

FLUIDOS DE CORTE: CARACTERÍSTICAS, APLICAÇÕES E CONCEITOS FRENTE A IMPACTOS AMBIENTAIS

CUTTING FLUIDS: CHARACTERISTICS, APPLICATIONS AND CONCEPTS REGARDING ENVIRONMENTAL IMPACTS

¹MIRANDA, Luciana; ¹GONÇALVES, Gustavo José Correa; ¹MUNHOZ, Marcelo Rodrigo;
¹RIBEIRO; Fernando Sabino Fontequé.
¹Departamento de Ciências Exatas e Engenharia – Centro Universitário das Faculdades
Integradas de Ourinhos-Unifio/FEMM

RESUMO

No atual cenário mundial é constante a presença do assunto sustentabilidade, sempre focalizado como algo necessário em empreitadas tanto de pequeno quanto de grande porte. Com isso, o objetivo principal deste projeto se encontra em evidenciar os problemas ambientais e de saúde atrelados ao uso e descarte incorretos dos fluídos de corte, material presente principalmente em indústrias metal-mecânicas com fins lubrificantes e refrigerantes, assim como apresentar modelos atuais que visam sua parcial e/ou total substituição. Além da revisão bibliográfica elaborada com base em conhecimentos teóricos, o projeto terá seu conteúdo expandido em trabalhos posteriores, com a adição de dados referentes ao uso, modalidade e local de descarte dos químicos utilizados por empresas regionais, dados estes provenientes de uma pesquisa de campo realizada nas indústrias localizadas na região de Ourinhos, São Paulo.

Palavras-chave: Fluido de Corte; Meio-Ambiente; Minimização De Resíduos.

ABSTRACT

In the current global scenario, the topic of sustainability is constantly present, always focused on as something necessary in both small and large projects. Therefore, the main objective of this project is to highlight the environmental and health problems linked to the incorrect use and disposal of cutting fluids, a material present mainly in metal-mechanical industries for lubricating and refrigerating purposes, as well as presenting current models that aim to its partial and/or total replacement. In addition to the bibliographical review prepared based on theoretical knowledge, the project will have its content expanded in subsequent works, with the addition of data regarding the use, modality and disposal location of chemicals used by regional companies, data coming from field research carried out in industries located in the region of Ourinhos, São Paulo.

Keywords: Cutting Fluids; Environment; Waste Minimization.

INTRODUÇÃO

Fluidos de corte são produtos químicos utilizados na indústria de fabricação mecânica com a principal finalidade de lubrificação em processos de usinagem e corte de diversos materiais como, por exemplo, os metais. Além de sua capacidade lubrificante, os fluídos também assumem papéis relacionados à absorção de calor gerado pelo processamento dos materiais, contendo ainda propriedades diversos aditivos, como antiespumantes, antioxidantes, redutores de desgaste anticorrosivas (RUNGE, 1989).

Para que passem a possuir as características citadas acima, diversos

tipos de aditivos podem ser inseridos em sua composição, inicialmente formada apenas por óleos graxos, minerais e sintéticos e água (quando solúveis), dentre eles (MOTTA, 1995; BARADIE, 1996):

- cloro;
- enxofre;
- nitrito de sódio;
- fósforo.

Dentre as diversas formulações os fluidos podem ser classificados em: fluidos integrais (óleo puro, sem adição de água) e fluidos solúveis (as soluções, mistura de produtos químicos e/ou água). Cada qual com suas respectivas funcionalidades, esquematizadas no Quadro 01 (MOTTA, 1995; BARADIE, 1996).

Quadro 01. Fluidos de corte: principais composições e propriedades

Principais fluidos de corte	Integrais	Solúveis		
		Emulsão	Soluções	
			Semi-sintética	Sintética
Principais composições	Óleo mineral, óleos graxos cloro, enxofre e fósforo	Água, óleo mineral, emulsificantes, cloro, enxofre, glicol, nitrito de sódio e emulgadores.	Água, óleo mineral, elementos orgânicos e inorgânicos, cloro, enxofre, nitrato de sódio e biocidas	Água, sais inorgânicos, cloro, enxofre, nitrato de sódio, biocidas e agentes umectantes
Principais propriedades	Lubrificação, extrema-pressão e anticorrosão.	Refrigeração, extrema-pressão, anti-oxidação, anticorrosão, lubrificação e lavagem.	Refrigeração, extrema-pressão, anticorrosão e lubrificação.	Refrigeração, extrema-pressão, anticorrosão e anti-oxidação.

Fonte: Dandolini (2001).

Em se tratando de seu uso e descarte, os despejos provocados de maneira acidental ou de maneira proposital se tornam uma questão ambiental mais alarmante quando se tratam de fluidos oleosos que, devido a sua não solubilidade em água e rápida dispersão, formam uma fina película sobre a água que bloqueia passagem de luz e ar, eliminando qualquer espécie viva antes residente da área afetada (CEMPRE, 1997). A formação da camada oleosa pode

ser classificada em três grandes categorias, tendo como parâmetro de classificação forma como o óleo se comporta na água residuária: águas residuárias contendo óleos livres flotáveis (removidos por métodos de separação gravitacionais), emulsões óleo-água instáveis (por meio de quebra, mecânica ou química, e separação da parte oleosa) e emulsões óleo-água extremamente estáveis (provenientes do refinamento de óleos lubrificantes, necessitam de um tratamento muito mais sofisticado para que as legislações ambientais possam ser cumpridas) (CONAMA, 1986).

Quando se faz uma observação nacional verifica-se, de acordo com o Sindicato Nacional de Refino de óleos Minerais (CEMPRE, 1997), que o Brasil consome cerca de 900 milhões de litros de óleo lubrificante por ano – separados entre óleos automotivos e óleos industriais (denominado fluido de corte, foco desta pesquisa). Desse modo, quando se nota a alta capacidade destrutiva que apenas um país apresenta, é possível compreender a importância de um maior cuidado no momento de descarte destes fluídos.

As primeiras normas protetoras registradas no cenário brasileiro são datadas de 1923, ano no qual surgiu o artigo 554/23 do Código CIVIL. Em seguida surgiu o regulamento de Saúde Pública por meio do Decreto 16.300/23, cujas principais finalidades eram (IGNÁCIO, 1998):

- Licenciar todos os estabelecimentos industriais novos, assim como as oficinas, exceto os de produtos alimentícios;
- Impedir que as indústrias prejudicassem a saúde dos moradores de sua vizinhança, possibilitando o afastamento das indústrias nocivas ou incômodas.

Nesse quesito as principais leis ambientais federais são (IGNÁCIO, 1998; OLIVEIRA, 2000):

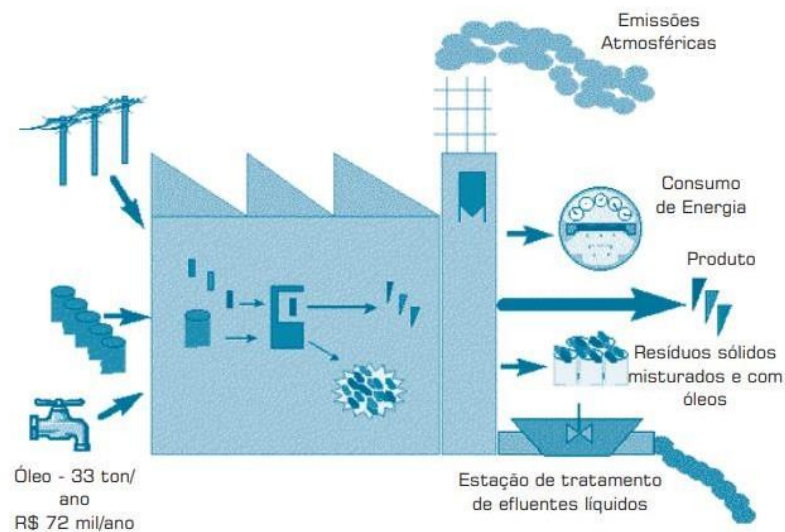
- -Decreto nº. 50.877 de 29/06/61 - Dispõe sobre o lançamento de resíduos tóxicos os, oleosos nas águas interiores ou litorâneas do País.
- Lei nº 4.771 de 15/09/65 - Código Florestal. Lei nº. 5.318 de 26/09/67 - Institui a Política Nacional de Saneamento e cria o Conselho Nacional de Saneamento (CONSANE).
- Decreto nº. 76.389 de 03/10/75 juntamente com o Decreto-Lei nº.

1.413/75 - Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada pelas atividades industriais geradoras de resíduos perigosos assim como seu controle.

- Decreto nº 79.367 de 09/03/77 - Atribui aos estados e municípios a responsabilidade pela verificação dos padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano, dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências.
- Resolução CONAMA nº. 20 de 18/06/86 - Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas, em todo o território nacional, bem como determina os padrões de lançamento.

Com a apresentação de tais decretos, leis e resoluções é possível verificar que o foco de proteção está na água, em como esse fluído será descartado após seu uso, em como ele estará fora da indústria. Porém, quando se fala de sustentabilidade é preciso que todo o processo seja sustentável, e não apenas a fase de descarte (ROMM, 1996). Tal afirmação levanta questionamentos a respeito das etapas ocorridas no interior das indústrias, como os fluídos de corte estão em constante contato com materiais quentes, uma pequena porcentagem destas acaba por evaporar e gerar uma contaminação do ar, prejudicial não somente para o ambiente como também para os funcionários ali presentes que irão inalar um ar contaminado pelas substâncias comprovadamente cancerígenas (que podem ou não terem sido submetidas a mudanças de composição justamente pelo contato com o calor). Além disso, como os fluídos são muito usados para a remoção de cavacos presentes nas peças, estes pequenos resíduos metálicos estão completamente banhados pelos fluídos utilizados na usinagem e serão descartados, muitas vezes sem antes uma prévia desinfecção, em caçambas com contato direto com o solo, como mostrado na Figura 01.

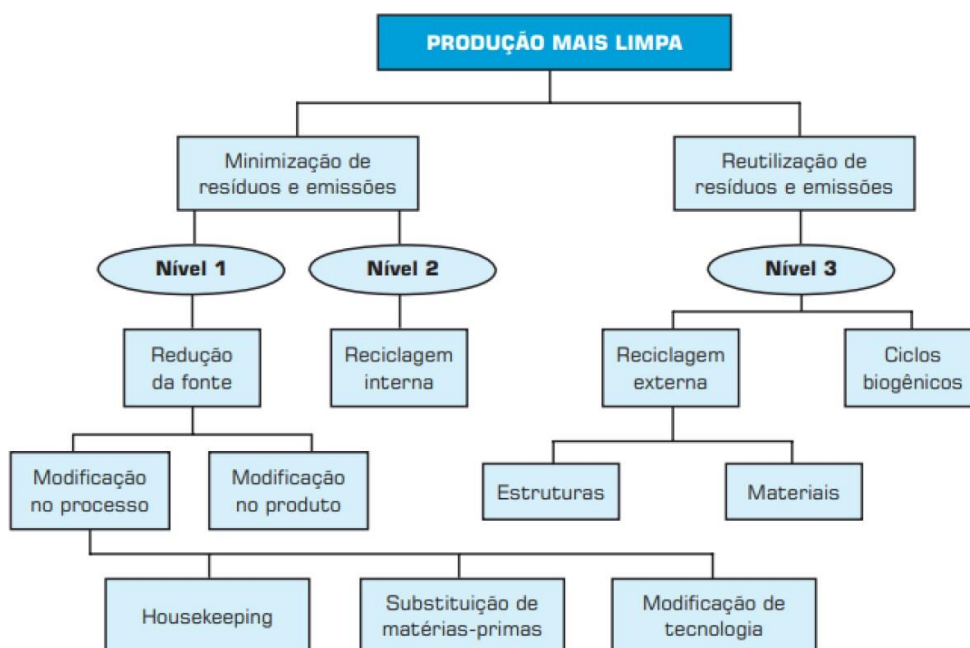
Figura 01. Geração e emissão de resíduos em uma indústria metalmeccânica típica.



Fonte: Oliveira e Alves (2007), *apud* CNT (2003).

Devido a crescente preocupação a respeito do meio ambiente, diversas novas formas e metodologias de produção passaram a ser desenvolvidas a fim de tornar a utilização de recursos mais eficiente e menos danosa (ANDRÉS, 2001). Uma dessas metodologias desenvolvida foi a P + L (produção mais limpa), que visa eliminar todo e qualquer desperdício, através de políticas voltadas para a prevenção e/ou eliminação da poluição, assim como a reutilização quando possível, pois é muito mais econômico evitar a geração de resíduos poluentes do que, após o manuseio e descartes incorretos, realizar uma descontaminação nas localidades afetadas (ROMM, 1996). Sendo assim, a Figura 02 esquematiza como funcionariam, na prática, as etapas de um processo de produção mais limpa.

Figura 02. Escopo da atuação da metodologia Produção mais limpa (P+L).



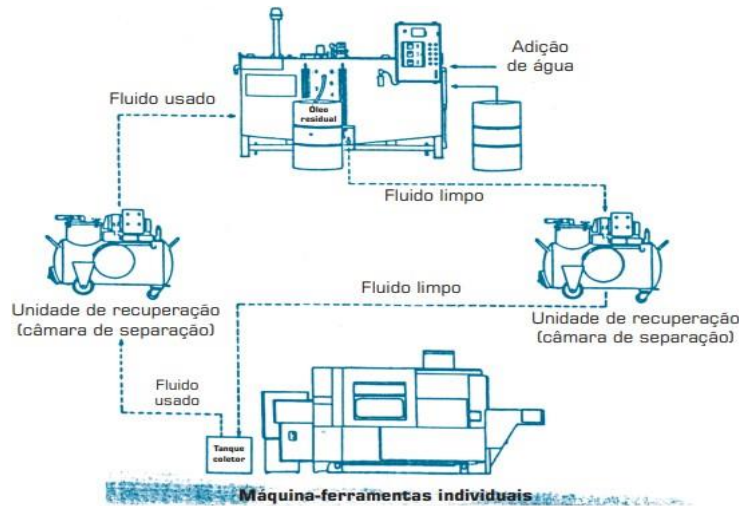
Fonte: Oliveira e Alves (2007), apud CNT (2003).

Quando se pensa em aplicar a metodologia P+L é preciso retornar para a Figura 01 e ir visitando suas etapas a fim de encontrar em qual estágio da usinagem é possível reduzir e/ou eliminar os agentes poluentes. Uma opção viável seria a otimização das dimensões da peça, reduzindo a quantidade de resíduo metálico (cavacos) (OLIVEIRA e ALVES; 2007). Todavia, a demanda da usinagem se limita a geometrias de materiais de trabalho previamente determinadas pelos fornecedores, inviabilizando esta prática para a totalidade das peças.

Muitas vezes o grande potencial destrutivo dos fluidos de corte está ligado ao mau manuseio, que poderia facilmente ser eliminado com pequenas ações da própria empresa fundamentadas na mudança de mentalidade como, por exemplo, verificar a procedência dos fluidos de corte utilizados (suacomposição e se o fornecedor dispõe de alguma garantia de procedência). Além da precaução na pré-fabricação, alguns cuidados podem ser tomados durante a fabricação para que esta ocorra de maneira mais higiênica, medidas como a fiscalização das máquinas e o fornecimento de cursos especializados para seus operadores (OLIVEIRA e ALVES, 2007). Análises referentes à suas propriedades, como o ph, durante as operações, podem auxiliar quanto ao

controle da concentração dos fluídos, auxiliando no controle da aplicação correta em termos de volume. Na Figura 03, é apresentado um sistema típico para aplicação e gerenciamento de fluídos de corte na usinagem.

Figura 03. Equipamento de gerenciamento de fluídos utilizados nas operações de transformações dos metais.



Fonte: Dick e Foltz (1997).

Com isso, além de sugerir os métodos a serem modificados para que o processo se torne mais sustentável, a metodologia P+L faz uso de critérios prioritários para a empresa e seus colaboradores possam decidir qual alteração deve ser implementada de início, critérios estes presentes no Quadro 02 (OLIVEIRA; ALVES, 2007).

Quadro 02. Avaliação e listagem por ordem de prioridade das opções geradas.

OPÇÕES P+L	BARREIRA	BENEFÍCIO	ORDEM DE PRIORIDADE
Modificação do produto	Implica em mudança de projeto o que às vezes não é permitido	Redução de matéria-prima e resíduo	3
Housekeeping	Treinar e mudar a mentalidade dos operadores às novas práticas	Maior vida útil dos fluídos, conseqüentemente menor frequência de decarte e menor agressão à saúde do operador	1
Mínima Quantidade de lubrificante (MQL)	Mudança na máquina e custo de implantação	Redução do uso do fluído de corte e eliminação dos resíduos	2
Usinagem a seco	Alto investimento em máquinas e ferramentas	Elimina o custo com fluído de corte, elimina tempo de troca do fluído e elimina os fluídos	4

Fonte: Oliveira e Alves (2007).

Diante do apresentado, o presente trabalho visa apresentar uma revisão teórica acerca dos principais tipos de fluidos de corte e métodos de aplicação encontrados no mercado, visando elucidar de forma direta este conceito. Ademais, este trabalho visa elucidar os principais aspectos e conceitos que permitam futuramente realizar uma análise do uso e descarte de fluidos de corte na região de Ourinhos, São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa, serão pontuadas atividades que irão contemplar a revisão da literatura sobre o tema para a primeira etapa. Tratando-se de um trabalho em andamento, a pesquisa de campo e processamento dos dados contemplará a continuidade da pesquisa.

O levantamento teórico terá por objetivo indicar quais as metodologias tradicionais de aplicação de fluido de corte, bem como pontuar as tendências e técnicas mais recentes que podem auxiliar na redução do impacto ambiental frente ao uso de fluido de corte. Ainda, serão determinados os principais fluidos de corte presentes no mercado frente a sua composição química, bem como a busca de fluidos de corte vegetais que possam ser aplicados em ambientes industriais.

Futuramente, as pesquisas de campo serão iniciadas com entrevistas e questionamentos gerados para a comunidade acadêmica da UNIFIO, tendo em vista que questionamentos prévios indicaram que há vários discentes que atuam no setor de usinagem. Após esta etapa, serão verificadas empresas na região que tenham uso de fluido de corte, aos quais serão realizados questionamentos quanto ao tipo de uso, tipo de fluido de corte, volume de aplicação e descarte. A entrevista manterá o sigilo quanto as empresas entrevistadas.

Na etapa final, serão sintetizados os dados em forma de identificar quais os tipos de fluidos de corte mais aplicados, volume utilizados, processos aplicados e quais as boas práticas utilizadas em seu uso e descarte.

RESULTADOS

A tecnologia mais utilizada para refrigeração durante a usinagem é de inundação, que consiste em derramar uma grande quantidade de fluido de corte continuamente sobre a região de corte, exigindo o consumo de um grande volume do produto. A aplicação típica deste método é apresentada na Figura 04.

Figura 04. Aplicação típica de fluido de corte.



Fonte: Disponível em: <https://cadium.com.br/fluido-de-corte-para-usinagem-entendendo-cada-uma-das-propriedades-do-lubrificante/>. Acesso em: 09/09/2023.

Atualmente existem tecnologias que minimizam ou mesmo eliminam o uso destes fluidos, como por exemplo, a Mínima Quantidade de Lubrificante (MQL), no qual uma quantidade mínima de óleo (geralmente < 80 ml/h) é pulverizada em um fluxo de ar comprimido (MACHADO, 2000). A Figura 5 apresenta uma aplicação de MQL no processo de fresamento. Em alguns casos, esta quantidade pode ser ultrapassada, dependendo do volume de cavaco e do processo de usinagem. Esta mínima quantidade de óleo é suficiente para reduzir o atrito da ferramenta e ainda evitar aderências de materiais. Porém, apesar de reduzir o uso de insumo, possui vantagens e desvantagens em relação à usinagem com fluido abundante, as vantagens são (MACHADO, 2000).

- Redução do volume de descarte;
- Produção de peças e cavacos mais limpos;
- Redução de custos de processamento, limpeza e acondicionamento.

Figura 05. Aplicação típica de MQL.



Fonte: Disponível em: <https://cadium.com.br/o-que-e-micro-lubrificacao-mql-conheca-os-pros-e-contras/>. Acesso em: 09/09/2023.

Contudo, possuem desvantagens. Duas delas são a névoa e a fumaça de óleo geradas durante o uso da mínima quantidade de lubrificante na usinagem que podem ser considerados subprodutos indesejáveis, pois contribuem para aumentar o índice de poluentes presentes no ar. Assim, um eficiente sistema de exaustão se faz necessário (MACHADO, 2000).

Outra proposta abrange a usinagem a seco, focada na eliminação total dos fluidos de corte no processo. Só viável quando o tempo de usinagem, o tempo de vida da ferramenta e a qualidade superficial da peça for pelo menos semelhante à conseguida com a usinagem usando-se fluidos de corte tradicionais. As vantagens desta tecnologia são o atendimento aos requisitos ecológicos, redução de custos (eliminação do fluido) e aumento da produtividade (devido ao incremento nos parâmetros de usinagem).

Porém, existem algumas desvantagens, tais como problemas provocados pelas poeiras produzidas pela operação a seco (associadas à usinagem de ferros fundidos), maior solicitação térmica da peça, provocando um efeito negativo na qualidade final da peça e necessidade de ferramentas especiais. Também é preciso considerar os parâmetros de usinagem, os quais devem ser escolhidos de maneira a obter tempos de corte não muito mais elevados comparativamente à usinagem com fluidos (FILHO, 2001; FERREIRA, 2001; SANTOS, 2001; MARTINS, 2001). Apesar de ideal, a usinagem à seco não é uma realidade na indústria, tendo em vista que os pontos negativos são severos para a usinagem.

Quanto aos tipos de fluido de corte, destacam-se os óleos minerais, as emulsões, fluidos de corte sintéticos e vegetais. A alteração na formulação química dos fluidos de corte, como substituir fluidos de óleo mineral por fluidos que sejam feitos com óleo vegetal permite a maior facilidade para tratamento biológico e químico nos resíduos, maior lubricidade do que os outros fluidos solúveis e maior segurança a saúde do operador (OLIVEIRA, 2007; ALVES; 2007).

Os óleos minerais são fluidos de corte tradicionais e amplamente utilizados na usinagem. São derivados do petróleo e possuem excelentes propriedades de lubrificação, refrigerando e proteção contra corrosão. O óleo solúvel em água é uma variação comum, onde o óleo mineral é misturado com água em diferentes proporções, dependendo da aplicação. Os óleos minerais são adequados para usinagem de metais ferrosos e não ferrosos, sendo amplamente empregados na usinagem devido à sua eficácia na redução do atrito e no resfriamento das ferramentas (WALKER, 2004).

As emulsões são misturas estáveis de óleo e água, criando uma solução que combina as vantagens de ambos os componentes. São ideais para usinagem de alta velocidade e fornecem um bom resfriamento, além de minimizar a formação de névoa de óleo. As emulsões são versáteis e adequadas para usinagem de diversos materiais, incluindo aço, alumínio e ligas de metais não ferrosos (WALKER, 2004).

Os fluidos de corte sintéticos são formulações químicas desenvolvidas para atender a requisitos específicos de usinagem. Eles geralmente são solúveis em água e oferecem excelente estabilidade, resistência à degradação e desempenho de resfriamento. São adequados para usinagem de alta precisão e metais sensíveis à corrosão (GORDON, 2004).

Os fluidos de corte à base de óleo vegetal são uma opção ambientalmente amigável, derivados de fontes renováveis. Eles oferecem desempenho de resfriamento e lubrificação comparáveis aos óleos minerais, sendo adequados para usinagem de metais ferrosos e não ferrosos. Além disso, são biodegradáveis e menos tóxicos (LAWAL, CHOUDHURY e NUKMAN, 2012).

Sintetizando as melhores condições, para uma aplicação de fluido de corte com redução dos impactos, os seguintes pontos devem ser observados (OLIVEIRA, 2007; ALVES; 2007):

- Os constituintes do fluido de corte não podem ter efeitos negativos sobre a saúde do funcionário de produção ou sobre o meio ambiente e devem ser isentos de cloro/ parafina, formaldeído, nitretos, metais pesados e outras substâncias nocivas;
- Durante o seu uso, os fluidos de corte não podem produzir contaminantes.

CONCLUSÕES

Após a realização da revisão bibliográfica, é possível concluir o quão a relação do insumo e ou material a ser utilizado e o meio ambiente é profunda. Ao optarmos pela utilização de um ao invés de outro não apenas a produção deve ser levada em consideração, em temos atuais nos quais a sustentabilidade e a redução da poluição são ideologias fortes é necessário que suas demandas sejam levadas em consideração na hora de escolher algum produto.

Com isso a decisão deve ser pautada na metodologia de usinagem a ser utilizada, na quantidade de fluido empregado na metodologia escolhida, qual a composição do fluido, se ele é passível de reutilização e como é feito o seu descarte. Além disso, é preciso que a empresa possua um sistema eficaz que possibilite o controle da quantidade de fluido utilizada em um determinado período, tais dados irão auxiliar na tomada de decisões futuras quando o assunto for mudanças no processo de usinagem, por exemplo.

Por fim, é necessário que as indústrias também prezem pela saúde e bem-estar de seus colaboradores por meio da aquisição dos EPI's exigidos no manuseio de substâncias tóxicas como é o caso dos fluidos de corte, sempre visando manter o equilíbrio entre sustentabilidade, bem estar e meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ANDRÉS, L. F. **A gestão ambiental em indústrias do Vale do Taquari: Vantagem com o uso das técnicas de Produção mais limpa.** Dissertação (mestrado), 86 f. Departamento de Administração, UFRGS, Porto Alegre, 2001.
- BARADIE, M. A. El. Cutting fluids: part I. Characterisation. **Journal of Materials Processing Technology.** Dublin. Ireland, n°. 56. 1996. p. 786-797.
- CADIUM. **Fluido de corte para usinagem.** Disponível em: <<https://cadium.com.br/fluido-de-corte-para-usinagem-entendendo-cada-uma-das-propriedades-do-lubrificante/>> Acesso em 09/09/2023.
- CADIUM. **O que é micro lubrificação.** Disponível em: <<https://cadium.com.br/o-que-e-micro-lubrificacao-mql-conheca-os-pros-e-contras/>> Acesso em 09/09/2023.
- CEMPRE. **Óleo Lubrificante Usado** - ficha técnica n° 11, São Paulo, 1997.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução número 20. 18/06/1986.** Brasília: CONAMA, 1986.
- DICK, Raymond M., FOLTZ, Gregory J. **Avaliação ambiental de fluídos de corte utilizados em processos convencionais de usinagem.** Florianópolis, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.
- DONDOLINI, D. L. **Gerenciamento ambiental de fluídos de corte em indústrias metal-mecânicas,** Florianópolis, fevereiro de 2001.
- FILHO, F. T.; FERREIRA, J. R.; SANTOS, J. N.; DINIZ, A. E. **O uso (ou não) da refrigeração/lubrificação no torneamento de aço endurecido.** Máquina e Metais, São Paulo, p. 260-283, abril, 2001.
- GONÇALVES, P. S. C.; BIANCHI, E. C.; AGUIAR, P. R.: **Boas práticas na utilização de fluídos de corte nos processos de usinagem.** Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista. Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista.
- GORDON, Terry. Metalworking fluid—the toxicity of a complex mixture. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A,** v. 67, n. 3, p. 209-219, 2004.

IGNÁCIO, Elcio Antônio. **Caracterização da legislação ambiental brasileira voltada para a utilização de fluídos de corte na indústria metal-mecânica.** Florianópolis, 1998. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina.

LAWAL, Sunday Albert; CHOUDHURY, Imtiaz Ahmed; NUKMAN, Yusoff. Application of vegetable oil-based metalworking fluids in machining ferrous metals—a review. **International Journal of Machine Tools and Manufacture**, v. 52, n. 1, p. 1-12, 2012.

MACHADO, A. R.; DINIZ, A. E. Vantagens e desvantagens do uso (ou não) de fluídos de cortes. **Revista Máquinas e Metais**, São Paulo:, p. 134-151, 2000.

MOTTA, F. ; MACHADO, A. R. Fluídos de corte: tipos, funções, seleção, métodos de aplicação e manutenção. **Revista Máquinas e Metais**, São Paulo, p.44-56, setembro de 1995.

OLIVEIRA, Cristiano H. Sieber de. **Aspectos da implantação do sistema de gestão ambiental (NBR ISO 14001) no setor metal-mecânico: o caso Embraco SA.** Florianópolis, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.

OLIVEIRA, J. F. G.; ALVES, S. M. **Adequação ambiental dos processos de usinagem utilizando Produção mais limpa como estratégia de gestão ambiental.** 2007, p.129 – 138.

ROMM, Joseph J. **Um passo além da qualidade: como aumentar seus lucros e produtividade através de uma administração ecológica.** São Paulo: Futura,1996.

RUNGE, Peter R. F.; DUARTE, Gilson N. **Lubrificantes nas indústrias.** 1. ed. São Paulo : triboconcept. 1989.

WALKER, John R. **Machining Fundamentals: From Basic to Advanced Techniques,** Goodheart-Wilcox Company. Inc., USA, 2004