

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Diego Aparecido Pereira Coelho
Elcídio de Oliveira Santos

**A IMPORTÂNCIA DO ÓLEO SOLÚVEL DE CORTE NA
USINAGEM**

Taubaté - SP
2017

Diego Aparecido Pereira Coelho
Elcídio de Oliveira Santos

**A IMPORTÂNCIA DO ÓLEO SOLÚVEL DE CORTE NA
USINAGEM**

Trabalho de graduação apresentada ao
Departamento de Engenharia, da
Universidade de Taubaté para obtenção
do Título de Engenheiro Mecânico.
Orientador: Msc. Ivair Alves dos Santos

Taubaté – SP
2017

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado
de Bibliotecas / UNITAU - Biblioteca das Engenharias**

C672i Coelho, Diego Aparecido Pereira
A importância do óleo solúvel de corte na usinagem. /
Diego Aparecido Pereira Coelho, Elcídio de Oliveira Santos. -
2017.
40f. : il; 30 cm.
Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) –
Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia
Mecânica e Elétrica, 2017
Orientador: Prof. Me Ivair Alves dos Santos,
Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica.
1. Óleo solúvel de corte. 2. Usinagem. 3. Óleo
Sintético. 4. Óleo semissintético. I. Título.

Diego Aparecido Pereira Coelho
Elcídio de Oliveira Santos

**A IMPORTÂNCIA DO ÓLEO SOLÚVEL DE CORTE NA
USINAGEM**

Trabalho de graduação apresentada no departamento de Engenharia da Universidade de Taubaté para obtenção do Título de Engenheiro Mecânico.
Orientador: Msc. Ivair Alves dos Santos


Data: 27/10/2017

Resultado: APROVADO

BANCA EXAMINADORA

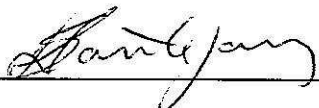
Prof. Msc. Ivair Alves dos Santos

Universidade de Taubaté

Assinatura 

Prof. Msc. Fabio Henrique Fonseca Santejani

Universidade de Taubaté

Assinatura 

*Dedicamos este trabalho aos nossos pais, as nossas mulheres e
à toda nossa família.*

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por nos iluminar, dar saúde e capacidade para enfrentar e vencer os obstáculos para a realização deste trabalho.

Agradecemos aos nossos pais e nossas mulheres, que sempre nos incentivaram e nos apoiaram.

Agradecemos o nosso orientador, Prof. Msc. Ivair Alves dos Santos, pela sua atenção nas orientações, direcionamento, apoio e confiança para o desenvolvimento do nosso trabalho.

Agradecemos aos nossos amigos, Alison Siqueira e Fabricio Prado de Jesus, por nos ajudar na formatação do nosso trabalho.

À Universidade de Taubaté e os Professores, que forneceram ensinamento e apoio para a nossa formação e para realização do nosso trabalho.

Não existem limites. Existem degraus no caminho, mas você não pode parar.

(BRUCE LEE)

RESUMO

Em procedimentos da usinagem, a remoção do material provoca uma ampla quantidade de energia causada pela fricção entre a aresta de corte e a peça, o material removido e a aresta de corte. Na finalidade da redução do consumo da aresta de corte, da dilatação térmica da peça e o estrago térmico na sua estruturação superficial da peça, este calor precisa ser diminuído, com o resultado é necessário à utilização do óleo solúvel. Na intenção da diminuição do consumo dos óleos de corte, este trabalho tem como pesquisa a área de lubrificantes para usinagem que acentuaram motivações em razões das despesas produtivas, assuntos ecológicos e suas imposições definidas. Foi realizado um estudo exploratório, realizando uma ampla revisão bibliográfica, utilizando dados secundários com o objetivo de avaliar as vantagens e desvantagens dos óleos solúveis nos processos de usinagem. Os resultados obtidos através das pesquisas realizadas foram constatados que os óleos são extremamente importantes para que tenha um bom aproveitamento da ferramenta aumentando sua vida útil durante o processo de usinagem e a escolha correta do óleo traz grandes melhorias para o processo. Conclui-se que para a redução do gasto da ferramenta, o calor gerado pelo atrito entre ferramenta, a peça e o material removido tem que ser diminuído ao máximo.

Palavra chave: Óleo solúvel de corte; Usinagem; Óleo sintético; Óleo semissintético.

ABSTRACT

In machining procedures, the removal of the material causes a large amount of energy caused by the friction between the cutting edge and the part, the material removed and the cutting edge. In order to reduce the consumption of the cutting edge, the thermal expansion of the workpiece and the thermal damage to the surface structuring of the workpiece, this heat must be reduced, with the result that it is necessary to use the soluble oil. With the intention of reducing the consumption of cutting oils, this work has as research the area of lubricants for machining that accentuated motivations in reasons of productive expenses, ecological issues and their definite impositions. An exploratory study was carried out, carrying out a wide bibliographical review, using secondary data to evaluate the advantages and disadvantages of soluble oils in the machining processes. The results obtained through the researches carried out showed that the oils are extremely important for a good use of the tool increasing its useful life during the machining process and the correct choice of oil brings great improvements to the process. It was concluded that for the reduction of the tool's expense, the heat generated by the friction between the tool, the part and the material removed must be minimized.

Keyword: Soluble cutting oil; Machining; Synthetic oil; Semi-synthetic oil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Categorização dos fluidos diluídos em água.....	19
Figura 2 - As três direções possíveis de aplicação do fluido de corte.	23
Figura 3 - Utilização por jato de fluido de corte semissintético, com um total de escoamento de 1230 l/h.	24
Figura 4 - A maneira do procedimento de distribuição de fluidos utilizados.....	27
Figura 5 - Apresenta o conjunto da refrigeração melhorada.	29
Figura 6 - Apresenta como funciona o método de MQL no procedimento de retificação.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Propriedades dos principais modelos dos fluidos de corte empregados no meio industrial.	18
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ISO	International Standart Organization
MQF	Mínima Quantidade de Fluido
MLQ	Mínima Quantidade de Lubrificação
pH	Potencial Hidrogeniônico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVO.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA	14
1.3 DELIMITAÇÃO	14
1.4 ESTRUTURAS DO TRABALHO	15
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 FINALIDADES DOS ÓLEOS SOLÚVEIS DE CORTE	16
2.1.1 MOTIVOS PARA USO DO ÓLEO DE CORTE.....	17
2.1.2 ESPECIFICAÇÕES DOS ÓLEOS DE CORTE	17
2.1.3 ÓLEOS DE CORTE	18
2.2 FLUIDOS DISSOLVÍVEIS EM ÁGUA.....	19
2.3 AS EMULSÕES.....	20
2.4 FLUIDOS SINTÉTICOS	20
2.5 FLUIDOS SEMISSINTÉTICOS	21
2.6 ADITIVOS.....	22
2.7 SENTIDOS UTILIZADOS PELOS FLUIDOS DE CORTE	23
2.8 MÉTODOS UTILIZADOS	23
2.9 CONSERVAÇÕES DOS FLUIDOS DE CORTE	24
2.10 DESCARTE.....	26
2.11 USO CORRETO DE FLUIDO DE CORTE	28
3 METODOLOGIA.....	30
3.1 ORDENS DOS PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	30
3.1.2 EM RELAÇÃO AO OBJETIVO	30
3.1.3 CONFORME OS RECURSOS TÉCNICOS.....	31
3.2 PROCEDIMENTOS.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5 CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

Na maioria dos procedimentos da usinagem, a remoção de material provoca uma ampla quantia de energia causada pela fricção entre a aresta de corte e o peça, e o material removido e a aresta. Na finalidade de diminuir a corrosão (gasto) da aresta de corte, a expansão térmica do peça e o estrago térmico que causa na superfície estrutural do peça, este calor tem que ser diminuído por (lubrificação) ou removida (resfriada) do peça e da ferramenta (DINIZ, MARCONDES e COPPINI, 2003).

A fim de diminuir o calor originado são usados óleos solúveis de corte. De acordo com El Baradie (1996) a utilização dos fluidos de corte nos procedimentos da usinagem aumenta a duração da aresta de corte, sempre que a ferramenta é constituída por uma dureza maior que o material a ser usinado a taxa de difusão é sempre menor que seus elementos, quando utilizadas baixas temperaturas na usinagem.

Quando o calor é transportado para fora da região de atrito, tem-se a redução do calor do conjunto peça/ferramenta/cavaco, possibilitando assim uma maior produtividade e diminuição de despesas, permitindo melhorar determinados padrões de trabalho, por exemplo, o valor do avanço, a penetração do corte e sua velocidade. O aproveitamento eficaz dessa prática possibilita um aumento da durabilidade da ferramenta (aresta de corte), o melhoramento do acabamento na peça com uma rugosidade superficial mais fina, garantindo uma melhor exatidão das dimensões e a diminuição da potência estabelecida (EL BARADIE, 1996).

Com o intuito de diminuir a aplicação desses óleos solúveis, estudos no campo de lubri-refrigerantes são intensificados pela importância dos fatores como os custos operacionais, assuntos ecológicos e as suas requisições definidas (GONÇALVES, YAGINUMA e YAMAMOTO, 2010).

Segundo Diniz, Marcondes e Coppini (2003), assuntos do meio ambiente nos interiores do ambiente fabril, existe a importância do bem-estar do operador por causa da relação do óleo e a pele, a absorção e ingestão de poluentes decorridos

destes solúveis. No ambiente externo da indústria, o impacto ambiental implica no rejeito deste fluido no fim da sua vida útil.

Conseqüentemente as fábricas estão procurando a melhor escolha para a redução da utilização dos óleos de corte seguindo procedimentos de reciclagem em conformidade com as certificações internacionais de acordo com a ISO 14000.

1.1 OBJETIVO

Este trabalho é um estudo sobre os óleos de corte sintético, semissintético, solúvel e mineral para usinagem, abrangendo desde seus motivos e finalidades até seu descarte, passando pela análise de: seus tipos, aditivo, a maneira correta de utilizar entre outros pontos.

O estudo tem como objetivo proporcionar um melhor conhecimento sobre estes fluidos e mostrar as suas vantagens e desvantagens, esperando um crescimento da eficácia dos óleos. Este crescimento é adquirido por: uma redução do consumo, uma melhor refrigeração da peça e ferramenta e um aumento da vida útil da ferramenta e um melhor acabamento superficial.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com o elevado custo que a usinagem apresenta para as empresas, o fato de poder aumentar a vida útil da ferramenta é algo muito interessante. A escolha correta dos óleos de corte nos processos da usinagem podem apresentar resultados positivos em questão do tempo de uso da ferramenta.

Aplicando o óleo na direção correta, no contato entre a peça e ferramenta, possibilita uma melhor refrigeração da peça e da ferramenta fazendo com que a ferramenta tenha uma durabilidade maior e que a peça em termos de qualidade e tenha uma rugosidade menor.

1.3 DELIMITAÇÃO

Nesta pesquisa será abordados os óleos de corte sintético, semissintético, solúvel e mineral utilizados nos processos de usinagem. Os tipos de óleos serão

pesquisados levando em conta suas vantagens, desvantagens, especificidades e podendo proporcionar uma utilização mais adequada e consciente desses óleos.

1.4 ESTRUTURAS DO TRABALHO

Este trabalho estrutura-se em cinco capítulos.

O capítulo 1 apresenta a introdução, objetivo, justificativa, delimitação e a estrutura do trabalho.

O capítulo 2 apresenta em sua revisão da literatura os assuntos relacionados aos fluidos de corte no processo de usinagem.

O capítulo 3 apresenta a metodologia adotada neste trabalho, onde estão descritos a pesquisa e seus instrumentos.

O capítulo 4 apresenta os resultados e discussões expondo as análises e comparações desse trabalho.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões e por fim as referências.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será apresentada à revisão da literatura assuntos com relação aos fluidos de cortes que são utilizados nos processos de usinagem como a finalidade dos óleos, motivos para seu uso, especificações, emulsões, tipos de fluidos, aditivos, sentidos, métodos, conservação, descarte, uso correto e refrigeração melhorada.

2.1 FINALIDADES DOS ÓLEOS SOLÚVEIS DE CORTE

Segundo Ebbrell *et al* (2000), as três finalidades fundamentais que os óleos solúveis de corte apresentam são: Lubrificar a aresta cortante, resfriar o material na região do corte, ajudar na retirada de resíduos oriundos da usinagem.

Prevenir a ferramenta, máquina e a peça de erosões, conforme (KÖNIG e KLOCKE, 1980).

O resultado do resfriamento do óleo solúvel de corte consiste em distribuir o calor gerado, para que dessa forma a ferramenta não chegue a uma alta temperatura. A lubrificação tem como resultado a diminuição do calor gerado no processo. Se a base do óleo solúvel é a água, a refrigeração do calor é mais relevante do que a lubrificação (GONÇALVES, YAGINUMA e YAMAMOTO, 2010).

Na lubrificação forma-se uma película de óleo entre a peça a ser usinada e a ferramenta, impedindo o atrito direto quando em contato. No procedimento de usinagem, existe a formação de micro soldagem do material removido na face externa da ferramenta e o surgimento de aresta falsa de corte, usando o óleo solúvel com os aditivos adequados tendo como finalidade minimizar esses problemas (GONÇALVES, YAGINUMA e YAMAMOTO, 2010).

Quando se trabalha com parâmetros de corte elevados, a aplicação do óleo solúvel entre ferramenta e o cavaco são dificultados, e a lubrificação não tem o desempenho esperado. Por essas razões o resfriamento se torna prioridade e por isso utiliza óleo à solução de água (GONÇALVES, YAGINUMA e YAMAMOTO, 2010).

2.1.1 MOTIVOS PARA USO DO ÓLEO DE CORTE

Segundo El Baradie (1996), quando utilizado os fluidos de modo adequado, é capaz de aumentar a produção e de alcançar custos mais baixos em relação à usinagem. Com isso os óleos solúveis de corte conseguem proporcionar os seguintes melhoramentos:

- Facilidade na retirada do cavaco da área de corte;
- Aumento da vida útil da ferramenta;
- Melhorar o acabamento superficial da peça;
- Mínima deformação da peça pela atuação da ferramenta, um controle melhor das dimensões da peça;
- Diminuição dos esforços de corte e, conseqüente à diminuição da potência da máquina.

2.1.2 ESPECIFICAÇÕES DOS ÓLEOS DE CORTE

Pesquisas relacionadas ao procedimento de retirada de materiais e óleos de corte apresentam que é um assunto de importância para o meio industrial. Com essa definição, houve a evolução dos óleos solúveis de corte surgindo um grupo complexo de fluidos e outros elementos. Com esse desenvolvimento, os fluidos apresentam mais eficiência e um alcance ambientalmente mais favorável (STANFORD e LISTER, 2002).

Todo fluido de corte tem a sua propriedade individual, distintas restrições e benefícios. A classificação dos tipos de variedades dos fluidos de corte será definida em meio destas características distintas (GONÇALVES, YAGINUMA e YAMAMOTO, 2010).

Segundo Gonçalves, Yaginuma e Yamamoto (2010), a classificação dos fluidos podem ser, fluido solúvel em água, solução (fluidos sintéticos), óleo de corte aditivado ou integral, emulsionáveis semissintético, emulsionáveis convencional e óleo solúvel.

De acordo com Webster, Cui e Mindek (1995), associam-se determinadas propriedades aos quatro principais modelos dos fluidos de corte: fluidos sintéticos e semissintéticos, óleo solúvel, óleo mineral, recomendado na Tabela 1.

Tabela 1 - Propriedades dos principais modelos dos fluidos de corte empregados no meio industrial.

	Sintético	Semissintético	Óleo solúvel	Óleo mineral
Calor removido	Excelente	Ótimo	Bom	Ruim
Lubrificação	Ruim	Bom	Ótimo	Excelente
Manutenção	Ótimo	Bom	Ruim	Excelente
Filtrabilidade	Excelente	Ótimo	Bom	Ruim
Danos ambientais	Excelente	Ótimo	Bom	Ruim
Custo	Excelente	Ótimo	Bom	Ruim

Fonte: Webster, Cui e Mindek (1995).

2.1.3 ÓLEOS DE CORTE

A formação de películas oleosas de aderentes e lubrificantes é formado graças à composição dos óleos de corte. Essas composições geralmente são de princípio sintético, mineral ou vegetal. Esses elementos podem ser empregados na condição de adicionais químicos inativos ou ativos, ou em aditivo com adicionais polares e na condição pura (NOVASKI e RIOS, 2004).

Na maior parte, esses óleos minerais proporcionam um embasamento parafinado, ou seja, a composição é de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, é uma composição cancerígena e pode ocasionar dermatites, mas por meio de intensa hidrogenação durante o procedimento de formação de óleo de corte, e se a composição de hidrocarboneto for extinta pode-se evitar esse problema (WEBSTER e LUI, 1995).

Segundo Bianchi, Aguiar e Piubeli (2004), esses óleos possuem maior vida útil, extraordinárias características lubrificantes e um bom domínio antioxidante. Como o calor específico é cerca da metade em semelhança com o da água, quando

checado junto com fluidos de corte dissolvíveis em água, a sua capacidade de resfriamento é baixa.

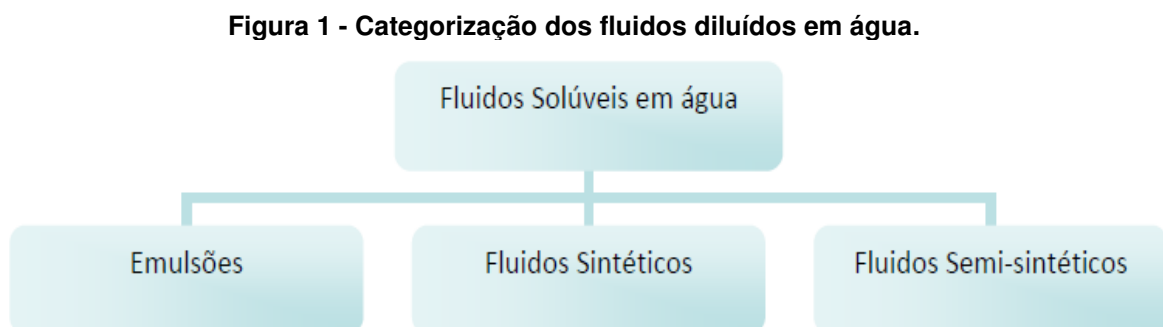
2.2 FLUIDOS DISSOLVÍVEIS EM ÁGUA

Por possuírem uma melhor disposição de refrigeração, os fluidos de cortes diluídos em água são empregados especialmente em processos a elevadas velocidades. Para que possa ser impedida a deformidade térmica, é utilizado o tipo de fluidos ao preparo de água por causa do desempenho da refrigeração dos constituintes (EL BARADIE, 1996).

A geração desses fluidos é constituída por misturas de sais minerais e inorgânicos, ou misturas dos óleos e água. Conforme a composição principal de fluido de corte solúvel aglomerado, da existência de emulgadores e da sua quantia no aglomerado, essas misturas alteram entre soluções e emulsões (EL BARADIE, 1996).

Segundo Diniz, Marcondes e Coppini (2003), os elementos que diminuem a tensão da superfície da água, ajudando na mistura do óleo na água, e assim gerando uma mistura constante, são chamadas de emulgadores ou emulsificadores.

De acordo com El Baradie (1996), conforme a porcentagem de dissolvência e da composição da concentração do óleo solúvel, o óleo de corte conseguirá proporcionar um resfriamento eficaz juntamente com uma capacidade de lubrificação suave, assim sendo utilizado nos métodos de usinagem, reduzir as conseqüências danosas pela temperatura. As classificações desses fluidos de corte são feito da seguinte forma, óleos emulsionáveis depois sintéticos ou semissintéticos, conforme mostra a Figura 1.



Fonte: El Baradie(1996) – Adaptada pelo autor.

2.3 AS EMULSÕES

O óleo e a água são a composição das emulsões. Como a água e óleo são imiscíveis, significa que no interior da água contém partículas do óleo. Essa condição só será conseguida acrescentando emulsificadores, que é elementos que inclui materiais tensoativos, dos quais verifica toda gota do óleo uma carga negativa. Para manter a emulsão estável as gotas se repelem entre si (BIANCHI, AGUIAR e PIUBELI, 2004).

De acordo com El Baradie (1996), as qualidades do anticorrosivo e de lubrificação desses óleos solúveis são combinadas com a ótima propriedade de refrigeração da água. Os fluidos apresentam as seguintes desvantagens, lubrificação de baixa capacidade, não consegue minimizar de modo eficaz o atrito gerado entre a ferramenta e a peça, do mesmo modo que fluidos semissintéticos. Vantagens dos óleos de corte, uma boa limpeza superficial de trabalho, qualidade de trabalho com segurança e mais saudável, na conexão peça/ferramenta apresenta uma melhora na retirada do calor, diluindo o óleo em água conseqüentemente gera economia.

O maior problema referente às emulsões encontra-se referente à constância biológica, pelo motivo da ocorrência dos agentes emulsionantes modificarem para fonte de comida para os microrganismos anaeróbico e aeróbico, sendo que em ampla quantidade de microrganismos o fluido é degenerado, eliminando suas características de lubrificar e refrigerar, e assim torna-se inapropriado o seu uso. Colocando biocidas no fluido, elimina esse problema indesejável (NOVASKI e RIOS, 2004).

2.4 FLUIDOS SINTÉTICOS

Esses fluidos são compostos de elementos inorgânicos e orgânicos que são diluídos na água, quando não inclui óleo mineral é uma solução química. É uma composição monofásica de óleos diluída completamente na água. As reações químicas dos compostos geram fases únicas, descartando a utilização dos elementos emulsificantes (DINIZ, MARCONDES e COPPINI, 2003).

Estas substâncias por completo possibilitam um controle dimensional melhor, uma grande resistência em relação à corrosão e oxidação do fluido, a preparação da solução é mais fácil, permite que o calor espalhe mais rápido, melhor visão da área de corte e melhor poder detergente. Não é preciso desfazer-se periodicamente desses fluidos pelo motivo de agressão das bactérias, pois esses fluidos sintéticos oferecem uma grande estabilidade microbiológica. Por causa desta qualidade, é apresentada uma diminuição do tempo que a máquina fica parada para abastecer o reservatório e para a sua limpeza (NOVASKI e RIOS, 2004; DINIZ, MARCONDES e COPPINI, 2003).

Com a aplicação deste tipo de fluido, geram desvantagens que estão relacionadas com a geração de espuma e composição insolúvel para determinados trabalhos de usinagem e diminui a capacidade de lubrificação, acrescentando aditivos lubrificantes e de antiespumantes, minimiza essas causas (BIANCHI, AGUIAR e PIUBELI, 2004).

2.5 FLUIDOS SEMISSINTÉTICOS

Os fluidos semissintéticos é uma mistura do óleo na água e uma associação dos fluidos sintéticos. Predominantemente eles são formados sintéticos, e é finalizado com óleos emulsionáveis com uma fração variando de 5 a 30% do fluido total. Pode-se conseguir uma preparação translúcida, formada por partículas microscópicas de óleo. As vantagens desses fluidos semissintéticos e suas restrições são parecidas com as dos sintéticos, além disso, a capacidade de lubrificação dos semissintéticos é muito melhor. Também, proporciona uma melhor defesa contra a agressão dos micro-organismos e de corrosões (EL BARADIE, 1996).

Stanford e Lister (2002) destacam que as qualidades funcionais desses fluidos envolvem persistência à corrosão e uma capacidade de lubrificação melhor, persistência a bactérias, é mais rápido na retirada do calor, em relação aos fluidos sintéticos. Porém, os fluidos semissintéticos têm um poder de lubrificação menor do que os óleos emulsionáveis e os de corte, mesmo que esses óleos na sua superfície são capazes de gerar espuma e contaminação.

2.6 ADITIVOS

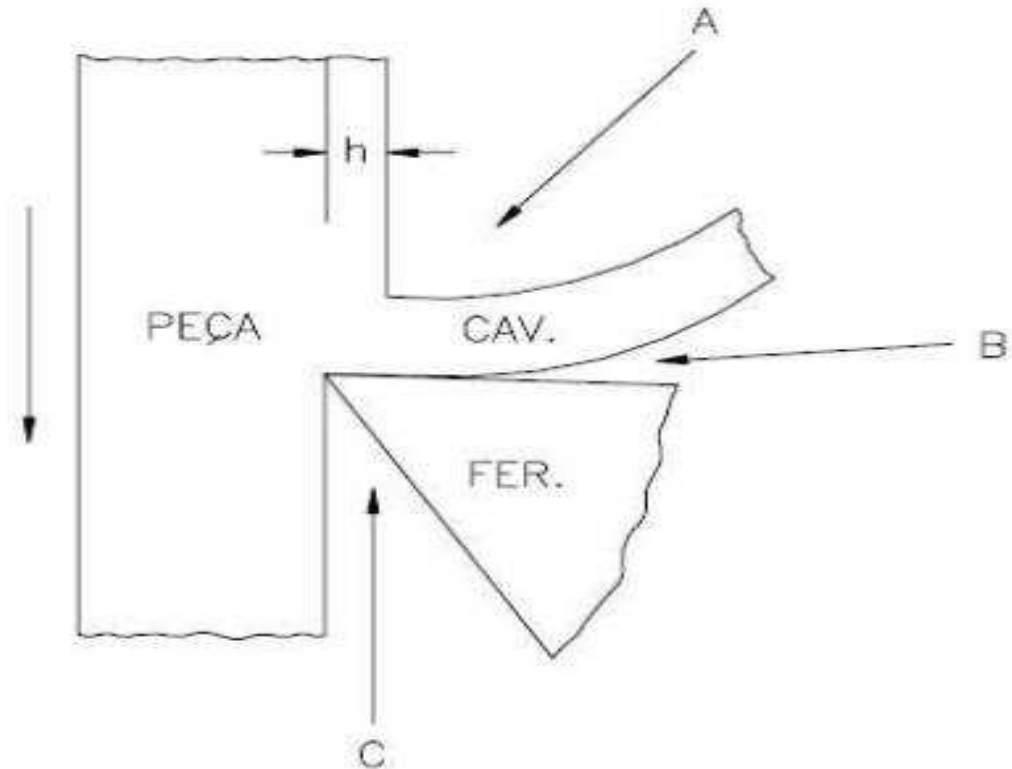
Segundo Gonçalves, Yaginuma e Yamamoto (2010), determinadas qualidades específicas são atribuídas para os fluidos de corte com o auxílio de aditivos, são formações orgânicas ou formações químicas. Os aditivos utilizados com mais frequência são:

- Anticorrosivos: previnem que a ferramenta, peça e máquina-ferramenta não seja corroída, sua formação básica é de nitrito de sódio;
- Antiespumantes: impede o desenvolvimento de espuma, facilitando a visibilidade da área de corte e o resultado do resfriamento do fluido não é comprometido;
- Detergentes: serve para diminuir o acúmulo de lodo, borras e lamas;
- Antioxidantes: sua função é evitar a deterioração do óleo quando relacionado com o ar;
- Biocidas: impede o desenvolvimento de bactérias, são misturas químicas ou substâncias químicas;
- Emulgadores: é encarregado da preparação obtida do óleo em água;
- Agentes EP: Atribuem aos fluidos uma melhor lubrificação diminuindo o contato que é gerado entre ferramenta e material, assim resistem à alta pressão do corte e a alta temperatura. Os aditivos de extrema pressão são usados em procedimentos mais rigorosos de corte.

2.7 SENTIDOS UTILIZADOS PELOS FLUIDOS DE CORTE

Segundo Gonçalves, Yaginuma e Yamamoto (2010) encontram-se três sentidos de utilização dos fluidos, indicado na Figura 2.

Figura 2 - As três direções possíveis de aplicação do fluido de corte.



Fonte: Gonçalves, Yaginuma e Yamamoto (2010).

Direção A: Utilização normal do fluido no estado de jato com pressão baixa (sobre cabeça);

Direção B: Essa utilização, analisada em determinadas pesquisas, aplica-se o fluido sob elevada pressão, utiliza o fluido entre o lado de cima da ferramenta e o lado de baixo do cavaco.

Direção C: O fluido é utilizado entre a peça e o lado inferior da ferramenta.

2.8 MÉTODOS UTILIZADOS

Segundo Gonçalves, Yaginuma e Yamamoto (2010), os métodos de utilização do fluido encontram-se basicamente três tipos que são a pulverização, no modo de elevada pressão e jato de fluido com pressão baixa. A pulverização comparada com o de aplicação a jato baixa pressão, tem a vantagem de melhor capacidade de

velocidade e penetração, no modo elevada pressão, sua utilização já obteve bom resultado, o mais empregado é o jato com pressão baixa por ser mais simples mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Utilização por jato de fluido de corte semissintético, com um total de escoamento de 1230 l/h.



Fonte: Gonçalves, Yaginuma e Yamamoto (2010).

2.9 CONSERVAÇÕES DOS FLUIDOS DE CORTE

A atenção que os fluídos devem ter são os mesmos que instalações, equipamentos elétricos, máquinas, etc. Ao manusear o fluido e na hora de armazená-lo, precisam ser tomados alguns cuidados próprios. A retirada dos cavacos é muito importante, para evitar a geração de pontos parados no reservatório, já que esse fato colabora para a multiplicação de bactérias. Toda vez que por uma carga nova do fluido de corte, o conjunto de refrigeração precisa ser limpo. É essencial a retirada do lençol de óleo que forma na sua superfície, isso impede com que as bactérias anaeróbicas se multipliquem, essas bactérias são causadoras do mau cheiro típico de emulsões que se contaminaram (BIANCHI, AGUIAR e PIUBELI, 2004).

De acordo com Bianchi, Aguiar e Piubeli (2004), toda vez que por uma carga nova do fluido de corte, métodos de limpeza padrão precisam ser adotados antes, durante a carga e depois da carga, isso na ocorrência de contágios bacterianos. Esse procedimento pode ser exercido por meio de aplicação de itens de limpeza

apropriados e do uso de biocidas, conforme a indicação do fabricante de fluido. É necessário utilizar métodos relacionados à limitação do ph, desenvolvimento e concentração de bactérias, precisam ser realizados dentro do seu período. Além disso, precisa prevenir que fluidos diferentes se misturem por causa da chance dos fluidos ser incompatíveis.

Segundo Gonçalves, Yaginuma e Yamamoto (2010), as medidas e precauções no manejo dos fluidos de cortes, assim como orientações de higiene quando se usa o fluido:

- Alimentação: precisa começar antes que a ferramenta entre em contato com o material, tem que ser aplicado exatamente por cima da aresta;
- Controle do mau cheiro: necessário à utilização de bactericidas e da limpeza do lugar;
- Armazenamento: em lugares apropriados e que não estejam sujos, isento de contaminações e que não tenha mudanças de temperaturas;
- Purificação e restauração: mediante a peneiração e decantação;
- Higiene e contato: devido o operador entrar em contato com fluidos e ainda com detritos de usinagem geram uma composição que grudam na pele dos braços e das mãos. Isso causa a obstrução do folículo do couro cabeludo e dos poros, evitando que a pele se limpe naturalmente e impede o desenvolvimento natural do suor, isso gera a dermatite. A redução desse problema parte mais do assunto de uma higiene pessoal (lavar a região da pele onde teve contato com fluido, fragmentos metálicos e sujeiras, no mínimo duas vezes no dia e usar um avental próprio para proteger do óleo. Colocar protetores contra respingos nas máquinas, passar cremes apropriados para os braços e mãos antes de começar a trabalhar e após lava-los, as arranhaduras e cortes devem ser cuidadas e protegidas rapidamente).

2.10 DESCARTE

De acordo com König e Klocke (1980), em virtude das intensas pressões feitas pelas normas ecológicas, à retirada dos detritos de fluido de corte tem uma seriedade em crescimento no ramo fabril. Sokovic e Mijanovic (2001) falam em determinados métodos para descartar determinados fluidos de corte.

A recuperação desses óleos integrais deve ser realizada por empresas qualificadas ou pelo próprio fabricante ou ainda podendo vender para uma nova depuração. É permitido a queima desse fluido em caldeira, uma vez que estejam em conformidade com as leis ambientais, ou seja, o fluido deve estar livre de impurezas e na condição de seco, não pode conter cloro e mínima quantidade de enxofre (GONÇALVES, YAGINUMA e YAMAMOTO, 2010).

Não podem jogar diretamente nos canos de esgoto os fluidos diluídos em água. Primeiro tem que ser feito à divisão dos elementos químicos e do óleo que está na água (GONÇALVES, YAGINUMA e YAMAMOTO, 2010).

Segundo Gonçalves, Yaginuma e Yamamoto (2010), as técnicas de descarte das preparações obtidas podem ser separadas em físico-químicos, físicos ou químicos. A escolha do método depende da condição de custo envolvido, da emulsão e da sua composição. Todos estes métodos apresentam em geral as seguintes etapas: divisão da emulsão, divisão do óleo, fazer o tratamento que a água precisa. O resultado do estágio aquoso, depois de anulado, é preciso estar em conformidade com as leis ambientais para depois serem descartados. O estágio oleoso livre é retirado, sendo tratado como se fosse fluido integral.

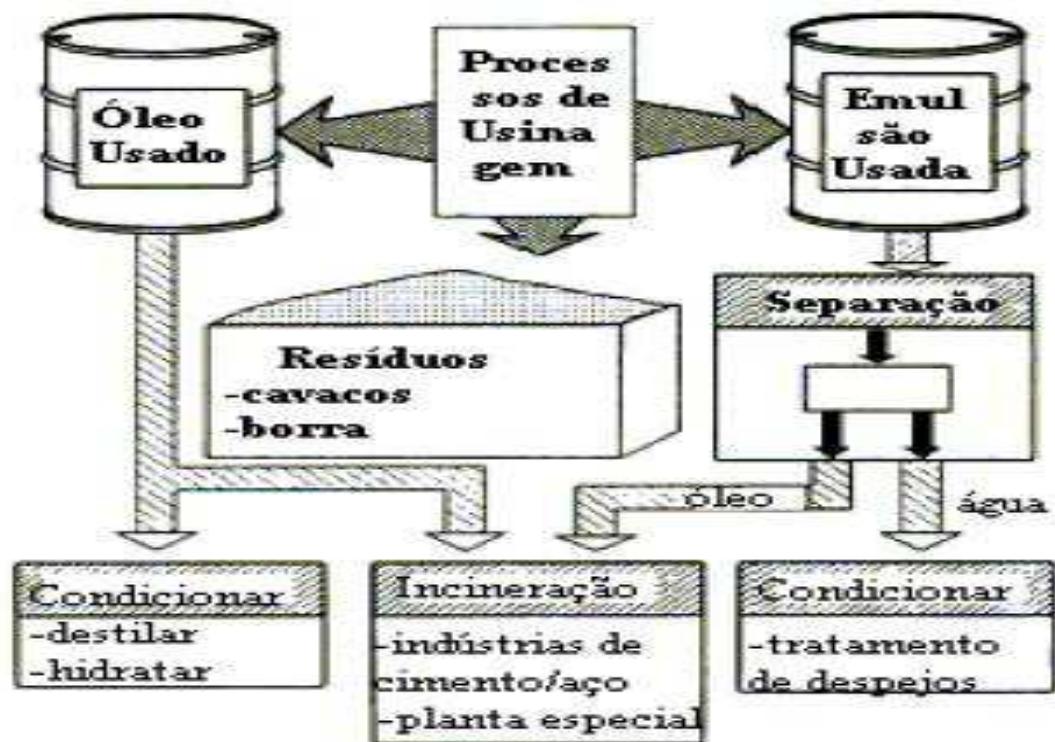
Conforme Gonçalves, Yaginuma e Yamamoto (2010), a quebra térmica e a ultrafiltração em meio aos métodos físicos são os mais utilizados. Na quebra térmica, sua divisão do estágio aquoso e oleoso ocorrem por meio do arrefecimento da emulsão e como resultado da evaporação do estágio aquoso. Já a ultrafiltração por auxílio de permeados circula a emulsão, os permeados apresentam um tecido fino em forma de tubo do qual os orifícios controlados não deixam que as partículas do óleo sejam passadas, fazendo com que a emulsão seja quebrada.

Por causa da deterioração dos emulgadores, em métodos químicos é colocado sais para que as emulsões sejam desfeitas. Acrescentando sais metálicos a reação química obtida anteriormente pode ser fortificada. O óleo separado é removido do nível superior do fluido em um tanque de tratamento (GONÇALVES, YAGINUMA e YAMAMOTO, 2010).

De acordo com Gonçalves, Yaginuma e Yamamoto (2010), os métodos físico-químicos acontecem à separação ácida com adesão a quente, sem fase ou com fase de uma separação mecânica. Para que esse efeito químico seja reforçado é preciso que a emulsão seja aquecida.

A água isolada é neutra, ocorrendo à deposição dos sais utilizados para desfazer a emulsão nos estados hidróxidos metálicos, que aderem ao óleo que sobra na água. O resíduo gerado é necessário que seja desidratado primeiro para depois jogá-lo fora, podendo ser queimadas em lugares apropriados e entregue em depósitos qualificados (GONÇALVES, YAGINUMA e YAMAMOTO, 2010), Figura 4.

Figura 4 - A maneira do procedimento de distribuição de fluidos utilizados.



Fonte: Sokovic e Mijanovic (2001).

2.11 USO CORRETO DE FLUIDO DE CORTE

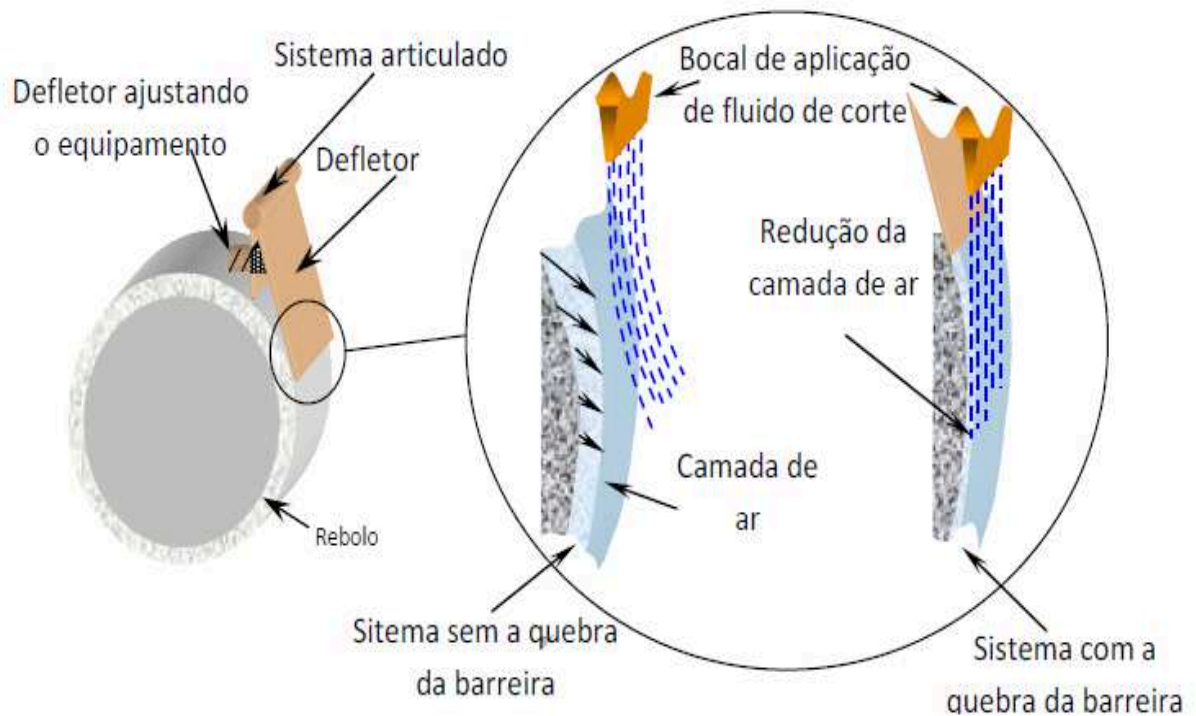
Percebe-se que, os fluidos realizam varias funções no meio produtivo, e o resultado da sua utilização, nas muitas vezes revertem, em peças usinadas com melhor qualidade e ferramentas com mais tempo de uso. No entanto, existem algumas desvantagens que os fluidos geram quando utilizados, como problemas na saúde das pessoas que estão em contato, poluição ambiental bem como a complicação e um valor alto da reciclagem. Por causa disso, bastante estudo tem sido feito com a intenção de diminuir ou evitar a aplicação de fluidos nos métodos de usinagem. Procura-se conseguir esse objetivo, sem que os resultados positivos dos fluidos utilizados não se percam, principalmente quanto à qualidade da peça e o tempo de uso da ferramenta (DINIZ, MARCONDES e COPPINI, 2003).

Nos anos anteriores a intenção de pesquisas tem sido o método de aplicação (MQF). Nesse método o fluido é utilizado em quantidades bem menores alcançando 10 ml/h. Geralmente, eles são utilizados em conjunto com uma corrente de ar (técnica da pulverização), são apontados entre a peça e o lado inferior da ferramenta ou de encontro com o cavaco (GONÇALVES, YAGINUMA e YAMAMOTO, 2010).

Segundo Gonçalves, Yaginuma e Yamamoto (2010), para o método da retificação em especial, encontra-se duas técnicas de lubri-refrigeração procurando diminuir a aplicação excessiva de fluido, do mesmo modo alcançar melhorias no acabamento da peça retificado, as duas técnicas são:

- Refrigeração melhorada: baseia-se no uso de bocal aperfeiçoado, modificado comparado com bocais normais, e de diferentes conexões, que nem uma bomba de potência elevada, na intenção de oferecer um diferente jeito da utilização do fluido, no qual direciona o fluido a elevada velocidade e elevada pressão na área de corte, desfazendo o bloqueio aerodinâmico formado pelo ar, Figura 5.

Figura 5 - Apresenta o conjunto da refrigeração melhorada.



Fonte: Gonçalves, Yaginuma e Yamamoto (2010).

- Mínima quantidade de lubrificante (MQL): esse método é definido como uma escolha interessante por associar a aplicação de ar contido, com a função de resfriamento, composto a uma parcela pequena de óleo, para que a peça e a ferramenta quando em contato sejam lubrificadas, mostrada na Figura 6.

Figura 6 - Apresenta como funciona o método de MQL no procedimento de retificação.



Fonte: Gonçalves, Yaginuma e Yamamoto (2010).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será mostrado brevemente o método aplicado para o cumprimento das etapas propostas para a realização deste trabalho.

3.1 ORDENS DOS PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Segundo Creswell (1994), um estudo científico começa pelo conteúdo da pesquisa, que é definido o que será analisado, realizando uma ampla revisão bibliográfica, recomendações de colegas, cientistas, ou partindo de um próprio conhecimento que alimente a metodologia.

Segundo Pereira (2007), após definir o tema, a próxima etapa será o qual tipo de pesquisa que seguirá nas ações seguintes. Os modelos podem variar de qualitativo ou quantitativo (PEREIRA, 2007; DA SILVA, 2005).

Segundo Da Silva (2005), o estudo quantitativo significa traduzir em dados para classificar e analisar sugestões e informações. Já o estudo qualitativo avalia a vivência recíproca entre o mundo e o sujeito, uma ligação essencial entre o mundo material e a intangibilidade do sujeito, dispensando a necessidade de técnicas e recursos estatísticos, e a explicação de números.

3.1.2 EM RELAÇÃO AO OBJETIVO

Conforme o objetivo, os estudos são organizados em: estudo exploratório, estudo descritivo e estudo explicativo (GIL, 1991).

O estudo exploratório proporciona uma ideia fixa para a preparação das suposições, abrangendo verificação da literatura, entrevistas com pessoas, compreensão de outros exemplares, ficando destacado por pesquisa de caso e estudos da literatura (GIL, 1991; MALHOTRA, 2004).

Segundo Gil (1991), os estudos descritivos apresentam a característica de um público já determinado coletando informações, por meio de questões, sendo adquiridas através de pesquisas.

O estudo explicativo reconhece as origens que determina a ocorrência dos fatos. Nas ciências naturais usa a metodologia prática, em ciências sociais usa a metodologia observacional, no jeito de estudo expo-facto e estudo prático.

3.1.3 CONFORME OS RECURSOS TÉCNICOS

Conforme Gil (1991) são organizadas em: estudos literários por meio de referencias divulgadas, formado por livros, escritas frequentes e trabalhos anunciados na Internet. Estudo documental, preparado inicialmente de material sem fazer a avaliação critica. Estudo experimental, elaborado por definição de um membro de pesquisa, separando o conteúdo de extrema importância.

Fazendo perguntas direto aos sujeitos buscando conhecer o seu comportamento, ao se aprofundar no caso de um simples ou de vários elementos que permite abranger significativamente e minuciosamente o entendimento dos casos.

3.2 PROCEDIMENTOS

Primeiramente, a importância do óleo solúvel de corte na usinagem desse trabalho foi definido após conversas com o nosso orientador sobre alguns temas, fazendo uma pesquisa rápida tendo este que foi o que mais interessou, em seguida foi feito um estudo mais detalhado sobre o assunto mencionado anteriormente. Os estudos realizados foram feitos em diferentes fontes de pesquisa como, livros e artigos acadêmicos nacionais. O método usado neste trabalho pode ser caracterizado como pesquisa exploratória.

Todos os materiais que foram utilizados para o levantamento da revisão da literatura e a elaboração desse trabalho foram conseguidos na biblioteca da UNITAU (Universidade de Taubaté), localizada na cidade de Taubaté no Campus da Juta no departamento de Engenharia Mecânica, as monografias e artigos obtidos foram fornecidas pelo orientador para a pesquisa mais específica sobre o tema, para a busca de artigos, publicações disponíveis na internet, formatação e normas para a realização desse trabalho, a própria Universidade forneceu o seu laboratório de computação e a utilização de computador pessoal também.

No decorrer das pesquisas bibliográficas iniciais para se definir o tema desse trabalho, alguns assuntos foram analisados. Os óleos de corte para usinagem foi o que mais nos interessou, por se tratar da sua importância no meio industrial e da sua utilização correta nos processos de usinagem podendo proporcionar economias para as indústrias, como um aumento da vida útil das ferramentas de corte. Assim foi decidido o tema e as informações foram obtidas por pesquisas para a elaboração do trabalho.

As informações coletadas para este trabalho passaram por estudos, foram pesquisadas e em seguida separadas em conformidade com seu conteúdo. Assim que foi terminada a separação das informações obtidas, foram escolhidas para a preparação da revisão literária e separadas em tópicos com a intenção de facilitar o entendimento do leitor. Utilizando dados secundários com o objetivo de avaliar as vantagens dos óleos de corte nos processos de usinagem, assim como a refrigeração da peça e ferramenta, um aumento da vida útil da ferramenta, um melhor acabamento superficial da peça e um controle melhor das dimensões.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo será apresentado os resultados obtidos após as pesquisas realizadas sobre óleo solúvel.

Os resultados obtidos das pesquisas realizadas foram de que o óleo solúvel é muito importante para o processo de fabricação, pois o óleo solúvel tem a função de melhorar o desempenho do processo.

Os óleos de cortes são usados com a finalidade de refrigerar e lubrificar a ferramenta e peça, baixando o calor e diminuindo o atrito gerado no processo de usinagem, serve também para prevenir a máquina de erosões. O resfriamento tem como função espalhar o calor existente e pode ser trabalhada com velocidades mais altas, a lubrificação diminui o calor e gera uma membrana de óleo e trabalha com velocidades mais baixas.

Esses óleos são capazes de aumentar a produção e diminuir os custos, com melhor remoção do cavaco, a ferramenta leva mais tempo para sofrer desgaste, o acabamento da peça melhorado, ocorre menos deformação na peça, melhor controle das cotas da peça, diminui os esforços de corte e da potência da máquina com a lubrificação.

Os óleos de corte podem ser classificados como fluido solúvel em água, fluidos sintéticos, óleo de corte aditivado ou integral, emulsionáveis semissintético, emulsionava convencional e óleo solúvel. Os quatro principais são: fluido sintético e semissintético, óleo solúvel e mineral.

Devido a composição dos óleos de corte que são normalmente de origem sintético, mineral ou vegetal é desenvolvida uma fina camada de aderentes e lubrificantes.

Quando se trabalha com óleos minerais existe a formação de embasamento parafinado, é um composto de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos ele é cancerígeno e gera dermatites, durante a formação do óleo, aplicando uma forte hidrogenação para desfazer a composição de hidrocarboneto esse risco é eliminado. Esses óleos têm um tempo de uso maior, uma lubrificação muito boa e demora mais

para oxidar, não é tão eficiente no resfriamento porque seu calor específico é a meta comparado com da água.

Os óleos diluídos em água tem maior força para esfriar, por causa disso é mais usado em trabalhos que utilizam maiores velocidades e não deixa que gere a deformação térmica. A composição do óleo é feita de misturas de sais minerais e inorgânicos. A composição se altera entre soluções e emulsões. Os emulgadores ou emulsificadores são os elementos que diminuem a tensão da água para obter uma mistura constante.

Dependendo do valor da porcentagem que dissolve e da composição da concentração do óleo, com isso é garantido o resfriamento eficiente e uma leve lubrificação e diminui os defeitos que é causado pela temperatura.

Os óleos diluídos em água tem a seguinte classificação, emulsões, óleos sintéticos e semissintéticos.

Óleo misturado em água resulta em emulsões, no interior da água tem partículas de óleo, porque a água e óleo não se misturam, para chegar nesse resultado é acrescentado emulsificadores que contém materiais tensoativos, com isso cada gota de óleo tem uma carga negativa para que elas se repelem mantendo a emulsão estável.

A lubrificação e anticorrosivo desses óleos combinam com a qualidade de resfriamento da água, o problema é que não gera uma lubrificação boa conseqüentemente o atrito não é diminuído o suficiente que nem fluidos semissintéticos, porem tem a vantagem de um trabalho limpo com segurança e saudável, melhor para tirar o calor e mais econômico por mistura-lo com água.

O grande problema das emulsões é a modificação dos agentes emulsionantes para fonte de comida para as bactérias, que em alto volume essas bactérias estragam o fluido impedindo de lubrificar e resfriamento não podendo usa-lo mais, tem que ser colocado biocidas no óleo para resolver o problema.

O óleo sintético é um composto inorgânico e orgânico misturado na água, não contém óleo mineral, é solução química, é monofásico sem a necessidade de uso de emulsificantes. Com isso tem um controle melhor das dimensões da peça, suporta

mais à corrosão e oxidação do fluido, mais fácil o preparo, dissipa o calor mais rapidamente, melhora a visão de trabalho e de poder detergente, e é resistente à formação de bactérias não precisando trocá-lo com frequência. Com tudo que é apresentado acima, diminui o tempo de máquina parada para completar o reservatório e limpeza. Existem alguns pontos negativos como formação de espuma, composição insolúvel e a lubrificação são diminuídas, tem que colocar aditivos lubrificantes e antiespumantes para diminuir estes pontos negativos.

Os óleos semissintéticos são misturados na água também e a maior parte da sua formação é de sintéticos concluído com óleo emulsionáveis variando de 5 a 30% do fluido total, é uma preparação translúcida feita da partícula do óleo. Os pontos positivos e negativos são semelhantes aos dos sintéticos só que para lubrificar o semissintético é bem melhor e contra as bactérias e corrosões também.

Os aditivos mais utilizados para esses fluidos é o Anticorrosivo que não deixa corroer o metal, Antiespumantes não deixa gerar espumas, Detergentes minimiza a acumulação do iodo, borras e lamas, Antioxidantes impede a deterioração do óleo, Biocidas não deixa que haja o surgimento de bactérias, Emulgadores gera as emulsões, Agentes EP deixa a lubrificação melhor, diminui o atrito e são usados em trabalhos de usinagem mais severos.

Os métodos usados dos óleos solúveis são a pulverização, o outro é com grandes pressões e tem o jato a pequenas pressões. A pulverização é melhor que o jato a pequena pressão por penetrar mais e com mais velocidade, o de alta pressão não é muito usado e o jato com pequenas pressões é o mais fácil de usar por isso é o mais aplicado.

Quando-se manusear o óleo é preciso que antes seja retirado o cavaco e o lençol de óleo que fica na superfície do reservatório para que as bactérias não se reproduzam evitando o mau cheiro que elas causam, sempre que completar o reservatório o conjunto de refrigeração tem que ser limpo.

É indicado pelo fabricante os produtos corretos de limpeza, o jeito de fazer a limpeza e a indicação de biocidas, indicam os métodos para o equilíbrio do ph e o tempo certo para fazer esse procedimento, não pode misturar com outros fluidos diferentes.

Os cuidados e medidas que devem ser tomados são: o óleo tem que estar ligado antes de começar a usinar a peça, deixar o lugar limpo e usar bactericida, guardar em locais certos, limpos, sem contaminação e sem mudança de temperatura.

Pelo motivo do operador entrar em contato com o óleo e detritos da usinagem, a higiene pessoal do operador tem que ser feita da seguinte forma, lavar os membros que entrou em contato com o óleo ou qualquer tipo de sujeira, mais de duas vezes no dia e usar roupas adequadas para sua proteção. Colocar protetor contra respingo na máquina, passar cremes próprios nos braços e mãos antes de trabalhar e depois de lavá-los e os machucados tem que ser tratado o mais rápido possível.

Esses óleos integrais podem ser recuperados por empresas próprias ou fabricantes e pode ser vendido para sua depuração. Pode ser queimado conforme as leis ambientais, o óleo deve estar limpo, seco, sem cloro e o mínimo de enxofre, não pode jogar no esgoto, separa o óleo e produto químico da água.

As técnicas de descarte são em físico-químicos, físico ou químico a sua escolha depende do custo envolvido, as três técnicas tem a seguinte etapa: desfazer a emulsão, separar o óleo e tratar a água, depois da água tratada conforme as leis ela pode ser descartada e o óleo é tratado como fluido integral.

Os métodos físicos mais usados são, quebra térmica e ultrafiltração. No primeiro método para separar a água do óleo é aquecida à mistura e gera o vapor da água, no segundo método a emulsão circula dentro de um filtro de tecido fino segurando as partículas do óleo e deixando a água passa.

No método químico é colocado sais para desfazer a emulsão com isso deteriora os emulgadores e é colocado sais metálicos reforçando essa reação, depois o óleo que fica na superfície é tirado no tanque de tratamento.

No método físico-químico é feita a separação ácida a quente, sem ou com separação mecânico, é esquentada a emulsão para o melhor efeito químico. Deixando a água neutra, é usados sais para desfazer a mistura na condição de

hidróxidos metálicos que gruda no óleo que esta na água, o resíduo é secado e depois queimado em lugares próprios.

Usando os fluidos corretamente as peças são produzidas com uma qualidade melhor e um aproveitamento maior da ferramenta, caso contrario pode causar problemas de saúde dos operadores, poluição ambiental e valor alto de reciclagem, por essas causas negativas são feito estudos para diminuir seu uso sem que perca as suas vantagens.

O (MQF) Mínima Quantidade de fluido, é usado em menores quantidades em torno de 10 ml/h em conjunto com uma corrente de ar.

Na retificação tem duas técnicas de lubri-refrigeração tentando minimizar o uso exagerado de fluido e conseguir acabamento melhores da peça.

A primeira técnica é a refrigeração melhorada, é usado bocal aperfeiçoado diferente dos normais, de varias conexões, o fluido sai em elevada velocidade e a pressão rompendo a barreira gerada pelo ar.

A outra técnica é o, (MQL) Mínima Quantidade de Lubrificante que combina o ar comprimido com o mínimo de óleo lubrificando o produto e ferramenta.

5 CONCLUSÃO

Tendo como base para este trabalho o estudo da importância do óleo solúvel na usinagem e sua influência para o desempenho nas ferramentas de corte, ficou evidenciado que existe grande correlação no desgaste de ferramentas conforme o fluido aplicado na operação. Ficou constatado uma grande variação entre os fluidos pesquisados sendo os sintéticos, semissintéticos, solúvel e mineral. Na usinagem existe uma grande variação de parâmetros de corte, ferramentas e os tipos de materiais que influenciam diretamente nos resultados. Na pesquisa constata-se uma grande influência do óleo utilizado em relação ao rendimento das ferramentas. Observa-se que os óleos semissintéticos em muitas aplicações oferecem melhores resultados. A definição para a escolha deve se levar em conta a ampla energia gerada pelo contato da aresta de corte da ferramenta e o material a ser removido. Para que seja possível a redução do desgaste das ferramentas o calor proporcionado nesta remoção deve ser diminuído o máximo possível. Sempre se levando em conta o custo das ferramentas, o tipo de óleo solúvel aplicado e o que se espera nessa remoção de cavaco em relação ao acabamento superficial da peça.

REFERÊNCIAS

- BIANCHI, E. C., AGUIAR, P. R. e PIUBELI, B. A. **Aplicação e utilização dos fluidos de corte nos processos de retificação**. Artiliber Editora, São Paulo, SP, Brasil, 2004.
- CRESWELL, J. W. **Research Design: qualitative & quantitative approaches**. Resumo feito por Elisabeth Adriana Dudziack. London: Sage, 1994.
- DINIZ, A. E., MARCONDES, F. C. e COPPINI, N. L. **Tecnologia da usinagem dos materiais**. Artiliber Editora Ltda, Campinas, SP, Brasil, 4ª Edição, 2003, p.230-248.
- DA SILVA, E. L. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 138 p. 4 ed. rev. Atual – Florianópolis: UFSC, 2005.
- EBBRELL, S., WOOLLEY, N.H., TRIDIMAS, Y.D., ALLANSON, D.R. e ROWE, W.B. **“The effects of cutting fluid application methods on the grinding process”**. International Journal of Machine Tools & manufacture: Design, Research and Application. Vol. 40, pp.209-223, 2000.
- EL BARADIE, M. A. **“Cutting fluids: Part I. Characterization”**. Journal of Materials Processing Technology. Vol.56, pp. 786-797, 1996.
- KÖNIG, W., KLOCKE, F. **“Fertigungsverfahren band2: Shchleifen, Honen, Läppen”**. Band 2.VDI-Verlag GmbH. Düsseldorf, 1980.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.
- GONÇALVES, B. B., YAGINUMA, F. G. e YAMAMOTO, K, M. **Óleos de usinagem: Tipos, Classificação e Desempenho**. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.
- MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing: Uma Orientação Aplicada**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- NOVASKI, O., RIOS, M. **Introdução teórica e vantagens de uso na usinagem de aços-liga**. Revista Máquinas e Metais, Ano XL, nº 460, p. 214-223, maio 2004.
- PEREIRA, V. R. **Necessidades do cliente do setor automobilístico: um estudo das percepções de agentes dos elos da cadeia automotiva**. – 112p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.
- SOKOVIC, M., MIJANOVIC, K. **“Ecological aspects of the cutting fluids and its influence on quantifiable parameters of the cutting processes”**. Journal of Materials Processing Technology. Vol. 109, pp.181-189, 2001.
- STANFORD, M., LISTER, P.M. **“Future role of metal working fluids”**, Industrial Lubrification Tribology, Vol. 54, No.1, pp. 11-19, 2002.

WEBSTER, J. A., CUI, C., MINDEK Jr. B. "**Grinding fluid application system design**". CIRP Annals. Vol. 44, No.1, pp.333-338, 1995.

WEBSTER, J. A. LUI, C. "**Flow rate and jet velocity determination for design of a grinding cooling system**". Presented at 1st International Machining and Grinding Conference, Dearborn, p.12-14, MI, September, 1995.