

Manual técnico

# LINHA LEVE



# Índice

<b>Introdução</b> .....	<b>03</b>
<b>1. Características dos materiais de atrito</b> .....	<b>04</b>
1.1. Conceitos básicos .....	04
1.2. Materiais de atrito .....	05
1.3. Propriedades importantes .....	06
1.4. Considerações sobre freios .....	09
<b>2. Como funciona o sistema de freio</b> .....	<b>10</b>
2.1. Sistema de suprimento .....	10
2.2. Sistema de controle .....	11
2.3. Sistema de freio de roda .....	13
<b>3. Manutenção do sistema de freio</b> .....	<b>18</b>
3.1. Manutenção do freio a disco .....	18
3.2. Manutenção do freio a tambor .....	21
<b>4. Sistemas auxiliares</b> .....	<b>24</b>
4.1. ABS .....	24
4.2. EBD .....	24
4.3. Controle de tração .....	24
4.4. Controle de estabilidade .....	24
4.5. Assistente de partida em rampa .....	24
<b>5. Sistema e revestimento de embreagem</b> .....	<b>25</b>

# Introdução

## **Pensou na qualidade de uma das líderes mundiais em materiais de fricção, pensou Fras-le.**

Ao longo de mais de 70 anos, a Fras-le tem se destacado pelos compromissos permanentes com inovação, qualidade, segurança e alta performance. Princípios essenciais para acompanhar a evolução dos mercados e dos veículos e para atender a clientes, profissionais e motoristas cada vez mais exigentes em todo o mundo.

Por conta disso, a Fras-le investe continuamente no desenvolvimento de novos produtos e serviços, sempre alinhados às necessidades de desempenho, durabilidade, eficiência e sustentabilidade exigidas pelo mercado, de modo a garantir que esses profissionais e motoristas possam contar com máxima confiança na hora de escolher o melhor componente para seu freio.

### **Presença em mais de 125 países, nos cinco continentes.**

Para atender a clientes em todo o mundo, a Fras-le conta com mais de 5.500 colaboradores, distribuídos em operações no Brasil, Estados Unidos, China, Índia, Reino Unido, Holanda, Alemanha, Argentina, Uruguai, Chile, Colômbia e México, sendo 11 unidades fabris, 9 centros de distribuição e 4 escritórios comerciais, além de 2 Centros de Tecnologia e Desenvolvimento.

Toda essa capacidade, somada à sua sólida reputação de qualidade e à contínua dedicação à pesquisa e desenvolvimento, tornaram a Fras-le uma das líderes mundiais na produção de materiais de fricção, com um portfólio completo de pastilhas, lonas e sapatas de freio, para veículos leves e comerciais.

Este manual é uma iniciativa da Fras-le e foi desenvolvido para compartilhar informações técnicas e conhecimento para que você possa aproveitar ao máximo toda a qualidade, desempenho e segurança dos nossos produtos.  
Pensou freio, Fras-le.

### **Boa leitura!**



# 1 Características dos materiais de atrito

O desenvolvimento de materiais de atrito visa garantir um sistema de freio cada vez mais seguro, estável e confiável. Para alcançar esse objetivo, há uma série de características e propriedades que precisam ser atendidas.

O atrito acontece através da fricção entre dois corpos, o que tende a diminuir a velocidade de um objeto em movimento. A força gerada será resultado, entre outros, de um dos fatores mais importantes quando se fala de materiais de atrito: o coeficiente de atrito.

## 1.1. Conceitos básicos

O funcionamento do freio hidráulico tem por base a aplicação da Lei de Pascal que diz: “A pressão exercida sobre líquidos, em vasos selados, transmite-se por igual em todos os pontos”.

Exemplo: usando uma seringa de injeção (vaso selado), podemos exemplificar com clareza a lei. Tapando o furo de saída e pressionando o êmbolo, teremos pressão em todos os pontos de contato do líquido.

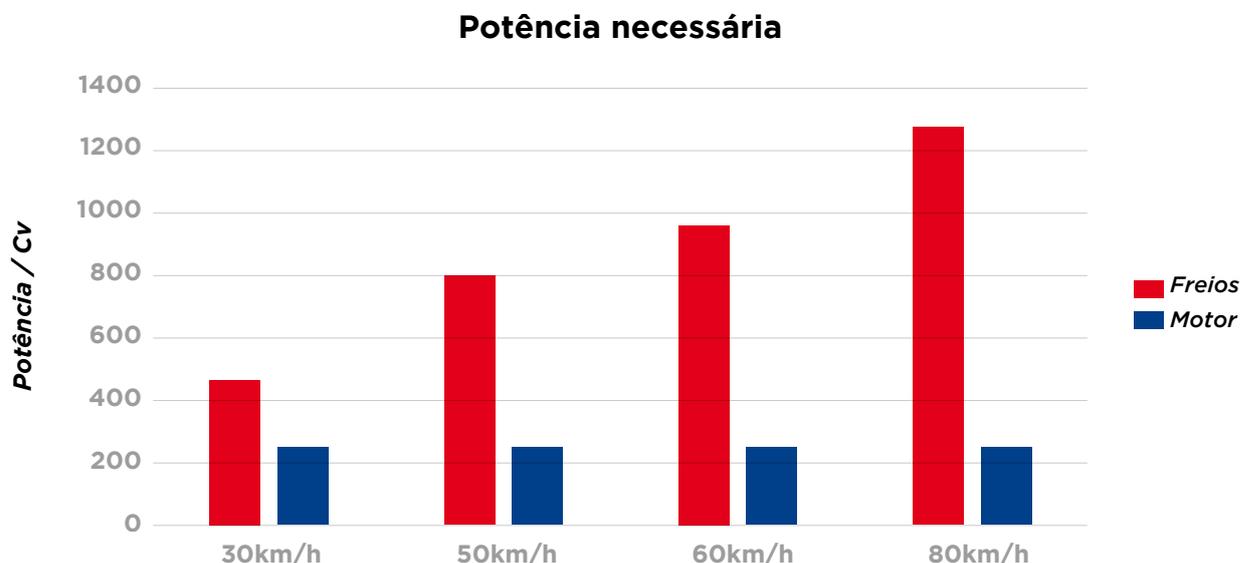
**Força:** toda ação capaz de alterar a velocidade de um corpo.

**Área:** é a medida de uma superfície.

**Pressão:** é a relação entre a força aplicada e área de uma superfície.

**Energia Cinética:** é a energia que um corpo possui estando em movimento. Ela será função da velocidade ao quadrado e da massa do veículo.

**Potência:** pode ser entendida como a transformação da energia pelo tempo (energia cinética transformada em calor e ruído, por exemplo). Importante ressaltar que, dependendo da velocidade do veículo, o carro necessita de uma potência maior na frenagem do que na aceleração, conforme ilustrado na figura abaixo. Isso se deve ao fato de existir uma distância máxima para a parada do veículo, que costuma ser menor do que a distância utilizada para chegar àquela velocidade.



**Coefficiente de Atrito:** é a relação entre a força de atrito e a força normal.

**Calor:** é a forma de energia que se transfere de um corpo para outro em virtude de uma diferença de temperatura existente entre os dois.

**Desgaste:** é a diminuição da massa do material provocada pelo atrito.

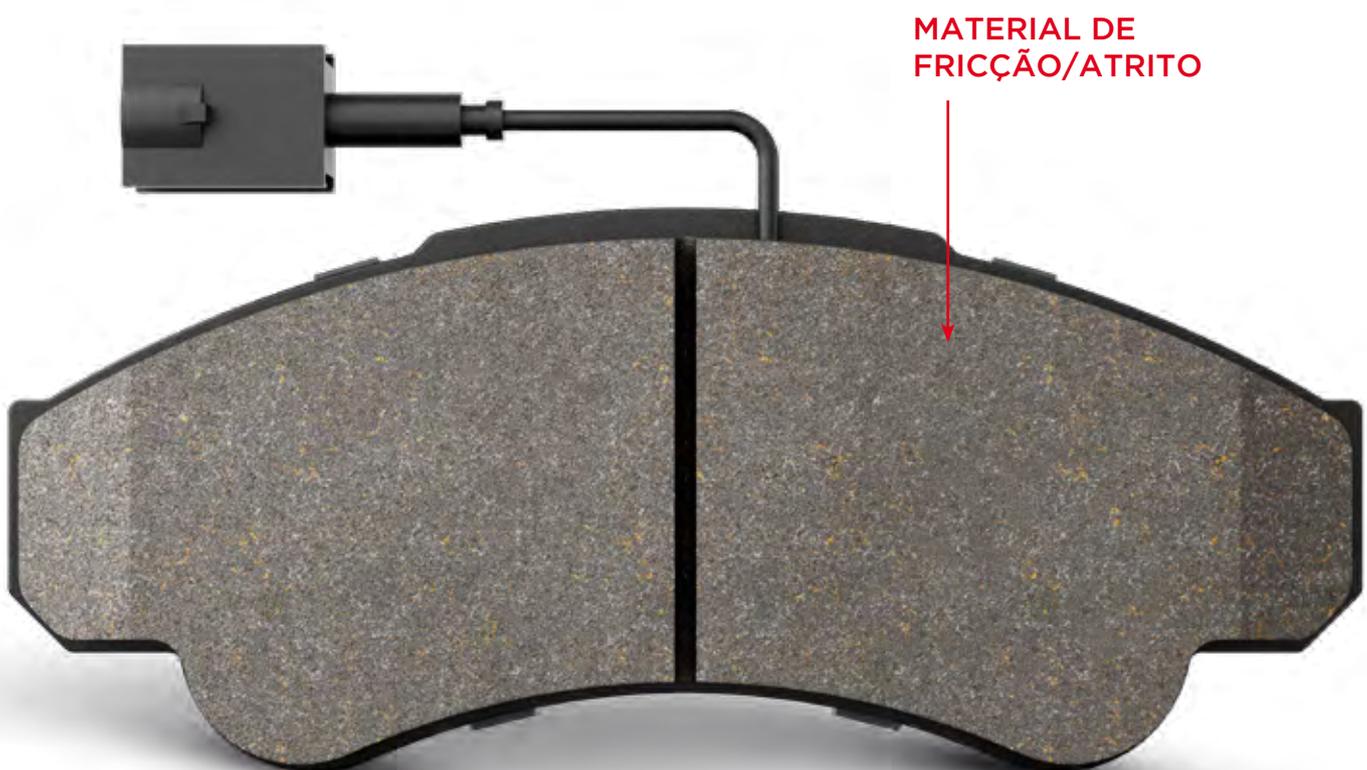
**Força de Frenagem:** é a força resultante do mecanismo de freio em sentido contrário ao movimento do veículo.

**Fade:** efeito da redução do atrito provocado pelo calor gerado durante as frenagens.

## 1.2. Materiais de atrito

Componente essencial de um sistema de freio, o material de atrito (ou fricção como também pode ser chamado) é o responsável pelo contato com o rotor, transformando a energia cinética ou potencial do veículo em energia térmica, preferencialmente.

O projeto dos materiais de atrito precisa atender a diversos requisitos, tais como: frenagem do veículo, controlar o desgaste dos componentes, minimizar a geração de ruído, inibir corrosão e garantir resistência mecânica, dentre outros. Para atender a todas as necessidades envolvidas, diferentes tipos de materiais são desenvolvidos e empregados.



## MATERIAIS DE ATRITO PODEM SER CLASSIFICADOS QUANTO A QUANTIDADE DE AÇO EM SUA COMPOSIÇÃO. ABAIXO LISTAMOS OS PRINCIPAIS:



### Metálico e Semimetálico

Os materiais de fricção metálicos são os que possuem mais de 15% de fibras de aço em sua composição. Comumente utilizados no mercado, têm boa performance e durabilidade.

Os semimetálicos por sua vez apresentam menor índice de fibras de aço (entre 10% a 15%).



### Cerâmico

Os materiais de atrito cerâmicos são produzidos sem a utilização de fibra de aço ou materiais ferrosos. Este material apresenta menor índice de ruído de freio, baixa agressividade ao disco e, conseqüentemente, atendem a um público mais exigente em relação à baixa sujeira na roda. Recomendados para veículos que trabalhem em alta temperatura de frenagem.



### Sem amianto e substâncias tóxicas

Por comprovados danos à saúde humana, a Fras-le foi pioneira, na América Latina, em extinguir o uso desta matéria-prima de suas linhas de produção desde os anos 2000.

O amianto era uma substância com baixo valor econômico e ótimas propriedades, tal mineral foi amplamente utilizado durante a maior parte do século XX. Porém, com novas legislações e a priorização da vida, sua utilização foi proibida, dando lugar a compostos não nocivos.

## 1.3. Propriedades importantes

### *Durabilidade*

A qualidade do material de atrito interfere diretamente na sua durabilidade. Devido às propriedades de algumas matérias-primas, a operação em elevadas temperaturas leva a um desgaste acelerado. Além disso, a geometria do freio e o acabamento da superfície da pista de frenagem também influenciam. Um material de atrito de boa qualidade deve ser também um bom isolante térmico.

Um desgaste muito acelerado do material leva à redução da sua vida útil. Por outro lado, um certo nível de desgaste é essencial para assegurar a renovação da superfície de atrito, de modo a não se ter mudanças negativas de suas características. A redução da vida dos materiais de atrito também pode ser causada por mau uso, como temperaturas muito elevadas e utilização fora das condições previstas no projeto. Mais detalhes sobre os limites de utilização das pastilhas e lonas podem ser encontrados nos capítulos sobre manutenção de freio a disco e freio a tambor deste manual.





### **Ruído**

Os ruídos no sistema de freio podem ser classificados em função da frequência de vibração ou do fenômeno de geração (imperfeições geométricas, deformações do rotor, entre outros).

Os principais ruídos de freio são o **creep groan** e o **squeal**.

O **creep groan** é caracterizado por ser um ruído de baixa frequência (na prática é um som mais grave) e é induzido por um fenômeno que ocorre quando dois objetos estão deslizando um sobre o outro (disco sobre pastilha ou lona sobre tambor), prevalecendo em baixas velocidades e geralmente causado pelo fenômeno de stick-slip, que é uma relação entre o atrito e velocidade. Ou seja, é quando o atrito passa de dinâmico (atrito baixo) para se tornar atrito estático (atrito alto).

Exemplo prático: empurrar uma borracha sobre a mesa.

Isso pode gerar uma instabilidade no sistema de freio, e muitas vezes, a fonte do ruído surge não necessariamente no material de atrito, mas em outros componentes da suspensão, direção e freio que podem estar apresentando exageradas folgas ou ainda defeitos.

#### **DICA:**

**a manutenção adequada e frequente do sistema de freio, direção e suspensão reduz a incidência de ruídos.**

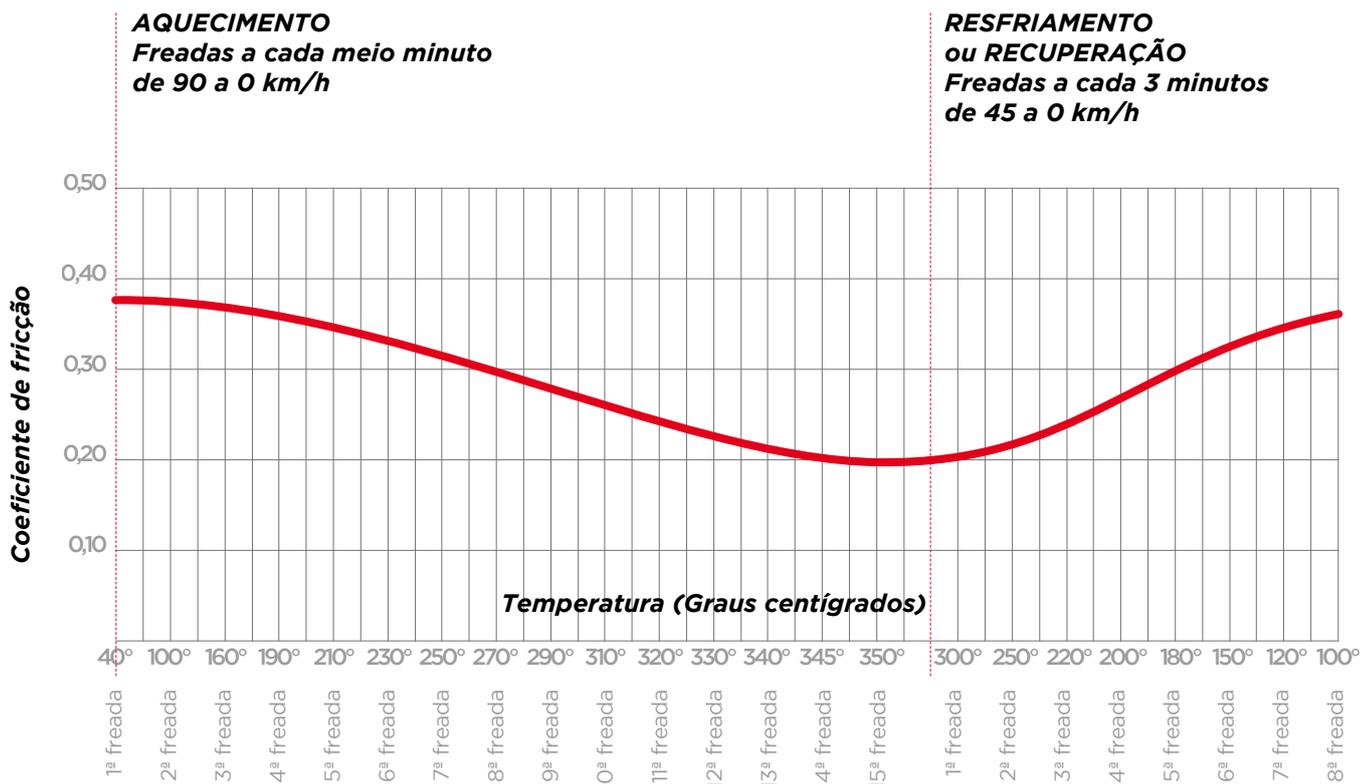
Já o **squeal** é um ruído que ocorre em altas frequências. Geralmente em velocidades altas ou grandes desacelerações, mas também pode ocorrer em velocidades e pressões de aplicação de freios mais baixas, dependendo da condição. Sua geração está associada a interação entre os componentes do freio, material de atrito, rotor e caliper principalmente, devido ao acoplamento de suas frequências naturais. Esse tipo de ruído é o mais comum e o mais apontado como gerador de desconforto acústico na linha leve.

Na indústria de freios, de forma geral, a responsabilidade para solucionar os ruídos de freio é atribuída aos fabricantes de materiais de fricção. No entanto, o material de atrito não é o único responsável por todos os tipos de ruído.

### **Performance**

#### **Fade e Recuperação**

Todo material de atrito, quando submetido a trabalho em temperaturas elevadas, apresenta redução no seu coeficiente de atrito. Esse fenômeno é chamado de Fade. Esta redução do atrito, entretanto, deve manter-se dentro de limites toleráveis, de modo que os freios ainda sejam capazes de frear o veículo em segurança. Quando resfriado após alcançar altas temperaturas, o material de atrito deve ser capaz de retornar às condições originais. Este fenômeno chama-se Recuperação. O gráfico a seguir exemplifica o processo de Fade e Recuperação.



### Distância de parada

A distância de parada de um veículo pesado é um fator crítico para a segurança no trânsito e está diretamente ligada a diversos fatores como peso do veículo, condições da via, tipo de pneu, sistema de frenagem e velocidade. Existem legislações que estabelecem normas e limites de velocidade para diferentes tipos de veículos e condições de tráfego, com o objetivo de garantir a segurança de todos os envolvidos. Elas diferem de um país a outro, mas devem ser cumpridas por todos os fabricantes, sejam de veículos e/ou componentes.

Os mecânicos desempenham papel fundamental, visto que estando ciente dessas legislações e mantendo manutenções preventivas e corretivas nos sistemas de frenagem, garantirá o bom funcionamento e a eficiência destes veículos, contribuindo para a redução de acidentes e a segurança nas rodovias.

Para saber mais sobre legislações de distância de parada, recomendamos visitar o site oficial do órgão que regulariza o trânsito em seu respectivo país.

### Classificação J661 (Norma SAE)

A fim de assegurar bom padrão de qualidade final aos materiais de fricção, a classificação J661 uniformiza processos laboratoriais. As informações obtidas são utilizadas dentro da própria fábrica, para manutenção da qualidade, e em relatórios para clientes, garantindo a confiabilidade do produto empregado nos veículos.

Já a norma J866 padroniza o código para o material e está relacionado a seu coeficiente de fricção. Importante ressaltar que o indicador é medido em teste, no corpo de prova padrão, e encontra-se gravado na peça (produto final). Tal coeficiente não necessariamente representa o valor real de atrito do material aplicado na geometria do freio, mas sim uma referência que possibilita o controle de qualidade do material no momento da produção.



Código	Coeficiente de fricção
C	Menos de 0.15
D	Entre 0.15 e 0.25
E	Entre 0.25 e 0.35
F	Entre 0.35 e 0.45
G	Entre 0.45 e 0.55
H	Acima de 0.55

### ***Resistência Mecânica***

Os materiais de atrito devem possuir resistência mecânica suficiente para suportar os esforços inerentes à aplicação a que se destinam.

Em pastilhas de freio, a mediação de resistência ao cisalhamento é a característica mais importante e garante a integridade do produto durante o uso.

Em lonas de freio para veículos comerciais, uma característica de resistência muito importante é a sede do rebite, onde uma resistência mínima é necessária para evitar quebra e soltura das lonas.

### ***Estabilidade Dimensional***

Ao frear é gerado calor, o que aquece os componentes do freio. Esse aquecimento resulta na dilatação das peças alterando suas dimensões. Ao retornar à temperatura ambiente, o componente deve voltar ao seu dimensional original.

Os materiais de fricção, em particular, após resfriados podem não retornar ao seu dimensionamento original, apresentando um residual de dilatação (crescimento).

Se o crescimento for exagerado alguns problemas no funcionamento do freio podem surgir: torque residual, aquecimento excessivo, desgaste prematuro, entre outros.

Durante o desenvolvimento e fabricação do produto, aplica-se o tratamento térmico que é um processo que estabiliza o dimensional da peça e garante níveis mínimos de crescimento.

## **1.4 Considerações sobre freios**

### ***Os pneus devem transmitir a frenagem para o solo***

Os pneus desempenham uma parte muito importante no processo de frenagem, pois são eles que transmitem a força de frenagem para o solo.

Imagine um carro que tenha os freios funcionando perfeitamente, mas esteja com pneus ruins (carecas) e trafegando em pista molhada. Nessa situação a aderência pneu-solo estará reduzida o que afeta a capacidade de frenagem do veículo.

### ***O Freio é um conjunto***

Todos os componentes do sistema de freio desempenham um papel crucial para o bom funcionamento do mesmo e são interdependentes.

### ***O Freio é item de segurança***

O perfeito funcionamento dos componentes de freio é indispensável para a segurança das pessoas e do veículo. Qualquer falha em um dos itens pode acarretar sérios acidentes.

### ***Atrito & Calor***

O atrito é a força que resiste ao movimento relativo de superfícies sólidas, camadas de fluido e elementos materiais que deslizam uns contra os outros (Wikipedia: [pt.wikipedia.org/wiki/Atrito](http://pt.wikipedia.org/wiki/Atrito)). Onde ocorre atrito, ocorre geração de calor em maior ou menor nível.

## 2 | Como funciona o sistema de freio

Todos os diferentes sistemas de freio têm um ponto em comum: permitir ao motorista controlar a desaceleração do veículo, mantê-la constante em declives ou manter o veículo parado. Os sistemas se diferenciam, principalmente, quanto à forma de transmissão da força do motorista para o acionador: hidráulico e mecânico; e quanto ao sistema de freio na roda: a disco ou a tambor.



### 2.1 Sistema de suprimento

#### *Freio hidráulico*

O sistema de suprimento é hidráulico quando utiliza um líquido (geralmente um óleo, chamado de fluido de freio) que é armazenado em um reservatório e se distribui por dutos até chegar aos sistemas de controle. A força é distribuída por meio da pressão desse líquido em um ou mais pistões, que agem nas pastilhas e/ou nas sapatas de freio.

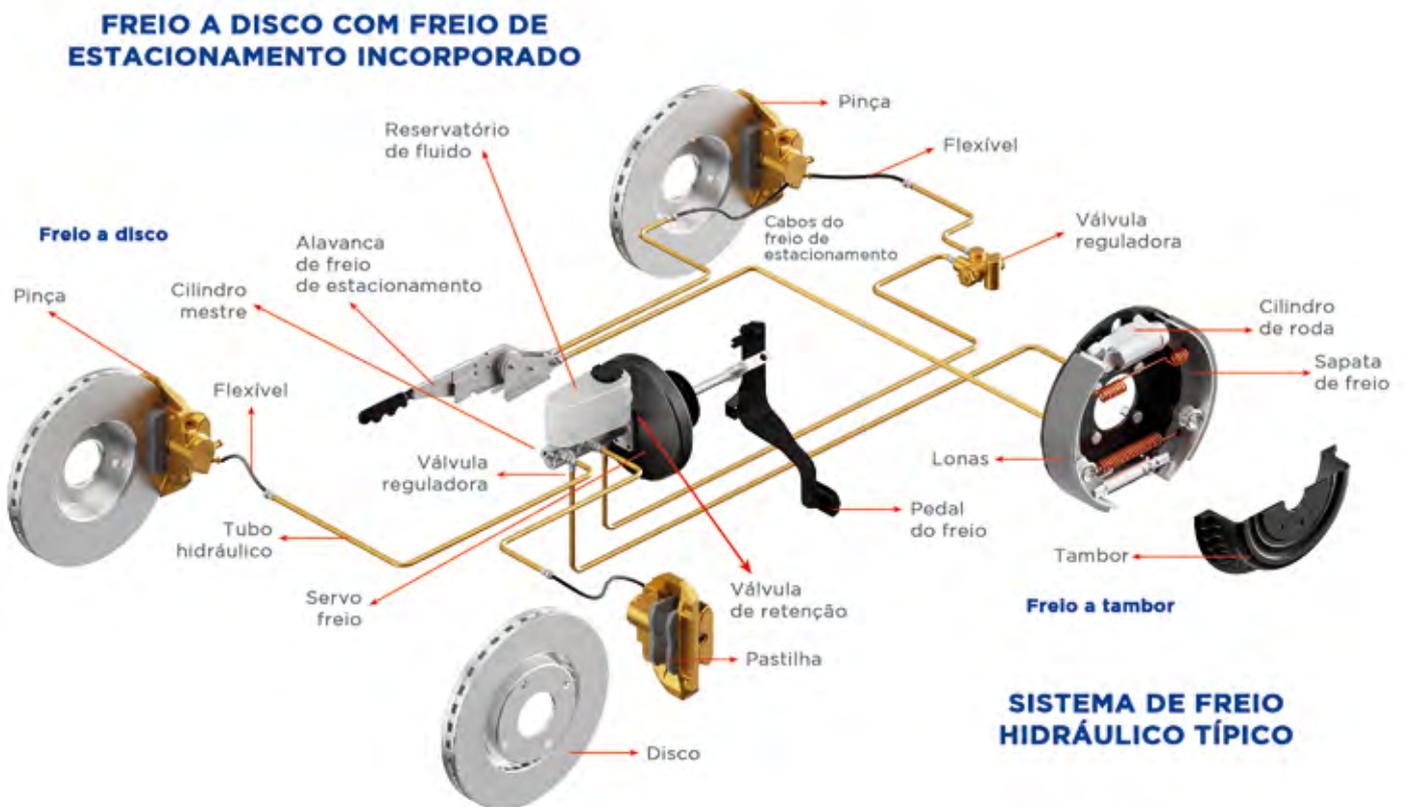


## Freio mecânico

O sistema de freio mecânico transmite a força de frenagem realizada pelo motorista ao dispositivo de freio por meio de cabos de aço. Geralmente utiliza um sistema de came para o acionamento das sapatas de freio.

## 2.2 Sistema de controle

Na grande maioria da frota disponível de linha leve é utilizado o sistema de suprimento hidráulico. Dessa forma, iremos detalhar abaixo os componentes desse sistema.



## Componentes

A frenagem do veículo começa pelo acionamento do pedal. Além de permitir o controle da desaceleração do veículo pelo motorista, o pedal de freio deve oferecer boas condições para modular a força de frenagem, além de conferir uma posição confortável, não exigindo força em excesso ou repetitividade, de modo a garantir a confiabilidade necessária para uma frenagem segura.

## Servo freio

É um equipamento destinado a proporcionar ao motorista um maior conforto no acionamento do pedal de freio. Basicamente, sua função é de aumentar e distribuir a força inicial de acionamento por meio do diferencial de pressão. Para isso, o servo freio se utiliza da pressão atmosférica, combinada com o vácuo gerado pelo motor, para potencializar a força exercida sobre o pedal.





### ***Cilindro mestre***

Responsável pelo abastecimento do cilindro do freio com fluido extraído do reservatório, que transforma a pressão mecânica dos pedais em pressão hidráulica. É através do cilindro mestre que o processo de frenagem é ativado e controlado. Ao acionarmos o pedal de freio, o cilindro comprime o fluido que se encontra na câmara de compressão, gerando pressão em todo o circuito hidráulico do sistema.

### ***Válvula de carga***

A válvula de carga controla o quanto de pressão será enviada para o eixo traseiro do veículo. Durante a frenagem, há uma tendência de que haja uma transferência de carga para o eixo dianteiro. A válvula de carga atua para que o eixo traseiro não trave por uma frenagem excessiva, assim causando perda de estabilidade e controle do veículo.

### ***Dutos e mangueiras***

Os dutos e as mangueiras são responsáveis pelo transporte do fluido de freio do cilindro mestre para as rodas, podendo ser classificados como rígidos e flexíveis.





### **Reservatório**

Reservatório de fluido de freio é um recipiente acoplado ao cilindro mestre que tem por objetivo acomodar o fluido, protegendo-o de detritos e contaminantes. O reservatório supre a falta de fluido nas linhas de freio quando necessário.

## **2.3 Sistema de freio de roda**

Veículos de passeio até caminhões leves apresentam diferentes configurações de freios em cada eixo. Em geral, veículos de entrada possuem freios a disco na dianteira e a tambor na traseira. Veículos de maior valor agregado, como esportivos e alta gama, possuem freio a disco nas quatro rodas. Vans e caminhões leves também costumam utilizar freios a disco nas quatro rodas, com algumas exceções que apresentam freio a tambor.

Motocicletas de entrada utilizam freio a tambor com acionamento mecânico em ambas as rodas. Motocicletas intermediárias utilizam freio a disco na dianteira e freio a tambor na traseira. Já motocicletas de maiores cilindradas, utilizam freio a disco nas duas rodas, inclusive em alguns casos, com dois sistemas de freio a disco na roda dianteira.



## Freio a disco

Neste sistema, a força de frenagem é obtida a partir do contato de duas pastilhas contra o disco de freio.

Quando o sistema é acionado pelo pedal do motorista, o fluido de freio é pressurizado através do cilindro mestre para os demais componentes do sistema. O disco de freio é fixado ao cubo, onde ele acompanha a rotação da roda. O caliper ou pinça de freio, contém os pistões, que são acionados pelo fluido de freio pressurizado, fazendo com que as pastilhas sejam comprimidas contra o disco. As pastilhas, quando em contato com o disco, proporcionam a redução da rotação, que por sua vez, reduz a rotação da roda e a velocidade do veículo, transformando a energia cinética em energia térmica. Esse tipo de sistema é acionado hidráulicamente.

Os principais componentes de um sistema de freio a disco são: disco de freio, caliper e pastilhas.

### *Vantagens do freio a disco*

Os freios a disco apresentam algumas vantagens, se comparados com os freios a tambor, como:

- dissipação de calor mais eficiente, uma vez que a superfície de geração de atrito está exposta ao ambiente;
- maior estabilidade de atrito e assentamento mais rápido, pois as regiões de contato entre pastilha e disco são planas;
- é autorregulável, ou seja, não necessita de regulagens após a troca de pastilhas.

Por conta dessas vantagens, há uma tendência de substituição do sistema de freio a tambor por freio a disco em todos os veículos, inclusive linha pesada.

## Caliper

O caliper é um dos principais componentes do sistema, pois ele contém os cilindros de freio que se deslocam com o fluido pressurizado e acionam as pastilhas contra o disco. Os principais tipos de caliper utilizados atualmente são: caliper fixo ou caliper flutuante.

### Caliper fixo

Este tipo de caliper possui pistões em ambos os lados, que atuam de forma simultânea quando o freio é acionado. O caliper fixo permite que a pressão aplicada em ambas as pastilhas seja mais uniforme, porém é mais susceptível a problemas quando existirem desalinhamento entre caliper e disco. Assim, este é um caliper mais complexo, mais pesado e de valor mais elevado do que um caliper flutuante. Por todos esses motivos, caliper fixos são utilizados em veículos de maior inércia, de alta performance ou de competição.

### Caliper flutuante

Nos calipers flutuantes, os pistões são localizados somente no lado interno da roda. Quando o freio é acionado, as pastilhas do lado interno tocam o disco primeiro.

Assim que isso acontece, por reação, o caliper desliza sobre os pinos guias fazendo com que a pastilha externa também encoste no disco. Esse tipo de caliper é utilizado em larga escala nos veículos convencionais de passeio, pois apresentam geometria mais simples, sendo mais leves, mais econômicos e menos suscetíveis aos desalinhamentos no disco.



## Disco

O disco de freio produzido com material metálico (ferro fundido) ou cerâmico é fixado no cubo de roda. Dessa forma, ele acompanha a rotação do eixo do veículo. Quando é pressionado pelas pastilhas, ele reduz sua velocidade rotacional, gerando a desaceleração no veículo. Os discos podem ser sólidos, ventilados ou perfurados, dependendo da aplicação.



## Pastilhas

São compostas pelo material de atrito e pela plaqueta. O material de atrito tem a função de gerar a força de atrito para redução da velocidade. Já a função da plaqueta é receber os esforços dos pistões do caliper e distribuir a força de forma mais homogênea no material de atrito. Sua correta escolha para a aplicação, assim como manutenção e montagem, tem grande influência na capacidade de redução de velocidade do veículo. Entre o material de fricção e a plaqueta, é utilizado um material de fixação, que pode ser do tipo adesivo.



## Freio a tambor

O freio a tambor utiliza o acionamento das sapatas com lona de freio para realizar a desaceleração do veículo.

Quando o pedal de freio é acionado pelo motorista, o fluido de freio é pressurizado através do cilindro mestre para os demais componentes do sistema. O tambor de freio rotaciona de forma solidário ao eixo do veículo. Quando o fluido pressurizado chega aos cilindros de roda, faz o acionamento das sapatas de freio, que se movimentam e encostam a lona na parede interna do tambor, gerando a redução da velocidade do tambor e conseqüentemente do veículo.

Os principais componentes de um sistema de freio a tambor são: cilindro de roda, tambor, sapatas e lonas.

### *Vantagens do freio a tambor*

O freio a tambor apresenta algumas vantagens, se comparados com os freios a disco, ele tem o custo de manutenção mais baixo e está menos sujeito a contaminação por fatores externos, como terra e cascalho.

### **Cilindro de roda**

O cilindro de roda é responsável por receber o fluido pressurizado, com isso seus êmbolos são deslocados, permitindo o contato da sapata na superfície interna do tambor de freio.



### **Ajustador**

Grande parte dos freios a tambor utilizados atualmente contam com o ajustador automático de freio. O ajustador tem o objetivo de manter constante a folga entre a lona e o tambor de freio ao longo da vida útil dos mesmos, compensando os desgastes desses componentes.

### **Tambor**

É o rotor que está solidário à roda do veículo, isto é, que acompanha o seu giro. Quando as sapatas se expandem, elas fazem com que as lonas encostem na superfície interna do tambor, gerando a frenagem.



## Sapatas

Elemento metálico dos freios a tambor que acomodam as lonas. Ao receber a força do cilindro, fazem com que as lonas sejam pressionadas contra o tambor.



## Lonas

É o material de atrito utilizado nos freios a tambor. Geralmente são coladas ou rebitadas sobre a sapata. A qualidade das lonas influencia diretamente na capacidade de frenagem. As lonas são fabricadas considerando as características construtivas e o regime de utilização específico de cada tipo de veículo. Assim, para veículos urbanos, rodoviários de carga ou de passageiros, por exemplo, são utilizadas lonas que visam um melhor desempenho em cada condição.



Certifique-se de estar usando a lona correta para cada veículo consultando o Catálogo de Aplicação Fras-le e verificando a identificação da referência gravada na lona. Essa gravação normalmente está na lateral da lona.

Nunca misture lonas de marcas e qualidades diferentes, pois cada composto possui uma característica química particular em sua combinação, sem uma orientação técnica, pode levar a consequências indesejadas.

## Freio a tambor de motocicletas

Normalmente utilizados em eixos traseiros de motocicletas de baixa cilindrada, são acionados mecanicamente. Geralmente, este tipo de freio é composto pelo cubo de roda, tambor, sapatas, molas, alavanca e cabo de acionamento.

Com a ação dos manetes pelo motociclista, um cabo de aço faz com que a alavanca presente no espelho do freio gire. Essa alavanca está fixa ao came ou eixo excêntrico, rotacionando-o. Seu giro movimenta as sapatas, pressionando-as contra o tambor que freia a roda.

Como o came cumpre um papel similar ao do cilindro de roda, este componente não está presente nos freios a tambor deste tipo de veículo.

## 3 | Manutenção do sistema de freio

O sistema de freio é um dos mais importantes e vitais do veículo, sendo projetado para dar o máximo de rendimento. Mantenha sempre a manutenção do veículo e seus componentes em dia.

No entanto, em decorrência das frenagens e do uso contínuo, os componentes do sistema estão sujeitos a grandes esforços e a altas temperaturas, o que ocasionará em um desgaste natural.

Por isso, para garantir o correto funcionamento do sistema e frenagens sempre seguras, é importante que haja manutenções periódicas nos componentes de freio, seguindo os procedimentos corretos conforme a seguir.

### 3.1 Manutenção do sistema de freio a disco

É recomendável que a avaliação do sistema de freio seja feita ao completar 10.000 km de cada troca das pastilhas e a cada 5.000 km, em períodos subsequentes.

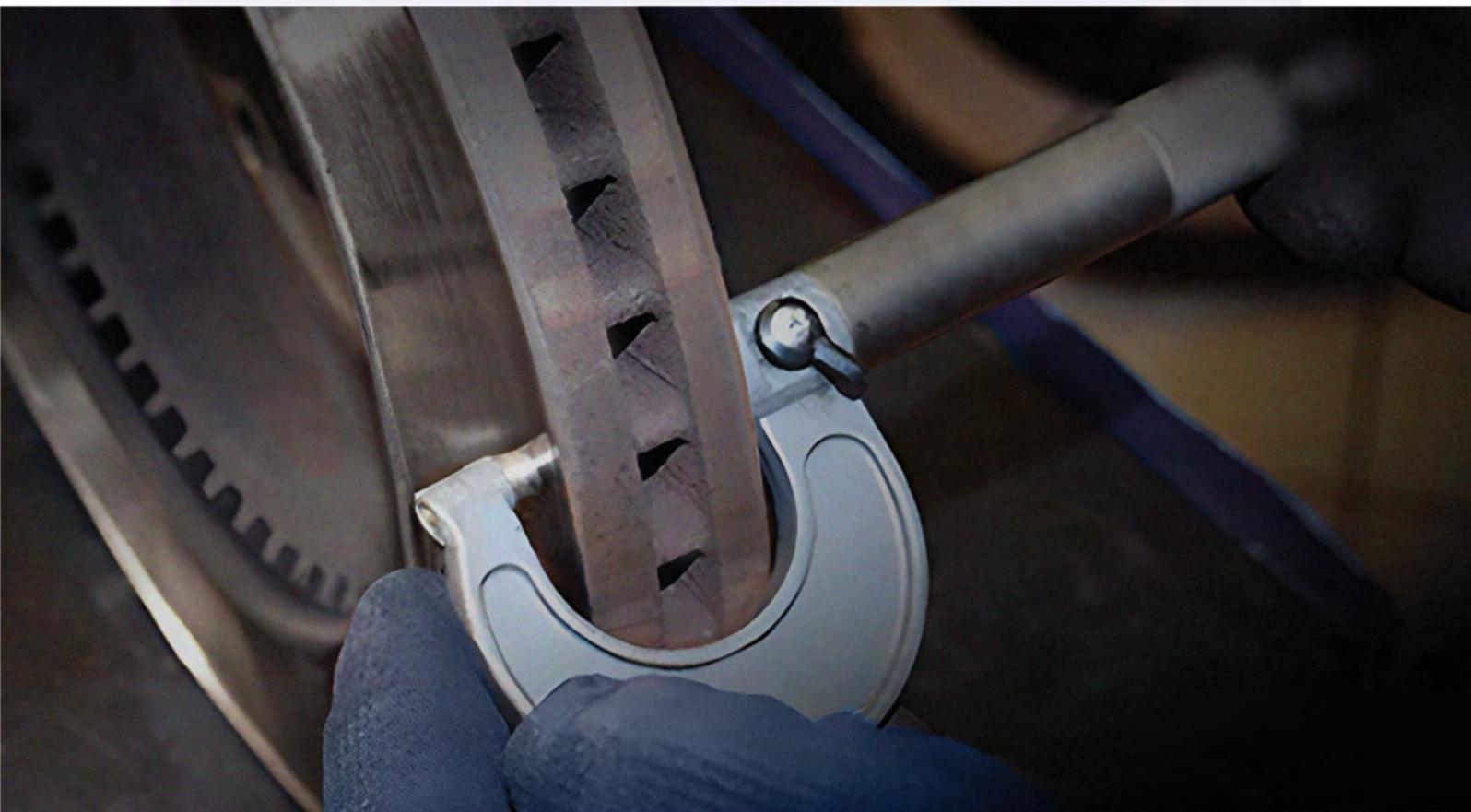
A avaliação do avanço do desgaste da pastilha é de extrema importância. A espessura mínima para utilização das pastilhas deve estar entre 2 e 3 mm. Porém, em alguns casos, a pastilha acaba sendo substituída um pouco antes, pois poderia não chegar até a próxima inspeção.

#### Na troca das pastilhas para freio a disco é recomendado:

- Consultar sempre o catálogo oficial Fras-le, para garantir que as peças a serem substituídas estão corretas, pois muitas referências são parecidas.
- Antes de desmontar a roda, identificar possíveis folgas, vibrações e ruídos no rolamento.
- Realizar uma avaliação geral do sistema de freio, observando qualquer avaria ou vazamento nos flexíveis.
- Após desmontar o freio, manter o caliper sempre içado para não danificar os flexíveis.
- Realizar a medição de espessura do disco. Caso esteja com espessura acima da mínima recomendada pelo fabricante, realizar a retífica de ambas as faces e garantir que o disco ainda esteja acima da espessura mínima recomendada após a retífica. Caso não esteja, realizar a instalação de discos novos.
- Limpar o cubo e a pinça de freio com escova de aço antes da nova montagem.
- Com a ferramenta adequada, recuar o pistão do conjunto, abrindo primeiramente o parafuso sangrador, possibilitando a introdução da pastilha sem esforço.
- Caso os pistões estejam com resistência ao deslizamento, realizar uma limpeza geral e trocar os reparos das pinças. Se necessário, realizar a troca do anel quadrado, também. Verificar se os pinos guias de deslizamento do caliper estão íntegros, caso contrário, poderá haver o travamento do sistema.
- Trocar as pastilhas que equipam os freios observando o lado correto de posicionamento e a existência de sensores.
- Utilizar os torques de fixação conforme indicação do fabricante.



- Recomenda-se verificar a qualidade e o nível do fluido de freio a cada 10.000 km ou pelo menos uma vez ao ano. Para manter o líquido de freio em boas condições, **jamais complete o reservatório**. Caso esteja faltando líquido, verifique a causa, que pode ser um vazamento ou um desgaste acentuado das pastilhas. Se o líquido simplesmente for completado, será misturado um líquido novo a um líquido contaminado, alterando assim as propriedades dele, sem obter as condições ideais para seu trabalho. A contaminação do líquido pela umidade, além de manter os freios em temperaturas maiores por mais tempo, desgastando mais rapidamente as pastilhas, ainda acarretará prejuízos às partes metálicas do sistema, devido ao processo de corrosão comprometendo a eficiência do sistema.
- Realizar a sangria do freio, se necessário.
- Para garantir o melhor desempenho do sistema, é recomendável sempre realizar o procedimento de pré-assentamento do freio, que consiste na execução de 6 a 8 frenagens de 60 km/h até 40 km/h e mais 6 a 8 frenagens de 40 km/h até a parada total do veículo, mantendo sempre um intervalo de aproximadamente 300 metros entre as frenagens para não superaquecer o sistema. Lembrando que o rendimento satisfatório do material depende de seu acondicionamento inicial.
- É recomendável utilizar o freio com moderação logo após a substituição das pastilhas até que ocorra o perfeito assentamento entre o material de atrito e o disco de freio (aproximadamente 200 km).



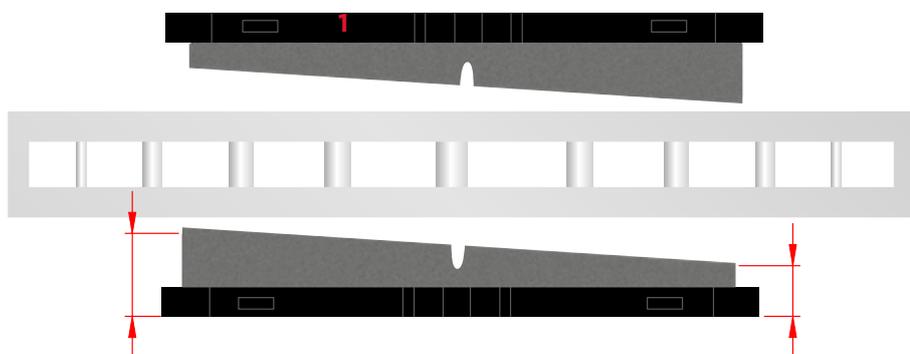
## Retífica dos discos

As superfícies de atrito dos discos de freio atuam diretamente sobre a vida útil das pastilhas. Trincas, fissuras térmicas e sulcos nesses locais devem ser removidos por usinagem toda vez que forem sensíveis ao tato. Por outro lado, os discos de freio só devem ser usinados até o limite de espessura recomendado pelos fabricantes.

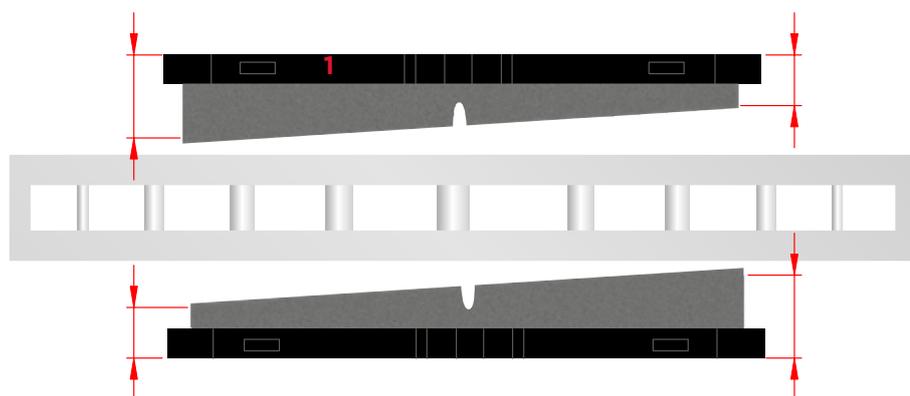
Recomenda-se a substituição deles toda vez que a espessura real do disco for igual ou inferior à dimensão gravada no próprio disco.

Existem limites de desgaste irregular entre uma extremidade e outra da pastilha que devem ser respeitados. Grandes irregularidades indicam que pode haver problema no mecanismo da pinça de freio e reparos deverão ser realizados para que a próxima pastilha de freio instalada não sofra com os mesmos problemas.

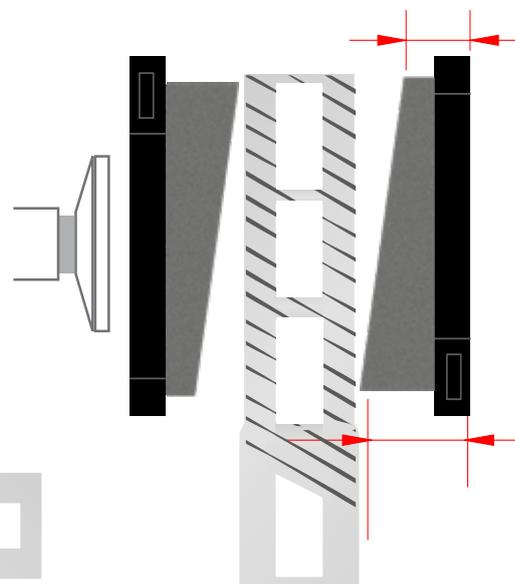
### VISTA SUPERIOR desgaste tangencial cruzado



### VISTA SUPERIOR desgaste tangencial cônico/afunilado



### VISTA LATERAL desgaste radial



#### DICA:

sempre inspecione a condição dos freios dianteiros e traseiros. O travamento das pinças de freio, em alguns casos, pode gerar uma sobrecarga ocasionando desgastes anormais tanto nas pastilhas/discos quanto nas sapatas/tambores.



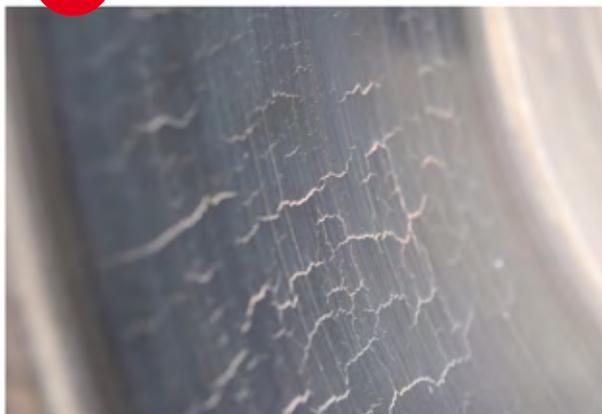
### 3.2 Manutenção do sistema de freio a tambor

#### Automóveis

Na manutenção do sistema de freio a tambor é recomendável:

- Assim como no freio a disco, é sempre importante consultar o catálogo oficial Fras-le para garantir que as peças a serem substituídas estão corretas, pois muitas referências são parecidas.
- Antes de desmontar a roda, identificar possíveis folgas, vibrações e ruídos no rolamento.
- Realizar uma avaliação geral do sistema de freio, observando qualquer avaria ou vazamento nos flexíveis.
- Ao inspecionar o cilindro hidráulico, é importante afastar as proteções de pó para verificar a presença de qualquer vazamento.
- Realizar a limpeza completa do espelho - nesse caso podem ser utilizados água e sabão.
- Promover a limpeza do cubo de roda, que é muito importante para garantir o alinhamento entre os componentes.
- Verificar a integridade do tambor é imprescindível, atentando para desgastes irregulares, sulcos, rebarbas e manchas térmicas que indiquem a necessidade de troca do componente. A vida útil do tambor é dada pelo seu diâmetro interno máximo. Assim, é sempre importante verificar as indicações no catálogo do fabricante.

**✘ NÃO UTILIZE**



**✘ NÃO UTILIZE**



- Para as lonas é sempre importante atentar para desgastes irregulares ou desgastes totais. Nesses casos é necessária a substituição do componente.
- Ao remover o cabo do freio de mão é necessário inspecioná-lo quanto a qualquer ruptura.
- Para a correta regulagem do freio traseiro é necessário ajustar a catracado regulador, assim, tanto o freio de serviço quanto o freio de mão serão ajustados. Após o ajuste, é importante garantir que o tambor ainda esteja rotacionando facilmente, livre de torque residual.
- Para as molas é importante garantir que não haja perda de pressão nem quebra do arame.
- Em caso de vazamento de fluido de freio, é essencial que seja realizada a limpeza cautelosa de todos os componentes, para a eliminação de qualquer resíduo de fluido, dando especial atenção à contaminação das lonas que precisam ser trocadas.
- Utilizar os torques de fixação conforme indicação do fabricante.
- Recomenda-se verificar a qualidade e o nível do fluido de freio a cada 10.000 km ou pelo menos uma vez ao ano. Para manter o líquido de freio em boas condições, jamais complete o reservatório. Caso esteja faltando líquido, verifique a causa, que pode ser um vazamento ou um desgaste acentuado das pastilhas. Se o líquido simplesmente for completado, será misturado um líquido novo à um líquido contaminado, alterando assim as propriedades dele, sem obter as condições ideais para seu trabalho. A contaminação do líquido pela umidade, além de manter os freios em temperaturas maiores por mais tempo, desgastando mais rapidamente as pastilhas, ainda acarretará prejuízos às partes metálicas do sistema, devido ao processo de corrosão comprometendo a eficiência do sistema.
- Realizar a sangria do freio se necessário.
- Para garantir o melhor desempenho do sistema, é recomendável sempre realizar o procedimento de pré-assentamento do freio, que consiste na execução de 6 a 8 frenagens de 60 km/h até 40 km/h e mais 6 a 8 frenagens de 40 km/h até a parada total do veículo, mantendo sempre um intervalo de aproximadamente 300 metros entre as frenagens para não superaquecer o sistema. Lembrando que o rendimento satisfatório do material depende de seu acondicionamento inicial.
- É recomendável utilizar o freio com moderação logo após a substituição das lonas, até que ocorra perfeito assentamento entre o material de atrito e o tambor de freio.





## Motocicletas

Por serem naturalmente menos seguras que os automóveis, os cuidados na manutenção de motocicletas precisam ser redobrados, especialmente em componentes de segurança, como os freios.

O mal estado de conservação dos freios de motocicletas leva a ruídos e trepidações anormais, que podem levar à perda de dirigibilidade do veículo, aumentando o risco de acidentes.

Pelo fato de as sapatas serem acionadas mecanicamente, além dos cuidados já citados anteriormente, o estado de conservação dos cabos de aço deve receber atenção especial. Em caso de ressecamento, desgaste, quebras, mal contato ou qualquer outra anormalidade, eles devem ser trocados. Além disso, também é recomendado sempre ter um cabo reserva, para eventuais imprevistos.

Como os sistemas de freio a tambor de motos são relativamente mais simples se comparados aos de automóveis, as principais dicas importantes de manutenção são:

- Antes de desmontar a roda, identificar possíveis folgas, vibrações e ruídos no rolamento.
- Realizar uma avaliação geral do sistema de freio, incluindo a limpeza do espelho se necessário.
- Realizar a troca das sapatas caso necessário.
- Verificar a integridade do tambor é imprescindível, atentando para desgastes irregulares, sulcos, rebarbas e manchas térmicas, indicando a necessidade de troca do componente. A vida útil do tambor é dada pelo seu diâmetro interno máximo, assim é sempre importante verificar as indicações no catálogo do fabricante.
- Atentar para a força de retorno das molas e realizar a substituição caso necessário.
- Utilizar os torques de fixação conforme indicação do fabricante.
- Para garantir o melhor desempenho do sistema, é recomendável sempre realizar o procedimento de pré-assentamento do freio, que consiste na execução de 6 a 8 frenagens de 60 km/h até 40 km/h e mais 6 a 8 frenagens de 40 km/h até a parada total do veículo, mantendo sempre um intervalo de aproximadamente 300 metros entre as frenagens para não superaquecer o sistema. Lembrando que o rendimento satisfatório do material depende de seu acondicionamento inicial.
- É recomendável utilizar o freio com moderação logo após a substituição das lonas, até que ocorra perfeito assentamento entre o material de atrito e o tambor de freio.

## 4 | Sistemas auxiliares

### 4.1 ABS

O ABS, sigla inglesa para sistema de antibloqueio (Antilock Braking System). Diferentemente do que muitos motoristas, e até profissionais da área mecânica, acreditam, o ABS não é um sistema de freio em si, mas um recurso auxiliar que trabalha em conjunto com os sistemas tradicionais, como o freio a disco e o freio a tambor.

De maneira simplificada, o ABS nada mais é que um módulo eletrônico que monitora diferentes parâmetros dos freios a partir de um conjunto de sensores. A sua função primordial é evitar o travamento das rodas do carro durante frenagens de emergência, garantindo uma frenagem em menor distância de parada e, conseqüentemente, mais segura.

Atualmente, o ABS está presente na maior parte dos veículos, especialmente nos freios dianteiros. Por se tratar de um sistema eletrônico e mais tecnológico, é fundamental que a oficina e o profissional estejam devidamente preparados para sua correta manutenção.

### 4.2 EBD

A distribuição eletrônica de força de frenagem (Electronic Brakeforce Distribution), sigla EBD em inglês, é uma extensão do sistema de antibloqueio (ABS). Durante uma frenagem, há uma mudança da carga sobre cada roda do veículo, mais comumente referida como transferência de carga. Essa variação influencia diretamente no quanto de força deve ser aplicada pelo sistema de freio em cada um dos freios do veículo.

O sistema EBD atua para que cada roda receba a pressão do fluido de freio necessária para realizar uma frenagem segura, evitando o travamento das rodas com menor distribuição de carga. Assim, esse sistema atua juntamente com o ABS para garantir uma frenagem em menor distância de parada e, conseqüentemente, mais segura.

### 4.3 Controle de tração

O controle de tração atua juntamente com o sistema ABS, identificando se uma ou mais rodas de tração estão rotacionando em maior velocidade do que as outras, indicando uma condição de deslizamento. Dessa forma, por meio dos sensores do sistema ABS, o sistema de controle de tração reduz a tração dessa roda e direciona maior tração para as outras rodas do veículo.

### 4.4 Controle de estabilidade

O controle de estabilidade atua juntamente com a tração e o freio do veículo para recuperar a aderência do pneu ao solo sempre que esta for perdida. Geralmente essa perda de aderência ocorre em curvas acentuadas, assim o sistema identifica se uma das rodas está em rotação não adequada em relação a velocidade linear do veículo e faz o acionamento do freio.

### 4.5 Assistente de partida em rampa

O assistente de partida em rampa é um sistema que, quando identifica que o veículo está em um auge, mantém o freio acionado por um tempo, após o motorista parar de pressionar o pedal de freio do veículo. O assistente atua até identificar que o motor está gerando tração suficiente para fazer o veículo se mover para frente ou permanecer no mesmo lugar.



## 5 Sistema e revestimento de embreagem

### O sistema

O sistema de embreagem é essencial para o funcionamento de um carro com câmbio manual. Ele permite mudanças entre as marchas, sincronizando as velocidades do motor com a transmissão de maneira suave. É constituído pelo platô, rolamento e pelo disco de embreagem, mas conhecido como revestimento de embreagem. Este último é o material de atrito do conjunto.



O disco de embreagem (material de atrito) é a peça principal do sistema. Ele permite desconectar a transmissão de forma controlada durante as mudanças de marcha, preservando a transmissão, reduzindo ruído e colaborando para a economia de combustível.

Os tipos de revestimento podem ser desenvolvidos tanto para regime normal de aplicação em rodovias, como para cargas e uso em condições extremas, que testam os limites do veículo com muitas trocas de marchas em períodos curtos de tempo.

Os materiais mais indicados para condições extremas são chamados Heavy Duty ou HD. Os HDs foram idealizados para trabalharem em regime intenso e estão preparados para fornecer conforto e durabilidade nessas condições adversas.

Uma peça de baixa qualidade, assim como fora da sua vida útil, pode provocar desconforto na condução do veículo, fortes vibrações, ruído nas trocas de marcha e aumento no consumo de combustível. A completa inoperância do componente ocasiona perda de dirigibilidade e conseqüente necessidade de parada imediata do veículo.

### DICA:

**o uso correto da embreagem é essencial para evitar flutuações e garantir uma condução mais confortável. Evite dirigir descansando o pé sobre o pedal de embreagem, isso acelera o desgaste do componente.**





**ESTE MANUAL** tem por objetivo contribuir com informações e sugestões para facilitar e auxiliar o dia a dia dos profissionais reparadores e oficinas mecânicas, orientando sobre a importância da correta manutenção do sistema de freio, bem como sobre o uso de componentes de alta qualidade nos veículos.

**ELE NÃO SUBSTITUI** a consulta ao manual dos respectivos fabricantes dos sistemas de freio que trazem informações detalhadas e específicas sobre cada componente e sua correta aplicação.

**AS ORIENTAÇÕES SOBRE** os procedimentos aqui descritos podem sofrer alterações sem aviso prévio em função da variedade de modelos de componentes e veículos disponíveis no mercado, e do surgimento de novas tecnologias e produtos no segmento.

---

**Créditos:** *as imagens e ilustrações dos produtos apresentados neste manual são meramente ilustrativas, as características variam de acordo com os fabricantes dos componentes e dos sistemas de freio. Fotos e ilustrações de arquivos Fras-le, Movetech, Panda Branding, Signia, Adobe Stock, Getty Images, Banco de imagens das marcas Frasle Mobility e Igor Alexandroff.*



**PENSOU  
FREIO,**

