

EFEITOS NEGATIVOS AO AMBIENTE E À SAÚDE DO OPERADOR PROVENIENTES DA APLICAÇÃO DE FLUIDOS DE CORTE EM OPERAÇÕES DE USINAGEM

Maria I. M. - ilisi1@zipmail.com.br - CDT Centro de Desenvolvimento de Tecnologia e Recursos Humanos - Escola de Engenharia Industrial (EEI) - Faculdade de Ciências Aplicadas (FACAP)
Avenida Barão do Rio Branco, 882
São José dos Campos - SP

Resumo: *O objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão bibliográfica dos aspectos negativos do uso dos fluidos de corte em operações de usinagem, em relação ao ambiente e à saúde do operador. Atualmente no Brasil circulam nos centros de usinagem de 20 a 100 litros de óleo refrigerante por minuto, o que significa um grande volume para ser gerenciado de forma a não comprometer o ambiente e a saúde dos operários.*

Segundo estudos específicos, os fluidos de corte podem ser responsabilizados por um grande número de doenças ocupacionais. O contato pode ser diretamente através do próprio fluido, através de névoa, vapores ou subprodutos formados durante a usinagem. O comitê da Ocupational Safety and Health Administration (OSHA), estabelece a implementação de estratégias de controle para redução do risco nas operações de corte, desbaste e abrasão de metais. O descarte dos efluentes industriais oleosos é uma das preocupações das empresas que buscam a certificação ambiental, pois além desses resíduos serem caracterizados pela complexa composição de óleos mineral, vegetal, sintético, ácidos graxos, emulsificantes, inibidores de corrosão e biocidas, os requisitos normativos para o descarte das águas residuárias em corpos de recepção são bastante severos.

Frente ao exposto, pode-se estabelecer que o desenvolvimento de pesquisas em relação ao uso e ao descarte de fluidos de corte nas operações de usinagem, podem trazer benefícios significativos para a minimização dos impactos ambientais adversos e, controlar ou mesmo diminuir o número de afastamentos ocupacionais.

Palavras-chave: Impactos ambientais, Saúde ocupacional, Fluidos de corte, Usinagem.

1 1. INTRODUÇÃO

2

- 3** Nos últimos anos a demanda por informações a respeito da toxicidade e da biodegradabilidade dos óleos utilizados em processos de usinagem têm crescido incondicionalmente (Battersby, 1999).
- 4** Segundo Salomon e Silva (2001) o crescimento industrial aliado ao aumento da geração dos resíduos industriais, tem representado um desafio a ser vencido, e constitui-se num dos grandes problemas relacionados ao ambiente, principalmente para as indústrias geradoras de resíduos perigosos.

- 5 A poluição ambiental promovida por derivados de petróleo, óleos e graxas é um problema em escala mundial e a cada ano a quantidade de resíduos oleosos lançados por indústrias dos diversos segmentos aumenta bruscamente.
- 6 Atualmente no Brasil circulam nos centros de usinagem de 20 a 100 litros de óleo refrigerante por minuto (Kammermeier, 2000), o que significa um grande volume para ser gerenciado de forma a não comprometer o ambiente e a saúde do operador. O volume de óleo gerado nos atuais processos de fabricação colocam a indústria metal- mecânica como uma das grandes responsáveis por esses despejos. O consumo mundial de óleo está em torno de 42 milhões de toneladas/ano, sendo que no Brasil esse consumo chega a 900 000 m³ óleo/ano, Compromisso Empresarial para Reciclagem - (CEMPRE, 1995).

A indústria de acabamento de metais gera efluentes com altas concentrações de compostos tóxicos e corrosivos, que causam sérios danos a vida aquática. O efluente gerado por indústrias metal- mecânicas além de serem tóxicos, também não são biodegradáveis (Oliveira e Daniel, 1999). Por esses motivos às indústrias apresentam dificuldades em relação ao tratamento desses efluentes.

As alternativas atuais para a utilização do refugo de óleo lubrificante integral são basicamente a rerrefinação ou o acondicionamento em tambores para disposição em aterros industriais próprios para resíduos tóxicos, já que o material que vai para a incineração deve ser precedido de uma desmetalização para que sejam atendidos os padrões legais de emissões atmosféricas (CEMPRE, 1995).

As emulsões e as soluções não podem ser descartadas nos coletores de esgoto e nem em corpos receptores naturais de forma aleatória, existe a necessidade de separar o óleo da água antes do descarte (Runge e Duarte, 1989).

A necessidade de se conhecer os impactos adversos ocasionados pelo uso dos fluidos de corte nas indústrias de transformação vão além dos problemas relacionados ao meio ambiente. A saúde ocupacional é hoje assunto de extrema importância nos centros industriais.

Teixeira *et al.* (1999) descrevem estudos específicos desenvolvidos ao longo dos últimos anos, os fluidos de corte podem ser responsabilizados por um grande número de doenças apresentadas em trabalhadores na indústria metal- mecânica. O contato permanente do operador com os respectivos fluidos de corte durante a jornada de trabalho causam efeitos nocivos a esse trabalhador. O contato pode ser direto, através do próprio fluido, pela névoa, vapores ou subprodutos formados durante a usinagem. Até mesmo os respingos, adesão ao cavaco, vaporização e contatos com águas de lavagem e descarte dos fluidos contaminados podem trazer efeitos negativos à saúde do operário.

Estudos realizados mostram que o contato permanente com fluidos de corte e seus subprodutos podem causar vários tipos de doenças de pele, alguns tipos de câncer e doenças pulmonares (Bennett 1994,1995).

O aumento da preocupação com as questões ambientais associada à necessidade de cumprir a legislação vigente, conduz a uma forte tendência de reformulação na composição dos fluidos de corte, com a intenção de eliminar de suas fórmulas os produtos tóxicos, ou, até mesmo, verificar a possibilidade da mudança de processos convencionais por processos mais modernos, que ofereçam melhorias em termos de qualidade ambiental e ocupacional, produtividade e economia.

7 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

8 2.1. Principais características dos fluidos de corte.

A globalização da economia, a padronização da qualidade dos produtos, juntamente com a crescente conscientização em relação ao meio ambiente, faz com que a sociedade, de uma forma geral, monitore e cobre das indústrias uma postura corretamente viável em termos ambientais. Essas por sua vez, se vêem obrigadas a processar de forma adequada os recursos naturais, assim como melhorar suas tecnologias de manufatura. Esta questão leva aos processos de usinagem, onde dentro do processo de corte de metais os fluidos de corte são utilizados (Ganier, 1993).

A função básica do fluido de corte é introduzir uma melhoria no processo de usinagem dos metais, operando de forma a diminuir a fricção entre a ferramenta e a peça usinada (Benito *et al.*, 2002; Hu *et al.*, 2002; Sokovic e Mijanovic, 2001; Ferraresi, 1977).

O primeiro pesquisador a constatar e medir a influência do fluido de corte durante o processo de usinagem foi o americano F. W. Taylor, em 1894. Num primeiro momento, utilizou uma grande quantidade de água na região peça-ferramenta- cavaco com a função de resfriamento da ferramenta e logo depois uma solução água e soda, ou água e sabão para evitar a oxidação da peça e/ou da ferramenta (Diniz *et al.*, 2000).

A intenção naquele momento, foi diminuir o indesejável efeito da alta temperatura, mas trouxe desvantagens como a oxidação do conjunto máquina-ferramenta- peça, além da falta de lubrificação. No instante em que essas desvantagens foram detectadas, houve a necessidade de se descobrir novos fluidos de corte. Iniciaram-se as pesquisas que trouxeram as mais variadas combinações de produtos, como os óleos graxos e minerais, as soluções sintéticas e água, além dos aditivos à base de cloro, enxofre, nitrito de sódio, fósforo e aminas, cada um com seu emprego específico para cada tipo de operação (Ferraresi, 1977).

Não existe uma conciliação em torno da classificação dos fluidos de corte. Uma classificação bastante convencional é a dos fluidos de corte estarem divididos em duas classes: óleos integrais e solúveis (Motta e Machado, 1995).

Os fluidos de corte integrais são basicamente minerais, e até mesmo animal e vegetal, e têm em sua composição aditivos de extrema pressão. Os óleos solúveis são subdivididos em emulsões e soluções e são formados pela adição de óleos minerais, com a propriedade de serem solúveis em água. Nessa solução é possível que se encontre aditivos antisolda, anticorrosão, antioxidação e extrema pressão, entre outros (Gryta, *et al.*, 2001; Song *et al.*, 1998; Ferraresi, 1977).

O grupo das emulsões é composto de óleos minerais adicionados à água em proporções de 1:10 a 1:100, juntamente com agentes emulgadores que garantem a sua miscibilidade com a água. Os emulgadores são tensoativos polares que reduzem a tensão superficial, formando uma película mononuclear relativamente estável na interface óleo- água. Para se evitar o efeito corrosivo da água, costuma-se acrescentar à emulsão alguns aditivos como nitrito de sódio e alguns agentes biocidas, para inibirem o desenvolvimento de bactérias e fungos prejudiciais à saúde humana (Motta e Machado, 1995).

Os fluidos semi- sintéticos também são chamados de microemulsões, pois apresentam em sua formulação uma quantidade de óleo mineral que pode variar entre 5 a 50%, e mais alguns aditivos ou componentes químicos como anticorrosivos, biocidas e agentes umectantes (Motta e Machado, 1995).

Nas soluções, os fluidos sintéticos são os representantes, os quais não contêm óleo mineral em sua composição; sua formulação está baseada em substâncias

químicas que formam solução na água. São eles os sais orgânicos e inorgânicos, aditivos de lubricidade, biocidas e inibidores de corrosão, entre outros (Portela *et al.*, 2001; Runge e Duarte, 1989; Ferraresi, 1977). A tabela 1 apresenta os principais grupos de aditivos e especifica as principais composições, funções e modos de ação, inconvenientes ambientais e ocupacionais (Danos para o meio ambiente e para a saúde humana, 2002).

Tabela 1. Principais grupos de aditivos (Danos para o meio ambiente e para a saúde humana, 2002).

	Função	Composição	Modo de Ação	Inconvenientes ambientais e saúde humana
Emulgadores	Estabilidade da emulsão	Sabões iônicos, sulfonatos óxidos de etileno	Favorece a formação de micelas	DQO vertida para os cursos de água
Inibidores de corrosão	Proteção contra a corrosão da peça-ferramenta	Longas cadeias (-), nitritos, sais orgânicos, aminas, amidas, componentes de boro	Largas cadeias atraídas e retidas pelo metal	Formação de nitrosaminas e boro muito tóxicos
Estabilizadores, solubilizadores, agentes anti-espumante	Estabiliza o concentrado e evita espumas	Álcoois, glicoses, fosfatos e silicões	Variam a tensão superficial	DQO
Aditivos extrema pressão	Forma capas intermediárias lubrificando a área de corte	Parafinas cloradas, enxofre e compostos de fósforo	Utilizam a temperatura e a pressão para reagir e formar capas	Derivados clorados muito tóxicos
Biocidas	Impede o desenvolvimento de bactérias no fluido de corte	Isotiazolonas, triazinas, formilas, fenoles	Bactericida e bacteriostático	Atacam a microflora dos ecossistemas, são muito tóxicos, ocasionam dermatites ocupacionais

2.1.1. Os efeitos negativos ao ambiente devido a aplicação dos fluidos de corte.

Devido à grande demanda desses produtos nos processos de usinagem do setor metal- mecânico, em um determinado instante algumas situações adversas acontecem no momento da sua utilização e descarte. Segundo Motta e Machado (1995), alguns fatores devem ser levados em consideração na escolha do fluido de corte, de modo que essa escolha não deva ser feita unicamente com base em seu custo por litro. É preciso que se faça um estudo de custo/benefício que justifique a escolha, tais como:

- 1) número de afiações da ferramenta;
- 2) tempo da máquina parada;
- 3) tempo ocioso do operador;
- 4) durabilidade do fluido e, o que mais interessa em relação ao ambiente:
 - a) facilidade de descarte;
 - b) custo da reciclagem.

O impacto negativo causado ao ambiente devido ao lançamento indiscriminado de óleo lubrificante em corpos d'água é bastante violento. Uma tonelada de óleo lubrificante representa o equivalente a uma carga poluidora de 40.000 habitantes, e apenas 1 litro de óleo lubrificante é capaz de esgotar o oxigênio de 1 milhão de litros de água (CEMPRE, 1995).

O problema relacionado com o lançamento desses produtos na água é basicamente a formação de uma película sobre sua superfície (o óleo é menos denso que a água). Isso dificulta a passagem do ar e da luz, elementos indispensáveis para a respiração e a fotossíntese de alguns organismos. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) através da Norma Brasileira Regulamentadora 10.004 (NBR), descrevem que os óleos lubrificantes contêm em sua formulação metais pesados e compostos altamente tóxicos, sendo assim classificados como resíduo de classe I - Resíduos Perigosos (ABNT - NBR - 10.004).

Estima-se que, em todo o mundo, são consumidos anualmente 42 milhões de toneladas de óleo lubrificante e são gerados 22 milhões de toneladas de óleo usado, dos quais apenas 1 milhão são rerrefinados, ou seja 4,5% (CEMPRE, 1995).

De acordo com o CEMPRE (1995), o Brasil consome anualmente cerca de 900.000 m³ de óleo lubrificante e gera 380.000 m³ de óleo usado, rerrefinando em torno de 160.000 m³ de óleo usado. O restante é geralmente queimado ou despejado diretamente na natureza. Segundo a Associação Brasileira de Lubrificação e Tribologia (ABLT), cada litro de óleo lubrificante descartado no solo leva de 100 a 120 anos para se deteriorar (ABLT, 2000).

Segundo Hersch (2001), a fabricação de peças metálicas produz um líquido severo que contém contaminantes metálicos, incluindo boro, cromo, ferro e zinco, além de uma variedade de outros compostos químicos incluindo ácido sulfúrico, ácido clorídrico, hidróxido de potássio, óleos, refrigerantes sintéticos e surfactantes.

Nos processos de usinagem de metais são gerados poluentes provenientes das substâncias contidas nos óleos e metais que são emitidos sob diferentes formas: gases e vapores e gotículas de líquidos, constituindo-se em material particulado ou seja, aerossóis. Os aerossóis podem ser formados por dispersão, como resultado da pulverização, atomização de sólidos ou líquidos, ou transferência de poeiras, pólen e bactérias, para o estado em suspensão em virtude da ação de correntes de ar. São formados também pela condensação de vapores supersaturados ou por reações processadas entre gases, produzindo um material não-volátil, onde os principais aerossóis poluentes são (Macintyre, 1988):

- a) Fumos: partículas sólidas, em geral com diâmetros inferiores a 10 μ (micron), chegando mesmo a 1 μ (1 micron = 0,001 mm). Resultam da condensação de partículas em estado gasoso, geralmente após a volatilização de metais fundidos.
- b) Poeiras: Os aerossóis no caso são formados por partículas sólidas, predominantemente maiores que as coloidais, com diâmetros compreendidos entre 1 μ e 100 μ . Resultam da desintegração mecânica de substâncias inorgânicas ou orgânicas, sejam pelo manuseio, operações de britagem, trituração, peneiramento, usinagem, fundição etc.
- c) Fumaça: são aerossóis constituídos por produtos resultantes da combustão incompleta de materiais orgânicos (lenha, óleo combustível, carvão etc.).

- d) Névoa: são aerossóis constituídos por gotículas com diâmetros entre $0,1 \mu$ e 100μ , resultantes da condensação de vapores sobre certos núcleos, ou da dispersão mecânica de líquidos em consequência de operações de pulverização, nebulização, respingos e outros.
- e) Organismos vivos: Os mais comuns são o pólen das flores (5 a 10μ), os esporos de fungos (1 a 10μ) e as bactérias ($0,2$ a 5μ até a 20μ). Em circunstâncias especiais e em geral em locais confinados, podem ocorrer a presença de vírus ($0,002$ a $0,05 \mu$).

Na figura 1 é apresentado o esquema das emissões de resíduos para o ambiente através da ação do fluido de corte (Byrne, 1993).

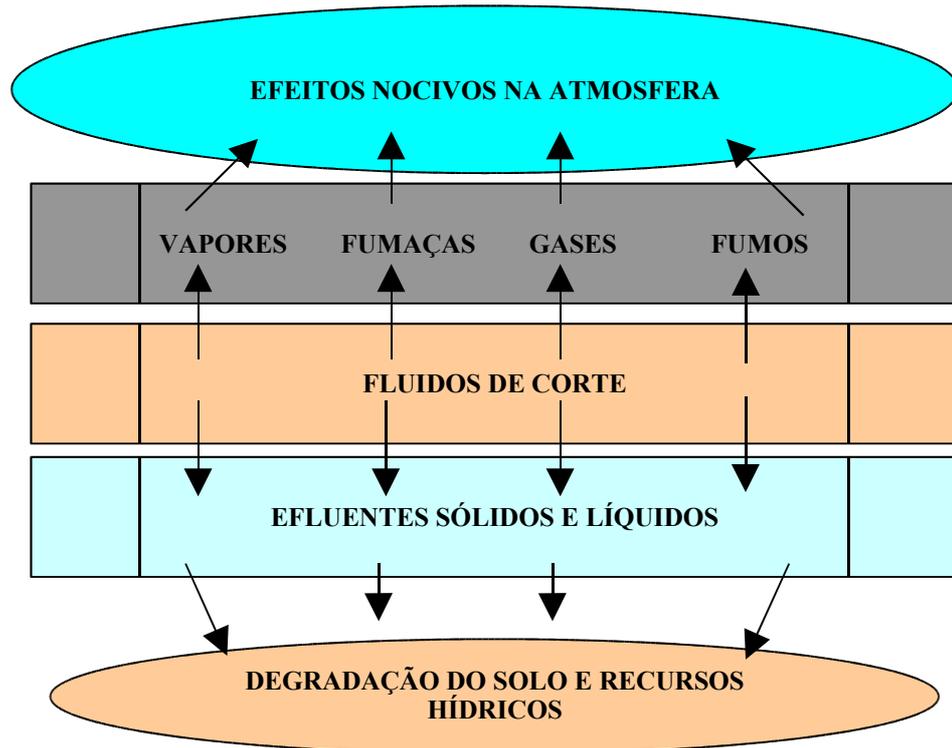


Figura 1. Efeitos nocivos ao ambiente provenientes das emissões de resíduos de fluidos de corte no solo, água e atmosfera (Byrne, 1993).

El Baradie (1996) descreve que o descarte dos fluidos de corte tem sido pauta constante na empresas e órgãos fiscalizadores. O maior problema dos fluidos de corte está relacionado à degradação e a disposição final destes produtos, algumas empresas muitas vezes até por falta de informações técnicas e de conhecimento da legislação vigente, apresentam muitas práticas incorretas como:

- manejo inadequado;
- ausência de plano de tratamento;
- armazenagem inadequada;
- transporte impróprio;
- entrega a receptores não autorizados e ,
- disposição de resíduos em local não autorizado.

O conceito de biodegradabilidade não pode ser aplicado aos fluidos de corte solúveis (emulsões e soluções) (Scholz e Fuchs, 1999; Runge e Duarte 1989). Numa máquina operatriz, a emulsão ou solução deve durar o maior tempo possível. Portanto, um fluido de corte não pode ser biodegradável, ao contrário, o fluido de corte solúvel deve ser bioestável e compatível com o meio ambiente. É desejável que a água resultante do descarte da emulsão não contenha produtos agressivos à fauna e flora aquáticas. Fenóis e nitritos, usados amplamente na formulação dos fluidos de corte, passam para a fase aquosa do fluido, e por ocasião do descarte, encontram-se na água resultante da quebra das emulsões, tornando a água imprópria para o descarte nos corpos receptores.

2.1.2. Legislação pertinente ao uso de fluidos de corte

Hoje, pode-se contar com a legislação específica para os fluidos de corte. Através de uma revisão dos mais recentes textos da Legislação Ambiental Brasileira, onde foram identificadas algumas determinações sobre óleos lubrificantes.

Segundo a Coletânea de Legislação Ambiental do ano de 1996 (CLA), o decreto 50.877/61 e seus respectivos artigos dispõem sobre o lançamento de resíduos tóxicos e oleosos em águas interiores e litorâneas do país. Entre outros artigos, o artigo 1º trata das condições de lançamento de resíduos líquidos, sólidos ou gasosos industriais, o que só poderá ocorrer após serem tratados. Este decreto ainda dispõe sobre os padrões de qualidade da água para o interesse industrial; e determina que a média mensal de oxigênio dissolvido em água não pode ser inferior a quatro partes por milhão, nem a média diária inferior a três partes por milhão.

A média mensal de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) não deve ser superior a cinco partes por milhão de água (5 dias/20º C) e o pH não será inferior a 5 e nem superior a 9,5. Quaisquer alterações nos padrões anteriores terão que passar por autorização das autoridades pertinentes (CLA, 1996).

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente 020 (CONAMA) artigo 21, 18/6 de 1986 devem ser respeitados os parâmetros de despejo de várias substâncias químicas em corpos d'água, inclusive óleos e graxas, pois além do contato homem e lubrificante, os fluidos causam efeitos negativos quando em contato com o ambiente (Brasil, CONAMA 020, 1986).

A Resolução CONAMA nº 9/93 dispõe sobre óleos lubrificantes usados, considerando que a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em sua NBR 10.004, Resíduos- Sólidos- Classificação, classifica o óleo lubrificante usado como perigoso por apresentar toxicidade, devido à formação de compostos como: ácidos orgânicos, compostos aromáticos polinucleares potencialmente carcinogênicos, resinas e lacas (Brasil, CONAMA 009, 1993).

No artigo 1º dessa Resolução, entende-se por óleo lubrificante básico o principal constituinte do óleo lubrificante, que, de acordo com a sua origem, “pode ser mineral (derivado de petróleo) ou sintético (derivado de vegetal ou síntese química) conforme especificação do Departamento Nacional de Combustível (DNC)”.

O art. 2º da Resolução CONAMA 9/93 descreve que todo óleo lubrificante será obrigatoriamente recolhido e terá uma destinação adequada, de forma a não afetar com efeitos adversos o meio ambiente (Brasil, Resolução CONAMA 9/93).

No art. 3º da mesma resolução, ficam proibidos quaisquer descartes de óleos lubrificantes usados em solos, águas superficiais e/ou subterrâneas, no mar territorial e em sistemas de esgotos ou evacuações de águas residuárias.

Já, no art.4º, ficam proibidas a industrialização e comercialização de novos óleos lubrificantes não recicláveis, nacionais ou importados. Em casos excepcionais, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) terá de avaliar.

No art.5º, fica proibida a disposição dos resíduos derivados do tratamento de óleo lubrificante usado ou contaminado no meio ambiente sem tratamento prévio, que assegure:

- I- a eliminação das características tóxicas e poluentes do resíduo;
- II- a preservação dos recursos naturais;
- III- o atendimento aos padrões de qualidade ambiental.

O art.6º estabelece que a implantação de novas indústrias destinadas á regeneração dos óleos lubrificantes usados ou contaminadas, assim como a ampliação das existentes deverá ser baseada em tecnologias que minimizem a geração de resíduos a serem descartados no ar, água e solo ou sistemas de esgotos. Ainda nesse artigo, em seu parágrafo único, é solicitado às empresas que entreguem ao órgão ambiental competente o plano de seus processos industriais, que assegure a redução e tratamento dos resíduos gerados.

No art. 7º, fica estabelecido que todo óleo lubrificante usado e contaminado deverá ser destinado à reciclagem. A reciclagem deverá ser feita através do rerrefino, como cita o parágrafo 1º, e a reutilização. Em outro processo industrial dependerá da aprovação do órgão ambiental competente, como cita o parágrafo 2º da resolução. No caso de impossibilidade da reciclagem, o órgão ambiental poderá autorizar a sua combustão para geração de energia ou incineração, desde que observadas as condições preestabelecidas no art. 3º, que são:

- O sistema de combustão ou incineração, observando o art. 250 (c) do decreto lei 2848/40, deverá estar devidamente licenciado ou autorizado pelo órgão competente;
- sejam atendidos os padrões de emissões estabelecidos na legislação ambiental vigente. Na falta de algum padrão, deverá ser adotada a NBR 1266 (incineração de resíduos sólidos perigosos-padrões de desempenho);
e
- concentração de policlorados (PCB's) que no óleo lubrificante, deverá atender aos limites estabelecidos pela NBR 8371.

2.1.3. Os fluidos de corte e a saúde do operador

Segundo Koh *et al.*, (2000) e Bennett (1994,1995) vários estudos realizados mostram que o contato permanente com fluidos de corte e seus subprodutos podem causar vários tipos de doenças de pele, alguns tipos de câncer e doenças pulmonares.

Macintyre (1988) descreve que os agentes poluidores do ambiente são: gases, vapores, poeiras, fumos, névoas, microorganismos e odores. Os efeitos da poluição em larga escala, dependendo do poluente, pode manifestar-se sob a forma de doenças graves, entre as quais devem ser mencionadas:

- a) enfisema pulmonar e outras afecções broncopulmonares;
- b) hipertensão arterial;

- c) doenças do fígado;
- d) doenças dos olhos e irritação das mucosas;
- e) doenças do sistema nervoso central;
- f) dermatites;
- g) câncer de pele;
- h) câncer de sangue (leucemia);
- i) anomalias congênitas (anencefalia são crianças nascidas sem cérebro, hidrocefalia é o aumento da quantidade de líquido no encéfalo e, microencefalia é a redução do cérebro);
- j) alteração da fertilidade do homem e da mulher.

As emulsões de fluidos de corte solúveis estão propensas a intensa atividade de deterioração microbiológica. Em condições normais de operação essas emulsões podem tornar-se infectadas com uma população microbiológica complexa, onde a presença desses microorganismos traz riscos à saúde devido à produção de toxinas. A presença de microorganismos patogênicos como dos gêneros *Klebsiella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Shigella* e *Salmonella* tem sido reportados (Sulliman *et al.*, 1997).

Doenças de pele como as dermatites são causadas pelo contato com óleo de corte ou óleos solúveis. O problema é relacionado com o fluido mais a sujeira que obstrui os poros e folículos capilares. A oleosidade natural da pele humana e as bactérias que normalmente vivem sobre a pele se acumulam sobre a epiderme humana já em contato com os respingos do fluido de corte nessa mesma pele, formando assim erupções pustulentas ou dermatites foliculares (Ferraresi, 1977).

Ferraresi (1977) descreve que os óleos de origem orgânica ou óleos de petróleo retiram da pele a gordura natural, ressecando-a, levando a pele a possíveis rachaduras. No momento em que a pele se rompe fica exposta a infecções. Os aditivos como enxofre, cloro e sabões vegetais ou animais deixam a pele com fortes irritações.

Segundo Ali (1994), cerca de 80 % das dermatoses ocupacionais produzidas pelos agentes químicos é do tipo irritativo. A presença de vapores, gases e poeiras podem ser fator predisponente, ao aparecimento de dermatites. A não utilização de proteção adequada como máscaras, botas, luvas e macacão ou a sua utilização incorreta, pode contribuir para tais afecções.

Através dos artigos da Lei 6514/77, consolida-se nas Leis do Trabalho (CLT), as seguintes definições (Oliveira, 2001):

- atividades e operações insalubres são aquelas que, por sua natureza, condições ou métodos de trabalho, exponham os empregados aos efeitos dos agentes nocivos à saúde, acima dos limites de tolerância fixados em razão da natureza e intensidade do agente e do tempo de exposição aos seus efeitos, como define a Norma Regulamentadora 15 (NR) (Atividade e Operações Insalubres);
- eliminação ou neutralização dentro dos limites de tolerância e com utilização de EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) previsto pela NR 6 e EPC (Equipamentos de Proteção Coletiva).

De acordo com Camargo (1999), o comitê da Occupational Safety and Health Administration (OSHA) que estuda os riscos de exposição a fluidos de usinagem de metais, determina de forma unânime a implementação de estratégias de controle para redução do risco nas operações de corte, desbaste e abrasão de metal; supervisão médica e treinamento.

O limite de exposição que o comitê recomenda para média de 8 horas de trabalho é de 0,4 mg/m³ para massa particulada torácica (0,5 mg/m³ para massa particulada total). A base científica para o limite de exposição recomendado foi o estudo sobre o aparecimento de asma e diminuição da função pulmonar. Em relação aos limites de exposição para ambientes com presença de fluido de corte, nem a legislação atual, nem as normas de consenso estabelecem esses limites (Camargo, 1999). Uma outra recomendação do comitê é para implantação de sistemas de gerenciamento dos ambientes contendo estes fluidos para melhor proteger os trabalhadores. Um sistema de gerenciamento eficiente é a integração de confinamento, ventilação, controle do fluido e a implantação de um programa de supervisão médica (Camargo, 1999).

3. CONCLUSÕES

O crescente volume do descarte de efluentes industriais combinados com a limitação de espaços para disposição desses resíduos, o custo operacional das plantas de tratamento e a cobrança progressiva das normas ambientais, tem proporcionado o desenvolvimento de novas tecnologias para o tratamento das águas residuárias. Embora exista uma legislação específica para o descarte, rerrefino ou incineração desses resíduos, ainda não se consegue impedir ações criminosas dos despejos desses rejeitos pelos usuários mundiais.

Em função da complexidade dos efluentes oleosos, não há disponibilidade de processos que possam operar de maneira isolada, ou que possam remediar todos os parâmetros físico- químicos ou ecotoxicológicos desses efluentes.

É preciso otimizar os procedimentos de gerenciamento ambiental tanto nas pequenas, quanto médias e grandes empresas, pois o volume do descarte é a somatória de todos os segmentos industriais, embora nem sempre seja visualizado pela fiscalização.

O número de pequenas empresas que trabalham sem um sistema de gerenciamento ambiental e ocupacional é crescente, e potencialmente comprometedor para o ambiente e para a saúde dos operadores. A fiscalização é prejudicada, pois muitas vezes essas empresas localizam-se em áreas urbanas, e seus despejos são lançados em corpos receptores sem prévio tratamento. Essas localizações tem em sua maioria como órgão receptor de despejos a rede municipal de esgotos e a legislação é clara neste aspecto, como explicita o art. 21 do CONAMA nº 20/86, a qual se refere que devem ser respeitados os parâmetros de despejo de várias substâncias químicas em corpos d' água, inclusive óleos e graxas, pois além do contato homem e lubrificante, os fluidos causam efeitos negativos quando em contato com o ambiente.

Existe ainda a necessidade de se buscar um mecanismo que avalie as operações de usinagem, no que diz respeito ao manuseio dos fluidos de corte. Além de medidas como confinamento da máquina, mudança de tecnologia e comprometimento dos operadores em relação às máquinas operatrizes, esses operadores devem ser remanejados de suas áreas de trabalho para que se possa minimizar ou extinguir problemas como: perda auditiva, dermatite de contato, rinite e sinusite, minimizando problemas administrativos como afastamentos constantes, prolongados e, até mesmo demissões.

4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABLT. **Associação brasileira de tribologia**. Disponível em: www.boletimpetroquimico.com.br/artigo3/index.htm>acesso em:01/08/2000.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR (Norma brasileira) 10.004 (1987). **Resíduos sólidos- classificação**, set. 63 p.

ALI, S. A. (1994). **Doenças ocupacionais relacionadas com a pele: definição e prevenção** Disponível em: <www.balaska.com.br/doencas.htm > acesso em 20/11/2001.

BATTERSBY, N.S. (1999). **The biodegradability and microbial toxicity testing of lubricants - some recommendations**. *Chemosphere* (41), p. 1011-1027.

BENNETT, E. O. (1994.). **Dermatits in machinists: causes and solutions**. Texas: Biotech Publ.

BENNETT, E. O. (1995). **Systemic diseases in machinists**. Texas: Biotech Publ.

BENITO, M.J.;RÍOS, G. ORTEA, E.; FERNÁNDEZ.E.; CAMBIELLA, A.; PAZOS, C. COCA, J. (2002). **Design and construction of modular pilot plant for the treatment of oil-containing wastewater**. *Desalination* 147. Oviedo, Spain. p. 5-10.

BRASIL. **Resolução CONAMA n. 20**, de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas o território brasileiro.

BRASIL. **Resolução CONAMA n. 009**, de 31 de agosto de 1993. Diário Oficial da União de 1 de setembro de 1993. Dispõe sobre os óleos lubrificantes.

BYRNE, G.; SCHOLTA, E. Environmentally clean machining processes: a strategic approach. **Annals of the CIRP**, vol. 42, 1993. New York, 1993. p. 471-474.

CAMARGO, O. F. (1999). **OSHA faz recomendações para usinagem de metais**. Disponível em: <www.safetyguide.com.br/noticias/010600-3.htm> acesso em 17/07/2001.

CEMPRE (1995). **Manual de gerenciamento integrado, Lixo Municipal**. São Paulo: IPT, p. 3-124.

COLETÂNEA DE LEGISLAÇÃO AMBIENTAL (1996). Instituto Ambiental do Estado do Paraná. Curitiba.

DINIZ, A.E. *et al.* (2000). **Tecnologia da usinagem dos materiais**. 2. ed. Artliber, São Paulo 244 p.

EL BARADIE, M. A. (1996). Cutting fluids: part I, Characterization. **Journal of Materials Processing Thechnology**, n. 56, p. 786-797.

FERRARESI, D. (1977). **Fundamentos da usinagem dos metais**. V. 1 São Paulo: Edgard Blücher, 751 p.

GANIER, M. (1993). Reciclar, eliminar e valorizar fluidos e resíduos de corte. Trad. N. P. Lima. **Revista Máquinas e Metais**, dezembro, p. 26-29.

GRYTA, M., KARAKULSKI, K., MORAWSKI, W., (2001). **Purification of oily wastewater by hybrid UF/MD**. *Szczein-Poland.vol.35, n.15, p.3665-3669*.

HERSCH, P. (Ed) (2001). **Tratamento de efluente líquido de uma indústria metal-mecânica**. Disponível em: www.cimm.com.br: 8080/cgi-win/contrut.cgi?configuradorresultado+100. acesso em 31/03/2002.

HU, X.; MOLNAR, B, E.; VATAI, G. (2002). **Study of ultrafiltration behaviour of emulsified metal-working fluids**. *Journal of Desalination* 149. Budapest, Hungary. p.191-197.

KAMMERMEIER, B. *et al.* (2000). Furação sem refrigeração: somente razões ecológicas. Trad. de M. B. Campos. **Revista Metal Mecânica**, abril/maio, p. 62-69.

- KOH, D; LEOW, Y. H; GOH, C.L (2000). **Occupational allergic contact dermatitis in Singapore**. Journal of the Science of the Total Environment. Singapore, Singapore. p. 97-101.
- MACINTYRE, A. J. (1988). **Ventilação industrial e controle da poluição**. Rio de Janeiro: Guanabara, 398 p.
- MOTTA, M. F.; MACHADO, A. R. (1995). Fluidos de corte: tipos, funções, seleção, métodos de aplicação e manutenção. **Revista Máquinas e Metais**, setembro, p. 44-56.
- OLIVEIRA, A. (2001). **Consolidação das leis do trabalho anotada e legislação complementar**. São Paulo: Atlas, p.78.
- OLIVEIRA, C. A. A.; DANIEL, L. A. (2001). **Prevenção de poluição pela redução de efluentes líquidos industriais na fonte de geração**. In: Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. Rio de Janeiro. Disponível em: www.cimm.com.br: 8080/cgi-win/construt.cgi?configuradorresultado+220. acesso em 31/03/2002.
- PORTELA, J.R; LÓPEZ, J.; NEBOT, E.; MRTÍNEZ DE LA OSSA, E. **Elimination of cutting oil wastes by promoted hydrothermal oxidation**. Journal of Hazardous Materials. Puerrto Real, Cádiz, Spain. p. 95-106.
- RUNGE, P. R. F.; DUARTE, G. N. (1989). **Lubrificantes nas indústrias**. São Paulo: Triboconcept, p. 71-172.
- SOKOVIC, M.; MIJANOVIC, K. (2001). **Ecological aspects of the cutting fluids an its influence on quantifiable parameters of the cutting processes**. Journal of materials processing technology, Ljubljana, Slovenia. p. 181-189.
- SONG, Y, C; KIM, I.S; KOH, S.C. (1998). **Demulsification of oily wastewater through a synergistic effect of ozone and salt**. v. 38, n° 4-5. Water Science Technology. Korea, Korea. p. 247-253
- SULIMAN, S. M. A; ABUBAKR, M.I.;MIRGHANI, E.F. (1998). **Microbial contamination of cutting fluids and associated hazards**. v . 30, n° 10. Tribology International. Manamah, Bahrain. p. 753-757.
- TEIXEIRA, C. R. *et al.* (1999). Aspectos ecológicos nos processos de usinagem. **Revista Metal-Mecânica**, junho/julho, p.68-76.

NEGATIVE ASPECTS OF THE ENVIRONMENTAL AND HEALTH WORKER OF CUTTING FLUIDS APLICATION IN METAL-WORKING PROCESS

Abstract: The aim of this work is to present a bibliographical revision of the negative aspects of the use the cutting fluids in metal-working process, in relation to the environment and health of the operator. Now in Brazil they circulate in the metal-working centers from 20 to 100 liters of oil cooled per minute, this means a great volume to be managed in order to not pollute the atmosphere and the worker's health.

According to specific studies, the cutting fluids can be made responsible by a great number of occupational diseases. The contact can be directly through the original fluid, through fog, steams or by-products formed during the metal-working process. The committee of the Occupational Safety and Health Administration (OSHA), it establishes the implementation of control strategies of the risk in the cutting operations, rough-hewing and abrasion of metals. The discard of the oily wastewater is one of the concerns of the companies that look for the environmental, certification, because besides these residues they can be characterized by the complex mineral composition of oils, vegetables, synthetic,

fatty acids, emulsified, corrosion inhibitors and biocids, the normative requirements for the discard of the wastewater in reception bodies are quite severe.

In reference to the exposed, it can settle down the development of researches in relation to the use and to the discard of cutting fluid in the metal-working process, they can bring significant benefits for the minimization of adverse environmental impacts and, to control or even to reduce the number of occupational removals.

Key-words: Environmental Impacts, Occupational Health, Cutting Fluids, Metal-working Process.