

*CPM - Programa de Certificação de Pessoal de Manutenção*

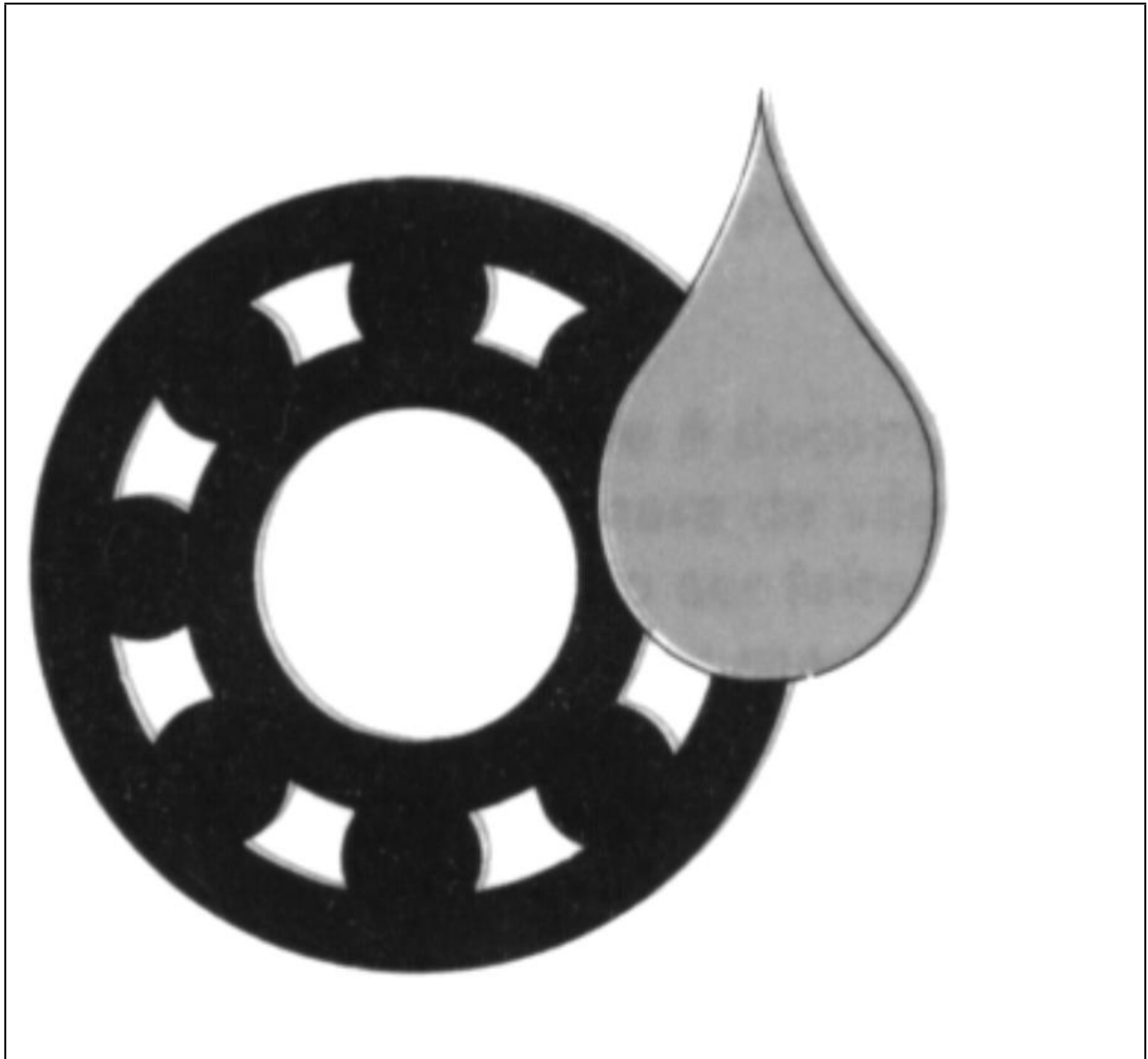
---

*Mecânica*

---

*Lubrificação*

---



## Lubrificação - Mecânica

© SENAI - ES, 1997

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

Coordenação Geral	Luís Cláudio Magnago Andrade (SENAI) Marcos Drews Morgado Horta (CST)
Supervisão	Alberto Farias Gavini Filho (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: (27)3325-0255  
Telefax: (27) 3227-9017

CST - Companhia Siderúrgica de Tubarão  
AHD - Divisão de Desenvolvimento de Recursos Humanos  
AV. Brigadeiro Eduardo Gomes, nº 930, Jardim Limoeiro - Serra - ES.  
CEP 29163-970  
Telefone: (27) 3348-1333

## Sumário

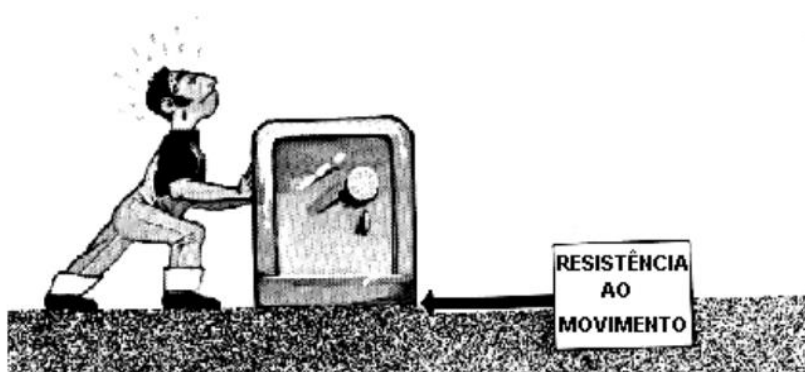
Métodos de aplicação dos óleos lubrificantes .....	04
• Métodos de lubrificação por gravidade .....	04
• Métodos de lubrificação por Capilaridade .....	06
• Métodos de lubrificação por Salpico .....	07
• Métodos de lubrificação por Imersão .....	09
• Métodos de lubrificação por Sistema Forçado .....	09
• Métodos de lubrificação a Graxa .....	10
• Precauções na aplicação de lubrificantes .....	14
• Acessórios de lubrificação .....	16
• Propriedade dos óleos lubrificantes .....	22
• O recebimento .....	24
• Estocagem .....	27
 Fatores que afetam os produtos estocados .....	 31
• Contaminações .....	31
• Depósito de lubrificantes .....	36
• Estocagem e manipulação de lubrificantes em uso .....	37
• Os cuidados na movimentação de lubrificantes .....	39
 Recebimento e armazenamento a granel de óleos lubrificantes .....	 41
• Recebimento .....	41
• Armazenamento .....	42
• Descarte de óleos usados .....	42
 Monitoramento da condição do equipamento através da análise do lubrificante .....	 43
 Lubrificação - Avaliação .....	 47

Lubrificação.....	03
• Atrito .....	03
• Lubrificante .....	07
• Funções dos Lubrificantes .....	10
• Película Lubrificante .....	11
• Classificação da Lubrificação .....	12
• Cunha Lubrificante .....	14
• Ranhuras .....	16
 Lubrificantes.....	 19
• Classificação .....	19
• Análises .....	21
• Aditivos .....	40
 Graxas Lubrificantes .....	 47
• Generalidades .....	47
• Fabricação .....	47
• Classificação .....	48
• Características e Aplicações .....	48
• Critérios de escolha .....	50
• Aditivos .....	52

## Lubrificação

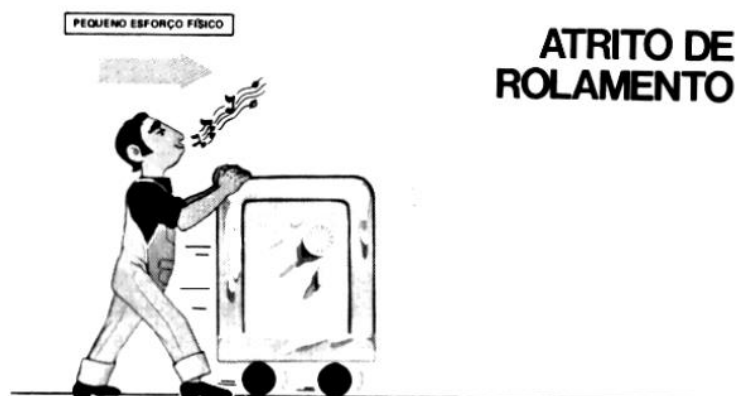
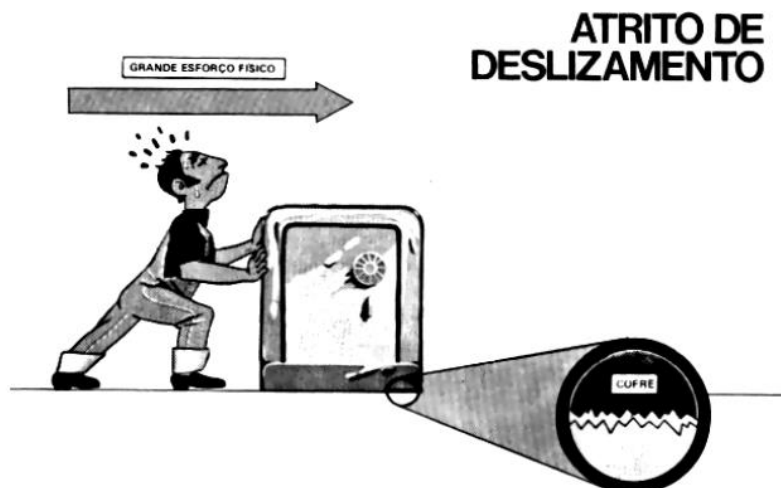
### Atrito

O *atrito* é uma designação genérica da resistência que se opõe ao movimento. Esta resistência é medida por uma força denominada força de *atrito*. Encontramos o atrito em qualquer tipo de movimento entre sólidos, líquidos ou gases. No caso de movimento entre sólidos, o atrito pode ser definido como a *resistência que se manifesta ao movimentar-se um corpo sobre outro*.



O atrito tem grande influência na vida humana, ora agindo a favor, ora contra. No primeiro caso, por exemplo, possibilitando o simples caminhar. O segundo preocupa-nos mais de perto e tudo tem sido feito para minimizar esta força. O menor atrito que existe é dos gases, vindo a seguir o dos fluidos e, por fim, o dos sólidos. *Como o atrito fluido é sempre menor que o atrito sólido, a lubrificação consiste na interposição de uma substância fluida entre duas superfícies, evitando, assim, o contato sólido com sólido, e produzindo o atrito fluido.* É de grande importância evitar-se o contato sólido com sólido, pois este provoca o aquecimento das peças, perda de energia pelo agarramento das peças, ruído e desgaste.

O atrito sólido pode se manifestar de duas maneiras: como **atrito de deslizamento** e como **atrito de rolamento**. No atrito de deslizamento, os pontos de um corpo ficam em contato com pontos sucessivos do outro. No caso do atrito de rolamento, os pontos sucessivos de um corpo entram em contato com os pontos sucessivos do outro. *O atrito de rolamento é bem menor do que o atrito de deslizamento.*



As leis que regem o atrito de deslizamento são as seguintes:

### 1ª Lei

O atrito é diretamente proporcional à carga aplicada. Portanto, o coeficiente de atrito se mantém constante e, aumentando-se a carga, a força de atrito aumenta na mesma proporção.

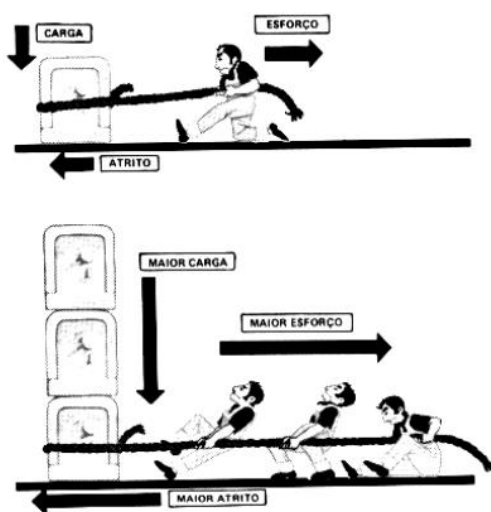
$$F_s = \alpha \times P$$

Sendo:

$F_s$  = atrito sólido

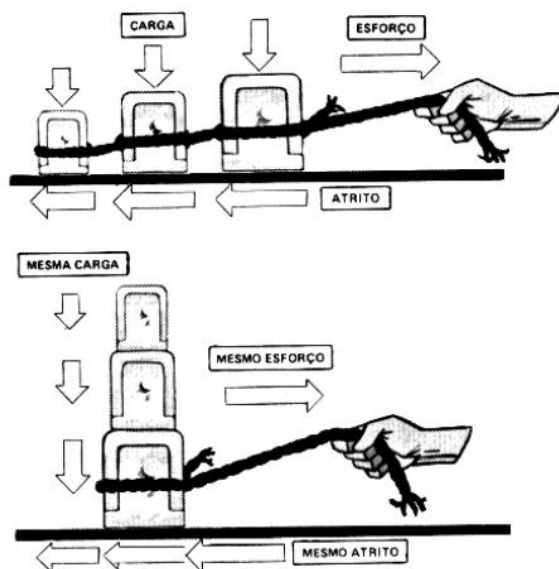
$\alpha$  = coeficiente de atrito

$P$  = carga aplicada



### 2ª Lei

O atrito, bem como o coeficiente de atrito, independem da área de contato aparente entre superfícies em movimento.



### 3ª Lei

O *atrito cinético* (corpos em movimento) é *menor do que o atrito estático* (corpos sem movimento), devido ao coeficiente de atrito cinético ser inferior ao estático.



### 4ª Lei

O *atrito diminui com a lubrificação e o polimento das superfícies*, pois reduzem o coeficiente de atrito.



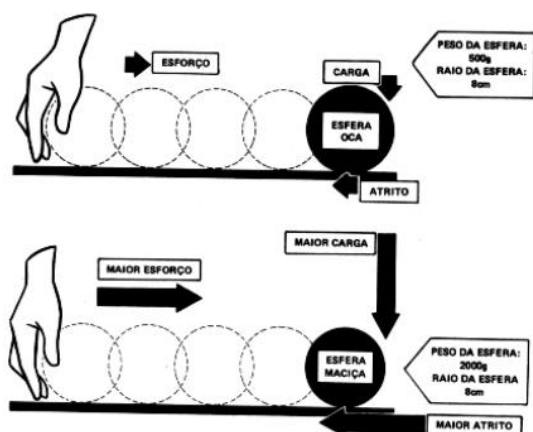
No atrito de rolamento, a resistência é devida sobretudo às deformações. As superfícies elásticas (que sofrem deformações temporárias) oferecem menor resistência ao rolamento do que as superfícies plásticas (que sofrem deformações permanentes). Em alguns casos, o atrito de rolamento aumenta devido à deformação da roda (por exemplo, pneus com baixa pressão).



As leis do atrito de rolamento são as seguintes:

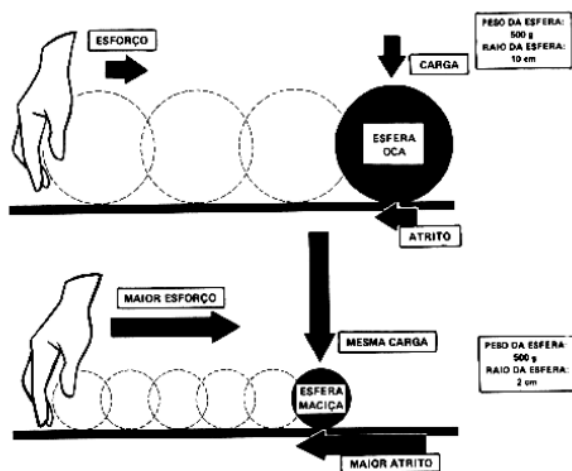
### 1ª Lei

A resistência ao rolamento é diretamente proporcional à carga aplica.



### 2ª Lei

O atrito de rolamento é inversamente proporcional ao raio do cilindro ou esfera.



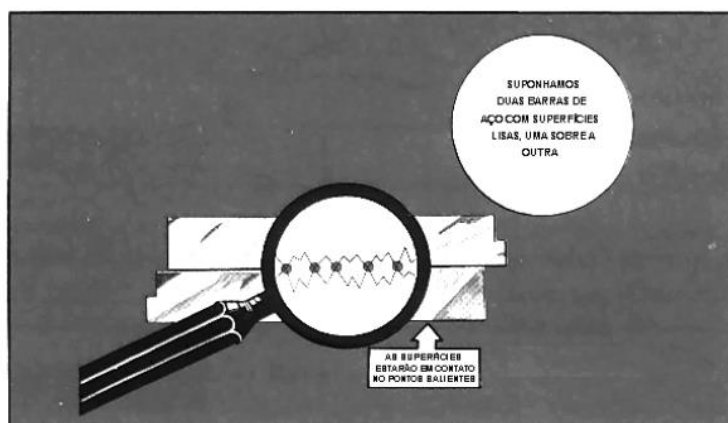
### Lubrificante

Exames acurados do contorno de superfícies sólidas, feitas no microscópio eletrônico e por outros métodos de precisão, mostraram que é quase impossível, mesmo com os mais modernos processos de espelhamento, produzir uma superfície verdadeiramente lisa ou plana.

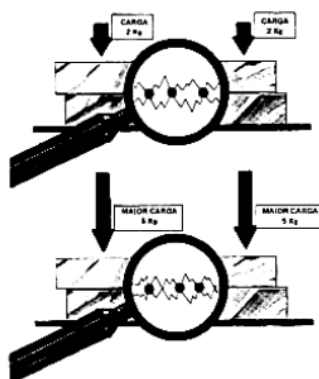
*Ampliando-se uma pequena porção de uma superfície aparentemente lisa, temos a idéia perfeita de uma cadeia de montanhas.*



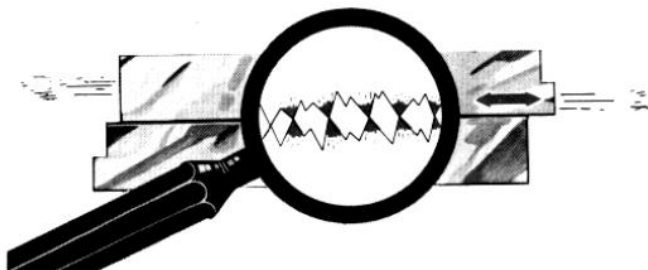
*Supondo duas barras de aço com superfícies aparentemente lisas, uma sobre a outra, tais superfícies estarão em contato nos pontos salientes.*



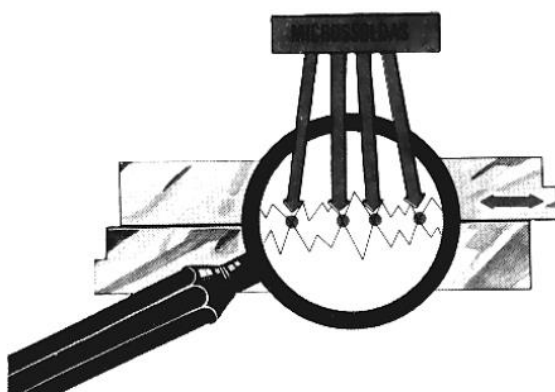
Quanto maior for a carga, maior será o número de pontos em contato.



Ao movimentar-se uma barra de aço sobre a outra haverá um desprendimento interno de calor nos pontos de contato. Devido à ação da pressão e da temperatura, estes pontos se soldam.

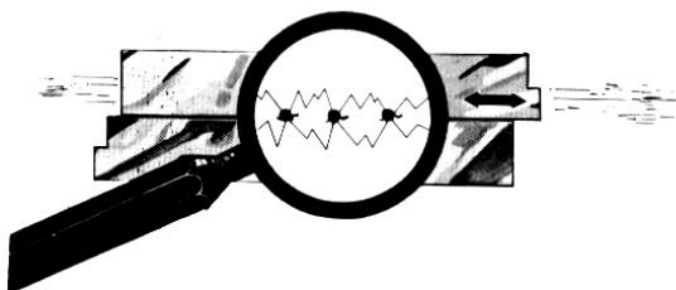


Para que o movimento continue, é necessário fazer uma força maior, a fim de romper estas pequeníssimas soldas (microsoldas).

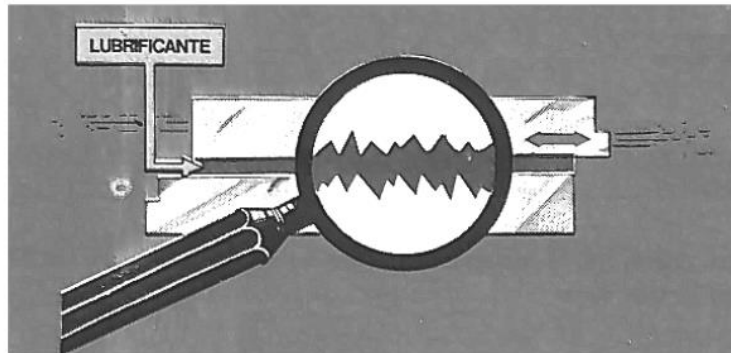


Com o rompimento das microsoldas, temos o desgaste metálico, pois algumas partículas de metal são arrastadas das superfícies das peças.

Quando os pontos de contato formam soldas mais profundas, pode ocorrer a grimpagem ou ruptura das peças.



Uma vez que o atrito e o desgaste provêm do contato das superfícies, o melhor método para reduzi-los é manter as superfícies separadas, intercalando-se entre elas uma camada de lubrificante. Isto, fundamentalmente, constitui a lubrificação.



Portanto, lubrificantes é qualquer material que, interposto entre duas superfícies atritantes, reduza o atrito.