental mais eficazes, partindo-se eficientemente em direção à prática de manufatura mais ecológica.

REFERÊNCIAS

- Aronso, R., B., 1995, Why dry machining?, Manufacturing Engineering, January, Dearborn, vol.114, n.1, pp.33-37
- Ball, A., 1997, A survey of metalworking fluid mist in manufacturing plants, Lubrication Engineering, September, Park Ridge, Illinois, v.53, n.9, pp.18-22.
- Bennett, E., O., 1993, Dermatitis in machinists: causes and solutions, Biotech Publishing, Angleton, USA, 240p.
- Blackburn, G., R., 1998, Assessing the carcinogenic potential of lubricating base oils, Lubrication Engineering, August, Park Ridge, Illinois, v.54, n.8, pp.17-22.

- Branco, S., M., 1996, O meio ambiente em debate, editora Moderna, 25.ed., São Paulo, 88p.
- Drew, D., 1989, Processos interativos homem-meio ambiente, Tradução: João Alves dos Santos, editora Bertrand Brasil, 2.ed., Rio de Janeiro, 206p.
- Eysenbach, E. (org.), et al., 1994, Pretreatment of industrial wastes – Manual of practice N. FD-3, Water Environment Federation, Alexandria, USA, pp.110-122.
- EPA, 1995, Profile of the fabricated metal products industry. Disponível na internet. <http://es.epa.gov/oeca/sector/sectornote/pdf/fabmetsn.pdf>, pp.22-26.
- EPA, 1997, Profile of the shipbuilding and repair industry. Disponível na internet. <http://es.epa.gov/oeca/sector/sectornote/pdf/shipblsn.pdf>, pp.36-39, pp.78-79.
- Klocke, F.; Gerschwiler, K., 1996, Trockenbearbeitung – Grundlagen, Grenzen, Perspektiven, VDI Berichte, n.1240, pp.1-40.
- König, W.; Rummenhüller, S., 1998, As indústrias estão tendo que orientar ecologicamente seus processos produtivos, Revista Máquinas e Metais, Abril, São Paulo, n.387, pp.22-29.
- Lapides, M.,A., 1994, Cutting fluids expose metal workers to the risk of occupational dermatitis, Occupational Health & Safety, April, USA, vol.63, n.4, pp.82-86.
- Lucke, E., W., 1996, Health and safety of metalworking fluids, Lubrication Engineering, August, Park Ridge, Illinois, v.52, n.8, pp.596-604.
- Marano R., S., et al., 1997, Polymer additives as mist suppressants in metal cutting fluids, Lubrication Engineering, October, Park Ridge, Illinois, v.53, n.10, pp.25-35.
- Popke, H.; Emmer, Th.; Steffenhagen, J., 1999, Environmentally clean metal cutting process – machining on the way to dry cutting, Proc Instn Mech Engrs, January, Magdeburg, Germany, v.213, Part B, pp.329-332.
- Rossmore, H., W., 1995, Microbiology of metalworking fluids: deterioration, disease and disposal. Lubrication Engineering, February, Park Ridge, Illinois, v.51, n.2, pp.113-118.
- Silva, C., E., L., da. (Org.), 1978, Ecologia e sociedade: uma introdução às implicações sociais da crise ambiental, editora Loyola, São Paulo, 286p.
- Teixeira, C., R.; Schroeter, R., B.; Weingaertner, W., L., 1999, Aspectos ecológicos nos processos de usinagem, Revista Metal-Mecânica, Junho/Julho, São Paulo, n.101, pp.68-76.
- Theis, I., M., 1996, Considerações sobre os limites energéticos do crescimento econômico, Revista de Ciências Humanas, Março, Florianópolis, v.14, n.19, pp.117-148.
- Votaw, A., L., et al., 1992, Saving your skin: How to reduce the risk of cutting-oil rash, Tooling & Production, February, USA, pp.41-42.

HARMFUL ASPECTS OF CUTTING FLUIDS USED IN CONVENTIONAL MACHINING PROCESS

Abstract. *Nowadays many aspects have contributed to the worsening of the environmental problem. Industrial manufacturing processes are the main responsible for this situation, because a massive transformation of material and energy happens. Among these processes, machining is the most used, therefore the resulting residues and emissions are significative. Cutting fluids presents itself as a saviour of the technological aspects of machining, however when it is time to be dumped they can damage the environment. Economic pressure over industries due to the discharge of these products, increases by the day. This paper presents the main harmful effects along the life cycle of cutting fluids used in conventional machining processes. Also will be presented, measures that can be taken by companies in order to have a environment friendly manufacturing process.*

Keywords: *Machining, Cutting Fluids, Environment, Harmful aspects.*