

Imagine uma daquelas manhãs bem frias, cheias de garoa e céu cinzento. Uma daquelas manhãs em que você bem que gostaria de ficar mais tempo na cama. Mas, tem o leite das crianças. Tem a prestação na loja de material de construção para pagar a laje para cobrir aquele quarto que você construiu. E, justo hoje, o seu vizinho, que é motorista de táxi e sempre dá uma carona até a metade do caminho, não vai poder ajudar. Ele “bobeou” na troca do óleo e o motor do carro fundiu. Você bem que tinha avisado que o motor estava com um barulho esquisito!...

Você abre a porta da frente. Escuta as dobradiças rangerem e se lembra, irritado, que elas precisam de um trato. Resmungando você vai para o ponto do ônibus. Enquanto espera a condução, você sente as mãos geladas, mesmo enfiadas nos bolsos. Aí, você tira as mãos dos bolsos e começa a esfregar uma na outra, na tentativa de esquentá-las. Logo um calorzinho gostoso começa a surgir e a se espalhar pelas palmas e dedos. Esse calor é resultado do atrito entre a superfície da pele de suas mãos. Mas, o ônibus está demorando e você começa a ficar impaciente. Você tira um cigarro do maço, risca um fósforo e dá uma longa tragada e... o ônibus chega!

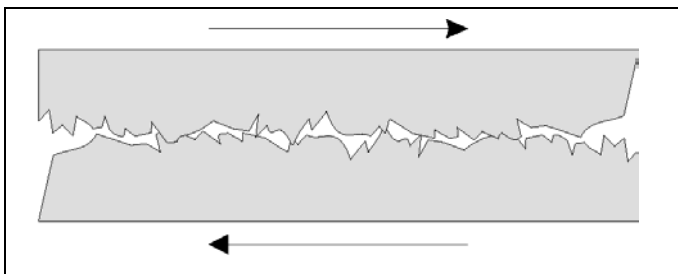
Você que está lendo esta aula, deve estar se perguntando o que o motor do carro do vizinho, as dobradiças rangendo, o calor gerado quando você esfrega uma mão na outra e a chama do fósforo têm a ver com a Mecânica. Bem, usamos esta historinha para mostrar que o atrito gera, no mínimo, um ruído irritante e calor. E isso é péssimo para qualquer conjunto mecânico.

Esta aula vai ensinar a você o que é o atrito, os problemas causados por ele e o que você pode fazer para diminuí-los. Por isso, você vai estudar os lubrificantes usados na lubrificação de máquinas e equipamentos, os fluidos de corte empregados na usinagem, o que são e para que servem. Fique ligado. O assunto é muito importante.

### **O atrito em ação**

Na apresentação desta aula, foram mostradas quatro situações: o motor fundido, as dobradiças rangendo e o calor gerado quando a gente esfrega uma mão na outra ou riscamos um fósforo.

Tudo isso acontece por causa do atrito. E o que é o atrito? Os livros de Física dizem que o atrito é o resultado da interação entre as superfícies de corpos que estão em contato entre si e em movimento relativo. Complicado, não é? Vamos traduzir. Isto quer dizer que, o atrito é o resultado do contato entre duas superfícies movendo-se uma em relação a outra. Na verdade, é a resistência a esse movimento que causa o atrito. E isso acontece mesmo que você tenha duas superfícies extremamente lisas e polidas, que você reconhece pela visão e pelo tato. O que sua mão não consegue sentir e os seus olhos não conseguem ver, são saliências e reentrâncias muito pequenas. São elas que dificultam o deslizamento da superfície, causando o atrito.



Como é impossível obter superfícies nas quais essas irregularidades não existam, fica fácil concluir que jamais se conseguirá eliminar o atrito. Ele pode ficar menor, mas estará sempre lá.

### **Fique por dentro**

Você não deve pensar que o atrito acontece somente entre sólidos. O contato, em movimento, entre um sólido e um líquido ou um elemento gasoso também causa atrito. A prova disso é que os corpos das naves espaciais do tipo Colúmbia têm que ser fabricados com materiais que resistam às altas temperaturas geradas pelo atrito com a atmosfera, quando elas retornam à Terra.

Para a gente que está estudando Mecânica, o que interessa é o atrito entre as superfícies sólidas que ocorre a todo o momento nas máquinas-ferramenta e nos conjuntos mecânicos em movimento. Nessas circunstâncias, o atrito traz como conseqüências: o aumento de temperatura, o desgaste da superfície, a liberação de partículas, a predisposição à corrosão e a micro-soldagem a frio.

E o que você, como mecânico, ou mesmo alguém que faz uso de um conjunto mecânico (como um automóvel, por exemplo) tem que fazer para tornar esses efeitos menos prejudiciais? Você tem que usar lubrificantes. E é sobre isso que falaremos na segunda parte desta aula.

### **Acredite se quiser**

Nem sempre o atrito é prejudicial. Na verdade, ele auxilia na usinagem, isto é, no processo de fabricação e acabamento que usa uma ferramenta para desbastar um material. A força do atrito permite que o material seja desbastado e a peça fabricada.

### **Para parar e estudar**

Neste curso, você aprende as coisas um pouquinho de cada vez. Portanto, chegou a hora de dar a primeira parada. Estude a aula até aqui e faça os exercícios a seguir

## Exercícios

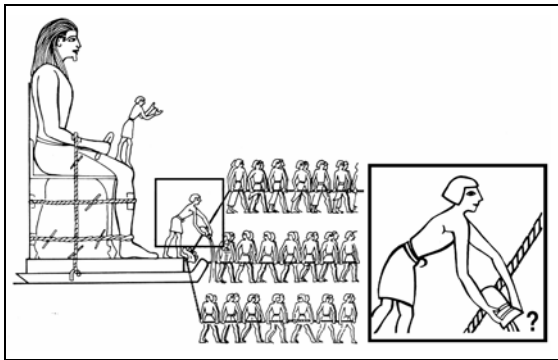
1. Escreva **V** nas afirmações corretas e reescreva corretamente as que estão incorretas.
  - a) ( ) Atrito é o resultado do contato de duas superfícies em movimento uma em relação à outra.
  - b) ( ) As saliências e reentrâncias nas superfícies dos materiais, quando em contato, facilitam o deslizamento, reduzindo o atrito.
  - c) ( ) O sólido em movimento em contato com um elemento líquido ou gasoso não sofre os efeitos do atrito.
  - d) ( ) Nas máquinas-ferramenta e nos conjuntos mecânicos em movimento ocorre o atrito entre as superfícies sólidas.
  
2. Escreva **V** ou **F** conforme sejam verdadeiras ou falsas as alternativas que completam a seguinte afirmação: “Para conjuntos mecânicos ou máquinas-ferramenta em movimento, o atrito causa”:
  - a) ( ) aumento de temperatura;
  - b) ( ) mínimo desgaste entre os elementos;
  - c) ( ) liberação de partículas;
  - d) ( ) predisposição à corrosão;
  - e) ( ) diminuição da temperatura;
  - f) ( ) micro-soldagem a frio;
  - g) ( ) diminuição de ruído entre os elementos.

## Os lubrificantes e suas características

Como já dissemos, é impossível eliminar o atrito. O que se pode fazer é reduzi-lo ao máximo. E isso é feito com o auxílio dos lubrificantes. E quando falamos em lubrificantes, estamos nos referindo a qualquer substância colocada uniformemente entre duas superfícies, de forma a diminuir a resistência ao movimento.

Partindo dessa definição, podemos dizer que qualquer fluido, como a água por exemplo, é, de certa forma, um lubrificante.

Só que não é bem assim. Nesse painel que reproduz escravos trabalhando na construção de um templo ou túmulo no antigo Egito, aquele que joga a água no chão está formando lama que, nesse caso, é o verdadeiro lubrificante. Todo mundo sabe, também, que não se pode colocar água ao invés de óleo para lubrificar o motor de um carro. Se você colocar água na dobradiça que está rangendo, você terá mais barulho como resultado.



Mas, por quê? Bem, para ser um lubrificante, a substância tem que ter algumas qualidades, que a água certamente não tem. Essa substância tem que:

- ser capaz de manter separadas as duas superfícies durante o movimento;
- ser estável diante de mudanças de temperatura;
- não atacar as superfícies metálicas;
- manter limpas as superfícies lubrificadas.

Mas, que tipos de substâncias apresentam essas qualidades? É fácil: os óleos, que são lubrificantes líquidos, as graxas, que são os lubrificantes pastosos, e os lubrificantes sólidos, como a cera de abelha, a grafita e a parafina.

E as qualidades que esses lubrificantes apresentam estão estreitamente ligadas às características físicas dessas substâncias, ou seja, viscosidade, ponto de fulgor, ponto de combustão, ponto de fluidez, ponto de gota de graxa e consistência da graxa. Veja por quê.

De todas as características físicas dos lubrificantes, a viscosidade é a que apresenta o maior interesse, pois representa o grau de atrito produzido quando o óleo escorre. Em outras palavras,

viscosidade é a resistência de um fluido ao escoamento. Por isso, as substâncias espessas como a graxa têm viscosidade elevada porque não escorrem.

A viscosidade não é constante, pois varia de acordo com a temperatura. Óleos lubrificantes, quando aquecidos, tornam-se mais finos, isto é, têm sua viscosidade diminuída. Para expressar numericamente essa variação, utiliza-se o índice de viscosidade (IV), que divide os óleos lubrificantes em três grupos:

- HVI - alto índice de viscosidade;
- MVI - médio índice de viscosidade;
- LVI - baixo índice de viscosidade.

Um óleo lubrificante com alto índice de viscosidade apresenta uma variação relativamente pequena de viscosidade em função da temperatura. Já um lubrificante com baixo índice apresenta grande variação de viscosidade em relação a uma pequena variação de temperatura.

#### **Dica tecnológica**

A viscosidade dos óleos pode ser classificada de outra forma: é a classificação SAE, que se refere à viscosidade de óleos para motores de combustão interna e engrenagens automotivas.

A **consistência de graxa** é a característica da graxa que corresponde à viscosidade do óleo lubrificante. Ela traduz a resistência de uma graxa à deformação plástica.

O **ponto de fulgor** é a temperatura na qual o vapor desprendido pelo óleo aquecido se inflama momentaneamente em contato com uma chama. Esse dado é muito importante, pois permite avaliar as temperaturas de serviço que um óleo lubrificante pode suportar com absoluta segurança. Óleos com ponto de fulgor inferior a 150°C não devem ser empregados para fins de lubrificação.

O **ponto de combustão** é a temperatura na qual o vapor do óleo, uma vez inflamado, continua a queimar por mais cinco segundos, no mínimo. Essa temperatura é 22°C a 28°C mais alta que a do ponto de fulgor.

O **ponto de fluidez** é a temperatura mínima na qual o óleo ainda flui. É uma característica muito importante para se determinar o lubrificante adequado para ser usado em locais muito frios. Praticamente todos os óleos lubrificantes possuem pontos de fluidez abaixo de 0°C. No clima do Brasil, o ponto de fluidez só é importante no emprego de lubrificantes para máquinas frigoríficas.

O **ponto de gota de graxa** é a temperatura na qual uma graxa passa do estado sólido ou semi-sólido para o estado líquido. Esse dado permite comparar graxas entre si, relacionando o ponto de gota à temperatura de trabalho.

### Para parar e estudar

Esta parte da aula apresentou informações importantes. Leia-a novamente e faça os exercícios a seguir.

### Exercício

3. Faça corresponder os dados da coluna A com as características da coluna B.

#### Coluna A

- a) ( ) Viscosidade
- b) ( ) Consistência de graxa
- c) ( ) Ponto de fulgor
- d) ( ) Ponto de combustão
- e) ( ) Ponto de fluidez
- f) ( ) Ponto de gota de graxa

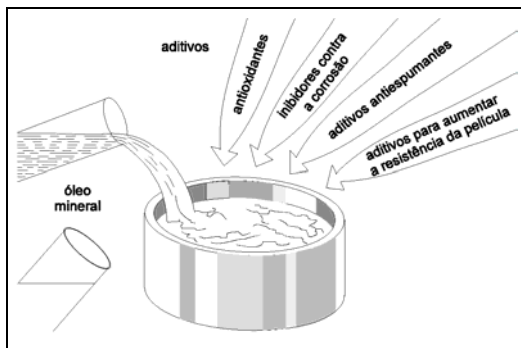
#### Coluna B

- 1. Temperatura em que a graxa passa do estado sólido ou semi-sólido para o estado líquido.
- 2. Temperatura na qual o vapor desprendido do óleo aquecido se inflama em contato com uma chama.
- 3. Temperatura mínima na qual o óleo ainda escoar.
- 4. Característica da graxa que corresponde à viscosidade do óleo lubrificante.
- 5. Temperatura na qual o vapor do óleo, uma vez inflamado, continua a queimar por mais cinco segundos no mínimo.
- 6. Resistência de um fluido ao escoamento.

## Óleo e graxa. Qual a diferença?

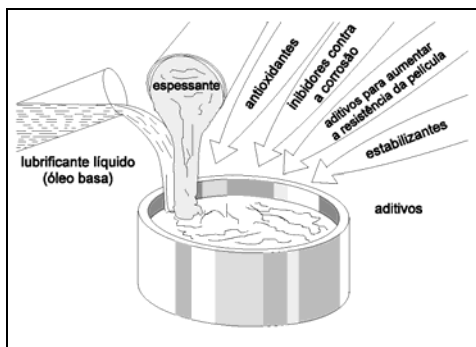
Já vimos que o atrito pode ser um grande inimigo dos conjuntos mecânicos. Já vimos, também, que ele não pode ser evitado e que o melhor modo de diminuí-lo é usando lubrificantes. É por esse motivo que, a intervalos regulares, temos que trocar o óleo do motor do carro. Mas, se você abrir o capô ou olhar o carro por baixo, vai ver inúmeros pontos onde há necessidade de lubrificação, não de óleo, mas de graxa. Qual a diferença? Quando e por que usar um e não outro?

Bem, a primeira diferença é a mais óbvia, pois você pode ver: o óleo é um lubrificante líquido e a graxa é um lubrificante pastoso.



Depois vêm as diferenças de composição. Os óleos podem ser minerais, isto é, derivados de petróleo, ou não minerais, como os óleos graxos, compostos ou sintéticos.

As graxas são formadas misturando-se um óleo mineral ou sintético com um espessante, isto é, um agente engrossador, que pode ser um sabão metálico, argilas modificadas ou sílica-gel.





### Dica tecnológica

Os sabões metálicos não são muito diferentes dos tradicionais sabões de lavar roupa. Eles são obtidos pela reação química entre um ácido graxo (geralmente sebo) e um sabão alcalino. Assim, a cal virgem produz um sabão de cálcio, a soda cáustica dá sabão de sódio, o hidróxido de lítio dá sabão de lítio.

A terceira diferença é consequência das duas primeiras: a aplicação. Embora as funções de cada um sejam idênticas, as graxas são usadas em sistemas mecânicos onde os elementos de vedação não permitem uma lubrificação satisfatória. Ou, então, quando as temperaturas não são excessivas. De qualquer modo, a escolha depende das particularidades de cada elemento do conjunto mecânico. Além disso, cada máquina deve ser lubrificada de acordo com as especificações contidas no manual do fabricante da máquina, que indica qual o tipo de lubrificante mais adequado, os intervalos entre as lubrificações e o modo correto de lubrificar o equipamento. Se você não é profissional da área, pode constatar isso lendo o manual do proprietário de qualquer automóvel.

Só para enriquecer um pouco mais as informações que demos para você, apresentamos a seguir algumas vantagens de cada um desses lubrificantes.

Vantagens da graxa	Vantagens do óleo
Consistência: forma uma camada protetora sobre a peça lubrificada	Maior dissipação de calor
Adesividade em peças deslizantes ou oscilantes	Maior resistência à oxidação
Operação de rolamentos em várias posições	Menor atrito fluido em altas rotações
Lubrificação instantânea na partida	

Uma das razões mais comuns para a utilização da lubrificação a óleo, é a alta temperatura de trabalho, que pode ser causada pela elevada temperatura ambiente, pela alta velocidade de trabalho ou pela carga elevada. Para um bom desempenho, ele deve estar livre de impurezas, ter boa resistência à oxidação e à deterioração por evaporação.

O manuseio e o armazenamento das graxas, óleos lubrificantes e fluidos de corte necessitam de alguns cuidados especiais. Porém, não falaremos deles nesta aula. Esse assunto será abordado quando falarmos de lubrificação no módulo sobre Manutenção.

### **Para parar e estudar**

A terceira parte da aula trouxe informações importantes. Para um profissional da área de Mecânica, o conhecimento delas é essencial. Estude tudo com atenção. O exercício a seguir vai ajudá-lo nessa tarefa.

### **Exercício**

4. a) Escreva ao menos três vantagens do uso da graxa e do óleo lubrificante em conjuntos mecânicos.
- b) Dê uma razão para a utilização de óleo e uma para a utilização de graxa para a lubrificação de conjuntos mecânicos.

### **Melhorando as propriedades dos lubrificantes**

É só ser um pouco observador para perceber o enorme desenvolvimento da indústria mecânica neste final de século. E grande parte desse avanço deve-se à tecnologia dos materiais. Materiais especiais passam a exigir máquinas e ferramentas especiais. Exigem também lubrificantes especiais. A cada nova necessidade, uma característica especial tem que ser ressaltada.

E isso é conseguido com o uso de aditivos. Eles dão aos lubrificantes novas propriedades, melhoram as existentes, eliminam ou diminuem as indesejáveis.

Em qualquer conjunto mecânico, a função principal do lubrificante é formar uma película que separe as superfícies em contato a fim de reduzir o atrito, controlar a temperatura e eliminar o desgaste.

A função dos aditivos é justamente garantir que essa função seja mantida, não importa as condições de trabalho.

Vamos conferir isso na tabela que preparamos e que traz os aditivos para óleos e graxas. Ela indica, também, qual a finalidade de sua adição em cada tipo de lubrificante.

<b>Problema</b>	<b>Aditivo</b>	<b>Função</b>	<b>Tipo de aditivo</b>	<b>Tipo de lubrificante</b>
Arranhaduras, soldagem e deformação a frio em conjuntos mecânicos (engrenagens e mancais) que trabalham com pressão sobre o lubrificante	EP (Extrema pressão)	Impedir o rompimento da película lubrificante	Compostos de cloro, enxofre e fósforo	Óleo e graxas
Diminuição das folgas, aumento de temperatura, diminuição de rendimento e falhas no equipamento	Antioxidante	Controlar a velocidade de oxidação do lubrificante e aumentar sua vida útil	Compostos de enxofre e fósforo	Óleo e graxas
Corrosão	Agente anticorrosivo	Proteger os metais contra substâncias corrosivas e ataques do meio ambiente	Aditivo alcalino. Cromo, dicromato, sulfonato de petróleo	Óleos Graxas não solúveis em água
Vazamentos e folgas; componentes sujeitos a centrifugação; gotejamento em equipamentos de indústria têxtil e alimentícias	Agentes de adesividade	Conferir alto poder de aderência do lubrificante aos metais	Hidrocarbonetos saturados. Polímeros orgânicos viscosos	Óleos e graxas
Borra	Detergente e dispersante	Minimizar a formação de borra, mantendo as impurezas em suspensão	Compostos organo-metálicos	Óleos
Desgaste	Agente antidesgaste. Agente de untuosidade	Melhorar o poder de lubrificação	Fósforo Gorduras e óleos vegetais	Óleos Graxas
Espuma	Antiespumante	Desmanchar as bolhas de ar assim que atingirem a superfície livre do óleo	Silicone	Óleos
Perda de viscosidade com a variação da temperatura	Melhorador de IV (Índice de viscosidade)	Impedir o aumento ou diminuição excessiva da viscosidade	Polímeros	Óleos
Separação do sabão do óleo (nas graxas)	Modificador de estrutura	Alterar a estrutura da fibra do sabão e evitar a tendência de separação	—	Graxas
Grimpagem, calor, temperatura elevada	Lubrificantes sólidos	Manter o poder de lubrificação após a combustão do sabão e do óleo da graxa	Grafita	Graxas
Identificação comercial	Corantes, odoríferos	Dar cor e cheiro para facilitar a identificação	-	Óleos e graxas
Fungos e bactérias	Antissépticos	Inibir o crescimento de fungos e bactérias	-	Fluidos de corte

## Para parar e estudar

Estudar os aditivos é uma boa, agora. Releia a terceira parte da aula e faça o exercício a seguir:

### Exercício

5. Escreva **V** para as afirmações certas e reescreva corretamente as erradas.
- a) ( ) Para impedir os excessos de diminuição ou aumento da viscosidade, adiciona-se ao lubrificante um aditivo modificador de estrutura.
  - b) ( ) Para proteger os metais contra substâncias corrosivas e ataques ao meio ambiente, adiciona-se polímeros aos óleos lubrificantes.
  - c) ( ) Para inibir o crescimento de fungos e bactérias, as graxas devem receber aditivos antissépticos.
  - d) ( ) Para impedir o rompimento da película lubrificante utiliza-se óleo ou graxa com aditivos compostos de cloro, enxofre e fósforo.
  - e) ( ) Para conferir alto poder de aderência aos lubrificantes, utilizam-se polímeros orgânicos viscosos como agentes de adesividade.
  - f) ( ) Para controlar a velocidade de oxidação dos lubrificantes, usam-se aditivos compostos de enxofre e fósforo.

### Fluido de corte: o que é isso?

Para entender o que é um fluido de corte, precisamos voltar um pouquinho para o começo da aula. Lá, a gente dizia que atrito é o resultado do contato entre duas superfícies que se movem uma em relação a outra. Dissemos também, que o atrito gera calor, que é impossível evitá-lo e que ele ajuda nas operações de usinagem, certo?

Para entender onde o fluido de corte entra nisso, vamos reproduzir um trecho do primeiro capítulo de um manual sobre fluidos de corte editado pela Esso Brasileira de Petróleo S.A.:

*Usinagem de metais é todo o processo pelo qual a forma de uma peça é modificada, pela remoção progressiva de cavacos ou aparas de metal.*

*O atrito produzido entre o cavaco e a ferramenta afeta o acabamento, a quantidade de calor gerada e a energia consumida durante o processo de usinagem. Foi constatado que cerca de 2/3 da potência dispendida (para realizar o trabalho), se convertem em calor de deformação e corte, e o restante (1/3) se consome em vencer o atrito superficial da apara na ferramenta.*

Observe que esse pequeno trecho tem duas palavras mágicas: atrito e calor. A evolução da tecnologia dos materiais (sempre ela!) fez surgir ligas de aço cada vez mais duras. Isso gerou a necessidade de velocidades de corte cada vez maiores, que, por sua vez, geram cada vez mais calor. Entretanto, isso só é possível se as superfícies em contato durante a usinagem forem mantidas em temperaturas baixas. É aí que entra o fluido de corte, que é qualquer fluido que diminua o calor gerado durante as operações de usinagem.

### **Fique por dentro**

Em 1880, o norte-americano F. W. Taylor descobriu que a velocidade de corte para tornear o aço podia ser aumentada em mais de 35% se fosse usada a água, aplicada em forma de jato diretamente sobre a ferramenta, como meio de resfriamento.

Disso surgem as principais funções do fluido de corte:

1. Resfriar a ponta da ferramenta, o cavaco e a peça.
2. Lubrificar as superfícies em contato.
3. Controlar o caldeamento.

Outras funções secundárias também são obtidas:

- a) Remover os cavacos ou aparas.
- b) Possibilitar um bom acabamento na superfície usinada.
- c) Evitar a corrosão da peça, da ferramenta e da máquina.
- d) Lubrificar as guias da máquina-ferramenta.

Mas, o que usar e quando usar? Para a escolha do fluido de corte, é preciso considerar o material que será usinado, o tipo de operação de corte e a ferramenta a ser usada.

Dependendo da função que o fluido exerce na operação, temos dois grupos:

1. Fluido de corte refrigerante, formado pelas soluções químicas e os óleos solúveis, cuja principal função é resfriar. É empregado em retificação ou outras operações onde a necessidade de refrigeração é maior do que a de lubrificação.
2. Fluido de corte lubrificante, formado pelos óleos minerais, animais e vegetais, usado quando a lubrificação é mais importante que o resfriamento. Isso ocorre, por exemplo, na fresagem, no rosqueamento e no brochamento.

Na verdade, não existe um fluido universal, isto é, aquele que atenda a todas as necessidades de todos os casos. Os óleos solúveis comuns e os EPs são os que cobrem o maior número de operações de corte.

A tabela a seguir foi tirada da página 36 do manual técnico Usinagem e **Fluidos de Corte**, publicado pela Esso Brasileira de Petróleo S.A.. Ela ajudará você a estudar as propriedades de cada tipo de fluido.

Tipos	Compo- sição	Propriedades					Aplicação
		Resfri- amento	Lubrifi- cação	Proteção contra a corrosão	EP	Resis- tência à oxidação	
Óleos minerais	Derivados de petróleo	-	Ótima	Excelente	-	Boa	Usinagem leve de pouca precisão para aços de baixo teor de carbono, latão e bronze
Óleos graxos	Óleos de origem vegetal ou animal	-	Excelente	Boa	Boa	-	Acabamento fino
Óleos compos- tos	Mistura de óleos minerais e graxos	-	Excelente	Excelente	Boa	Boa	Fresagem, furação, usinagem de cobre e suas ligas
Óleos “solúveis”	Óleos minerais + óleos graxos, soda cáustica, emulsificantes, água	Ótimo	Boa	Ótimo	-	Boa	Maioria das operações de corte
Óleos EP	Óleos minerais com aditivos EP (enxofre, cloro ou fósforo)	Ótimo	Boa	Ótima	Exce- lente	Boa	
Óleos sulfurados e clorados	Óleos minerais ou graxos sulfurados ou com substâncias cloradas	-	Excelente	Excelente	Exce- lente	Ótima	Usinagem de metais mais duros

É possível também associar o tipo de fluido de corte ao material que deve ser usinado e à operação a ser realizada. Esse tipo de associação será feito quando você estudar os processos de fabricação mecânica e, dentro deles, a usinagem.

### **Para parar e estudar**

A aula sobre lubrificantes termina aqui. Esse assunto será retomado nos módulos sobre Manutenção e sobre Processos de Fabricação Mecânica. Por enquanto, estude a última parte desta aula, faça os exercícios e, por fim, faça uma revisão geral com o teste do item Avalie o que você aprendeu.

### **Exercícios**

6. Complete as afirmativas com a alternativa correta:
  - a) A quantidade de calor, o acabamento e a energia consumida durante o processo de usinagem são afetadas principalmente por:
    - 1) rotação da peça;
    - 2) velocidade de corte;
    - 3) atrito produzido.
  - b) Durante as operações de usinagem, consegue-se diminuir o calor gerado pelo atrito da ferramenta com o material, usando-se:
    - 1) Fluido de corte;
    - 2) Ar refrigerado;
    - 3) Fluido universal.
  - c) Para a escolha do fluido de corte a ser usado durante a usinagem, é preciso considerar, além do tipo de operação, também e principalmente:
    - 1) o equipamento a ser utilizado;
    - 2) a previsão do tempo de usinagem;
    - 3) o material e a ferramenta a ser usada.



7. Faça a correspondência entre o fluido de corte e as funções que eles exercem na operação de usinagem.

**Fluido de corte**

- a) ( ) Fluido de corte refrigerante
- b) ( ) Óleos minerais
- c) ( ) Óleos solúveis comuns e Eps
- d) ( ) Fluido de corte lubrificante
- e) ( ) Óleos sulfurados e clorado

**Composição ou função**

- 1. Formado por óleos minerais, animais e vegetais é empregado na fresagem, no rosqueamento e no brochamento quando a lubrificação é mais importante que o resfriamento
- 2. Composto por óleos minerais com aditivos contendo enxofre, fósforo ou cloro. Abrange o maior número de aplicações.
- 3. Óleos solúveis cuja principal função é a refrigeração.
- 4. Óleos minerais + óleos graxos, soda cáustica, emulsificantes, água. Usado em fresagem, furação, usinagem de cobre e suas ligas.
- 5. Óleos minerais ou graxos, sulfurados ou com substâncias cloradas.

**Avalie o que você aprendeu**

8. Associe os tipos de lubrificantes da coluna **A** com as múltiplas aplicações listadas na coluna **B**:

**Coluna A**

- a) ( ) Óleo lubrificante
- b) ( ) Graxa
- c) ( ) Fluido de corte

**Coluna B**

- 1. Usado em sistemas mecânicos em que os elementos de vedação não permitem uma lubrificação satisfatória.
- 2. Usado em peças deslizantes ou oscilantes.
- 3. Usado para resfriamento da ferramenta, das aparas e da peça.
- 4. Usado para garantir menor atrito fluido em altas rotações.
- 5. Usado em elementos mecânicos nos quais a temperatura de trabalho é excessiva.
- 6. Usado para prevenir a corrosão da peça, da ferramenta e da máquina.

## Gabarito

1. a) V  
b) F (As saliências e reentrâncias, nas superfícies dos materiais, quando em contato, dificultam o deslizamento da superfície, causando o atrito.)  
c) F (O contato em movimento, entre um sólido, um líquido ou um elemento gasoso, também causam atrito.)  
d) V
2. a) V                      b) F                      c) V                      d) V  
e) F                      f) V                      g) F
3. a) - 6                      b) - 4                      c) - 2  
d) - 5                      e) - 3                      f) - 1
4. a) Vantagens da **graxa**:  
- consistência  
- adesividade  
- lubrificação instantânea na partida  
b) Óleo: alta temperatura de trabalho  
Graxa: difícil acesso às partes a serem lubrificadas  
Vantagens do **óleo lubrificante**:  
- maior dissipação  
- maior resistência à oxidação  
- menor atrito fluido em altas rotações
5. a) V  
b) F (Para proteger os metais contra substâncias corrosivas e ataques do meio-ambiente, adiciona-se aditivo alcalino, cromato, dicromato e sulfonato de petróleo aos óleos lubrificantes.)  
c) V                      d) V                      e) V                      f) V
6. a) 3                      b) 1                      c) 3
7. a) 3                      b) 2                      c) 4  
d) 1                      e) 5
8. a) 4, 5                      b) 1, 2                      c) 3, 6