

*CPM - Programa de Certificação de Pessoal de Manutenção*

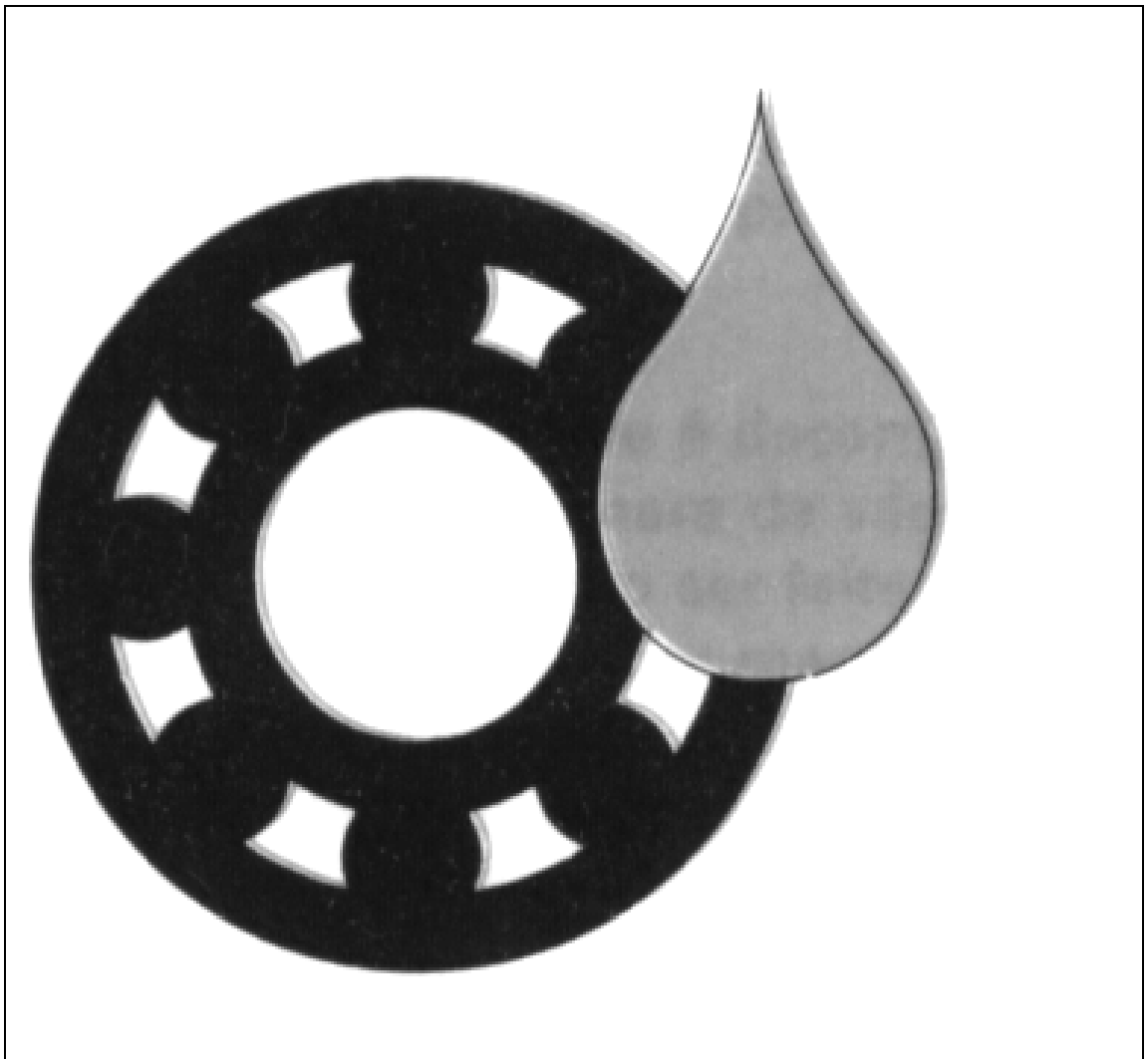
---

*Mecânica*

---

*Lubrificação*

---



## Lubrificação - Mecânica

© SENAI - ES, 1996

Trabalho realizado em parceria SENAI / CST (Companhia Siderúrgica de Tubarão)

Coordenação Geral	Francisco Lordes (SENAI) Marcos Drews Morgado Horta (CST)
Supervisão	Paulo Sérgio Teles Braga (SENAI) Rosalvo Marcos Trazzi (CST)
Elaboração	Evandro Armini de Pauli (SENAI) Fernando Saulo Uliana (SENAI)
Aprovação	José Geraldo de Carvalho (CST) José Ramon Martinez Pontes (CST) Tarcilio Deorce da Rocha (CST) Wenceslau de Oliveira (CST)
Editoração	Ricardo José da Silva (SENAI)

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
DAE - Divisão de Assistência às Empresas  
Departamento Regional do Espírito Santo  
Av. Nossa Senhora da Penha, 2053 - Vitória - ES.  
CEP 29045-401 - Caixa Postal 683  
Telefone: (027) 325-0255  
Telefax: (027) 227-9017

CST - Companhia Siderúrgica de Tubarão  
AHD - Divisão de Desenvolvimento de Recursos Humanos  
AV. Brigadeiro Eduardo Gomes, s/n, Jardim Limoeiro - Serra - ES.  
CEP 29160-972  
Telefone: (027) 348-1322  
Telefax: (027) 348-1077

## Sumário

Métodos de aplicação dos óleos lubrificantes .....	03
• Métodos de lubrificação por gravidade .....	03
• Métodos de lubrificação por Capilaridade .....	05
• Métodos de lubrificação por Salpico .....	06
• Métodos de lubrificação por Imersão .....	07
• Métodos de lubrificação por Sistema Forçado .....	08
• Métodos de lubrificação a Graxa .....	09
• Precauções na aplicação de lubrificantes .....	12
• Acessórios de lubrificação .....	14
• Propriedade dos óleos lubrificantes .....	19
• O recebimento .....	21
• Estocagem .....	24
Fatores que afetam os produtos estocados .....	29
• Contaminações .....	29
• Depósito de lubrificantes .....	34
• Estocagem e manipulação de lubrificantes em uso .....	35
• Os cuidados na movimentação de lubrificantes .....	37
Recebimento e armazenamento a granel de óleos lubrificantes .....	39
• Recebimento .....	39
• Armazenamento .....	39
• Descarte de óleos usados .....	40
Monitoramento da condição do equipamento através da análise do lubrificante .....	41
Lubrificação - Avaliação .....	45

## Métodos de aplicação dos óleos lubrificantes

A escolha do método de aplicação do óleo lubrificante depende dos seguintes fatores:

- Tipo de lubrificante a ser empregado (graxa ou óleo)
- Viscosidade do lubrificante
- Quantidade do lubrificante
- Custo do dispositivo de lubrificação

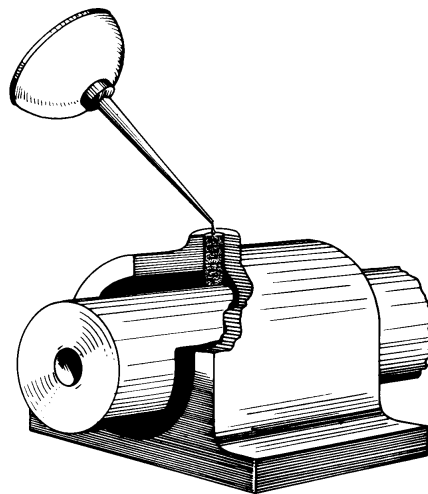
Quanto ao sistema de lubrificação, esta pode ser:

- Por gravidade
- Por capilaridade
- Por salpico
- Por imersão
- Por sistema forçado
- A graxa.

## Métodos de lubrificação por Gravidade

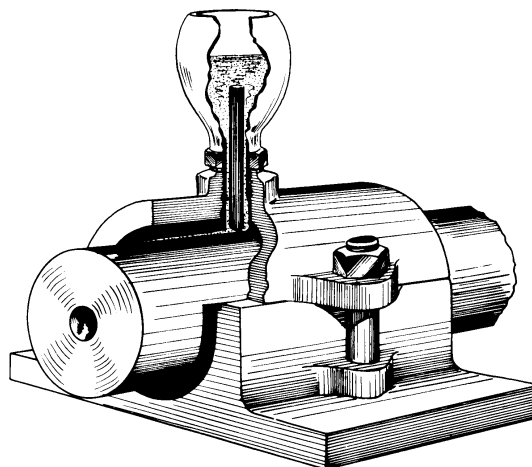
- ***Lubrificação manual***

A lubrificação manual é feita por meio de almotolias e não é muito eficiente, pois, não produz uma camada homogênea de lubrificante.



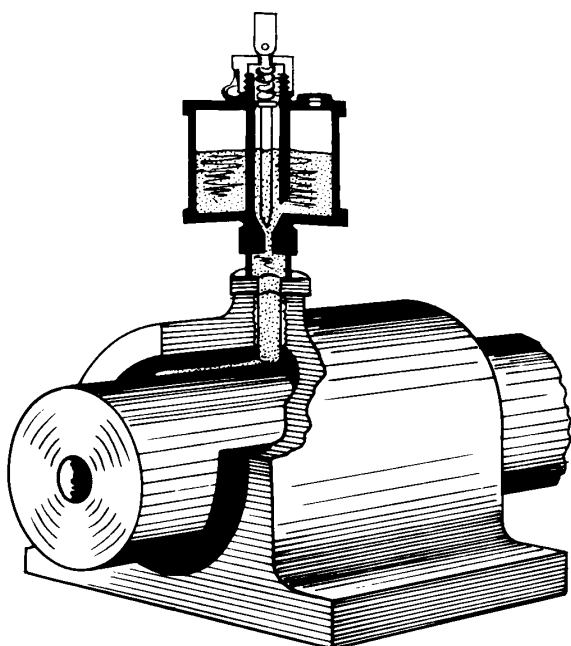
- **Copo com agulha ou vareta**

Esse dispositivo possui uma agulha que passa por um orifício e cuja ponta repousa sobre o eixo. Quando o eixo gira, imprime um movimento alternativo à agulha, liberando o fluxo de lubrificante, que continua fluindo enquanto dura o movimento do eixo.



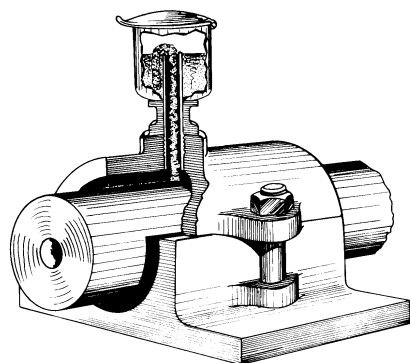
- **Copo conta gotas**

Esse é o tipo de copo mais comumente usado na lubrificação industrial, sua vantagem está na possibilidade de regular a quantidade de óleo aplicado sobre o mancal.

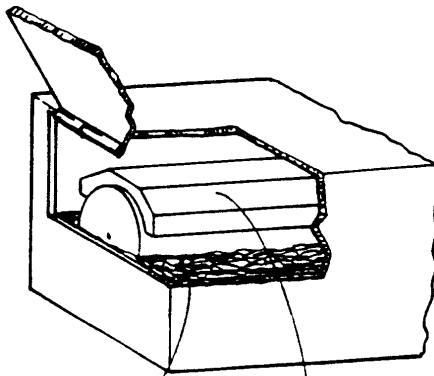


### Métodos de lubrificação por Capilaridade

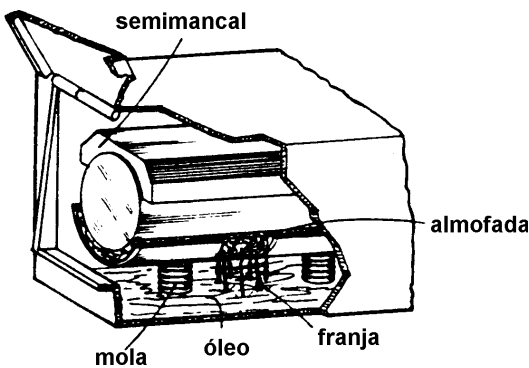
- **Copo com mecha**  
Nesse dispositivo, o lubrificante flui através de um pavio que fica encharcado de óleo. A vazão depende da viscosidade do óleo, da temperatura e do tamanho e traçado do pavio.



- **Lubrificação por estopa ou almofada**  
Por esse método, coloca-se uma quantidade de estopa (ou uma almofada feita de tecido absorvente) embebida em óleo em contato com a parte inferior do eixo. Por ação capilar, o óleo de embebedimento escoar pela estopa (ou pela almofada) em direção ao mancal.



estopa embebida semimancal

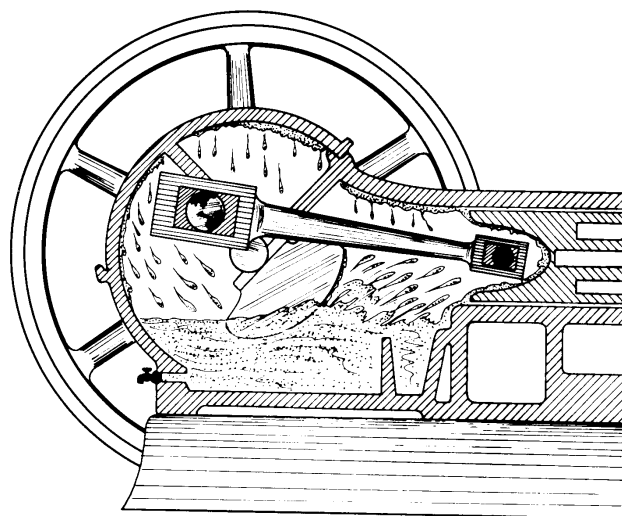


semimancal  
almofada  
mola óleo franja

### Métodos de lubrificação por Salpico

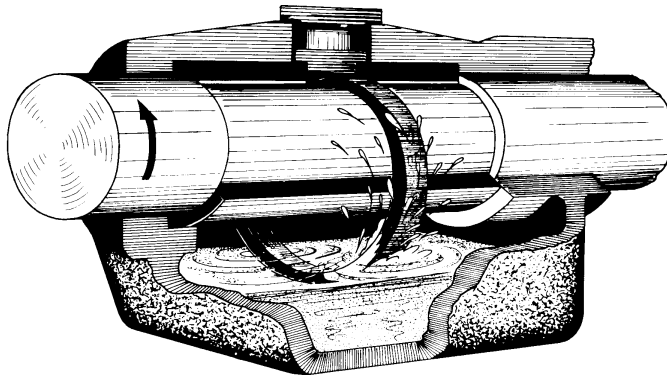
Na lubrificação por salpico, o lubrificante contido num depósito (ou carter) é borrifado por meio de uma ou mais peças móveis, Veja figura a seguir.

Esse tipo de lubrificação é muito comum, especialmente em certos tipos de motores.



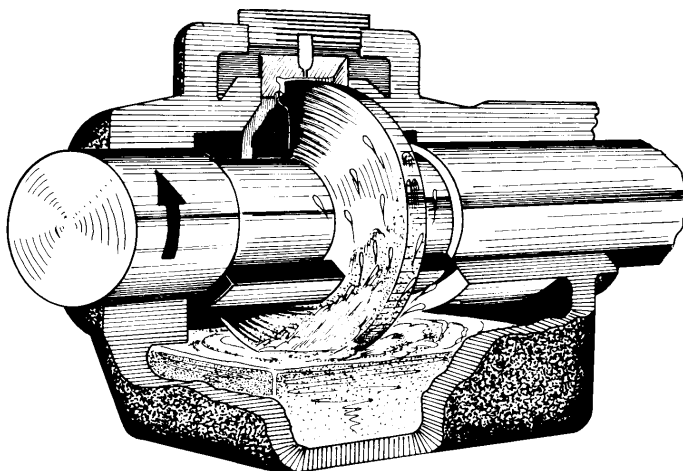
- **Lubrificação por anel ou por corrente**

Nesse método de lubrificação, o lubrificante fica em um reservatório abaixo do mancal. Um anel, cuja parte inferior permanece mergulhada no óleo, passa em torno do eixo. Quando o eixo se movimenta, o anel acompanha esse movimento e o lubrificante é levado ao eixo e ao ponto de contato entre ambos. Se uma maior quantidade de lubrificante é necessária, utiliza-se uma corrente em lugar do anel. O mesmo acontecerá se o óleo utilizado for mais viscoso.



- **Lubrificação por colar**

O método é semelhante a lubrificação por anel, porém, o anel é substituído por um colar fixo ao eixo. O óleo transportado pelo colar vai até o mancal por meio de ranhuras. Emprega-se esse método em eixos de maior velocidade ou quando se quer óleo mais viscoso.

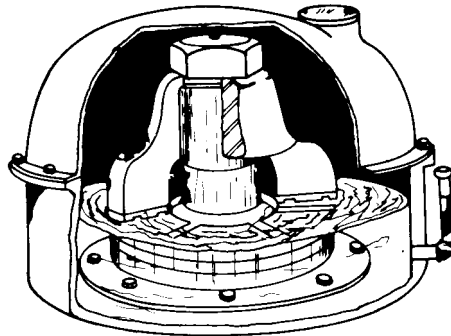


## Métodos de lubrificação por Imersão

- **Lubrificação por banho de óleo**

Nesse método, as peças a serem lubrificadas mergulham total ou parcialmente num recipiente de óleo. O excesso de lubrificante é distribuído por meio de ranhuras a outras peças.

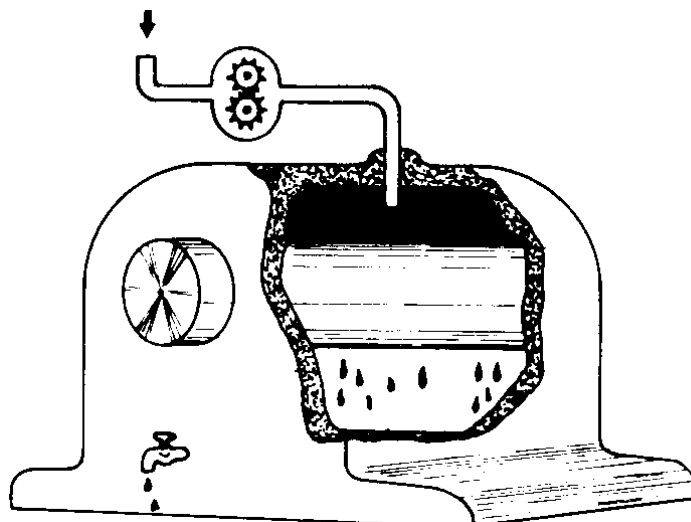
O nível do óleo deve ser constantemente controlado porque, além de lubrificar, ele tem a função de resfriar a peça. Esse tipo de lubrificação é empregado em mancais de rolamentos de eixos horizontais e em caixas de engrenagens.



## Métodos de lubrificação por Sistema Forçado

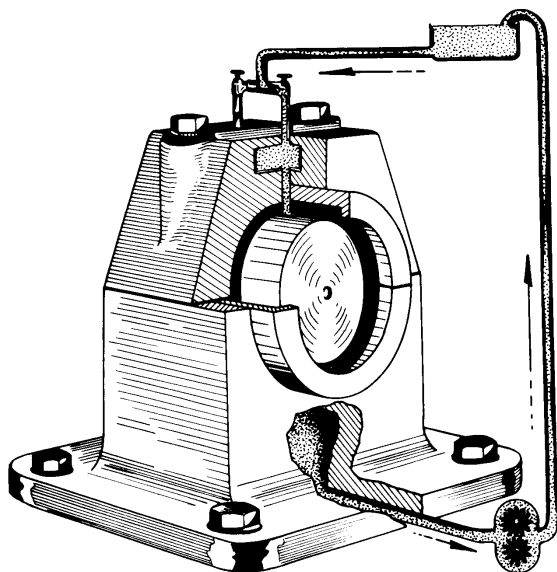
- **Lubrificação por perda**

É um sistema que utiliza uma bomba que retira óleo de um reservatório e força-o por entre as superfícies metálicas a serem lubrificadas. Esse método é empregado na lubrificação de cilindros de compressores e de mancais.



- **Lubrificação por circulação**

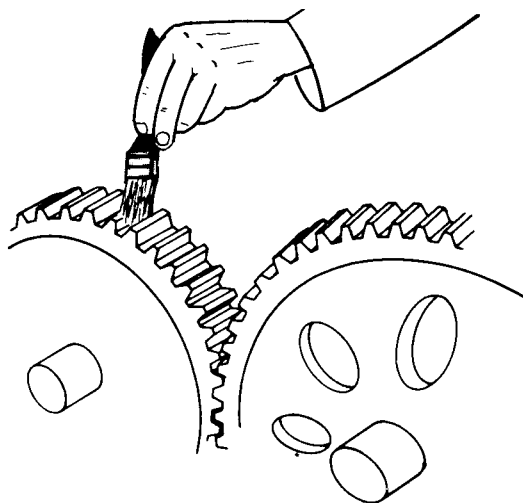
Neste sistema o óleo é bombeado de um depósito para as partes a serem lubrificadas. Após a passagem pelas peças, o óleo volta para o reservatório.



### Métodos de lubrificação a Graxa

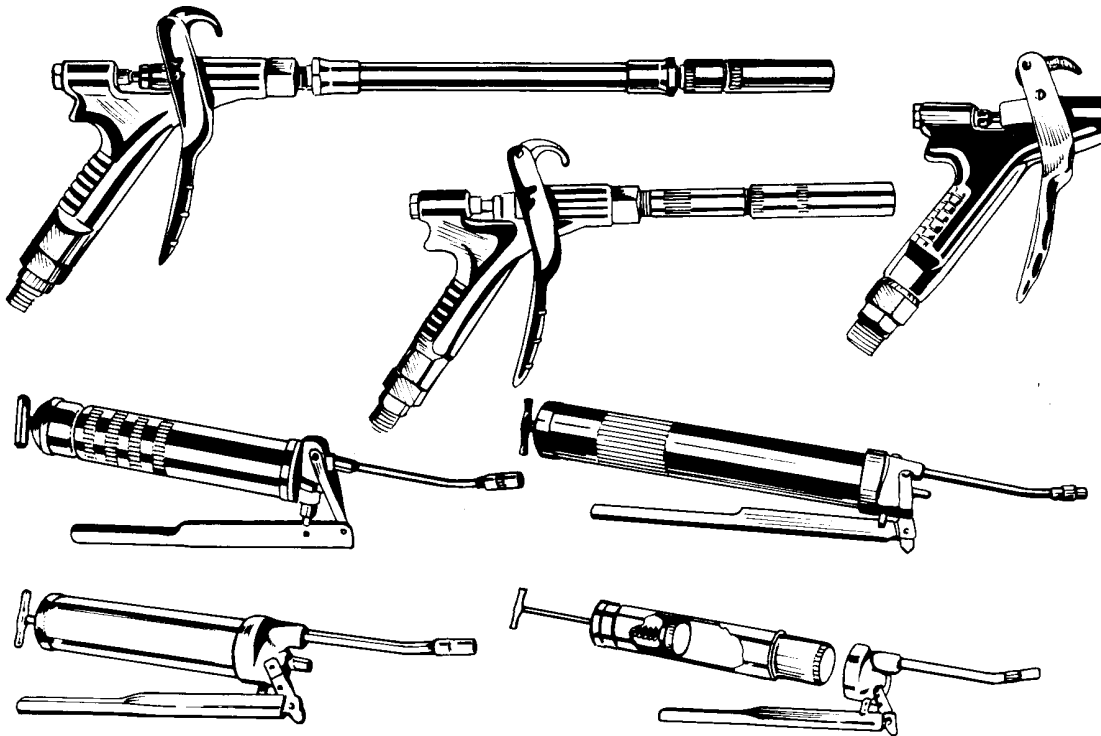
- **Lubrificação manual com pincel ou espátula**

É um método através do qual se aplica uma película de graxa sobre a peça a ser lubrificada.



- **Lubrificação manual com pistola**

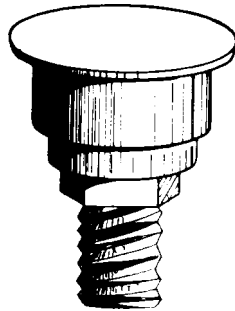
Nesse método a graxa é introduzida por intermédio do pino graxeiro de uma bomba manual.



- **Copo Stauffer**

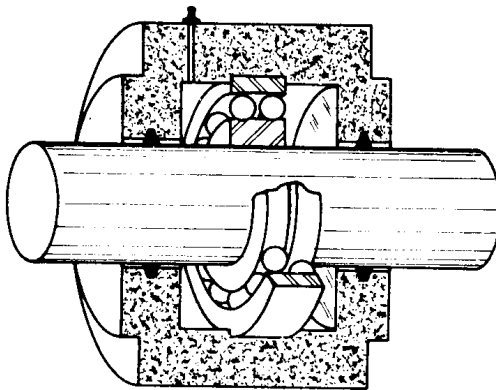
Nesse método os copos são enchidos com graxa e, ao se girar a tampa a graxa é impelida pelo orifício, localizada na parte inferior do copo.

Ao se encher o copo, deve-se evitar a formação de bolhas de ar. O copo deverá ser recarregado de graxa quando a tampa rosqueada atingir o fim do curso da rosca.



- **Lubrificação por enchimento**

Esse método de lubrificação é usado em mancais de rolamento. A graxa é aplicada manualmente até a metade da capacidade do depósito.



- **Sistema centralizado**

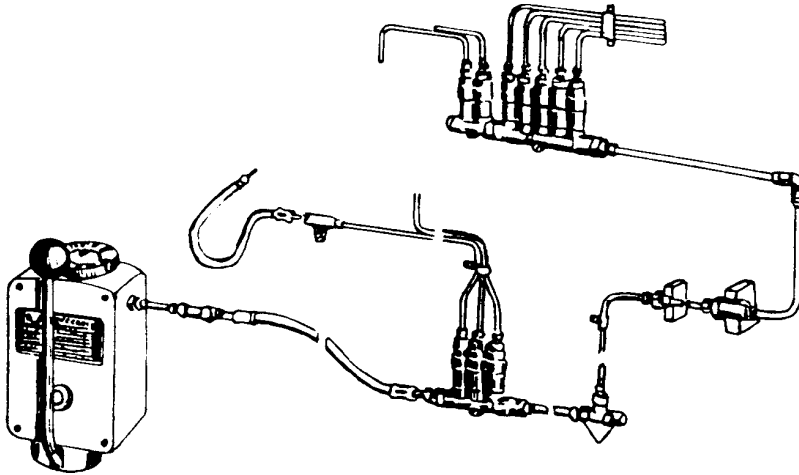
O sistema centralizado é um método de lubrificação a graxa ou a óleo que tem a finalidade de lubrificar um elevado número de pontos, independentemente de sua localização. Esse sistema possibilita o abastecimento da quantidade exata de lubrificante, além de reduzir custos de mão-de-obra de lubrificação.

Um sistema centralizado completo possui os seguintes componentes: bomba e manômetro; redes de suprimento (principal e distribuidores; válvulas e porca de compressão; conexões e joelhos; acoplamentos e uniões).

- **Sistema operado manualmente**

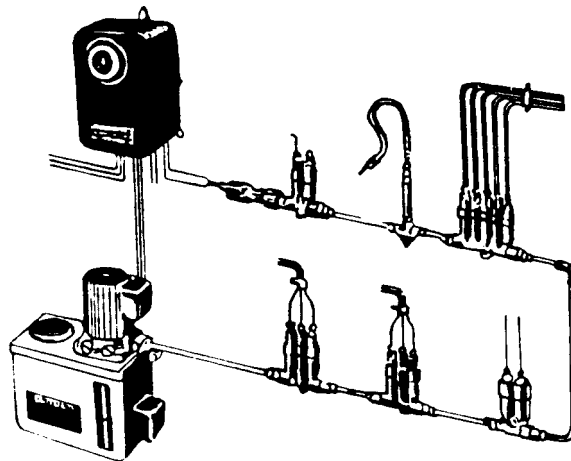
É empregado na lubrificação de pontos de moderada frequência. Geralmente são circuitos pequenos. Nem

sempre esse sistema requer retorno do óleo, e por isto, é adequado para tipo perda total.



- **Sistema automatizado**

Empregam-se os automáticos, onde há necessidade de lubrificação contínua. Há um dispositivo acoplado ao motor elétrico que permite regular o número de operações por hora de efetivo trabalho.



## **Precauções na aplicação de lubrificantes**

Antes de se aplicar um lubrificante - óleo ou graxa - a uma máquina, é indispensável ter a certeza de que o produto está limpo, isento de contaminações e com suas características típicas dentro das faixas normais. Para isso, cuidados especiais devem ser tomados com relação ao manuseio e armazenamento dos tambores ou baldes de lubrificantes, assunto que será abordado mais adiante.

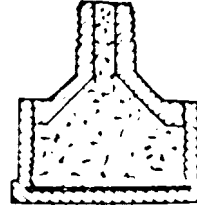
Neste capítulo trataremos, pois, de algumas das precauções a serem observadas com os métodos mais comuns de aplicação de lubrificantes.

### ***Lubrificação a óleo***

- a) Na lubrificação por ALMOTOLIA, a aplicação do óleo deve ser periódica e regular, evitando-se sempre os excessos e vazamentos.
- b) Nos dispositivos semi-automáticos, tais como COPO CONTA-GOTAS, COPO COM AGULHA ou TORCIDA etc., os níveis devem ser verificados periodicamente.
- c) Com lubrificadores do tipo PERDA TOTAL DE ÓLEO, os níveis devem ser estabelecidos cuidadosamente. Por ocasião do enchimento, certificar-se de que o mecanismo funciona corretamente, a agulha está livre ou a torcida está em boas condições para conduzir o óleo aos pontos de aplicação.
- d) Nos casos de lubrificação POR ESTOPA, esta deverá estar corretamente embebida e ter contato completo com o munhão a lubrificar.
- e) Nos casos de PEQUENOS BANHOS DE ÓLEO, os níveis serão periodicamente revistos e, se necessário, completados.
- f) Quando houver ANEL lubrificador, deve-se estar certo de que ele gira com velocidade normal e conduz bem o óleo do banho.
- g) LUBRIFICADORES MECÂNICOS devem ter seu mecanismo bem ajustado, a fim de medir a quantidade correta do óleo. Os visores devem estar limpos, sem a presença de água ou impurezas. O óleo deve ser adicionado com a necessária frequência.
- h) Em sistemas de LUBRIFICAÇÃO FORÇADA, é importante manter os níveis, deixar limpos os filtros, observar periodicamente as pressões e as temperaturas.

**Lubrificação a graxa**

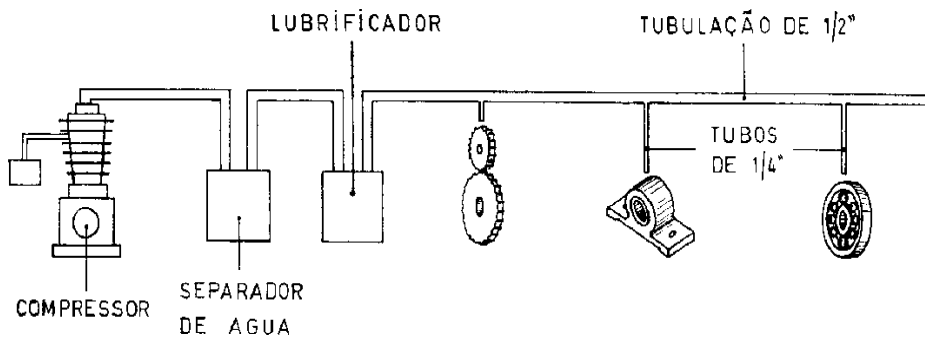
- a) Quando se faz a aplicação por COPOS STAUFFER, impõe-se o uso de graxa do tipo untuoso. Os copos devem ser enchidos de modo a se evitar a formação de bolhas de ar.



- b) No caso de lubrificação por meio de PISTOLA, deve-se previamente limpar o pino graxeiro.



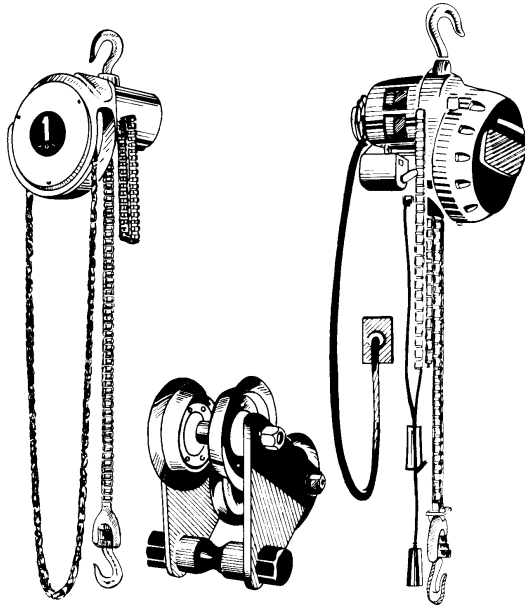
- c) Nos SISTEMAS CENTRALIZADOS, deve-se verificar periodicamente a qualidade da graxa existente no reservatório, a pressão da graxa, bem como garantir, a todas as linhas de distribuição, o suprimento das quantidades adequadas.



## Acessórios de lubrificação

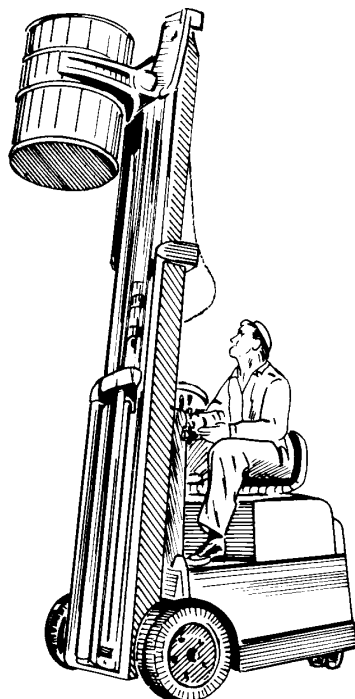
- **Talha**

A talha serve para mover tambores de lubrificantes, podem ser manuais ou elétricas.



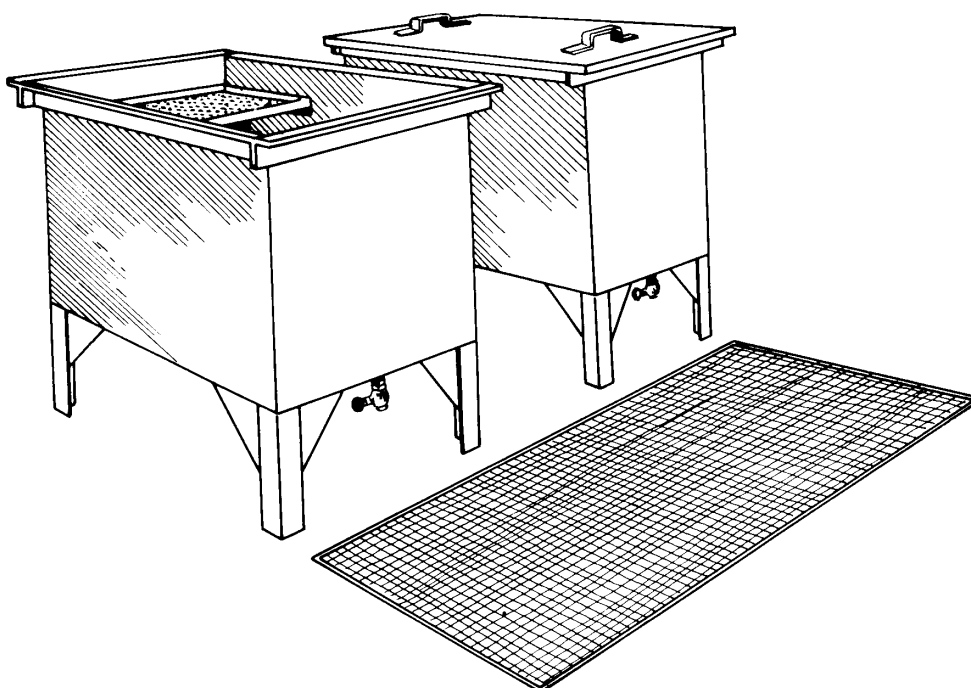
- **Empilhadeira**

A empilhadeira é utilizada na estocagem de tambores.



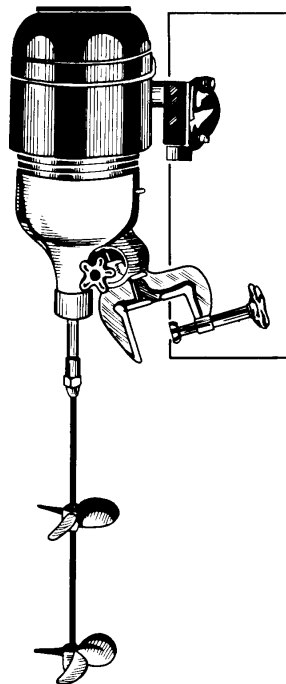
- **Tanque**

O tanque é utilizado para a limpeza do equipamento de lubrificação.



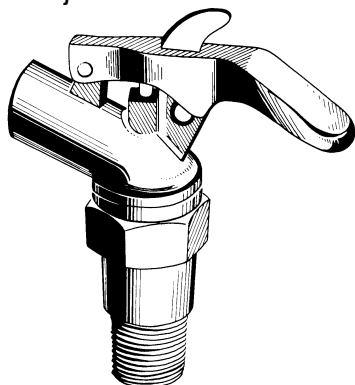
- **Misturador**

O misturador é grandemente aplicado para se misturar óleo solúvel com água.



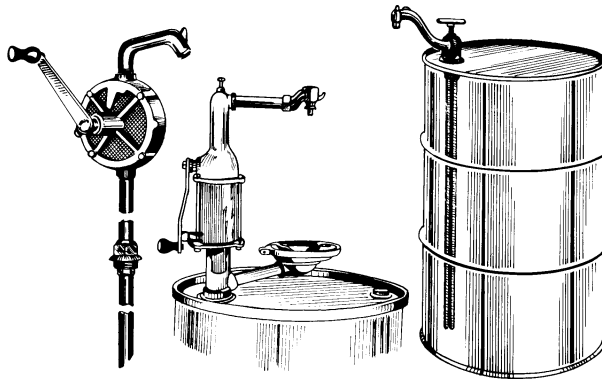
- **Torneira**

A torneira é utilizada para retirar óleo do tambor e é aplicada nos orifícios dos bujões de enchimento.



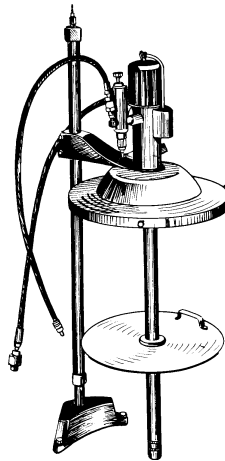
- **Equipamento de retirada de óleo**

Geralmente usam-se bombas manuais, que são instaladas no bujão de tambor.



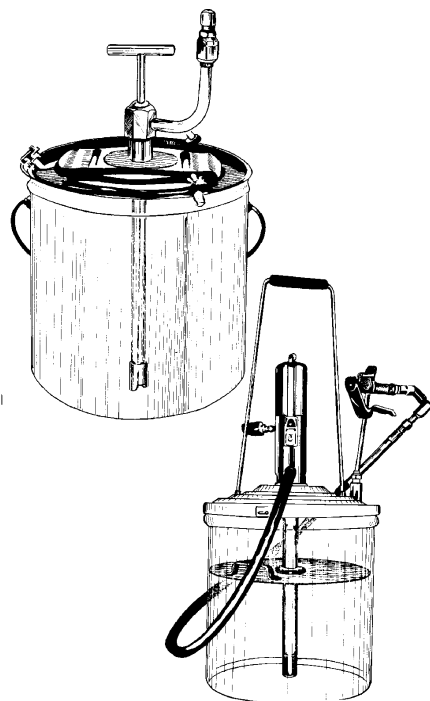
- **Equipamento para retirada de graxa**

A graxa, devido a sua consistência, exige a remoção da tampa e instalação de equipamento especial à base de ar comprimido que mantém comprimida contra a base do tambor, mediante uma chapa.



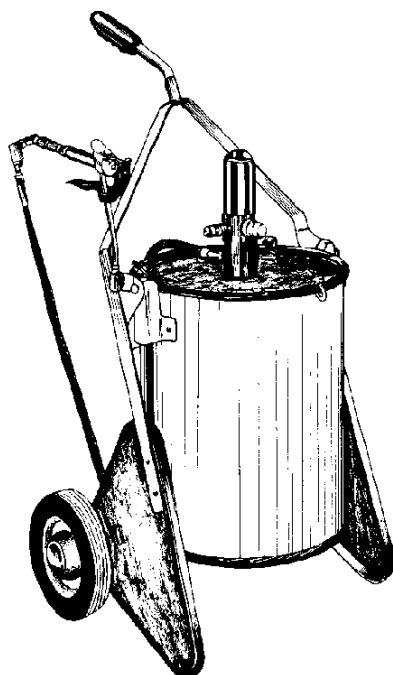
- **Enchedores de pistola de graxa**

São úteis para evitar contaminações. Podem ser manuais ou ar comprimido.



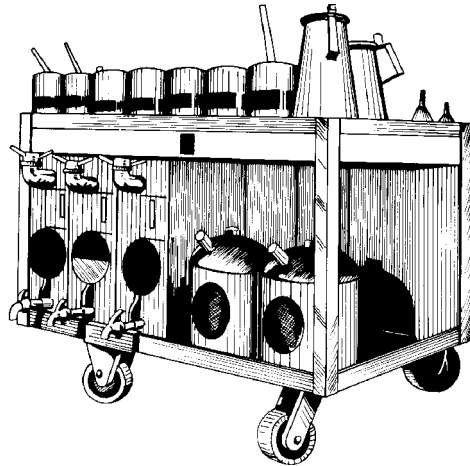
- **Pistolas portáteis para graxa**

São usadas para lubrificação de grupos de equipamentos. Podem ser a ar comprimido ou a eletricidade.



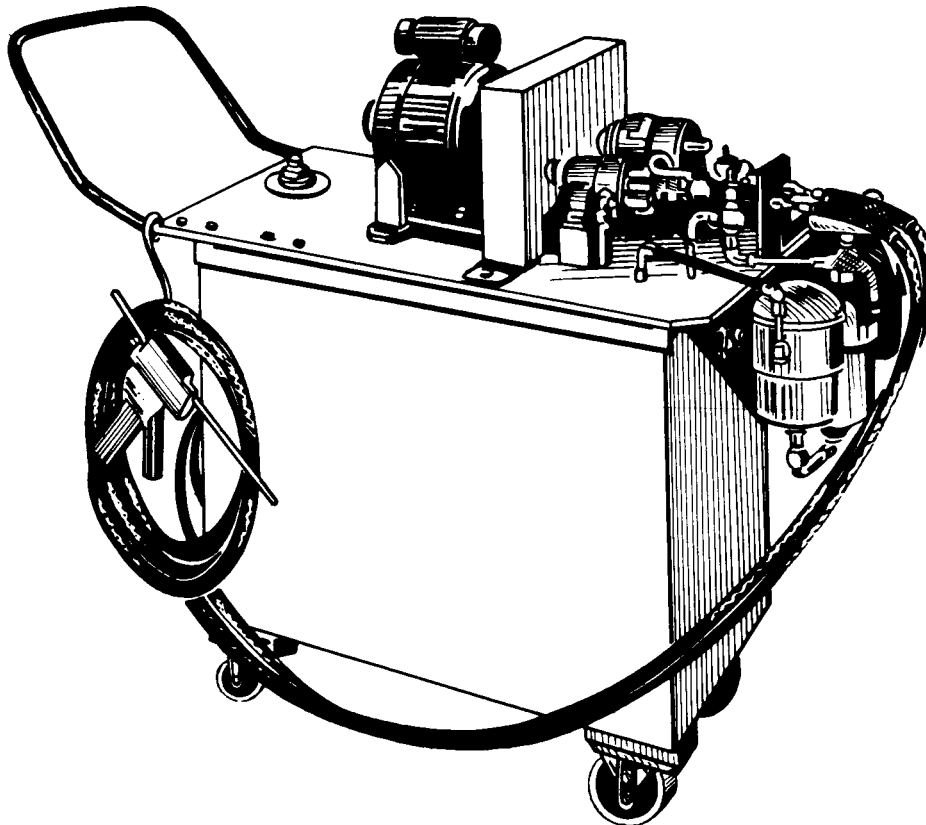
- **Carrinhos de lubrificação**

Devido a necessidade de se aplicar diferentes tipos de lubrificantes a vários equipamentos e em locais distantes, usam-se carrinhos de lubrificantes.



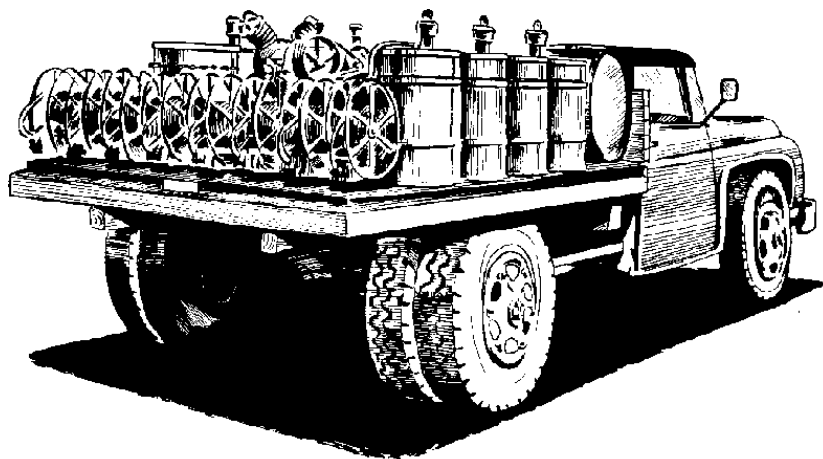
- **Lubrificantes de fusos têxteis**

São aparelhos utilizados para retirar óleo usado, limpar o recipiente e aplicar óleo novo.



- **Comboio de lubrificação**

O comboio de lubrificação é utilizado no abastecimento de lubrificantes a empresas de construção e terraplanagem, na lubrificação de tratores, escavadeiras, motoniveladoras, guindastes e outros equipamentos, sem necessidade dos equipamentos se afastarem do local de operação. É montado em sólida plataforma, especialmente projetada para ser instalada sobre carroceria de caminhão. Além da plataforma, um comboio de lubrificação possui os seguintes componentes: propulsores de graxa, propulsores de óleo, carretéis porta-mangueira para graxa, carretéis porta-mangueiras para óleo, carretéis porta-mangueiras para ar e compressor de ar.



### **Propriedade dos óleos lubrificantes**

Aditivos são compostos químicos, minerais ou orgânicos, solúveis no óleo, capazes de melhorar ou acrescentar algumas propriedades ao lubrificante.

Assim, a finalidade de se adicionar qualquer substância ao óleo deve ser melhorar certas propriedades do mesmo. Existem aditivos que atuam em mais de uma propriedade, assim, como para melhorar certas propriedades são necessários mais de um aditivo.

O conjunto de aditivos adicionados ao óleo deve ser compatível quimicamente e apresentar sinergismo.

- **Sinergismo**

Quando o efeito de dois ou mais aditivos atuando simultaneamente é superior a soma dos efeitos de cada um deles atuando isolado.

- **Anti-sinergismo**

Quando o efeito de dois ou mais aditivos atuando simultaneamente é inferior a soma dos efeitos de cada um deles atuando isolado.

- **Óleos minerais puros**

Ao se destilar o petróleo cru, obtém-se cinco grupos principais de produtos.

Denomina-se óleo “Mineral Puro” ao óleo derivado do petróleo que não contém nenhum aditivo, isto é, do jeito que é obtido na destilação é usado como lubrificante. Tais óleos possuem excelentes propriedades lubrificantes, porém, para certas aplicações em que é necessário um desempenho especializado do lubrificante, torna-se preciso recorrer aos aditivos.

Existem duas classes gerais de aditivos:

***Os que afetam as características físicas do óleo.***

- a) Melhorador de índice de viscosidade
- b) Redutor do ponto de fluidez
- c) Elevador dos pontos de fulgor e inflamação
- d) Inibidor de espuma

***Os que afetam as características químicas do óleo.***

- a) Anti-oxidante
- b) Anti-ferrugem
- c) Anti-desgaste
- d) Inibidor de espuma
- e) Dispersantes
- f) Emulsificantes
- g) Agente de oleosidade
- h) Agente de extrema pressão

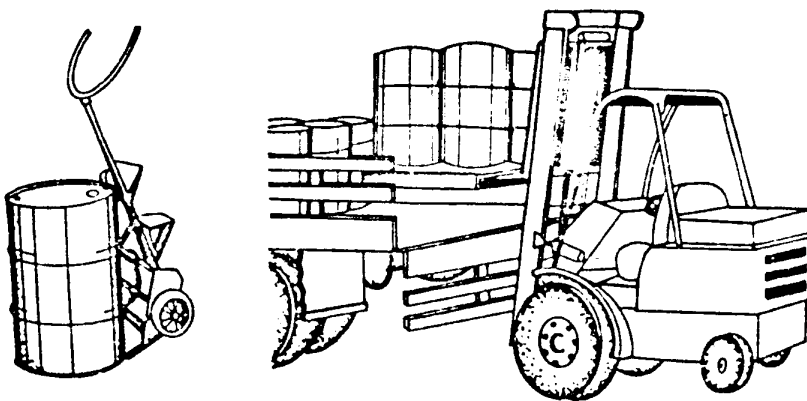
## O recebimento

Um controle no recebimento é de fundamental importância para o bom desempenho dos lubrificantes em uma indústria. Para que ele seja feito de maneira eficiente, certas regras deverão ser sempre seguidas:

designar uma única pessoa responsável por essa tarefa, que deverá ter conhecimento das necessidades de lubrificação da fábrica.

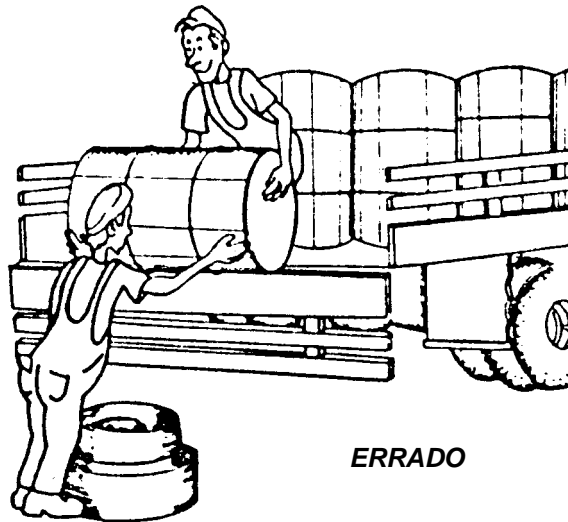
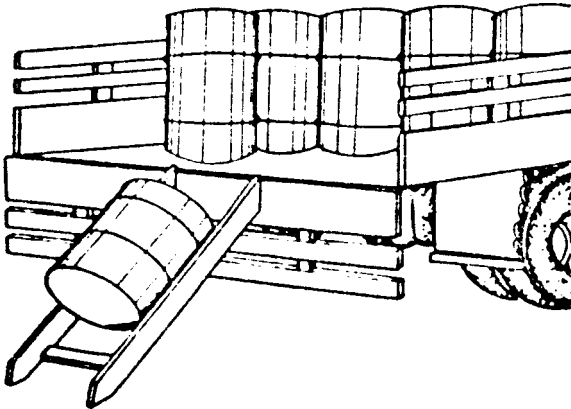
- a) Verificar se o produto que está sendo entregue está de acordo com o pedido feito e a nota fiscal.
- b) Verificar se os lacres dos tambores e baldes não foram violados.
- c) Verificar as condições da embalagem quanto a sua estrutura e identificação do produto.

A mercadoria, ao ser recebida, deve ser retirada do veículo transportador por meio de equipamentos adequados, tais como empilhadeiras, guinchos, talhas, etc. Plataformas de descarga ao mesmo nível dos veículos de transporte facilitam o manuseio dos volumes e diminuem o risco de avarias. Neste caso, o uso de carrinho ou empilhadeira reduz o tempo de descarga e oferece maior segurança.



*Carrinho manual para movimentação de tambores.*

Quando não existirem plataformas de descarga, os tambores deverão deslizar longitudinalmente sobre rampas de madeira ou de metal.

**CERTO****ERRADO**

Nunca se deve derrubar os tambores sobre pilhas de pneus velhos ou outros meios que provoquem impacto na embalagem, pois isto poderá danificá-la, rompendo suas costuras, produzindo vazamentos e permitindo eventual contaminação futura.

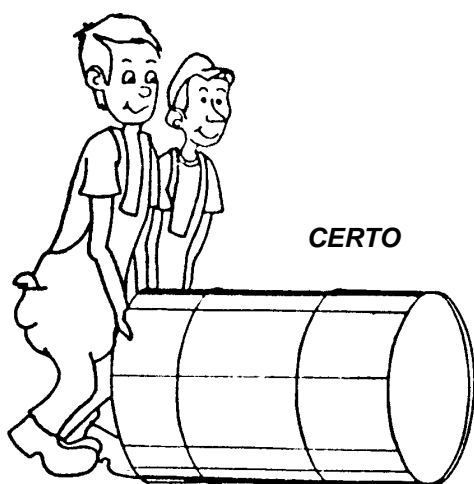
Caso o sistema de armazenagem adotado seja o uso de “pallets” a mercadoria deverá ser “paletizada”, conforme normas existentes, no ato de seu recebimento.

Ao se receber os produtos deve-se fazer uma separação destes conforme sua utilização, encaminhando-os para seus respectivos lugares no almoxarifado. Isto evitará que se

misturem tipos de lubrificantes diferentes e, portanto, o risco do uso indevido dos mesmos.

Para a movimentação dos tambores é comum fazê-los rolar pelo chão. Isto, para distâncias curtas é aceitável, porém o uso de equipamentos adequados, tais como carrinhos de mão ou empilhadeiras, aumentam a segurança tanto para o operário quanto para a estrutura da embalagem.

Uma observação importante se faz quanto ao manuseio de tambores deitados. Nunca uma única pessoa deve levantá-los, pois o peso de um tambor (+ ou - 200 kg) pode causar graves problemas físicos.



## **Estocagem**

### ***Importância de um bom armazenamento***

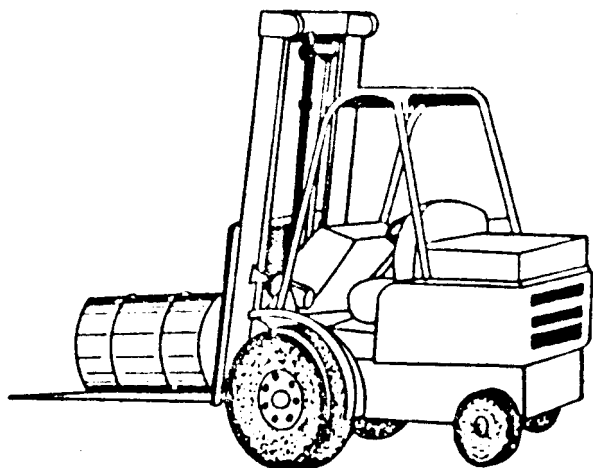
As precauções adotadas nas refinarias e nos depósitos das companhias distribuidoras visam assegurar ao consumidor produtos da maior qualidade. Estas precauções vão desde o rigoroso controle de qualidade existente durante todo o processo de fabricação do lubrificante, até cuidados com o envasamento e a embalagem, afim de se evitar contaminações e outros danos que comprometeriam a qualidade do produto.

### ***Métodos e práticas de estocagem***

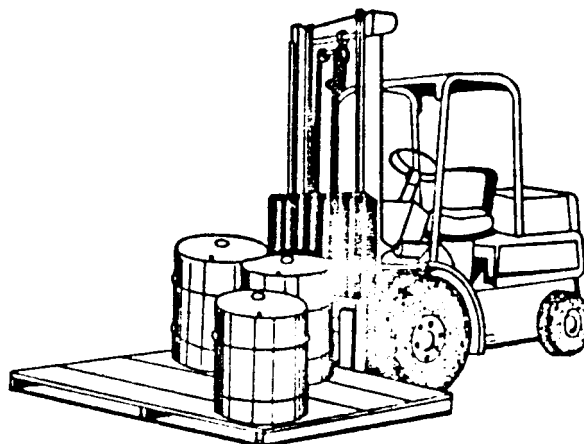
As embalagens são projetadas e dimensionadas para oferecerem boa resistência durante seu transporte e manuseio. Para evitar-se furos e amassamentos das embalagens ou alterações das marcas, certas precauções devem ser tomadas tais como:

- evitar quedas bruscas
- proteger as rampas de escorregamento
- não colocar baldes e tambores em contato direto com o chão
- não rolar os tambores em superfícies irregulares
- empilhar as embalagens de forma correta

No Transporte de tambores com o uso de carrinhos ou empilhadeiras manuais ou motorizadas, certifique-se de que não ocorrerão quedas, transportando os tambores em posição longitudinal em relação aos garfos da empilhadeira e mantendo os garfos em posição o mais próximo possível do chão, conforme código de segurança para veículos industriais automotores PNB 153. No caso de baldes ou latas, evite a colocação de objetos pesados em cima dos mesmos, pois poderão se deformar. É desnecessário repetir a importância de evitar quedas. Os tambores ou baldes de graxas devem ser transportados e estocados sempre em posição vertical, evitando-se assim que o conteúdo do recipiente pressione sua tampa com conseqüente vazamento do produto.



ERRADO



CERTO

Para uma estocagem racional e de fácil manipulação, o uso de “pallets” é o ideal, pois além de se prestar ao empilhamento de tambores, também se presta ao armazenamento de baldes e de caixas com latas de lubrificantes. Entretanto, para que este sistema funcione, deve-se seguir certas normas quanto ao modo de paletizar e armazenar:

- a) utilizar “pallets” padronizados
- b) observar as capacidades máximas permissíveis constantes da tabela 1 e o modo de superposição das camadas, a fim de maior estabilidade à pilha.
- c) utilizar uma empilhadeira adequada em capacidade de carga ao tipo de serviço.
- d) dimensionar e sinalizar o local de armazenagem de forma a permitir a paletização do número de embalagens desejada e as manobras necessárias com a empilhadeira.
- e) nivelar e aplainar o piso do local de armazenagem.

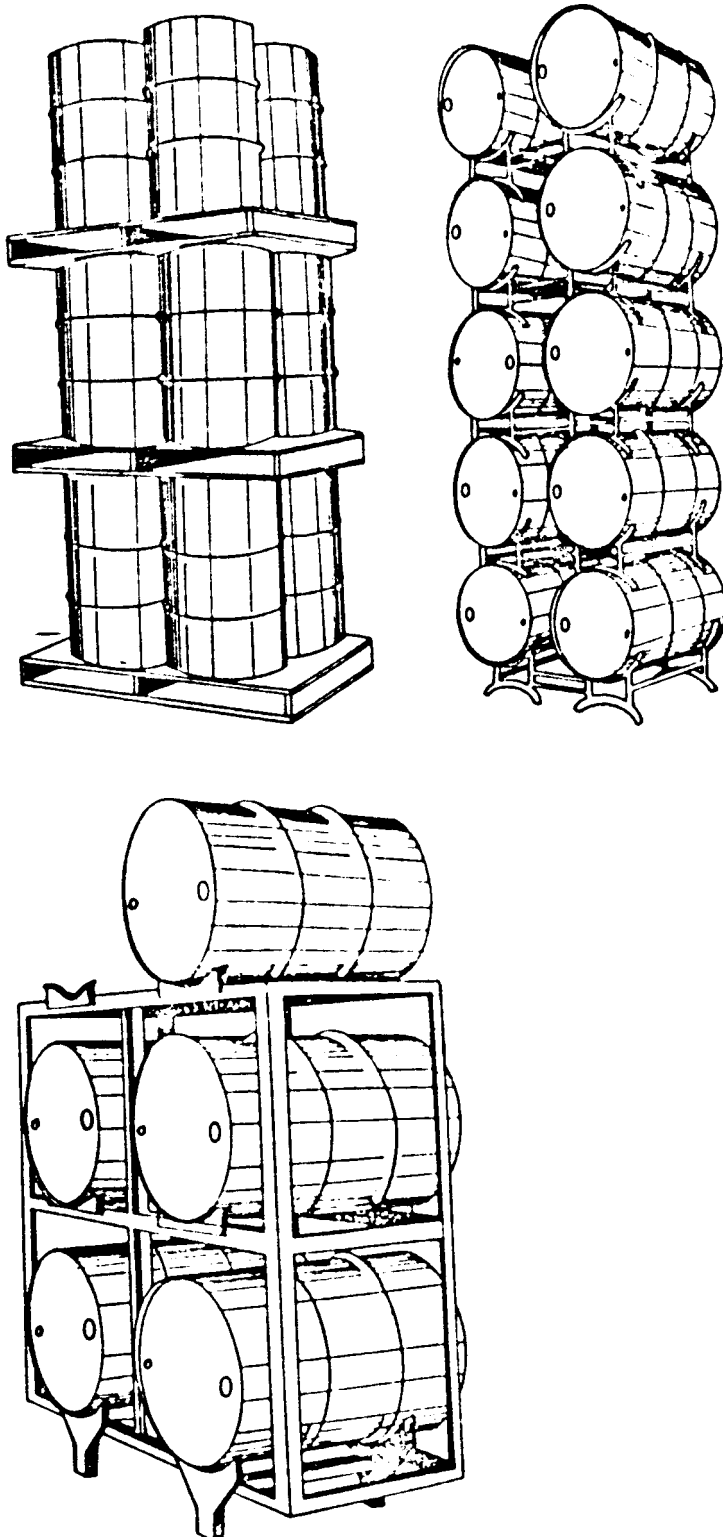
**Tabela 1 - Produtos Paletizados**

Tipos de Embalagens	Dimensões Externas Aproximadas (cm)			Capacidade	Nº Unidades/Pallets	Nº de Palletes por Pi-Iha	Nº de Unidade por Pilha
	Compr.	Larg.	Alt.				
Cxs. 24x1	41,0	31,0	31,5	24 latas de 1 l	4 camadas x 11cxs=44cxs	3	132
Cxs. 8x2,5	57,0	29,0	19,0	8 latas de 2,5 l	6 camadas x 8cxs=48cxs	3	144
Cxs. 40x½	44,0	35,0	23,5	40 latas de ½ l	5 camadas x 8cxs=40cxs	3	120
Cxs. 100x1/5	32,0	32,0	36,0	100 latas de 1/5 l	4 camadas x 9cxs=36cxs	2	72
Tambores	Diâmetro	Altura					
Baldes/Óleo	57,0	87,0		200 l	1 camada x 4tbs=4tbs	4	16
Baldes/Graxa	29,0	35,8		20 l de óleo	2 camadas x 16bds=32bds	5	160
	30,0	40,9		20 kg de graxa	2 camadas x 16bds=32bds	4	128

Porém, nem sempre é possível utilizar-se o método de paletização. Neste caso, para uma armazenagem eficiente, racional e segura, deve-se obedecer às capacidades máximas permissíveis que constam na tabela 2, além do modo de superposição das camadas, que são os mesmos já descritos para produtos paletizados. Para caixas e baldes, deve-se evitar o contato direto com o material permeável.

**Tabela 2 - Produtos não paletizados**

Tipos de Embalagens	Nº de Unidades por m <sup>2</sup>	Observações
Caixas 24 x 1	48	6 alturas, com 8 unidades/m <sup>2</sup> em cada altura
Caixas 8 x 2,5	48	8 alturas, com 6 unidades/m <sup>2</sup> em cada altura
Tambores	6	2 alturas, com 3 unidades/m <sup>2</sup> em cada altura
Baldes	55	5 alturas, com 11 unidades/m <sup>2</sup> em cada altura



*Vários tipos de "Pallets" utilizados na estocagem de tambores.*

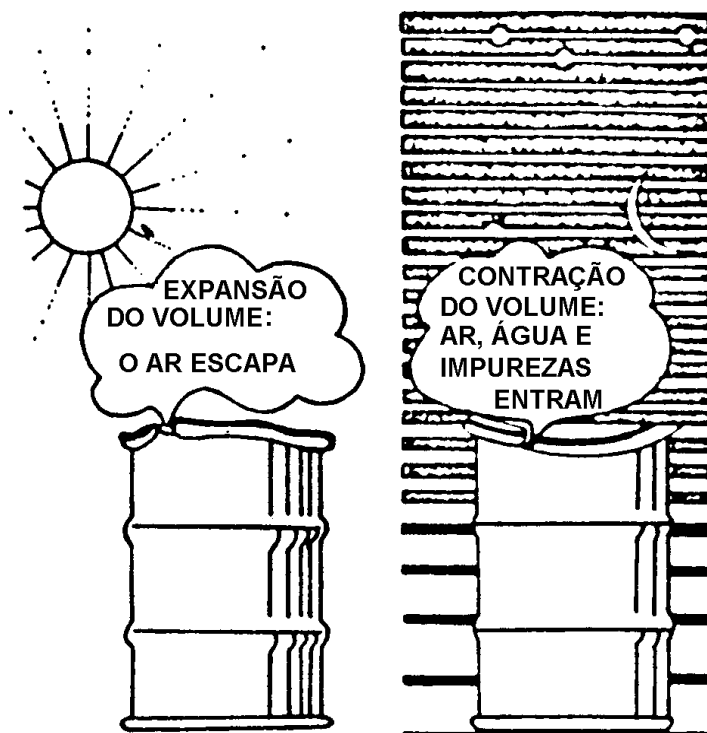
## Fatores que afetam os produtos estocados

### Contaminações

#### Contaminação pela Água

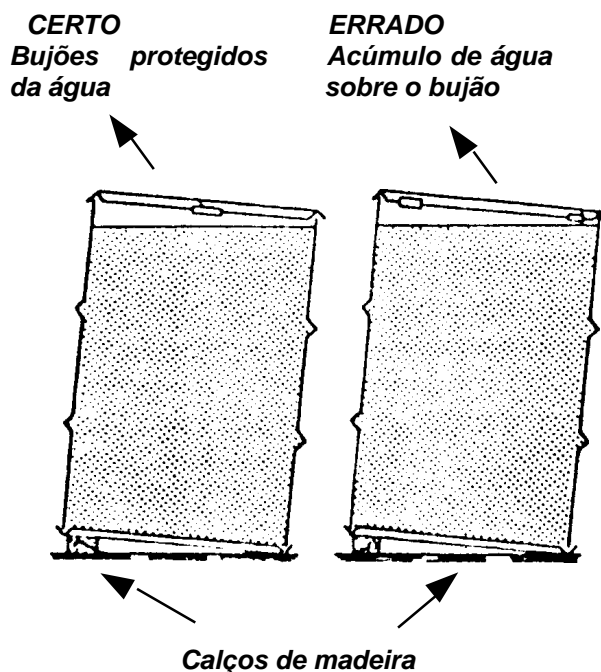
A contaminação pela água é prejudicial a qualquer tipo de lubrificante. Os óleos para transformadores apresentam uma sensível queda do poder dielétrico com um mínimo de contaminação com água. Óleos aditivados, como óleos para motores, óleos para cilindros ou óleos de extrema pressão podem deteriorar-se ou precipitar os aditivos e, se utilizados, podem trazer sérios problemas para o equipamento.

Os bujões podem eventualmente permitir a entrada de água no interior do tambor. Os óleos sofrem variação no seu volume com a variação de temperatura, dilatando-se com o calor do dia e contraindo-se com a menor temperatura noturna. A consequência disto é que ocorre a expulsão do ar contido no interior do tambor durante o dia e a aspiração do ar externo durante a noite, trazendo junto a umidade.

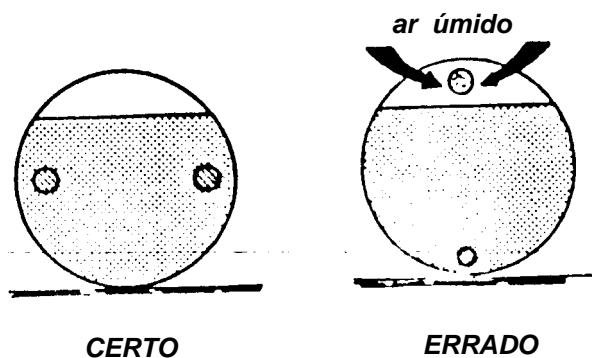


Se o tambor tiver de ser armazenado ao relento e em posição vertical, deve-se cobri-los com uma lona encerada ou um telhado provisório.

Quando estes recursos não forem possíveis, deve-se colocar um calço de madeira para mantê-lo inclinado e de forma tal que não haja acúmulo de água sobre os bujões.

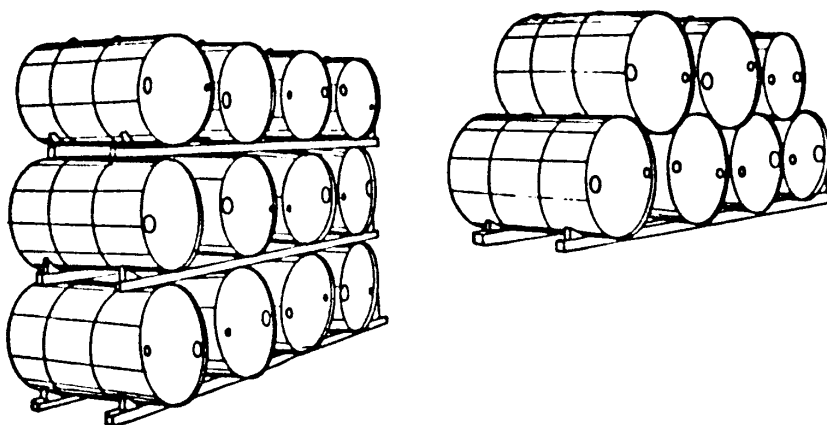


Caso o tambor esteja armazenado ao relento mas em posição horizontal, os bujões de enchimento deverão estar numa linha paralela ao solo, pois além de permitir verificação fácil quanto a vazamentos, não possibilitará a entrada de ar úmido. Além disso, se ocorresse um eventual vazamento pelos bujões, não haveria uma perda total do lubrificante.



Quando da impossibilidade de se armazenar os lubrificantes em recintos fechados ou cobertos, deve-se tomar os seguintes cuidados para evitar a contaminação pela água ou outras impurezas:

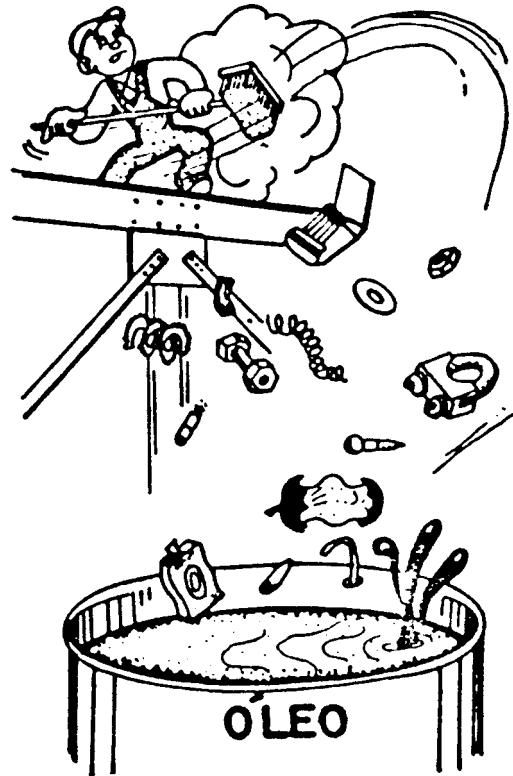
- Colocar os tambores deitados sobre ripas de madeira a fim de evitar o contato direto com o solo.
- O ataque corrosivo às chapas de aço dos tambores traz sérios danos ao lubrificantes.
- Escorar as extremidades da pilha de tambores por calços que impeçam o seu movimento.
- Verificar regularmente o estado dos tambores quanto a vazamentos e à sua identificação.



### **Contaminação por Impurezas**

A presença de impurezas no lubrificante, tais como poeira, areia, fiapos etc., poderá causar danos às máquinas e equipamentos. Além da deterioração do lubrificante, poderá ocorrer obstrução da tubulação do sistema de lubrificação, grimpamento de válvulas de sistemas hidráulicos e desgaste excessivo devido à presença de materiais abrasivos.

A presença de contaminantes de qualquer espécie reduzem sensivelmente o poder dielétrico de óleo isolante. Com a contaminação, óleos solúveis podem perder suas características de miscibilidade com a água, além da degradação da emulsão.



### ***Contaminação com outros tipos de lubrificantes***

A mistura acidental de um lubrificante com outro tipo diferente pode vir a causar sérios inconvenientes. Se, por exemplo, um óleo de alta viscosidade for contaminado com um de baixa viscosidade, a película lubrificante formada pelo produto contaminado será mais fina que a original e, conseqüentemente, haverá maior desgaste.

Os óleos para sistemas de circulação, como os óleos hidráulicos e de turbinas, se misturados com óleos solúveis, óleos para motores ou óleos para cilindros, além da possibilidade de reação dos aditivos, perderiam suas características de separação de água, ocasionando sérios problemas para os equipamentos.

Portanto, é da maior importância que se mantenha as marcas e identificações originais das embalagens dos lubrificantes conservadas e desobstruídas de sujeiras e de qualquer outra coisa que possa esconder ou dificultar a leitura das mesmas. Um engano desta natureza pode trazer conseqüências imprevisíveis.

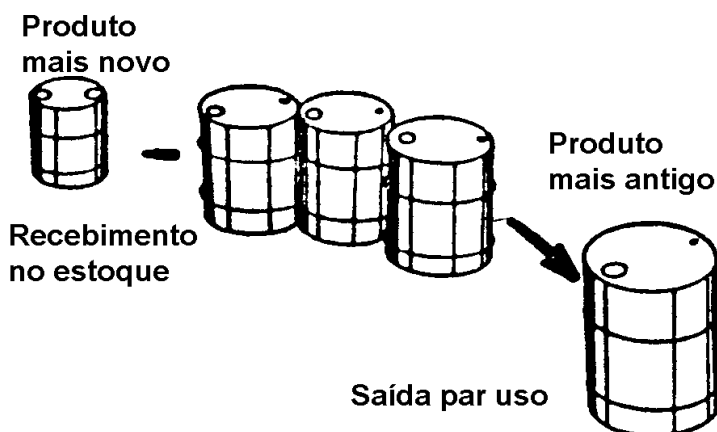
### ***Deterioração devido à extremos de temperaturas***

Extremos de temperatura podem deteriorar certos tipos de óleos e graxas lubrificantes. Por exemplo, algumas graxas não devem ser armazenadas em locais quentes, pois o calor poderá separar o óleo do sabão inutilizando-as como lubrificantes. Os óleos solúveis contém uma determinada percentagem de umidade, necessária para sua estabilidade. Quando armazenados em locais quentes ou muito frios, esta umidade pode evaporar-se ou congelar-se, inutilizando o produto.

Portanto, o local de estocagem dos lubrificantes deve ser bem ventilado e separado de fontes de calor ou frio. Os lubrificantes podem deteriorar-se mesmo que a embalagem original ainda esteja lacrada. O excesso de calor, além de degradar o produto, pode trazer perigo à segurança da empresa.

### ***Deterioração devido a armazenagem prolongada***

A maioria dos aditivos dos óleos e graxas lubrificantes podem decompor-se quando submetidos a armazenagem muito longa. Isto ocorre quando os estoques novos são armazenados de maneira a impedir a movimentação do estoque antigo. Portanto, deve-se efetuar um cronograma de circulação dos produtos em estoque, certificando-se de que não ficarão estocados por muito tempo. Os produtos devem sempre ser utilizados conforme os primeiros que chegaram.



***Circulação de produtos em estoque.***

### ***Contaminação com outros tipos de produtos***

A armazenagem dos lubrificantes deve ser sempre separada de outros produtos tais como solventes, detergentes, tintas, óleo de linhaça, etc. Se por engano forem colocados em um sistema de lubrificação, podem causar sérios problemas aos equipamentos. Assim, deve-se organizar o almoxarifado de forma que não haja possibilidade de que ocorra este tipo de acidente, fazendo-se uma identificação específica para cada tipo de produto.

## Depósito de lubrificantes

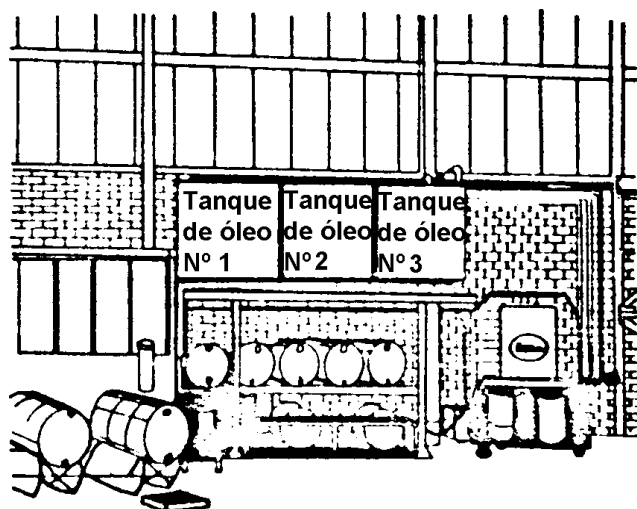
A armazenagem deve ser feita tendo em vista as facilidades de carga e descarga e os pontos de consumo da fábrica. O depósito de lubrificantes deve ser em local coberto, bem ventilado, afastado de fontes de contaminação e de calor excessivo e suficientemente amplo para permitir a movimentação dos tambores e a guarda de todo o material e equipamento necessário à lubrificação.

É necessário espaço para a estocagem de recipientes cheios e não abertos e para os recipientes em uso, dos quais são retirados os lubrificantes para a distribuição para vários pontos a serem aplicados. A armazenagem destes produtos pode ser num único ambiente ou ambientes separados, convenientemente situados no interior de uma indústria. Em qualquer situação, sempre deve-se ter um controle e organização eficaz sobre os produtos armazenados e manipulados, para evitar uma contaminação ou confusão de tipos e assegurar a rotatividade do estoque.

É conveniente que haja uma sala de lubrificação separada do depósito ou almoxarifado de lubrificantes a fim de facilitar o controle e o serviço dos lubrificadores. Nesta sala deve-se guardar os produtos em uso e os equipamentos e dispositivos utilizados na sua aplicação. Também, deve ser o local para limpeza deste material, além de servir de escritório para o encarregado da lubrificação. Por isso, deve-se localizar a sala de lubrificação o mais próximo possível das áreas a serem servidas. Dependendo do tamanho da indústria ou do tipo de máquinas a serem lubrificadas, torna-se necessário instalar armários ou pequenas salas de lubrificação perto das máquinas que necessitam dos mesmos. A não ser quando a necessidade de lubrificação pode afetar diretamente a qualidade de trabalho e o desempenho da máquina não se deve deixar o operador da máquina efetuar a lubrificação. Em casos normais, deve-se ter um lubrificador especializado por máquina, setor ou departamento.

É muito importante que o acesso à sala de lubrificação e aos equipamentos seja restrito apenas ao pessoal responsável. A manipulação e o controle de lubrificantes deve ficar a cargo de um elemento que conheça as necessidades de lubrificação da fábrica. A distribuição dos produtos deve ser feita de acordo com o plano de lubrificação da empresa. O controle deve ser baseado em ordens de trabalho, relatórios dos lubrificadores, programação de serviço, registros de consumo e fichas de requisição. Com estes controles, pode-se fazer uma racionalização do consumo de lubrificantes, além de se detectar eventuais problemas de manutenção.

Além dos equipamentos normais, o serviço de lubrificação requer outros materiais que devem existir na sala de lubrificação, tais como panos e trapos limpos (nunca se deve usar estopa ou panos que soltem fiapos), pinos graxeiros, vidros e copos de conta-gotas, recipientes limpos para coleta de amostras de óleo, ferramentas adequadas, etc.



O depósito e a sala de lubrificação devem possuir o piso firme para agüentar a estocagem dos tambores e devem ser de um material que não se quebre, solte ou absorva eventuais derrames de óleo e que permita uma limpeza total. A limpeza do piso deve ser feita com líquidos de limpeza de secagem rápida, Nunca se deve usar serragem ou materiais semelhantes para secar o chão, pois além do problema de segurança pode contaminar os lubrificantes.

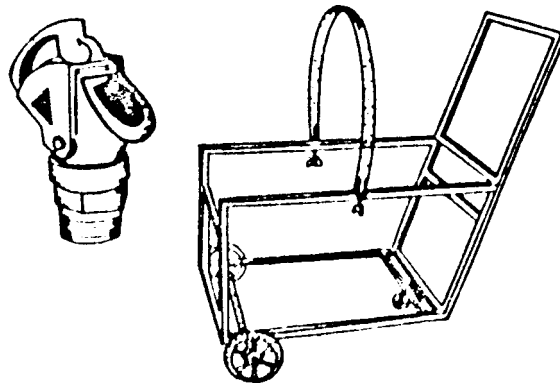
A fim de facilitar o controle e a identificação dos lubrificantes dentro do depósito, almoxarifado ou sala de lubrificação, é importante armazená-los fazendo-se uma separação por tipos de aplicação (exemplo: óleos de corte, óleos hidráulicos, óleos automotivos, graxas para rolamentos, etc.) e dispô-los em ordem crescente de viscosidade ou consistência.

### **Estocagem e manipulação de lubrificantes em uso**

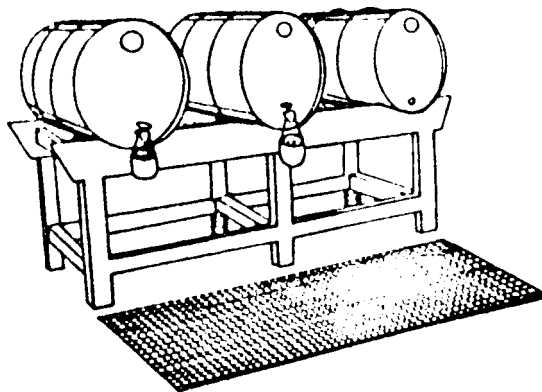
**Óleo:** Os tambores de óleo em uso devem ser estocados deitados sobre estrados adequados, de forma que uma torneira especial instalada no bujão inferior possibilite a retirada do lubrificante. Estas torneiras devem ser instaladas com o tambor em pé. A utilização de um carrinho que pega o tambor em pé e coloca-o na posição horizontal facilita esta operação.

Durante o período que não se retira óleo dos tambores, as torneiras ou os bujões devem permanecer perfeitamente fechados e limpos, sendo que os pingos acidentais devem ser captados por recipientes pendurados às torneiras ou por bandejas. Para dar maior segurança ao operador durante o manuseio e facilitar a limpeza, é conveniente instalar-se uma grade metálica sob as torneiras.

Este tipo de torneira de fechamento rápido evita respingos de óleo e permite trancá-la com cadeado.



No caso dos tambores na posição vertical, recomenda-se a utilização de uma bomba que pode ser manual, elétrica ou pneumática. Estas bombas, que são instaladas no bujão de enchimento do tambor, permitem um bom controle da qualidade de óleo retirado e reduzem ao mínimo o risco de contaminação. Entretanto deve-se tomar a precaução de ter-se uma bomba para cada tipo de produto pois, devido ser praticamente impossível limpá-las totalmente, a utilização de uma só bomba em diversos tipos de lubrificantes resultará em contaminação ou desperdício.



**Graxa:** Devido à sua consistência, as graxas apresentam maiores dificuldades para manuseio, exigindo freqüentemente a remoção da tampa dos tambores, o que pode causar contaminação do produto com pó, água, cinza, etc.

A espátula é o método mais comum de retirar graxa de um tambor e é também a maior causa de contaminação da mesma. Condena-se o uso de pedaços de madeira ou outros objetos não apropriados, quando for necessário o uso de espátulas, deve-se usar as de metal, tomando-se cuidado de ter uma para cada tipo de graxa e de limpá-las e protegê-las do pó e da sujeira quando não estão em uso.

Assim, recomenda-se a instalação de bombas especiais para se retirar graxa, o que possibilita manter os recipientes fechados durante o uso. Existem bombas manuais e pneumáticas que podem ser instaladas diretamente no tambor. Acessórios especiais permitem transferir a graxa para enchedoras de pistolas, engraxadoras portáteis, pistolas manuais ou diretamente ao ponto a ser lubrificado.

Quando se faz necessário usar a espátula para encher pistolas, enchedoras de pistolas ou equipamento portátil de engraxar, deve-se tomar o cuidado de evitar a formação de bolsões de ar através da compactação da graxa, pois prejudica a lubrificação quando são pressurizados. Também, é indispensável manter-se os tambores fechados e limpos quando fora de uso, além de se conservar limpas as espátulas.

### **Os cuidados na movimentação de lubrificantes**

A movimentação dos lubrificantes da sua embalagem original aos locais onde serão utilizados, é de grande importância. O controle das retiradas parciais e os cuidados na manipulação para se evitar contaminação e confusão entre produtos distintos, devem ser rigorosamente observados.

A identificação do lubrificante dentro do almoxarifado ou da sala de lubrificantes é de fundamental importância, pois se o nome do produto estiver ilegível pode causar sérios problemas quando da utilização nos maquinários, devido a uma troca do óleo indicado. Os recipientes originais e os recipientes e equipamentos de transferência e distribuição devem ter uma marcação que indique claramente o produto. Essa marcação deve ser de acordo com o seu nome ou outro código qualquer que o identifique perfeitamente. Estes recipientes e equipamentos devem conter sempre o mesmo tipo de lubrificante a que foram destinados e nunca se deve utilizá-los para outros fins.

Para se recolher o óleo usado que é retirado das máquinas, deve-se reservar um recipiente específico, devidamente marcado. Na hora da necessidade, a maioria dos operários se utiliza de qualquer óleo ou recipiente que esteja à mão. Deve ser proibido o uso de vasilhames improvisados, tais como latas velhas de tintas, regadores, garrafas, panelas, etc.

Portanto, além do indispensável treinamento e conscientização do pessoal, é necessário criar-se meios e condições adequadas para se fazer funcionar um sistema de lubrificação eficiente.

Os recipientes e equipamentos utilizados na lubrificação devem sempre ser meticulosamente limpos após cada utilização, providos de tampas que impeçam a entrada de poeira e outros contaminantes e guardados em locais apropriados, de preferência trancados.

Todos os equipamentos utilizados na lubrificação devem ser de materiais resistentes à corrosão e não devem ser pintados internamente, pois a tinta tende a descascar e contaminar o produto.

## **Recebimento e armazenamento a granel de óleos lubrificantes**

### **Recebimento**

- a) Verificar se o produto que está sendo entregue é o mesmo do pedido e da nota fiscal.
- b) Verificar se os lacres do caminhão estão intactos (não violados).
- c) Verificar se os freios do auto-tanque estão aplicados e suas rodas calçadas.
- d) Abrir a boca de visita (ou de carregamento) e a válvula de segurança da tubulação de saída.
- e) Utilizar uma mangueira de descarga para cada tipo de óleo lubrificante. Nunca usar as mangueiras de óleos lubrificantes para descarga de outros tipos de produtos e vice-versa.
- f) Colher uma amostra do óleo antes da descarga, em recipiente limpo e transparente.
- g) Terminada a descarga, escorrer bem o óleo da mangueira.
- h) Quando a mangueira não estiver sendo usada, proteger suas extremidades para evitar a entrada de sujeira e outros contaminantes.
- i) Manter limpa toda a instalação.
- j) Manter uma pessoa responsável durante todo o processo de descarga.

## **Armazenamento**

- a) Os tanques e instalações para armazenagem de óleos lubrificantes devem obedecer as Normas ABNT e CNP.
- b) O tanque pode ser aéreo ou subterrâneo, porém a primeira alternativa é preferível.
- c) Para cada tipo de óleo lubrificante deve haver uma linha de serviço.
- d) O tanque deve ser drenado regularmente.
- e) As linhas e os tanques devem ser identificados conforme cada tipo de produto.
- f) Para óleos lubrificantes muito viscosos, é conveniente utilizar aquecimento no tanque e na linha, devido às variações de temperatura.

## **Descarte de óleos usados**

Para as empresas que utilizam grande quantidade de óleos lubrificantes, a recuperação de determinados tipos de óleos para reutilização no mesmo ou outros fins constitui-se uma grande forma de economia. Através dos métodos de decantação, centrifugação e filtração, consegue-se recuperar ou aumentar a vida útil dos lubrificantes industriais.

Entretanto, sempre haverá uma parte que não poderá ser reaproveitada e que precisará ser descartada. Através de orientação estipulada pelo CNP - Conselho Nacional do Petróleo, é obrigado captar-se todas as sobras e envasá-las convenientemente em tanques ou embalagens limpas, para posterior revenda às empresas especializadas em recuperação e re-refinação de óleos lubrificantes, que posteriormente os revenderão para outros fins.

Órgãos criados especificamente para o controle da poluição ambiental, proíbem terminantemente o descarte de óleos lubrificantes em esgotos, afluentes, rios e mar.

A queima de óleos lubrificantes em caldeiras e fornos não é permitida e aconselhada, pois, além de prejudicar os equipamentos e poluir o meio ambiente, são divisas do País que se queimam e que poderiam ser aproveitadas.

## **Monitoramento da condição do equipamento através da análise do lubrificante**

A análise do lubrificante nos permite identificar, quantificar, traçar um perfil de desgaste do equipamento e componentes, além de avaliar a sua degradação natural. Do lubrificante que circula entre as partes do equipamento se obtém todas as informações necessárias sobre o seu estado. As partículas de contaminação e as partículas de desgaste estão nele presentes e, identifica-las através de análises específicas, nos permite traçar um perfil de desgaste dos seus componentes.

O controle de lubrificantes é vital para que o equipamento se mantenha em condições de plenitude operacional. Este controle nos permite identificar não somente o desgaste do equipamento mas a degradação natural e a sua troca ou intervenção no momento exato.

### ***O monitoramento das partículas de desgaste baseia-se principalmente em dois fatos:***

- Que a interface das peças móveis são continuamente "lavadas" pelo lubrificante e que as partículas de desgaste são arrastadas por este lubrificante
- Que a velocidade de geração destas partículas torna-se maior com o aumento do desgaste;
- Que o exame das partículas de desgaste arrastadas pelo lubrificante é um meio reconhecidamente eficaz de se conhecer a saúde dos equipamentos e quando exercido regularmente habilita a detecção de falhas incipientes e a implementação de um programa de monitoramento das condições dos mesmos no dia-a-dia de uso.

Técnicas tem sido aplicadas para conhecer a natureza das partículas de desgaste em termos qualitativos, quantitativos e atualmente a maioria destas técnicas são aplicadas em amostras do lubrificante em uso. Estas amostras são coletadas em intervalos regulares - pré-determinados - e a avaliação dos metais de desgaste é executada.

A adequada tabulação destes dados leva ao conhecimento do perfil normal de desgaste e a predição de ocorrência de falhas.

As metodologias mais usadas atualmente para o monitoramento das partículas de desgaste são:

***Técnica de detecção e identificação de partículas através da especificação da espectrofotometria de absorção atômica***

Nesta metodologia de ensaio, a amostra é atomizada em uma chama sobre a qual incide uma determinada radiação - característica do elemento a ser analisado. Esta radiação tem como fontes "lâmpadas" específicas para cada elemento. Os átomos do elemento dispersos na chama absorvem parte da radiação incidente ocasionando a diminuição de intensidade da mesma que é medida por um detector. Quanto maior a concentração do elemento, maior será a absorção da radiação incidente.

Esta determinação quantitativa é feita através de comparação com padrões conhecidos dos elementos, produzidos pela diluição de compostos organo-metálicos de pureza analítica.

Os elementos de interesse ao estudo das partículas de desgaste geralmente são:

- ***alumínio, cromo, cobre, ferro, manganês, magnésio, sódio, níquel, chumbo, silício, estanho, zinco, titânio, cálcio, bário e vanádio.***

A técnica da Espectrofotometria nos permite identificar qualitativa e quantitativamente o tipo de material de desgaste ou seja, o tipo e a quantidade de elementos dispersos no óleo. É também de grande utilidade na quantificação de aditivos metálicos incorporados aos lubrificantes novos.

Em virtude da limitação da capacidade de detecção, por via direta, de partículas de até no máximo 2 microns e por ser muito trabalhoso e demorado a execução do teste por via indireta, fica inviável, na maioria das vezes, a utilização desta técnica para identificar desgaste em equipamentos industriais onde as partículas se apresentam na faixa de  $> 1 < 50$  microns. Entretanto para se detectar partículas em óleos lubrificantes de motores de combustão interna e fluidos de sistemas hidráulicos ela se apresenta ideal pois as partículas se apresentam  $< 2$  microns.

***A técnica de identificação de partículas através da ferrografia***

A Ferrografia consiste na contagem e na observação visual das partículas existentes em uma amostra de lubrificante. Baseia-se nos seguintes princípios:

- A maior parte dos sistemas mecânicos desgasta-se antes de falhar;
- O desgaste gera partículas;

- A natureza e a quantidade de partículas dependem da causa e da severidade do desgaste;
- Analisar partículas é o mesmo que analisar as superfícies que se desgastam.

Existem dois níveis de Análise Ferrográfica.

A primeira, **quantitativa** fornece uma indicação da severidade do desgaste;

A segunda, **analítica**, leva ao conhecimento das causas do desgaste.

Descobriu-se que durante o funcionamento normal de um elemento de máquina corretamente lubrificado, são produzidas partículas metálicas, principalmente ferrosas, de tamanho inferior a 15 microns e que, em condições de sobrecarga e má lubrificação cresce a quantidade e o tamanho das mesmas. **Criou-se, então, um método eficaz de coletar, separar, contar e identificar as partículas suspensas no lubrificante.**

Fazendo-se fluir o óleo, ou graxa, através de um tubo capilar ou lamina de vidro, cercada por forte campo magnético, as partículas ferrosas de maior tamanho precipitam-se primeiro na entrada do substrato, aglomerando-se em local bem definido. É a posição em que são encontradas as partículas maiores consideradas de desgaste severo. Cinco a seis milímetros adiante, precipitam-se as partículas menores, resultantes do desgaste considerado normal. Às partículas não ferrosas precipitam-se em qualquer local, pela ação da gravidade e do fraco magnetismo adquirido no contato com as partículas ferrosas. Após a lavagem do depósito obtido, utilizando-se um solvente especial que elimina todo o óleo, permanecem apenas as partículas retidas pelas forças eletromagnéticas, prontas para a contagem e observação visual.

Para a contagem são utilizadas fontes de luz e detectores apropriados, ligados a um dispositivo eletrônico que mede as intensidades da luz transmitida através de duas áreas, entrada e seis milímetros adiante, da amostra. A relação entre elas, correspondente à relação entre as partículas grandes e pequenas, indica a severidade do desgaste. Este é o princípio da Ferrografia Quantitativa, que pode ser efetuada periódica ou continuamente e possibilita o traçado de um gráfico de tendências e o estabelecimento de um nível de alarme.

A Ferrografia Analítica requer a utilização de um microscópio de pesquisa, além de outros instrumentos auxiliares para observação visual da amostra. A natureza das partículas fornece uma indicação precisa das causas do desgaste.

A amostra levada ao microscópio em laminas de vidro, é análoga a um espectro, pois decompõe o "sinal",

ordenadamente, segundo suas características, que tem relação com as causas.

A análise da forma, tamanho e cor das partículas permite inferir as causas tais como, sobrecarga, má lubrificação, fadiga, abrasão e outras. A identificação da composição química dos elementos que compõe as partículas é viabilizada pela distribuição das mesmas no Ferrograma (lamina de vidro), pela cor, aquecimento e ataques químicos. Raramente é necessário a utilização de outros métodos de identificação da composição química dos elementos.

Com a Ferrografia pode-se efetuar o monitoramento periódico, monitoramento de start-up, análise de falhas e desenvolvimento de lubrificantes apropriados para condições específicas.

A Ferrografia Quantitativa é realizada com um instrumento denominado Ferrógrafo de Leitura Direta.

A Ferrografia Analítica requer um microscópio de pesquisas, um ferrógrafo preparador de laminas e outros instrumentos auxiliares.

### ***Materiais identificáveis pela ferrografia***

<b><i>Materiais de Construção</i></b>	<b><i>Outros materiais</i></b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aço Carbono -&gt; 1,5%C</li><li>• Aço de baixa liga</li><li>• Aço de média liga - 3 ~ 8%C</li><li>• Aço de alta liga</li><li>• Aço com alto teor de Níquel</li><li>• Aço inoxidável</li><li>• Ferro Fundido - 3 ~ 4%C</li><li>• Ligas de cobre - bronze, latão</li><li>• Alumínio</li><li>• Prata</li><li>• Cromo</li><li>• Cádmio</li><li>• Molibidênio</li><li>• Titânio</li><li>• Zinco</li><li>• Ligas chumbo-estanho - babite</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Flocos de carbono - selos, juntas</li><li>• Fibras de asbestos - juntos</li><li>• Fibras de celulose - filtros</li><li>• Fibras de vidro - filtros</li><li>• Poliéster - filtros</li><li>• Sílica - contaminação</li><li>• Polímeros de fricção - degradação de lubrificantes</li><li>• Óxidos - produtos de corrosão</li></ul>



**Leia o texto a seguir e responda às questões que se seguem.**

*A função básica da lubrificação é a redução do atrito existente entre superfícies em contato que estejam em movimento relativo. O Sr. Vira Brequim Justo, dono da Galões S/A, sabia disto e valorizava o seu mais antigo funcionário que cuidava da lubrificação de todas as máquinas da empresa. Almo Tolia era o nome desse funcionário. Todas as tardes, o Sr. Almo Tolia percorria os pavilhões da Galões S/A, empurrando o seu carrinho de lubrificação. Cada máquina possuía uma ficha onde estava indicado o tipo de óleo ou graxa a ser utilizado, assim como os níveis e os pontos a serem lubrificados. O Sr. Almo Tolia fazia seu serviço com perfeição e sabia o porquê da lubrificação.*

- 12) Por que o Sr. Vira Brequim Justo mantém o funcionário Sr. Almo Tolia em Sua indústria?
- 13) O serviço executado pelo Sr. Almo Tolia é importante? Porque?
- 14) Tente explicar por que as máquinas das Galões S/A têm uma ficha que indica os tipos de óleos e graxas a serem usados.
- 15) Se o lubrificante aplicado pelo Sr. Almo Tolia for inadequado ou se a quantidade a ser usada não for correta, que tipos de problema poderão ocorrer?