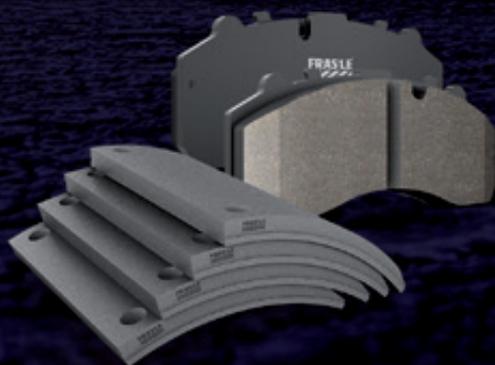




Manual técnico

# LINHA PESADA



# 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>11</b>
2.1. Sistema de suprimento .....	11
2.2. Sistema de controle pneumático .....	11
2.3. Sistema de controle hidráulico .....	12
2.4. Sistema de freio de roda .....	13
<b>3. Manutenção dos sistemas de freio</b> .....	<b>17</b>
3.1. Manutenção do freio a disco .....	17
3.2. Manutenção do freio a tambor .....	23
3.3. Conservação de componentes e cuidados especiais .....	44
3.4. Manutenção do veículo e sistema de suprimento .....	46
3.5. Checklist para o sucesso da manutenção dos freios .....	47
3.6. Avarias mais comuns nos freios .....	47
<b>4. Sistemas auxiliares</b> .....	<b>49</b>
4.1. ABS .....	49
4.2. EBD .....	49
4.3. Controle de tração .....	49
4.4. Controle de estabilidade .....	49
4.5. Assistente de partida em rampa .....	49
<b>5. Sistema e revestimento de embreagem</b> .....	<b>50</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 da reparação automotiva 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.

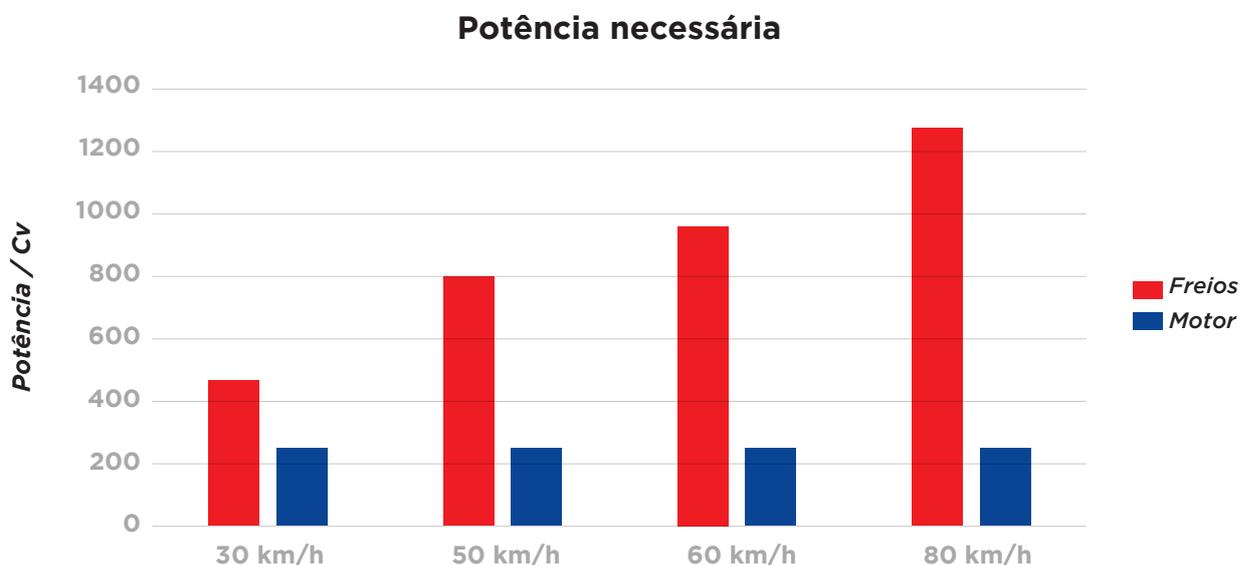
**Força:** toda ação capaz de alterar a velocidade de um corpo.

**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.**

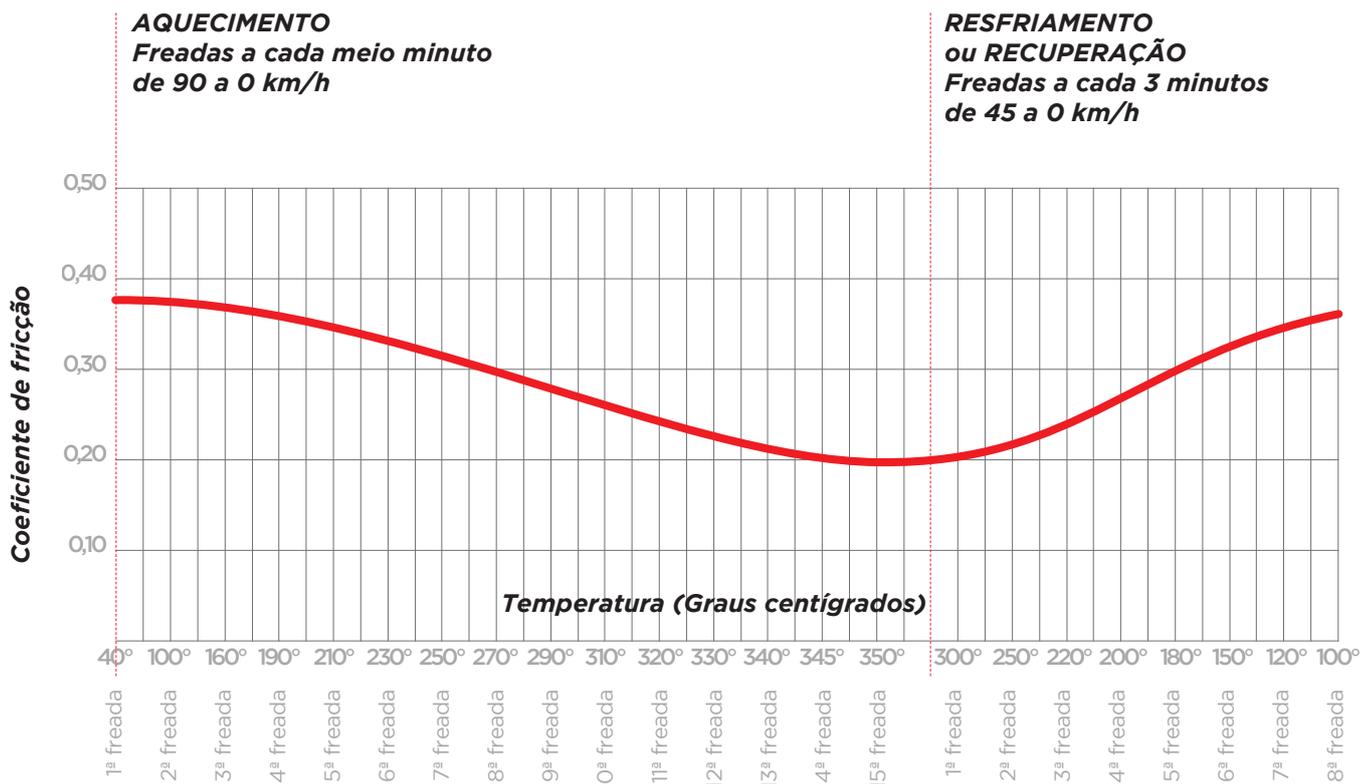
Já o squeal é um ruído que ocorre em altas frequências. Geralmente em velocidades altas ou grandes desacelerações, mas também pode ocorrer em velocidades e pressões de aplicação de freios mais baixas, dependendo da condição. Sua geração está associada à interação entre os componentes do freio, material 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 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 pelos 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, em que 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 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***

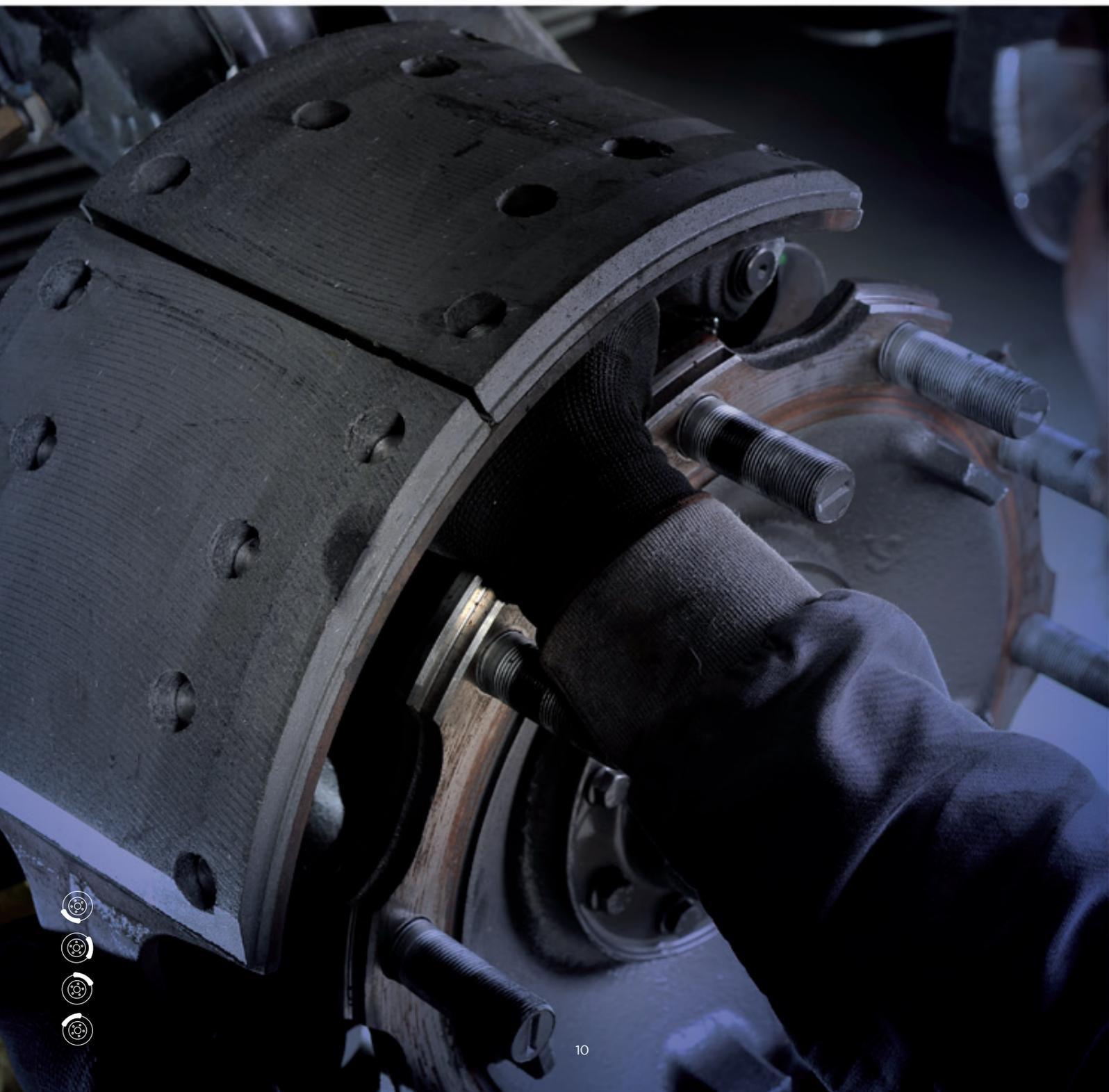
Todos os componentes do sistema de freio desempenham um papel crucial para o bom funcionamento e são interdependentes.

### ***O Freio é item de segurança***

O perfeito funcionamento dos componentes de freio é indispensável para a segurança das pessoas e do veículo. A falha em qualquer um dos itens do sistema 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: <https://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 freios 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 aos freios: hidráulico, pneumático e mecânico; e quanto ao sistema de freio na roda: a disco ou a tambor.

### 2.1 Sistema de suprimento

#### *Pneumático*

O sistema de suprimento pneumático fornece ar comprimido gerado por um compressor aos componentes do sistema de controle. A força é transmitida por um atuador pneumático acoplado a um sistema mecânico do freio de roda, agindo sobre pastilhas ou lonas.

#### *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 tubos 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.

### 2.2 Sistema de controle pneumático

Na grande maioria da frota disponível de linha leve é utilizado o sistema de suprimento hidráulico. Dessa forma, iremos detalhar abaixo os componentes deste sistema. Vale lembrar que esse sistema conta com dois circuitos, também conhecidos como linhas pneumáticas: a de serviço e a de emergência. Em caso de falha da primeira, a função de frenagem é mantida pela segunda. Os principais componentes são:

#### *Pedal*

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 de pilotagem e posição confortável, não exigindo força em excesso ou repetitividade, de modo a garantir a confiabilidade necessária para uma frenagem segura.

#### *Reservatórios*

O acionamento dos freios causa um fluxo/variação do volume de fluido nas linhas de transmissão. Para que tal movimento ocorra apropriadamente, é necessário que haja um “excesso” de fluido armazenado. Por isso, existe o reservatório.

#### **Reservatório Primário**

Quando o motorista aciona o pedal de freio, o ar flui do reservatório primário e passa pela parte primária da válvula de pedal de controle duplo para acionar os freios do eixo traseiro\*.

#### **Reservatório Secundário**

No mesmo momento em que o ar flui para o reservatório primário, ele também flui para o reservatório secundário, passando pela parte secundária da válvula de pedal de controle duplo, acionando os freios do eixo dianteiro\*.

\*Existem casos em que o circuito primário é o dianteiro e o secundário é o traseiro.

Em veículos pesados, levaria muito tempo para o ar alcançar os freios traseiros. Para aumentar a velocidade de reação dos freios são utilizadas válvulas relés, que operadas pneumaticamente, controlam remotamente a frenagem traseira do veículo.

### ***Válvula de liberação rápida***

Válvulas de liberação rápida ficam localizadas próximas aos dispositivos de frenagem, exaurindo rapidamente o ar do sistema, visando aumentar a velocidade de liberação do freio.

### ***Válvula mão de amigo***

Essas válvulas são encaixes de conexão rápida na parte traseira do cavalo mecânico e na parte dianteira (e algumas traseiras) de semirreboques, que permitem a passagem de ar gerada pelo sistema de suprimento.

### ***Manete***

Em veículos de grande porte, o manete tem um funcionamento similar ao encontrado em veículos leves, no freio de mão. Trata-se de uma válvula posicionada no painel do veículo. Atuando em frenagens de emergência e estacionamento, atua contra uma mola que aciona os freios em condição de repouso. A retração da mola consegue ser feita apenas quando o sistema está pressurizado, visto que é esta pressão que atua contra o dispositivo.

### ***Relé de emergência ou multifuncional***

Essa válvula é acionada por meio da pressão descendente do ar. É a válvula que comanda o acionamento mecânico das molas das câmaras de estacionamento.

Na função estacionamento, para acionamento do freio, a pressão no sistema é propositalmente exaurida por meio das válvulas de exaustão após o acionamento do manete. Na função de emergência, a válvula também sente a redução de pressão, porém, desta vez não é proposital, mas por falha do sistema (rompimento de mangueira, perdas de pressão no circuito, etc.). Nesse caso, ao superar a pressão mínima, a válvula permite o acionamento das molas de estacionamento com a função de reduzir a velocidade do veículo, caso esteja em movimento, ou até mesmo mantê-lo estático, caso esteja parado.

## **2.3 Sistema de controle hidráulico**

No sistema hidráulico é comumente encontrado em veículos de passeio e comerciais leves, dois componentes importantes deste sistema são:

### ***Servo freio (booster)***

É o componente que amplifica a força que o motorista aplica ao pisar no pedal. Existem servo freios que se utilizam do vácuo do motor e outros que funcionam como uma bomba hidráulica.

### ***Cilindro mestre***

Conjunto de pistões que são acionados pela força mecânica exercida pelo servo freio e transmitem tal força para o fluido de freio.



## 2.4 Sistema de freio de roda

A engenharia define qual o sistema de freio de roda é mais adequado - disco ou tambor - baseada na quantidade de energia que cada veículo precisa dissipar durante a rotina de frenagem. Em geral, freios a disco são sistemas capazes de dissipar de forma mais eficiente o calor gerado no par de atrito, já que a área de dissipação térmica do rotor fica mais exposta, permitindo uma maior troca térmica com o ambiente.

### ***Caminhões comerciais (3,5 a 7 ton)***

Em geral, essas aplicações são chamadas de Veículos Urbanos Comerciais (VUCs). E utilizam o sistema de suprimento hidráulico, podendo ser encontradas com sistema de freio de roda a disco e/ou a tambor.

### ***Caminhões comerciais e ônibus (> 7 ton)***

É comum ser encontrado nessa categoria de veículo o sistema de suprimento pneumático. A tabela a seguir apresenta alguns exemplos das dimensões dos freios baseados na maioria das aplicações brasileiras.

#### **Diâmetro de disco de freio para diferentes aplicações:**

Aplicações	Capacidade de carga (ton)	Freio a tambor ( $\varnothing$ ) (mm)	Freio a disco	
			( $\varnothing$ ) (mm)	Espessura (mm)
Caminhões	7 a 11/13 (6x2)	325	335	34
	> 12	381 a 420	430 a 434	45
Ônibus	7 a 11	325	335	34
	> 15	381 a 420	430 a 434	45

### **Freio a disco**

O sistema de freio a disco é composto pelo disco de freio, um par de pastilhas e uma pinça. A pinça possui um ou mais pistões que recebem a força do sistema (pneumático e/ou hidráulico) e comprimem as pastilhas contra o disco, produzindo o atrito.

***Os principais componentes de um sistema de freio a disco são: DISCO DE FREIO, CALIPER E PASTILHAS.***



### **Caliper (pinça de freio)**

A função do caliper é acomodar as pastilhas e os pistões. Quando o pedal é acionado, o fluido de freio ou o ar comprimido do sistema cria pressão nos pistões, forçando as pastilhas de freio contra o disco.

### **Disco de freio**

É um componente, normalmente produzido em ferro fundido, que é fixado à roda. A ação das pastilhas de freio sobre o disco produz a força necessária para controlar a velocidade do veículo. O disco de freio é o principal responsável pela dissipação do calor gerado pelos freios.

### Freio a tambor

O freio a tambor caracteriza-se por um conjunto de componentes, que no sistema hidráulico são: cilindro de roda, patins, lonas de freio e tambor. O funcionamento ocorre da seguinte forma: a pressão chega no freio, aciona os pistões do cilindro de roda que por sua vez forçam os patins contra o tambor, gerando a força de frenagem.



Já no sistema pneumático os componentes são: câmara de freio, ajustador, eixo S, patins, lonas de freio e tambor. O funcionamento ocorre da seguinte forma: a câmara é pressurizada pelo ar comprimido e sua haste movimenta o ajustador, que gira o eixo S, que por sua vez forçam os patins contra o tambor, gerando a força de frenagem.



## Cilindro de roda

Com a pressurização do sistema hidráulico, causada pelo acionamento do pedal de freio, o cilindro de roda pressiona as sapatas de freio contra o tambor de freio, provocando o atrito que freia o veículo.

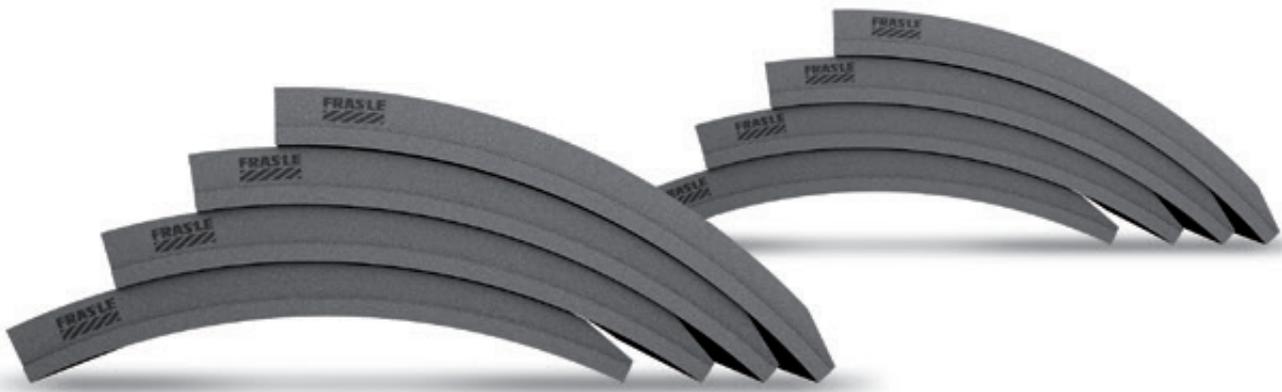
## Patim de freio

Componente do freio a tambor que acomoda as lonas de freio e recebe a força do cilindro ou eixo S, fazendo com que as lonas sejam pressionadas contra o tambor.

## Lonas de freio

É o material de atrito dos freios a tambor. As lonas são fabricadas considerando as características de cada tipo de veículo.

Certifique-se de escolher a lona de freio correta para cada tipo de veículo. Consulte o nosso catálogo online ([www.autoexperts.parts](http://www.autoexperts.parts)) e verifique a identificação da referência. Esta informação está gravada na lateral da lona.



### DICA:

**nunca misture lonas de marcas e qualidades diferentes, pois cada composto possui uma característica química particular e sua combinação pode levar a consequências indesejadas.**

### **Tambor de freio**

É um componente, normalmente produzido em ferro fundido, que é fixado à roda. A ação das lonas de freio sobre o tambor produz a força necessária para controlar a velocidade do veículo. O tambor de freio é o principal responsável pela dissipação do calor gerado pelos freios.

### **Câmara de freio**

A câmara de freio, também conhecida como cuíca, é o mecanismo que converte a pressão do ar comprimido em força para o mecanismo de freio. Existem diversos tipos de configurações de câmaras de freio.

### **Ajustador**

É uma alavanca que se movimenta pelo acionamento da câmara e promove o giro do eixo S.

### **Eixo S**

É um eixo onde em uma extremidade encontra-se montado o ajustador e na extremidade oposta consta o came em formato de S. O giro deste came aciona as sapatas de freio contra o tambor.



## 3 | Manutenção dos sistemas de freio

Na maioria dos mercados, a manutenção de um sistema de freio a tambor tende a consumir mais tempo para a substituição dos materiais de atrito do que o sistema de freio a disco. Isso porque, em alguns casos, os mecânicos precisam realizar o processo de retirada dos rebites e lonas desgastadas dos patins e prepará-los para uma nova instalação.

Já em um sistema de freio a disco, a substituição do material de atrito, normalmente é mais rápida, visto que é necessário apenas remover as pastilhas de freio desgastadas por novas.

Em média, a remoção e instalação do material de atrito pode ser feita em menos de 20 minutos em um freio a disco, enquanto que no freio a tambor esse mesmo processo pode levar mais de uma hora.

### DICA:

**algumas empresas optam por trabalhar com estoque de sapatas de freio enlonadas (patins com as lonas já rebitadas) para acelerar o processo de substituição destes componentes. A preparação das sapatas enlonadas deve ser feita por profissionais habilitados para essa função.**

Na sequência apresentamos algumas dicas sobre manutenção dos sistemas. No entanto, considerando que cada sistema de freio possui muitas particularidades, recomendamos sempre verificar os manuais nos sites dos respectivos fabricantes.

### 3.1 Manutenção do freio a disco

Todo sistema de freio exige uma inspeção periódica para verificação do seu funcionamento e desgaste de seus componentes. A periodicidade varia de acordo com os fabricantes do sistema, condições de uso, características do veículo, etc.

Em geral, recomenda-se revisão completa a cada 10.000 km rodados ou a cada seis meses, dependendo da intensidade do uso do veículo. Algumas frotas também possuem janelas de inspeção já pré-estabelecidas, de três em três meses, por exemplo. Essa prática além de garantir a eficiência do processo de manutenção, auxilia na redução de custos, na segurança do condutor e prolonga a vida útil dos componentes.

Em alguns veículos com freio a disco, é possível fazer a inspeção do desgaste das pastilhas pela janela da roda. Em outros, é possível obter essa informação através do sensor eletrônico, quando a luz de alerta do freio acende no painel do veículo indicando a necessidade de substituição das pastilhas.

## Diagnóstico: desgaste das pastilhas e discos de freio

O diagnóstico do avanço do desgaste da pastilha é muito importante porque ele permite projetar quanto a pastilha ainda vai durar e desta forma planejar uma manutenção mais eficiente. A espessura mínima, para uso da pastilha, deve indicar de 2 a 3 mm em seu material de atrito, porém, em alguns casos, a pastilha acaba sendo substituída um pouco antes, pois poderia não chegar até a próxima inspeção.

Veja na ilustração abaixo uma pastilha de freio com material de atrito intacto/novo. A espessura do bolo de atrito informada pode variar de acordo com o design dos veículos e seu respectivo sistema de freio:



Veja na ilustração abaixo uma pastilha de freio com material de atrito já no FINAL de sua vida útil. A espessura mínima do bolo de atrito está no limite (entre 2 a 3 mm) e deve ser substituída imediatamente:

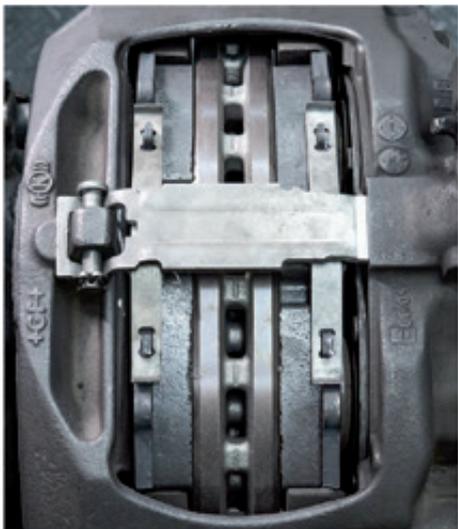


### DICA:

é importante entender, com base nas projeções de desgaste, se a espessura remanescente da pastilha é suficiente para rodar com segurança até a próxima inspeção planejada. Se houver dúvidas sobre a durabilidade alcançar a próxima parada de manutenção, recomenda-se substituir as pastilhas precocemente, garantindo assim a preservação do disco de freio e a segurança do veículo e do condutor.

Nas imagens abaixo, ilustramos um pouco do aspecto da pastilha do início ao fim de sua vida útil. Com a remoção total da roda é possível analisar com mais precisão a evolução do desgaste nelas. Vale ressaltar que não é apenas a espessura das pastilhas que deve ser considerada para substituição. Caso seja observado quebras, trincas e/ou cisalhamento, elas precisam ser descartadas e substituídas imediatamente.

**Pastilhas recém-instaladas com garfo e pinos**



**Pastilhas após alguns km rodados**



**Pastilhas próximas ao final da vida útil**



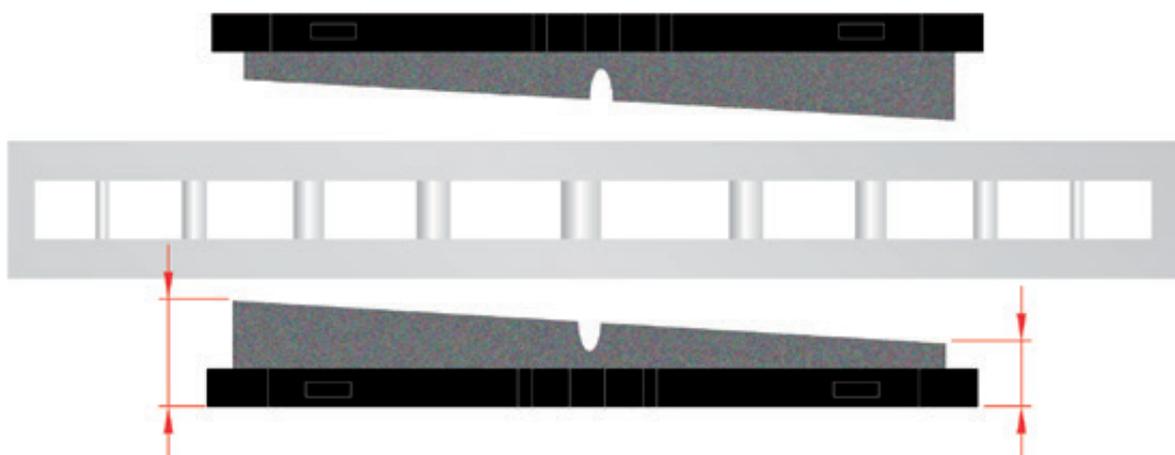
### **O que analisar durante a remoção das pastilhas?**

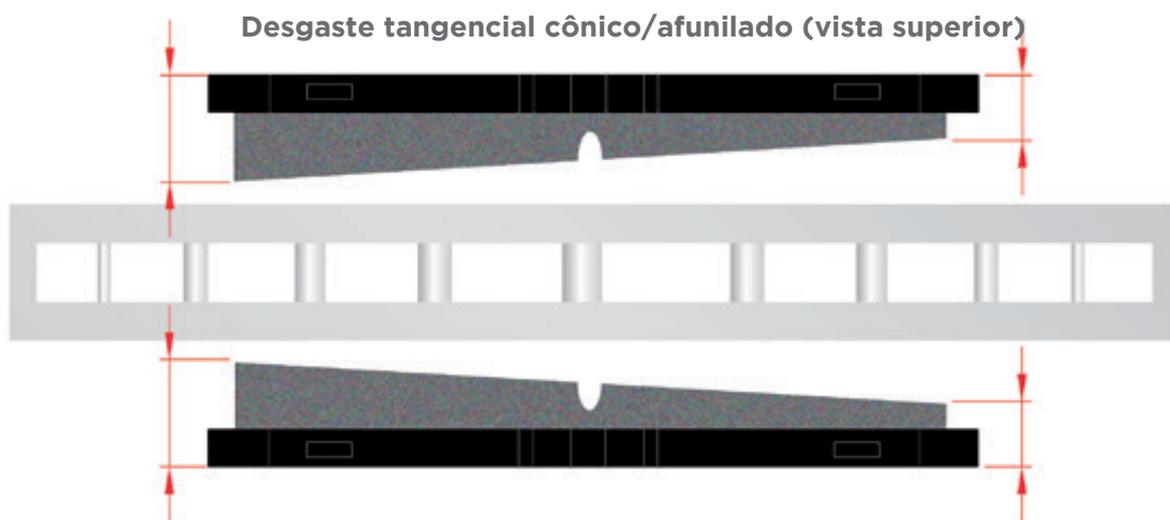
Para realizar uma inspeção mais detalhada das pastilhas e discos deve-se remover as pastilhas do caliper. Essa inspeção poderá dizer muito sobre a condição do sistema de freio como um todo, visto que desgastes irregulares e extremos nas pastilhas, podem indicar problemas em outros componentes do sistema, requerendo uma análise mais profunda e provável troca de demais peças.

Existem limites de desgaste irregular entre uma extremidade e outra da pastilha que devem ser respeitados. Grandes irregularidades indicam que pode haver um problema no mecanismo da pinça de freio, exigindo reparos no componente. Para informação sobre os limites de desgastes irregulares, consulte o manual do fabricante do sistema de freio do respectivo veículo.

Ilustramos uma sequência de desgastes irregulares comuns de serem observados quando há problema na pinça de freio. Nos casos abaixo, as pastilhas devem ser substituídas:

### **Desgaste tangencial cruzado (vista superior)**





### DICA:

sempre inspecione a condição dos freios (rodas direitas e esquerdas) em cada um dos eixos. Algumas vezes, o travamento de pinças de freio pode sobrecarregar um ou mais freios, gerando desgastes anormais nas pastilhas e discos.

Desgaste irregular também pode ser um sinal de que o mecanismo de regulagem do freio não está sincronizado. Quando isso acontece, um pistão avança antes do que o outro. Nestes casos, o caliper precisa passar por reparo.

Fique atento à espessura mínima do disco, fazendo a medição com paquímetro ou micrômetro com frequência. Respeitar o limite de desgaste deste componente é muito importante para o correto funcionamento de todo o sistema de freio.

Caso o disco esteja com espessura próxima ao limite, ele deve ser substituído. Para verificar a informação sobre a espessura mínima do componente, verifique o manual do fabricante do sistema de freio e do disco. Alguns modelos de discos apresentam a informação sobre a espessura mínima no próprio produto.

Recomendamos que a medição seja feita com micrômetro. Em alguns casos, em que os discos **NÃO APRESENTEM** rebarbas, a medição também pode ser feita com paquímetro.

#### Medição com micrômetro

*Recomendada*



#### Medição com paquímetro

*Exceto para discos com rebarbas*



Alguns modelos de discos apresentam a informação sobre a espessura mínima no próprio fundido:



## Instalando pastilhas novas

Após a inspeção da pastilha e do disco, deve-se realizar a instalação das novas pastilhas. A instalação correta da pastilha é realizada de forma que a plaqueta, parte metálica da pastilha, fique em contato com o pistão e com o encosto da pinça. Já o material de atrito deve ficar em contato com o disco.

### DICA:

**não inverta a posição das pastilhas internas e externas, ao longo da vida do material de atrito. Com isso, a pastilha mantém o assentamento, garantindo melhor performance ao conjunto.**

Antes de colocar as pastilhas dentro do alojamento, deve-se sempre limpar bem a pinça, permitindo assim que as pastilhas tenham o movimento livre no seu interior ao longo da vida do material de atrito e disco.

Faça também a correta limpeza do disco. Remova graxa, óleo e outras impurezas que possam vir a prejudicar a frenagem, principalmente da pista de contato com a pastilha.

Para realizar a instalação, deve-se movimentar a pinça para os lados, de forma a acomodar as pastilhas no alojamento. Caso as pastilhas não entrem, deve-se recuar ainda mais os pistões. Geralmente, em função do desgaste e da menor espessura das pastilhas anteriores, eles poderão estar mais avançados. Certifique-se que o garfo, pinos e molas das pastilhas estejam corretamente fixados.

### 1. Instalando novas pastilhas



### 2. Instalando os pinos



### 3. Instalando o garfo



## Regulagem do freio

Após as pastilhas estarem instaladas, recomenda-se realizar a regulagem do sistema de freio por meio do acionamento do pedal de freio do veículo. Normalmente, 50 aplicações são suficientes para que o próprio mecanismo de ajuste busque a folga ideal de projeto entre a pastilha e disco. Essa folga pode variar entre 0,8 e 1,1 mm.

## Assentamento do freio

O assentamento das pastilhas com os discos pode determinar a compatibilidade de ambos por toda a sua vida útil. Se bem executado, ele vai garantir maior durabilidade e estabilidade dos componentes do sistema de freio.

Independentemente do acabamento da pista de frenagem dos discos de freio, para que o sistema de freio funcione com máxima eficiência as pastilhas de freio devem estar perfeitamente assentadas aos discos, de forma a aumentar a área de contato entre ambos os componentes.

**Lembre-se de sempre, após a manutenção de um veículo em que houve troca de discos e pastilhas, realizar o processo de pré-assentamento. Ele aumenta a área de contato, reduz a rugosidade da superfície, e cria uma camada que vai garantir a uniformidade do desempenho e do desgaste da pastilha e do disco de freio.**

Para um bom pré-assentamento, é recomendável executar de 6 a 8 frenagens de 60 km/h e mais 6 a 8 frenagens de 40 km/h até a parada total do veículo. A força no pedal deve ser moderada e recomenda-se também respeitar o espaçamento de 300 metros entre cada frenagem, a fim de permitir o correto resfriamento do sistema entre elas. Lembramos que o rendimento satisfatório do material depende de seu comportamento inicial.

### DICA:

**recomende ao motorista, nos primeiros 300 km de rodagem, utilizar o sistema de freio de forma moderada, até que o assentamento seja concluído de forma correta. Um bom assentamento é um grande aliado para uma boa eficiência, durabilidade e conforto na frenagem, além de diminuir a possibilidade de ruídos.**

## Retífica de discos

Na retífica de discos, trincas, fissuras térmicas e sulcos devem ser removidos por usinagem toda vez que forem sensíveis ao tato. O estado da superfície de atrito do disco de freio interfere diretamente na vida útil das pastilhas.

### ATENÇÃO:

***recomenda-se a substituição do disco toda vez que a sua espessura for igual ou inferior à espessura mínima indicada no próprio disco e/ou no manual do fabricante. O disco de freio só deve ser usinado até o limite de segurança recomendado pelos fabricantes.***

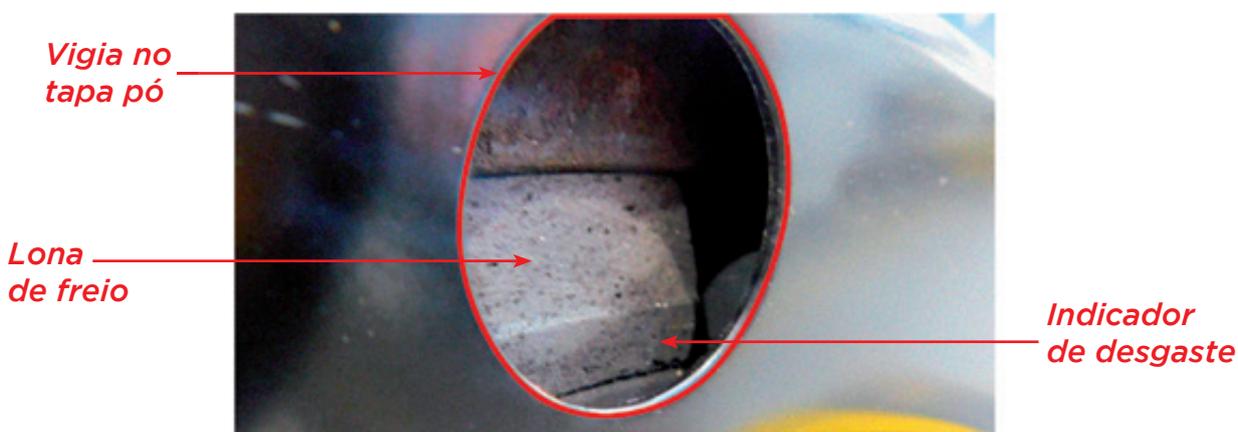




### 3.2 Manutenção do freio a tambor

#### Diagnóstico do sistema de freio

Confira se é possível checar, por meio do vigia no tapa pó, a presença do indicador de desgaste da lona de freio. Observe se ainda há material de fricção restante. Caso não identifique o indicador de desgaste, será necessário retirar o tambor e acessar as lonas de freio. Neste caso, faça uma medição com paquímetro para verificar a quantidade de material de atrito que ainda resta acima da cabeça do rebite. O limite para utilização deve estar entre 2 e 3 mm.



Antes de abrir ou desregular o freio, meça a distância do curso livre de todos os freios do veículo. Observe se as medidas estão uniformes e dentro do limite especificado pelo fabricante do freio.



Caso exista algum desequilíbrio, pode indicar desgaste prematuro ou irregular, desvio de trajetória, superaquecimento nos talões dos pneus ou, até mesmo, sobrecarga em alguns dos freios.

## DICA:

**curtos livres muito curtos** podem significar que o freio está sobre ajustado, gerando superaquecimento causando desgaste excessivo de lona e tambor, e que é preciso revisar o procedimento de regulagem. **Curso livres muito longos** podem significar que o regulador automático não está funcionando corretamente e precisa ser substituído ou, em caso de regulador manual, é necessário revisar a regulagem do freio.

Durante o diagnóstico, verifique também as folgas relacionadas ao desgaste das buchas, roletes e molas. Essas folgas podem prejudicar o funcionamento do sistema de regulagem do freio e até mesmo gerar ruído durante a frenagem. É sempre importante analisar o manual do fabricante do sistema de freio do veículo em manutenção. Existem recomendações específicas para as folgas máximas de cada modelo de sistema de freio.

Para finalizar o diagnóstico é necessário analisar os flexíveis e mangueiras, garantindo que não existam vazamentos de ar. Com isso, o diagnóstico do sistema de freio estará completo e já é possível identificar a necessidade de substituir, ou não, alguma das peças avaliadas.

## ABRINDO O SISTEMA DE FREIO

### Desregulando o freio

Ao abrir o freio, o primeiro passo é certificar-se que ele está desregulado, para a remoção do tambor e avaliação dos componentes. Caso o freio não esteja desregulado e o desgaste do tambor seja bastante acentuado, a retirada poderá ser impedida, devido à formação de uma espécie de “lábio” na borda do tambor.

### Desregulagem do freio (sentido anti-horário)



Para desregular o freio deve-se girar o sextavado do sem-fim do ajustador de freio no sentido anti-horário até que o eixo S esteja totalmente recuado. Durante esta operação, alguns modelos de ajustadores automáticos emitem um ruído característico, o que é perfeitamente normal, devido à sua construção. Já outros modelos exigem o destravamento de uma “lingueta”.

Não é necessário retirar os pinos da forquilha do atuador (cuíca) e nem soltar o parafuso de fixação da unidade de regulagem do ajustador.



### Vida útil dos tambores de freio

O diâmetro do tambor poderá apresentar um desgaste elevado. Ao fazer a manutenção dos freios, recomenda-se sempre medir o tambor, observando se está dentro das especificações mínimas exigidas pelos fabricantes. Além disso, avalie a qualidade da superfície, identificando possíveis trincas, ondulações, sulcos e manchas.

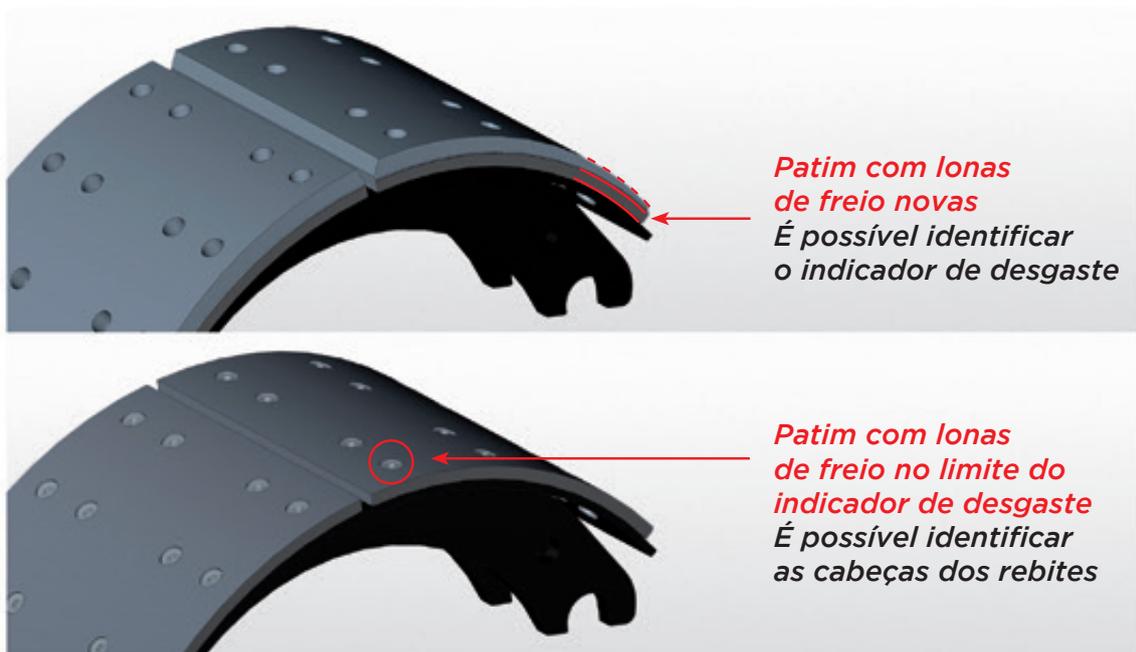
Caso esses fatores sejam encontrados em excesso, a troca do tambor deve ser feita.

#### **DICA:**

**em caso de retífica de tambor, siga o limite de segurança recomendado pelos fabricantes. Após a retífica, utilizar lonas de freio com sobremedidas, lona 1x ou lona 2x, por exemplo.**

### Vida útil das lonas de freio

O indicador de desgaste tem como função facilitar a identificação da vida útil de uma lona de freio, ou seja, apresenta o limite até onde ela pode ser utilizada. Caso a lona seja utilizada após ultrapassar o limite do indicador de desgaste, a cabeça do rebite pode tocar na pista de frenagem do tambor e, por consequência, danificá-lo. As ilustrações representam a quantidade de material de atrito disponível no início e no fim de vida de uma lona de freio.



Caso a lona do veículo não tenha indicador de desgaste, a recomendação é abrir o freio e fazer a inspeção visual. Realize a troca das lonas de freio quando a cabeça do rebite estiver próxima de encostar na pista de frenagem (aproximadamente entre 2 a 3 mm de espessura).

### Vida útil das molas

As molas de retorno das sapatas de freio devem garantir que os patins retornem completamente na liberação do freio.

#### **ATENÇÃO:**

*é extremamente importante a substituição das molas juntamente com a troca das lonas ou toda vez que se notar folgas entre os roletes do patim e o eixo S.*

Molas danificadas ou utilizadas muitas vezes podem falhar e, em casos extremos, quebrar dentro do sistema, danificando tapa pó, sensores de ABS, lonas, pista do tambor e patins. Em outros casos, a perda de carga pode gerar torque residual da sapata inferior, desgaste acelerado ou irregular na lona e superaquecimento do freio.

Além disso, as folgas podem provocar vibrações, ruídos e até mesmo trincas nas lonas devido ao impacto da lona com o tambor quando em aplicações com trepidação. Em casos extremos podem gerar até mesmo o auto travamento em função do contato da mola entre o tambor e a lona em alta rotação.

### Folgas e outros aspectos

Durante a inspeção é sempre importante avaliar as folgas no rolete do eixo S e buchas. A folga nas buchas pode causar ruído de frenagem e até mesmo prejudicar o funcionamento do mecanismo de regulagem automática do ajustador do freio.

Quando houver folgas, avaliar a condição do sensor do ABS e a roda fônica. Manter esses itens em dia é importante para o bom funcionamento do assistente de frenagem. Lembre-se de verificar as folgas do cubo e possíveis ruídos nos rolamentos. Assim, é possível determinar se existe necessidade de algum componente ser substituído.

#### DICA:

para detalhes sobre como identificar os limites de folgas de cada componente, verifique o manual do fabricante do freio ou do veículo.

### Preparação para troca de lonas e inspeção de patins

#### ATENÇÃO:

*antes de tudo, certifique-se de estar utilizando todos os equipamentos de segurança. Óculos de proteção, luvas e protetor auricular são essenciais.*

#### Descravar\* a lona usada

Para realizar essa operação é necessário cortar a cabeça de cada um dos rebites (Figura A) e utilizar uma punção de extração para removê-los da lona e do patim (Figura B).

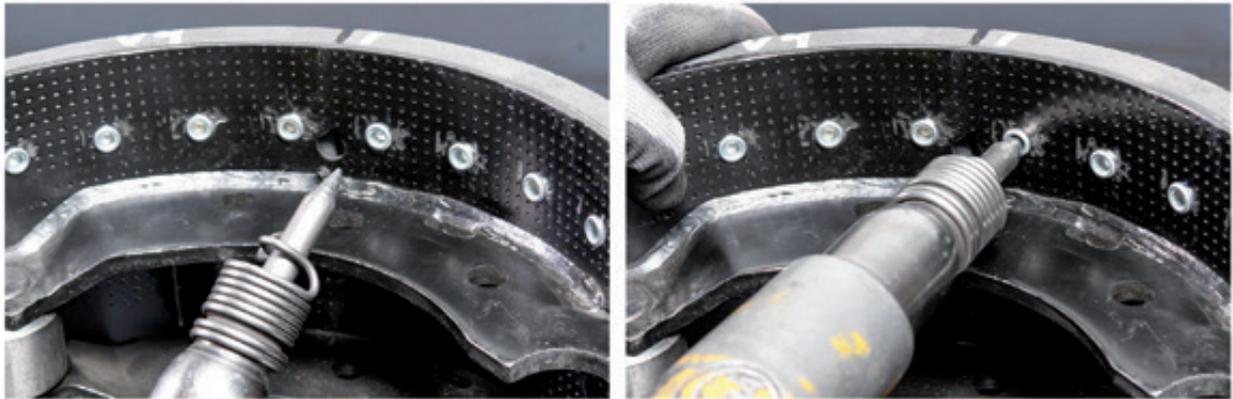
#### ATENÇÃO:

*realize essa operação com muito cuidado para evitar qualquer tipo de dano à mesa do patim.*

Figura A (cortando a cabeça dos rebites)



Figura B (sacando o corpo dos rebites)



*\*Alguns mercados trabalham apenas com a venda e troca do patim de freio já enlonado, não sendo necessário realizar a operação de trocas das lonas usadas dos patins, visto que todo o conjunto é substituído.*

## VERIFICAÇÃO DO ESTADO DO PATIM

### Buchas, pinos e roletes

Quando houver desgaste e/ou folgas excessivas nas buchas na ancoragem ou nos pinos dos roletes, deve ser feita a substituição. Essas folgas podem gerar ruído e/ou acionamento desbalanceado das sapatas do freio sobrecarregando as lonas, podendo até ocasionar quebras.

Quando possuir pinos de fixação das molas, deve-se sempre garantir que estejam corretamente instalados. Travas, anéis elásticos, retentores de graxa também devem ser revisados e substituídos conforme recomendação do fabricante. Pinos e roletes não podem possuir danos, pois podem travar e gerar outros danos no eixo S ou buchas.

### Mesa do patim, furações e soldas

Faça a verificação da mesa do patim para impedir qualquer tipo de obstrução das furações ou danos nessa superfície, que deve estar livre de batidas, rebarbas ou deformações que venham a impedir a correta acomodação da lona. Os furos para fixação dos rebites também devem ser verificados. A sua ovalização ou aumento do diâmetro pode acarretar lonas soltas pelo esforço de frenagem. Deve-se ainda revisar se há deformações nas nervuras, verificando as soldas.

### Empenamento de patins e aferição

Patins empenados levam ao surgimento de vibrações, que são notadas sob a forma de ruídos. Patins deformados podem acarretar em quebra das lonas de freio já na rebitagem. Com o sistema funcionando, o empenamento do patim leva à ineficiência durante a frenagem ou trepidação, chegando a ocasionar lonas soltas e possível acidentes. Em caso de empenamento, recomenda-se a substituição do patim.

### Limpeza da superfície da mesa do patim (cobertura)

Realize a limpeza da mesa do patim após remoção das lonas e demais resíduos. Esse procedimento ajuda a garantir a correta fixação da lona nova sobre a mesa do patim. Geralmente, a limpeza é feita com o auxílio de um pano umedecido com thinner ou água ou sabão neutro e, em casos mais severos, com o uso de uma lixa (tamanho de grão 60 a 80).

**Importante cuidar para não remover a pintura nas laterais e no corpo do patim, evitando corrosão no componente.**

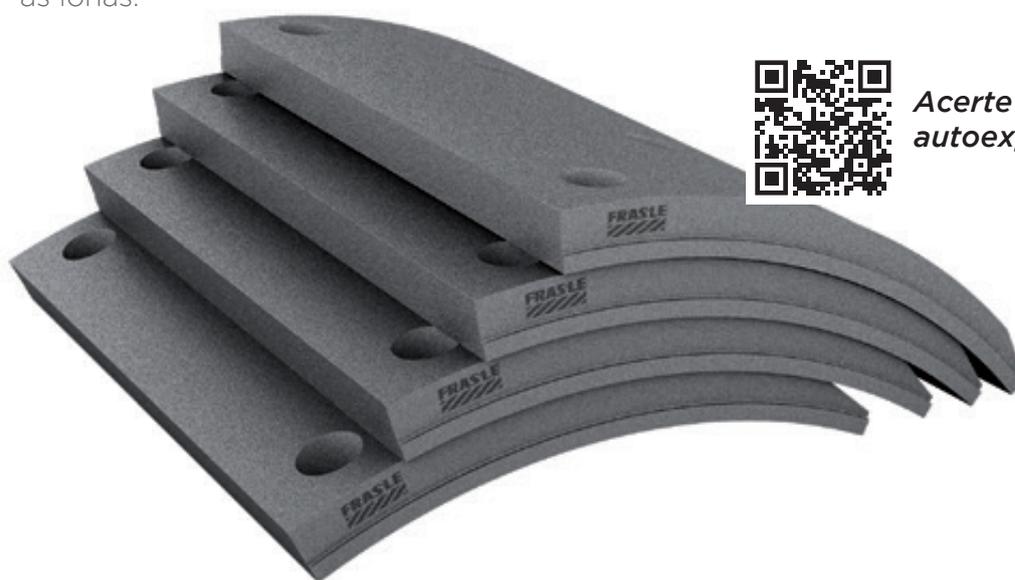


## Seleção de lonas de freio

Existem lonas específicas para cada tipo de veículo, sejam eles veículos urbanos, rodoviários de carga ou de passageiros, que foram desenvolvidas considerando as características construtivas de cada veículo bem como sua utilização.

Certifique-se de estar usando a lona correta para o seu caso. Consulte o catálogo online da Fras-le em [www.autoexperts.parts](http://www.autoexperts.parts) e verifique a referência gravada na lona. Esta gravação, normalmente, está na lateral do produto. Nunca misture lonas de marcas e qualidades diferentes, pois cada composto possui uma característica exclusiva e sua combinação pode levar a consequências imprevisíveis.

Existem modelos de sapatas que usam um bloco de lona por sapata e outros que usam dois. Esse último pode ter blocos de lonas com espessuras iguais ou, em alguns casos, diferentes. Em geral, a lona com espessura mais fina deve ser fixada na região do patim próxima ao came e a lona mais espessa próxima ao eixo S. Cuidado para não inverter as lonas.



Acerte na lona, acesse [autoexperts.parts](http://autoexperts.parts)

### DICA:

**recomenda-se substituir todas as lonas em todos os eixos e em todos os freios, lado esquerdo e direito, para evitar desequilíbrio de frenagem e reduzir o desgaste dos componentes.**

## Processo de rebiteagem

Durante o processo de rebiteagem identifique o modelo de patim no qual está sendo realizado o trabalho. Para cada modelo de patim existe um modelo específico de lona, rebites e punção de cravação. Os modelos variam entre os fabricantes, respeite as características, geometrias e parâmetros de rebiteagem (força ou pressão de cravamento) de cada um dos modelos. Em caso de dúvida, consulte o manual do fabricante do patim.

## Rebitadeiras e sistema de ar comprimido

Grande parte das rebitadeiras encontradas no mercado é do tipo pneumática. Existem diversos modelos e mecanismos de acionamento. O estado de conservação do equipamento é de suma importância para garantir um serviço de rebiteagem de qualidade. Ou seja, o equipamento deve estar isento de vazamentos de ar, que podem gerar oscilações na rede pneumática e, conseqüentemente, na força de cravamento dos rebites.



### **A Fras-le possui um modelo exclusivo de rebiteira.**

Ela é muito versátil, podendo ser, além de cravadora, uma removedora de rebites. Ela também possibilita a utilização de diversos modelos de rebites e patins de freio, contando inclusive com um dispositivo que auxilia o operador a garantir o máximo de alinhamento entre punções e rebite. Além disso, ela dispensa o uso de fitas para impedir a queda dos rebites durante o processo. Para mais informações, entre em contato com os especialistas e consultores da Fras-le.



#### **DICA:**

**a rebiteira deve permitir a utilização de punções adequados e a regulagem do afastamento entre punções. Deve garantir o alinhamento entre a punção superior e a inferior e permitir o ajuste e inspeção com precisão da pressão de entrada de ar através de um manômetro e regulador de pressão de qualidade. Ela deve ter um acionamento lento, dentro de aproximadamente 2 segundos, e um bom remanche, evitando trincas nas lonas de freio.**

### **Seleção do modelo de punção de rebiteagem**

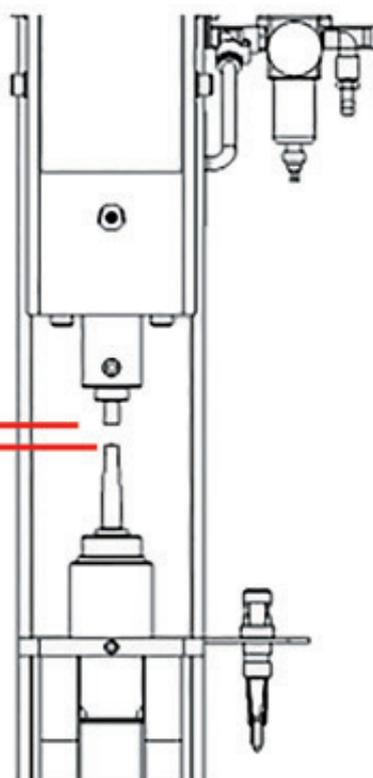
A partir do modelo de patim, deve-se selecionar o modelo de punção correto. Em geral, trabalha-se com dois tipos de punções de cravação e seus respectivos punções de apoio. A principal característica da punção é a geometria da sua extremidade (ponta) que irá remanchar o rebite. Recomenda-se sempre adquirir punções novos e produzidos por empresas especializadas.

### **Rebiteagem e regulagem da rebiteira**

Com os punções (superior e inferior) corretos e instalados no equipamento, é necessário regular a altura de rebiteagem por meio da rosca. A altura varia entre 2 e 4 mm e refere-se ao afastamento entre as punções. Utilize alguma ferramenta como um gabarito, na espessura indicada, para proceder com a regulagem da máquina. O procedimento deve ser realizado com o pedal da rebiteira acionado.

**Y = altura da rebiteagem**

**Y = 2 a 4 mm**

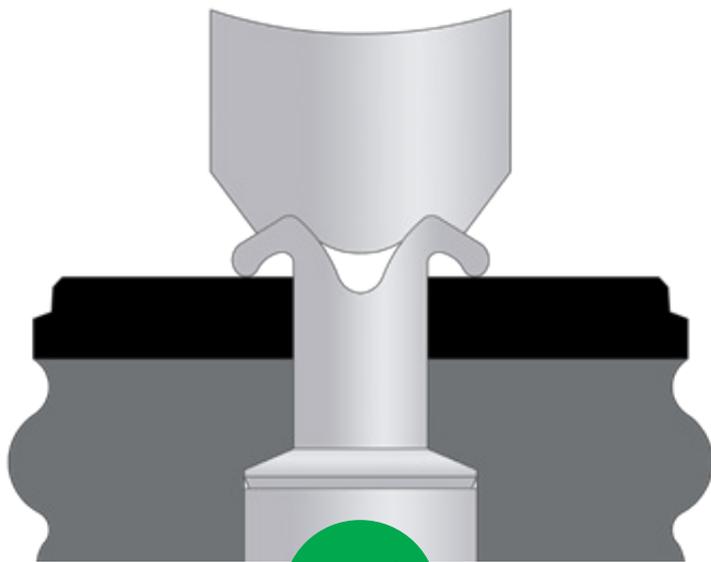


**DICA:**

se quebras ou falhas na lona de freio ocorrerem com a altura de 2 a 4 mm, deve-se verificar as condições dos patins e equipamentos. Patins muito empenados ou equipamentos de rebiteagem com elevado desgaste e folgas podem comprometer a rebiteagem.

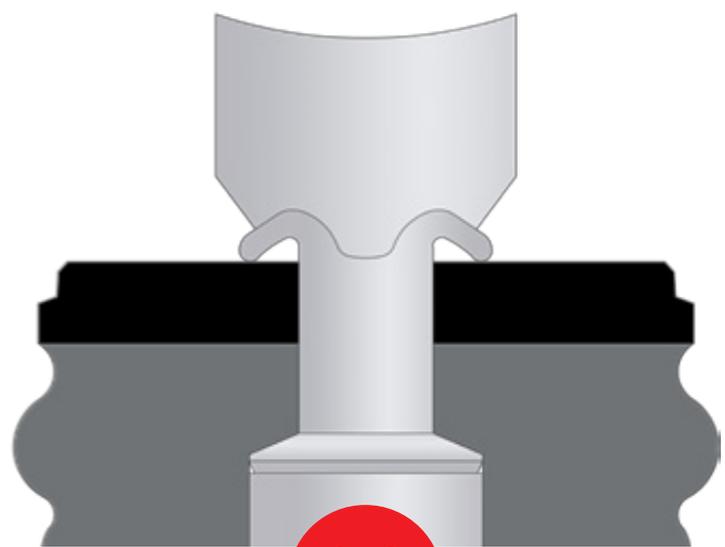
O comprimento tubular do rebite deve ser suficientemente profundo para evitar calço no punção da rebiteadeira.

Comprimento tubular do rebite suficiente



**ACEITÁVEL**

Comprimento tubular do rebite insuficiente



**INACEITÁVEL**

**Parâmetros de rebiteagem (pressão, punções, rebites, geometria de lonas)**

O ponto correto da rebiteagem é prender a lona ao patim sem trincar ou quebrar a lona. Além disso, o remanche do rebite precisa ficar sem folga. Tanto para a pressão, quanto para a altura de rebiteagem, é recomendada checagem no momento da utilização da máquina.

**DICA:**

a área de rebiteagem deve ser um local de acesso restrito e somente pessoas capacitadas devem alterar parâmetros ou mexer nos equipamentos (rebiteadeira).



Para facilitar o processo de regulagem de pressão, alguns valores típicos de força de rebiteagem são indicados na tabela abaixo. As pressões de rebiteagem indicadas são referentes aos modelos de rebiteadeiras da Fras-le, para outros modelos consulte o manual do fabricante.

Montadora	Freio	Tipo de patim	Geometria Lona	Ød x L(mm)	Ø Punção Maior/Menor	Força Rebitadeira Fras-le (kgf)	Pressão Rebitadeira Fras-le (bar)
Ford, Mercedes-Benz, Volkswagen, Iveco, Agrale, Volare, ...	325HD Master	Chapa	FD/59, FD/165	6,4 x 12,7mm(Y) Tipo 10-8	10,7 / 12	1700 a 2000	5,0 a 5,2
Ford, Volkswagen, Iveco, DAF, Reboques	15"/16,5" Master/ Meritor	Chapa	FD/88, 4710, CA/33, CA/32	6,3 x 14,3 mm(Y) Tipo 10-9	10,7 / 12	2100 a 2400	6,0 a 6,2
Volvo	410 mm	Chapa	VV/303, VV/304	6,3 x 16,0 mm (Y) Tipo 10-10	10,7 / 12	2100 a 2400	6,0 a 6,2
Volkswagen	410 mm	Fundido	MP/410, MP/411	8x20 (T)*	13,7 / 16	2400 a 2600	7,0 a 7,2
MAN	410 mm	Fundido	MB/188	8x18 (T)* 8x20 (T)*	13,7 / 16	2400 a 2600	7,0 a 7,2
Mercedes-Benz	410 mm	Fundido	MB/190, MB/184 MB/191, MB/188	8x20 (T) 8x18 (T)* 8x20 (T)*	13,7 / 16	2400 a 2600	7,0 a 7,2
Scania	413 mm	Fundido	SV/230, SV/231 (7,1 mm de espessura) SV/232 (8,7 mm de espessura)	6,24 x 15,8mm (T) Tipo 10-10 6,24 x 17,4mm (T) Tipo 10-12	13,7 / 16	2100 a 2400	6,0 a 6,2

Ød = diâmetro do corpo do rebite (mm)

L = comprimento do rebite (mm)

Y = Ângulo da cabeça: 145° a 150°

T = Ângulo da cabeça: 180°

\*O comprimento do rebite deve ser definido de acordo com o seu comprimento livre quando instalado no seu alojamento. Existem diversos modelos de patins no mercado para a mesma geometria de lona, assim, muitas vezes a espessura do fundido e até mesmo da chapa pode variar, afetando na escolha do comprimento ideal.

### Comprimento livre dos rebites

Para uma boa rebitagem das lonas de freios, utilizadas em veículos grandes, cujo diâmetro dos rebites é 6,3 e 8,0 mm, recomenda-se que o comprimento livre dos rebites seja 4,7 e 6,0 mm, respectivamente. Para identificar qual o comprimento livre do corpo do rebite, basta multiplicar 0,75 pelo diâmetro (Ø) do rebite, veja exemplos na tabela abaixo:

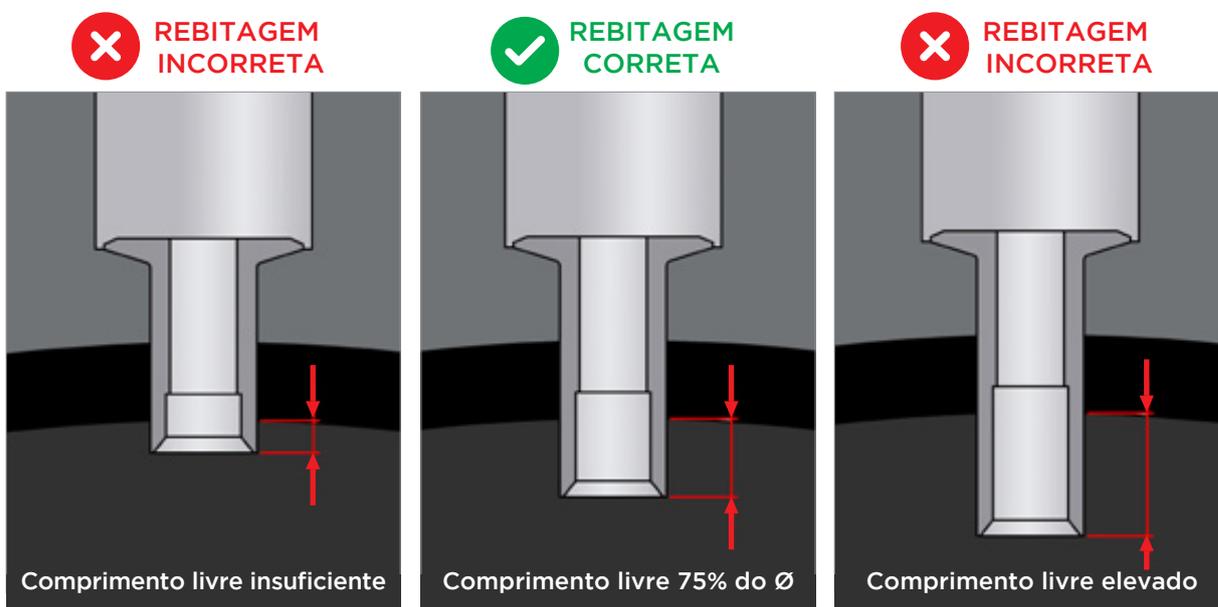
Ø do rebite (mm)	Cálculo a ser feito (0,75 x Ø)	Comprimento livre do rebite (mm)
6,3	0,75 x 6,3	4,7
8,0	0,75 x 8,0	6,0

**DICA:**

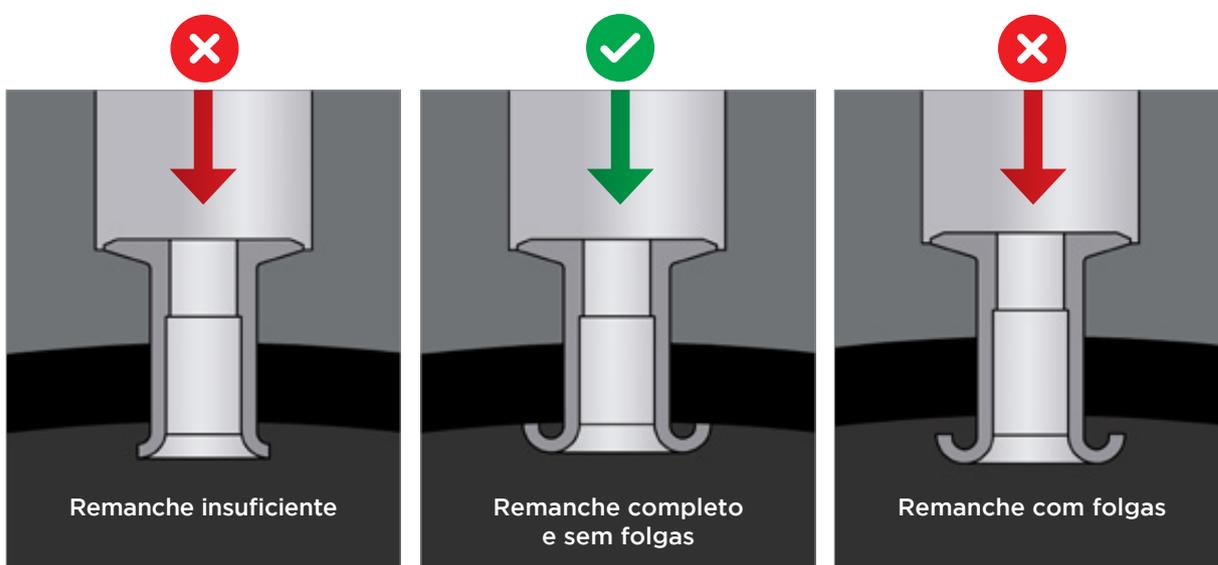
respeitar o comprimento livre ajuda a garantir que não ocorram remanches insuficientes ou com folgas. Aplicando a força máxima de rebitagem, evita-se riscos de ovalização de furos, movimentação e solturas de lonas.

Observe na imagem abaixo a indicação de rebiteagem correta (sinalizada em VERDE), respeitando o comprimento livre ideal do rebite, aplicando-se a força correta e evitando folgas:

### VISÃO ANTES DA REBITAGEM



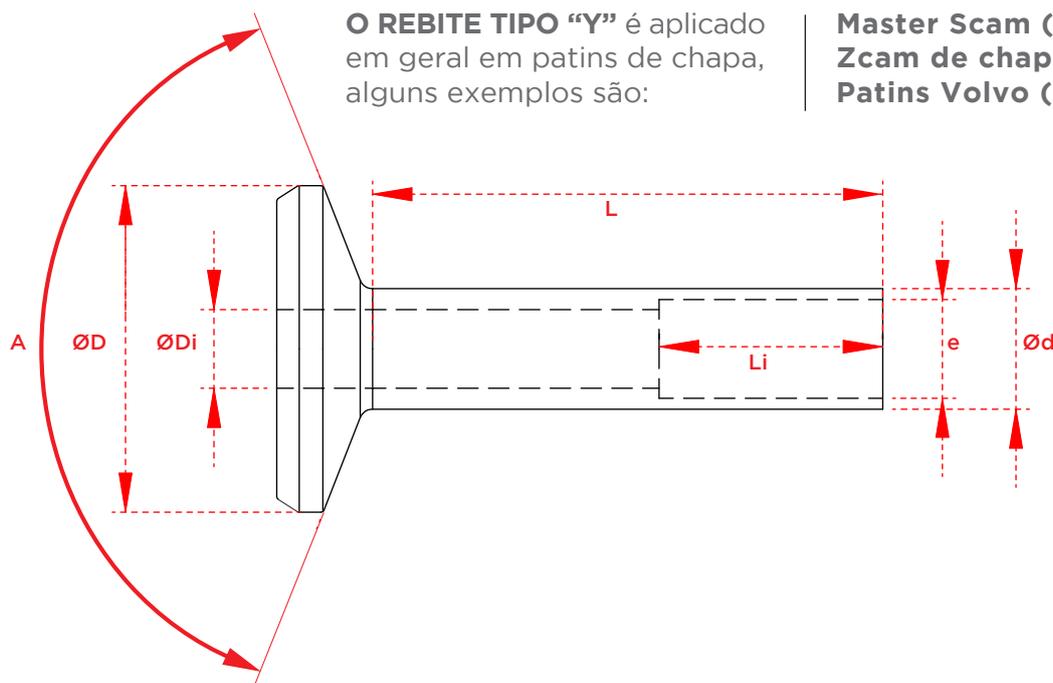
### VISÃO APÓS A REBITAGEM



### Detalhamento sobre a seleção dos rebites

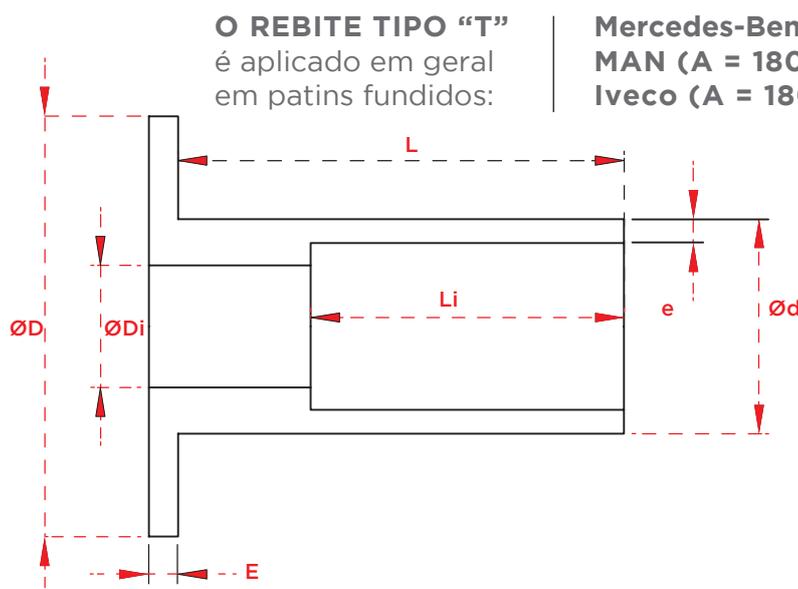
Siga as orientações do fabricante, do freio ou do veículo, assegurando-se que os rebites estão com o diâmetro da haste ( $\varnothing d$ ), o tamanho da cabeça ( $\varnothing D$ ), o tipo (Y ou T), o comprimento (L) e o material correto. Estes e outros aspectos podem interferir na qualidade do remanche. Recomenda-se a utilização do rebite semitubular ou tubular, pois permite maior força de rebiteagem.





**O REBITE TIPO “Y”** é aplicado em geral em patins de chapa, alguns exemplos são:

**Master Scam (A = 150°)**  
**Zcam de chapa (A = 145°)**  
**Patins Volvo (A = 120°)**



**O REBITE TIPO “T”** é aplicado em geral em patins fundidos:

**Mercedes-Benz (A = 180°)**  
**MAN (A = 180°)**  
**Iveco (A = 180°)**

### **ATENÇÃO:**

recomenda-se o uso do rebite de aço liga (SAE 1006 a 1010), devido às suas propriedades mecânicas, de resistência e dilatação. A coloração do rebite é definida pela galvanização, a tonalidade prateada é mais comum, pois trata-se da galvanização em cromo (trivalente). Existem também rebites galvanizados em cromo trivalente com tonalidade dourada, porém são mais raros, pois necessitam receber um processo adicional de pigmentação, que não afeta ou contribui para a resistência do rebite.

A galvanização em cromo hexavalente na cor dourada, em geral, não é mais utilizada, visto tratar-se de uma substância restrita. Rebites de alumínio são opções de baixo custo, porém, demandam um cuidado e estudo maior por parte do frotista, visto ser uma opção que apresenta menor resistência mecânica e, por consequência, algumas aplicações mais severas podem não apresentar bons resultados.

A tabela a seguir apresenta a correlação do tipo de rebite com suas dimensões em milímetros e em polegadas:

Norma	Tipo	Dimensões (mm)			Dimensões (polegada)		
		Ød	L	ØD	Ød	L	ØD
SAE	4 - 3	3.6	4.8	8.0	9/64	3/16	5/16
	4 - 4	3.6	6.4	8.0	9/64	1/4	5/16
	4 - 5	3.6	8.0	8.0	9/64	5/16	5/16
	4 - 6	3.6	9.5	8.0	9/64	3/8	5/16
	4 - 7	3.6	11.0	8.0	9/64	7/16	5/16
	5 - 4	3.6	6.4	9.5	9/64	1/4	3/8
	5 - 5	3.6	8.0	9.5	9/64	5/16	3/8
	5 - 6	3.6	9.5	9.5	9/64	3/8	3/8
	5 - 7	3.6	11.0	9.5	9/64	7/16	3/8
	6 - 16	6.0	16.0	16.0	5/8	5/8	3/8
	7 - 3	4.8	4.8	9.5	3/16	3/16	3/8
	7 - 4	4.8	6.4	9.5	3/16	1/4	3/8
	7 - 5	4.8	8.0	9.5	3/16	5/16	3/8
	7 - 6	4.8	9.5	9.5	3/16	3/8	3/8
	7 - 7	4.8	11.0	9.5	3/16	7/16	3/8
	7 - 8	4.8	13.0	9.5	3/16	1/2	3/8
	7 - 10	4.8	16.0	9.5	3/16	5/8	3/8
	7 - 12	4.8	19.0	9.5	3/16	3/4	3/8
	8 - 8	4.8	13.0	13.0	3/16	1/2	1/2
	8 - 10	4.8	16.0	13.0	3/16	5/8	1/2
	8 - 12	4.8	19.0	13.0	3/16	3/4	1/2
	8 - 14	4.8	22.0	13.0	3/16	7/8	1/2
	8 - 16	4.8	25.0	13.0	3/16	1	1/2
	10 - 6	6.4	9.5	13.0	1/4	3/8	1/2
	10 - 8	6.4	13.0	13.0	1/4	1/2	1/2
	10 - 9	6.4	14.3	13.0	1/4	9/16	1/2
	10 - 10	6.4	16.0	13.0	1/4	5/8	1/2
	10 - 12	6.4	19.0	13.0	1/4	3/4	1/2
	10 - 14	6.4	22.0	13.0	1/4	7/8	1/2
	10 - 16	6.4	25.0	13.0	1/4	1	1/2
	11 - 5	4.0	8.0	8.0	5/32	5/16	5/16
	13 - 10	8.0	16.0	16.0	5/16	5/8	5/8
13 - 12	8.0	19.0	16.0	5/16	3/4	5/8	
13 - 14	8.0	22.0	14.0	5/16	7/8	9/16	
13 - 16	8.0	25.0	14.0	5/16	1	9/16	
DIN	8x15	8	15	16			
	8x16	8	16	16			
	8x18	8	18	16			
	8x20	8	20	16			
	8x22	8	22	16			
	VOLVO	6,2	19	12,5			

A tabela a seguir apresenta os tipos de rebites compatíveis com referências de lonas de freio Fras-le\* em diversas aplicações:

Aplicação	Lona de freio Fras-le	Diâmetro tambor	Tipo de rebite	Aplicação	Lona de freio Fras-le	Diâmetro tambor	Tipo de rebite
Agrale	FD/58	325.0	10 - 8	GM	CB/36	381.0	7 - 8
Agrale	FD/59	325.0	10 - 8	GM	CB/38	222.0	4 - 4
Agrale	FD/71	330.0	7 - 6	GM	CB/39	222.0	4 - 4
Agrale	FD/72	330.0	7 - 6	GM	CB/40	200.0	4 - 4
Agrale	FD/77	325.0	10 - 8	GM	CB/41	200.0	4 - 4
Auwarter	MB/140	418.0	8x15	GM	CB/42	229.0	4 - 4
Chrysler	CB/41	200.0	4 - 4	GM	CB/43	203.0	4 - 4
Chrysler	FD/72	330.0	7 - 6	GM	CB/47	203.0	4 - 4
Chrysler	FD/73	330.0	7 - 6	GM	CB/48	229.0	4 - 4
Denning	F/724	412.0	10 - 10	GM	CB/51	280.0	4 - 5
Eaton	AC/11	381.0	10 - 10	GM	CB/52	305.0	4 - 5

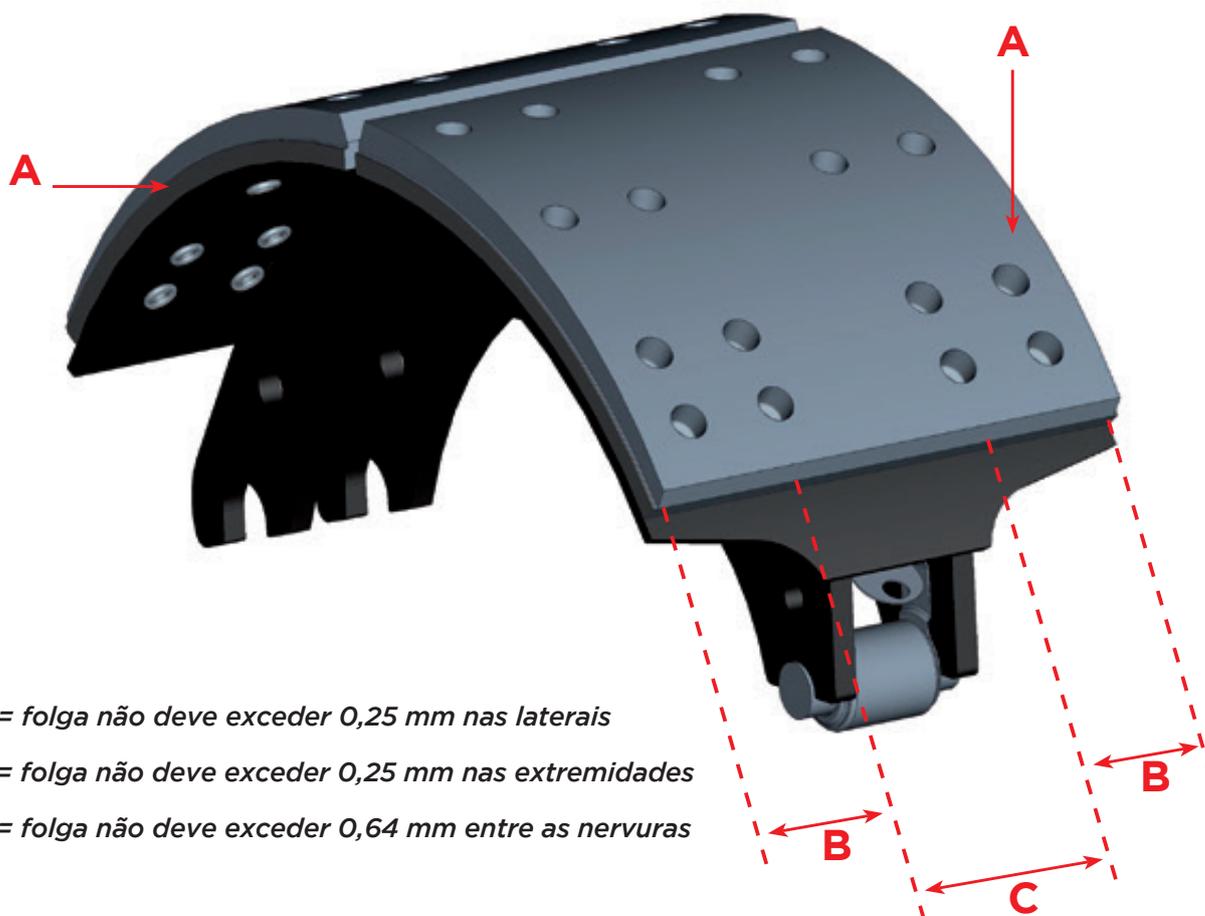
Aplicação	Lona de freio Fras-le	Diâmetro tambor	Tipo de rebite	Aplicação	Lona de freio Fras-le	Diâmetro tambor	Tipo de rebite
ERF	IV/159	410.0	8x15	GM	CB/53	394.0	10 - 10
ERF	IV/160	410.0	8x15	GM	CB/54	394.0	10 - 10
Fiat	FI/92	325.0	10	GM	FD/72	330.0	7 - 6
Fiat	FI/93	330.0	10	GM	FD/74	356.0	7 - 6
Fiat	FI/94	330.0	10	GM	FD/75	381.0	7 - 8
Fiat	FI/95	381.0	7	GM	FD/82	381.0	7 - 7
Fiat	FI/115	420.0	13	GM	FD/83	381.0	10 - 10
Fiat	FI/117	394.0	10	GM	FD/84	381.0	10 - 10
Fiat	FN/116	419.0	10 - 10	GM	FD/85	381.0	10 - 10
FNM	FN/106	429.0	13 - 14	GM	FD/86	381.0	10 - 10
FNM	FN/107	429.0	13 - 14	GM	VW/256	381.0	7 - 6
FNM	FN/116	419.0	10 - 10	GM	VW/257	381.0	7 - 6
Ford	CB/39	222.0	4 - 4	Guerra	CA/32	419.0	10 - 10
Ford	CB/41	200.0	4 - 4	Guerra	CA/33	419.0	10 - 10
Ford	FD/65	180.0	4 - 5	Guerra	FD/81	381.0	10 - 10
Ford	FD/66	180.0	4 - 5	Guerra	FD/88	381.0	10 - 10
Ford	FD/68	280.0	4 - 5	Guerra	SV/223	413.0	10 - 12
Ford	FD/71	330.0	7 - 6	Guerra	SV/226	413.0	10 - 12
Ford	FD/72	330.0	7 - 6	Hino Bus	F/724	412.0	10 - 10
Ford	FD/73	330.0	7 - 6	Isuzu	F/725	410.0	10 - 10
Ford	FD/74	356.0	7 - 6	Iveco	CA/32	419.0	10 - 10
Ford	FD/75	381.0	7 - 8	Iveco	CA/32//A	419.0	10 - 10
Ford	FD/76	406.0	7 - 8	Iveco	FD/86	381.0	10 - 10
Ford	FD/77	325.0	10 - 8	Iveco	FD/87	381.0	10 - 10
Ford	FD/78	305.0	4 - 5	Iveco	FD/88	381.0	10 - 10
Ford	FD/79	394.0	10	Iveco	IV/159	410.0	8x15
Ford	FD/80	394.0	10	Iveco	IV/160	410.0	8x15
Ford	FD/83	381.0	10 - 10	Iveco	IV/161	410.0	8x15
Ford	FD/84	381.0	10 - 10	Marcopolo	FD/72	330.0	7 - 6
Ford	FD/85	381.0	10 - 10	Marcopolo	FD/77	325.0	10 - 8
Ford	FD/86	381.0	10 - 10	Mercedes-Benz	MB/140	418.0	8x15
Ford	FD/87	381.0	10 - 10	Mercedes-Benz	MB/145	410.0	8x15
Ford	FD/88	381.0	10 - 10	Mercedes-Benz	MB/155	400.0	7 - 6
Ford	VW/276	200.0	11 - 5	Mercedes-Benz	MB/157	280.0	4 - 5
Mercedes-Benz	MB/161	408.0	13 - 10	Sinotruk	ST/350	420.0	10x18
Mercedes-Benz	MB/164	408.0	13 - 10	Sinotruk	ST/351	420.0	10x18
Mercedes-Benz	MB/167	440.0	13 - 10	Sinotruk	ST/352	419.0	10x18
Mercedes-Benz	MB/176	408.0	13 - 10	Toyota	TY/251	305.0	7 - 5
Mercedes-Benz	MB/177	410.0	13 - 10	Toyota	TY/252	305.0	7 - 5
Mercedes-Benz	MB/179	418.0	13 - 10	Toyota	TY/254	305.0	7 - 5
Mercedes-Benz	MB/180	418.0	13 - 10	Volkswagen	FD/58	325.0	10 - 8
Mercedes-Benz	MB/181	418.0	13 - 10	Volkswagen	FD/59	325.0	10 - 8
Mercedes-Benz	MB/182	410.0	13 - 10	Volkswagen	FD/77	325.0	10 - 8
Mercedes-Benz	MB/183	410.0	8x20	Volkswagen	FD/80	394.0	10
Mercedes-Benz	MB/184	410.0	8x20	Volkswagen	FD/83	381.0	10 - 10
Mercedes-Benz	MB/185	410.0	8x20	Volkswagen	FD/84	381.0	10 - 10
Mercedes-Benz	MB/186	300.0	6x10	Volkswagen	FD/86	381.0	10 - 10
Mercedes-Benz	MB/187	304.0	6x10	Volkswagen	FD/87	381.0	10 - 10
Mercedes-Benz	MB/188	410.0	8x20	Volkswagen	FD/88	381.0	10 - 10
Mercedes-Benz	MB/190	410.0	8x20	Volkswagen	FI/117	394.0	10
Mercedes-Benz	MB/191	410.0	8x20	Volkswagen	FI/118	394.0	10 - 10
Mercedes-Benz	MB/193	300.0	6x12	Volkswagen	FI/119	394.0	10 - 10
Mercedes-Benz	MB/194	364.0	6x16	Volkswagen	VW/255	324.0	13
Mercedes-Benz	MB/195	364.0	6x16	Volkswagen	VW/256	381.0	7 - 6
Mercedes-Benz	MB/255	300.0	8x15	Volkswagen	VW/257	381.0	7 - 6
Meritor	IV/159	410.0	8x15	Volkswagen	VW/262	230.0	11 - 5
Meritor	IV/160	410.0	8x15	Volkswagen	VW/264	230.0	11 - 5
Meritor	IV/161	410.0	8x15	Volkswagen	VW/266	230.0	11 - 5
Randon	CA/32	419.0	10 - 10	Volkswagen	VW/267	230.0	11 - 5
Randon	CA/33	419.0	10 - 10	Volkswagen	VW/270	250.0	11 - 5
Randon	CA/36	419.0	10 - 10	Volkswagen	VW/271	250.0	11 - 5
Randon	FD/88	381.0	10 - 10	Volkswagen	VW/272	248.0	11 - 5
Randon	SV/223	413.0	10 - 12	Volkswagen	VW/273	180.0	11 - 5
Randon	SV/226	413.0	10 - 12	Volkswagen	VW/274	180.0	11 - 5

Aplicação	Lona de freio Fras-le	Diâmetro tambor	Tipo de rebite	Aplicação	Lona de freio Fras-le	Diâmetro tambor	Tipo de rebite
Renault	RN/210	254.0	SPECIAL	Volkswagen	VW/275	250.0	111 - 5
Rockwell	FD/89	381.0	10 - 10	Volkswagen	VW/276	200.0	11 - 5
Rockwell	IV/159	410.0	8x15	Volvo	VV/298	410.0	10 - 10
Rockwell	IV/160	410.0	8x15	Volvo	VV/299	410.0	10 - 10
Rockwell	IV/161	410.0	8x15	Volvo	VV/300	410.0	10 - 10
Scania	SV/222	413.0	10 - 12	Volvo	VV/306	381.0	10 - 10
Scania	SV/223	413.0	10 - 12	Volvo	VV/307	381.0	10 - 10
Scania	SV/224	413.0	10 - 12	Volvo	VV/308	381.0	10 - 10
Scania	SV/226	413.0	10 - 12				
Scania	SV/227	413.0	10 - 12				
Scania	SV/228	413.0	10 - 12				
Scania	SV/229	413.0	10 - 12				
Scania	SV/230	413.0	10 - 12				
Scania	SV/231	413.0	10 - 12				

\*Referências são lançadas constantemente. Mantenha-se atualizado acessando frequentemente o catálogo [autoexperts.parts](http://autoexperts.parts)

### Acomodando as lonas sobre o patim de freio

Após assegurar-se de que a lona de freio a ser rebitada é a recomendada pelo fabricante, posicione-a sobre a mesa do patim. Atenção para o lado correto da lona fina e da lona grossa, coloque os rebites nas devidas posições. A introdução do rebite deve ser fácil, sem nenhuma resistência.



### ATENÇÃO:

depois da rebitagem, verifique o assentamento entre lona e sapata. Uma folga de no máximo 0,25 mm é aceitável ao longo das laterais e extremidades do conjunto. Entre o par de nervuras, identificado com a letra "C" na ilustração abaixo, a folga aceitável é de até 0,64 mm.

Verificação de folga nas laterais  
(local A)



Verificação de folga nas extremidades  
(local B)



### Sequência de rebiteagem

Todas as etapas abordadas anteriormente neste capítulo são extremamente importantes. Segui-las com atenção garantem o sucesso da rebiteagem e o ótimo desempenho das lonas de freio. A rebiteagem das lonas de freio pode ser feita de duas formas: tradicional e invertida. A Fras-le recomenda a rebiteagem na posição invertida.

Na **posição tradicional**, imagens abaixo, o patim de freio não necessita base de apoio, demanda o uso de fita crepe para que os rebites não soltem da lona até sua rebiteagem e não garante alinhamento entre punções e rebites.



Na **posição invertida**, imagem ao lado, o patim de freio é apoiado sobre o dispositivo, dispensa o uso de fita crepe e o alinhamento é garantido entre punções e rebites. Essa posição é a recomendada pela Fras-le.

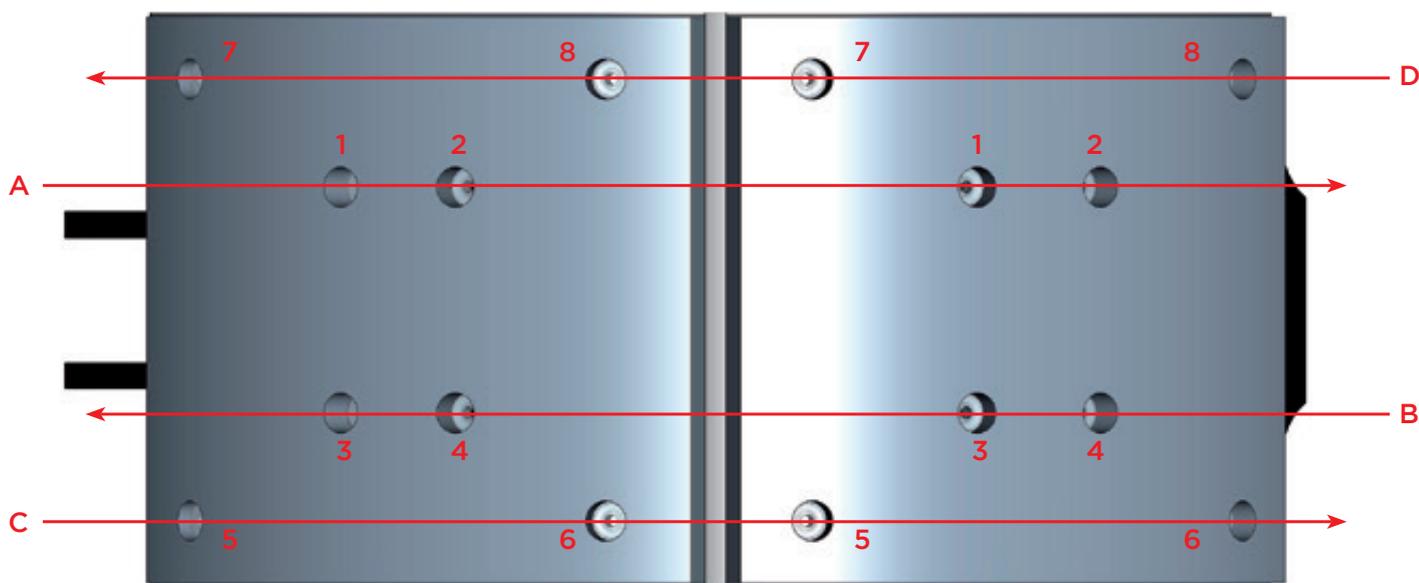


Quando acionar o pedal da rebidadeira, mantenha-o pressionado por 3 segundos. Esse é o tempo suficiente para que o remanche seja completamente realizado. Não se deve ter pressa nessa etapa. Esta operação é para evitar trincas e folgas entre as lonas de freio e a sapata.

**ATENÇÃO:**

*O processo de rebitagem deve ser feito sempre do centro da lona para as extremidades, de forma alternada entre a lona lado came e lado ancoragem. Observe a ordem na seqüência numérica indicada nas imagens abaixo.*

Exemplo da ordem de rebitagem das lonas de freio no patim 410 MB/ 410 MAN:

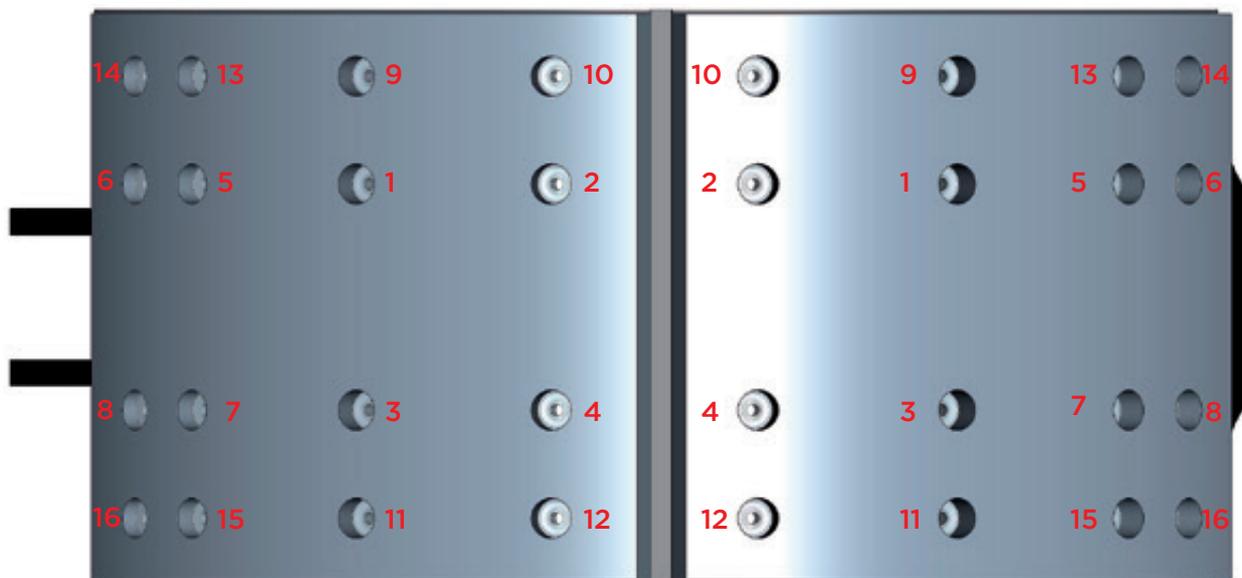


**Legenda:**

*NÚMEROS = indicam a seqüência de rebitagem por blocos (came e ancoragem).*

*LETRAS = indicam a seqüência de rebitagem por fileira de rebites.*

Exemplo da ordem de rebitagem das lonas de freio no patim 15/ 16,5/ 410 VW:



**Legenda:**

*NÚMEROS = indicam a seqüência de rebitagem por blocos (came e ancoragem).*



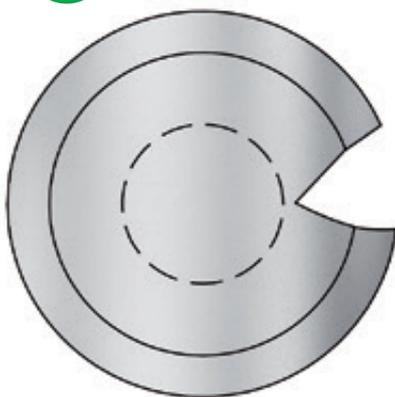
## Avaliação da rebitagem

Ao finalizar a rebitagem de todos os rebites, uma inspeção visual deve ser feita para verificar e garantir que:

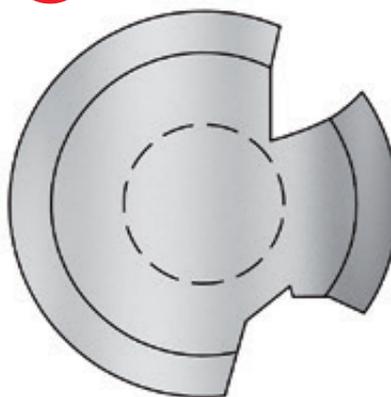
a) A cabeça do rebite **NÃO** apresente fissuras que possam comprometer a sua resistência. Note, na ilustração, que há um limite mínimo a ser respeitado que preserve a integridade do rebite. Ou seja, se houver mais de uma fissura e estas estiverem muito próximas à parte central da cabeça do rebite, ele precisará ser recolocado.



**ACEITÁVEL**



**INACEITÁVEL**



b) Em caso de folga, nas extremidades das lonas, verificar se está dentro do limite admissível de no máximo 0,25 mm. **ATENÇÃO:** áreas do assentamento de rebites **NÃO DEVEM** apresentar folgas.

c) Não haja folga entre o remanche e o patim. Recomenda-se utilizar um calibre de folga para esta verificação. Em caso de folga, deve-se refazer a rebitagem.



d) Não haja rebites soltos, isso **NÃO** é aceitável, tanto quando forçado manualmente ou com um pequeno martelo.

e) Não haja trincas ou quebras nas lonas de freio. Se houver, deve-se substituir a lona que apresenta trincas ou quebras, rebitando-a novamente.

## Montagem do patim enlonado

Após a avaliação da rebitagem, deve ser feita a montagem do patim enlonado no sistema de freio. Para isso, é importante seguir essas orientações:

- a) Realizar o manuseio correto da sapata, evitando sujá-la com graxa e sujeiras que possam contaminar a superfície da lona.
- b) Ao trocar as lonas é recomendado sempre executar a troca de molas.
- c) Uma inspeção visual do eixo S deve ser feita para descartar possíveis amassamentos e possíveis folgas. Em caso de excesso de graxa, realize a limpeza da cabeça do eixo S.
- d) Avaliar a condição dos pinos e roletes, observando se há folgas, amassados e/ou desgaste de buchas. Componentes danificados devem sempre ser substituídos.
- e) Aproveite que o freio já está aberto e faça uma checagem do funcionamento e limpeza no sensor do ABS.
- f) Em um tambor novo deve-se realizar a limpeza retirando a película protetora anti-ferrugem. Em caso de tambor usado, se houver graxa ou sujeira, recomendamos a limpeza e remoção desses contaminantes.

## REGULAGEM DO SISTEMA DE FREIO

### Lubrificação

Respeitar as condições de lubrificação garante o correto funcionamento do sistema de freios. De acordo com o modelo de freio, a lubrificação ocorre através do suporte da câmara ou diretamente nos mancais, através da graxeira.

#### DICA:

**verificar a quantidade de graxa no tubo do suporte para evitar que o excesso possa romper o retentor e contaminar a lona.**

Para lubrificar o ajustador, certifique-se que o veículo esteja em uma superfície plana e libere o freio de estacionamento. Após a liberação, aplique a graxa no pórtico do ajustador. Pare de lubrificar ao verificar que a graxa sai pelo bujão retrátil ou pela engrenagem.

Esse procedimento evita o calço hidráulico do mecanismo do ajustador, mantém seu correto funcionamento e preserva as lonas e o tambor.

### Ajustadores e regulagem do freio

Os ajustadores funcionam por meio de um mecanismo automático e regulam a folga entre as lonas e o tambor, permitindo o giro livre das rodas quando o freio não está acionado. Para cada modelo de ajustador existe uma regulagem apropriada, feita através do parafuso. O objetivo é garantir o curso livre apropriado.

Manter a correta folga entre as lonas e o tambor é fundamental para garantir uma resposta rápida do sistema de freio, com uma frenagem eficiente. A regulagem deve ser uniforme em todas as rodas do veículo, ou seja, no caso de veículos combinados - cavalo mecânico e semirreboque - é necessário regular as lonas de freio de todos os eixos de ambas as unidades.



Tipo de ajustador	Ajustador manual (Tipo 1)	Ajustador automático (Tipo 2)	Ajustador automático (Tipo 3)
Foto do ajustador			
Ferramenta e formato do parafuso	Chave de 14 mm ou 9/16" (hexagonal)	Chave de 8 mm (quadrado)	Chave de 12 mm ou 7/16" (hexagonal)
Após tocar no tambor, volta-se o parafuso do ajustador em	1/4 de volta (90 °)	1/2 volta (180 °)	1/2 volta (180 °)

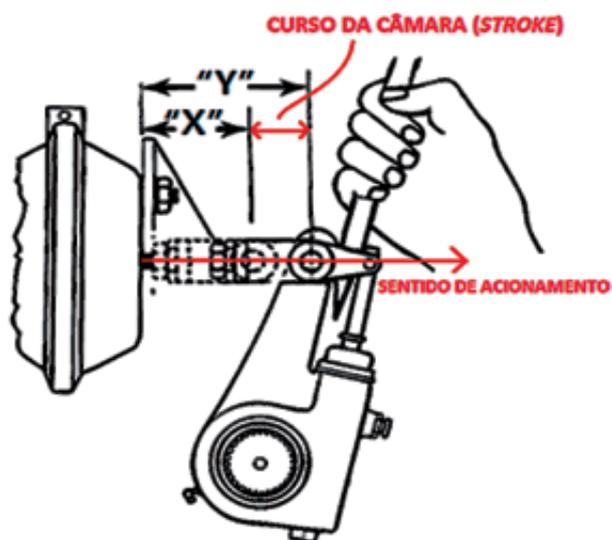
Nesta regulagem, gira-se o parafuso do ajustador até que a lona encoste no tambor. Depois realiza-se o retorno, respeitando a recomendação de cada fabricante e o modelo do ajustador. Observe os passos, detalhados, a seguir:

1) Certifique-se que o eixo esteja erguido e que seja possível girar livremente a roda com a mão.

2) Gire o parafuso do ajustador até que as lonas encostem no tambor. Devido à possível ovalização dos tambores, decorrente do desgaste e dos esforços a que são submetidos, esta regulagem deve ser efetuada com o respectivo eixo erguido e girando a roda com a mão, interrompendo-se o processo assim que houver o primeiro toque da lona com o tambor. Com o veículo apoiado no solo não é possível verificar se há pontos de ovalização do tambor e uma regulagem por meio de um ponto do tambor de grande diâmetro pode gerar sobre ajuste do freio.

3) Depois que as lonas encostarem no tambor retorne o parafuso no sentido contrário para ajuste da folga, sendo de volta nos ajustadores manuais e de volta nos automáticos.

4) Para conferir se a regulagem foi realizada de forma correta, recomenda-se a medição do curso livre. Para isso, meça a distância "X" entre a câmara e o pino maior da forquilha. Usando uma barra (chave de fenda) mova o ajustador no sentido do acionamento do freio e, mantendo o freio aplicado, meça novamente a mesma distância, agora com resultado "Y". A diferença das medidas Y e X, ver ilustração, define o curso livre da câmara. O valor do curso livre deve estar entre 16 e 20 mm, equivalente a uma folga de 0,8 a 1 mm entre lona e tambor. Caso contrário, repita os passos 1, 2 e 3 acima descritos.



### **Teste de torque (ajustador do tipo 3)**

Para avaliar se o funcionamento e o mecanismo destes ajustadores estão em perfeitas condições deve-se, com o freio aliviado e sem retirar o ajustador do veículo, colocar um torquímetro no sextavado do parafuso sem-fim. Depois, girar o torquímetro no sentido anti-horário e controlar para que o acoplamento cônico interno não solte com um torque inferior a 18Nm (1,8kgm). Um ruído característico aparece durante a realização deste teste. Repetir esta operação três vezes com cada alavanca. Se o acoplamento escapar com um torque inferior, deve-se trocar ou recuperar o ajustador automático.

### **Freio sobre ajustado e ocorrência de torque residual**

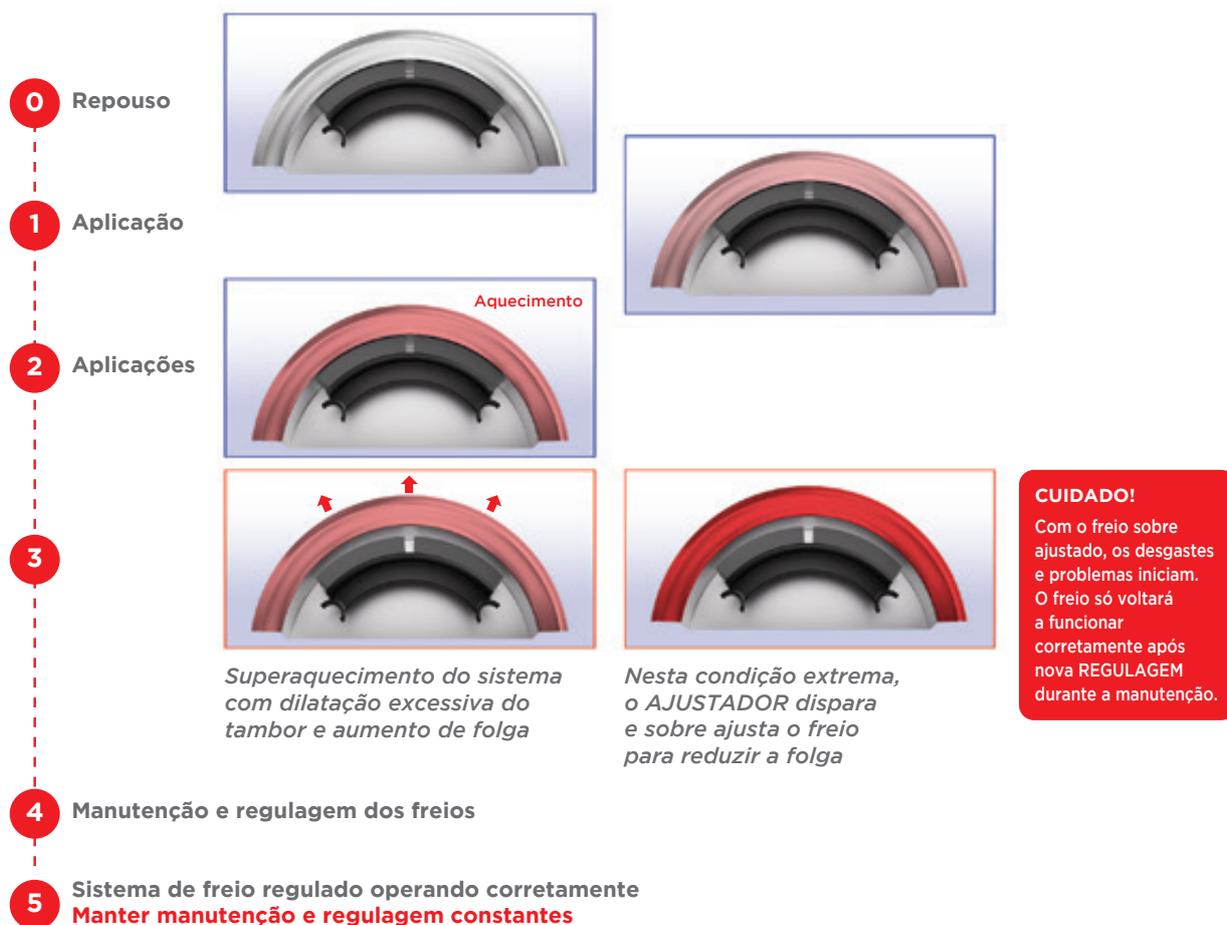
O ajustador automático existe para compensar as folgas decorrentes do desgaste das lonas e do tambor. Um efeito adverso pode ocorrer quando uma situação de alta temperatura é verificada no tambor de freio e a folga entre tambor e lona aumenta em decorrência da dilatação excessiva do tambor a ponto de acionar o ajustador automático. Assim, quando ocorre o resfriamento do freio e os componentes voltam às suas dimensões originais, o freio poderá estar sobre ajustado (também chamado de freio “enforcado”) indicando torque residual.

Freios sobre ajustados podem ocasionar problemas como: desgaste acelerado do material de atrito, superaquecimento do sistema, maior consumo de combustível e, em casos extremos, estouro de pneus podem ser observados.

Esse problema pode ser evitado com o uso do freio motor ou retarder nas situações que exigem esforço excessivo do sistema de freio. Além disso, visto que quando o freio está sobre ajustado é imperceptível ao motorista, recomenda-se realizar a manutenção preventiva dos freios frequentemente e sempre verificar a regulação.



Veja na ilustração como ocorre o sobre ajustamento dos freios:



### Consequências de um ajuste irregular dos freios

Quando os freios estão bem regulados, a distribuição da pressão e força das frenagens tendem a ser melhor distribuídas entre as rodas, e as temperaturas tendem a aumentar de forma mais homogênea. Já no caso de uma regulagem incorreta, ocorre sobrecarga nos demais freios do implemento e cavalo mecânico que por ventura estejam bem ajustados, gerando superaquecimento dos freios e por fim, maior desgaste do material de atrito e tambor.

#### DICA:

é importante utilizar componentes, como lonas, patins, ajustadores, câmaras de freio, ângulos de instalação entre ajustador automático e haste da câmara **segundo as recomendações dos fabricantes**. Com esse cuidado é possível evitar problemas como o superaquecimento de freios, que pode gerar desde um maior consumo de combustível até o desgaste acentuado do material de atrito, do tambor e demais componentes, tais como: pneus, buchas e sensores.

### 3.3 Conservação de componentes e cuidados especiais

#### Molas e patins

Patins empenados levam ao surgimento de vibrações e ruídos e podem causar quebra das lonas de freio ainda na rebitagem. Com o sistema funcionando, o empenamento do patim leva à ineficiência durante a frenagem ou trepidação, podendo ocasionar lonas soltas. Os mecânicos evitam esse problema quando fazem a aferição periódica do raio das sapatas utilizando o gabarito apresentado anteriormente neste manual. Caso as sapatas estejam empenadas, recomenda-se o descarte.

Um outro ponto importante a ser verificado são os alojamentos para os pinos de ancoragem da sapata, que não devem possuir deformações ou folgas excessivas. O mesmo vale para o estado dos roletes e do eixo S.

As molas de retorno das sapatas de freio devem ser verificadas para que retornem completamente na liberação do freio. É exigida a substituição das molas de retorno toda vez que se notar folgas entre a sapata e o expansor pois estas provocam vibrações e ruídos.

Os furos para fixação dos rebites nas lonas também devem ser verificados. A sua ovalização ou aumento do diâmetro pode ocasionar lonas soltas pelo esforço de frenagem.

#### Tambores: qualidade estrutural, retífica e armazenamento

Os fabricantes de tambores de freio desenvolvem produtos de forma a favorecer a dissipação do calor e reduzir as dilatações, devido a pressões radiais e ao aumento de temperatura, que acontece naturalmente durante as frenagens. A qualidade dos tambores de freio é fundamental para o bom desempenho das lonas. Escolha marcas de tambores com reconhecida procedência e qualidade.

Toda vez que no tambor constarem trincas, fissuras térmicas e sulcos e que estas sejam sensíveis ao tato, devem ser removidos por usinagem. Tambores em mau estado reduzem a vida útil das lonas.

#### **ATENÇÃO:**

*tambores só devem ser usinados até o limite de segurança recomendado pelos fabricantes.*

#### **ESTOCAGEM INCORRETA**

Os cuidados na estocagem dos tambores são fundamentais, pois evitam deformações. A estocagem **NÃO DEVE** ser feita em coluna, um dentro do outro (ver imagem ao lado), pois o peso da coluna aliado à variação da temperatura ambiente que os faz dilatar e contrair, fará com que as unidades de baixo ovalizem ou fiquem cônicas.





## ESTOCAGEM CORRETA

A estocagem CORRETA (imagem ao lado) é feita colocando-se os tambores com bocas ou fundos coincidentes. O empilhamento máximo deve ser de dois em dois e eles devem estar isolados do solo por um estrado, prevenindo a ação da umidade.



**NÃO REMOVA** a película protetora do tambor até o momento da montagem no veículo. Evite a exposição direta dos tambores a agentes deformadores, oxidantes ou gordurosos. Sua limpeza deve ser feita preferencialmente com álcool industrial.

**NÃO UTILIZE** tambores, caso eles apresentem características como: sulcos, trincas, quebras, superfícies onduladas, pontos duros, centro alto ou baixo, excessivamente fino, partido, conificado e/ou ovalizado. Veja alguns exemplos abaixo:



A utilização normal do sistema de freio sempre leva a um desgaste na pista de atrito do tambor, alterando sua espessura. No caso de tambores usados, fique atento à espessura mínima, especificada no manual do fabricante do tambor para utilização. Para alguns mercados, a Fras-le disponibiliza lonas de freio produzidas em diferentes espessuras para serem utilizadas de acordo com o aumento do diâmetro do tambor em consequência do desgaste e/ou usinagens. Essas lonas são chamadas de lonas sobre medida 1x e 2x.

### **ATENÇÃO:**

***sempre verificar as recomendações do fabricante do freio antes de substituir a lona padrão por uma lona com sobre medida ou trocar os roletes dos patins.***

### **Lonas de freio**

As lonas de freio são fabricadas de acordo com as especificações técnicas de cada veículo. Existem diversas configurações de sistemas de freio e as lonas são produzidas de forma a atender às solicitações de performance dos veículos, assim como seus desenhos específicos. Cada sistema de freio tem um patim com curvatura própria e a lona é fabricada para se ajustar perfeitamente a esta curvatura.

Para prevenir e evitar deformações no material de atrito (lonas de freio), o que dificultaria ou até impediria sua correta montagem nos patins, recomenda-se armazená-las sempre, com as peças colocadas lado a lado. Jamais estoque as lonas apoiadas umas sobre as outras, com sua curvatura apontando para baixo ou para cima, pois o peso da coluna tende a deformar as peças de baixo. Os jogos de lonas de freio devem ser armazenados, sobre pallets ou prateleiras, em local fechado livre de umidade e/ou calor excessivo. A composição do material de atrito (fricção) tem base em fibras inorgânicas suscetíveis a alterações. Descarte imediatamente lonas que tenham sido contaminadas com graxas e/ou óleos.



### ARMAZENAMENTOS CORRETOS DAS LONAS DE FREIO



### ARMAZENAMENTO INCORRETO DAS LONAS DE FREIO



## 3.4 Manutenção do veículo e sistema de suprimento

### Válvulas de alívio ou descarga rápida

Quando o pedal de freio é liberado após a frenagem, as válvulas de alívio ou descarga rápida são acionadas e têm a função de descarregar rapidamente o ar que se encontra nas câmaras de freio. Caso contrário, haverá aplicação dos freios por tempo superior ao desejado, gerando calor e desgaste desnecessários. Portanto, o funcionamento destas válvulas deve ser verificado periodicamente e sempre que houver problemas de superaquecimento.

**DICA:**

**nunca altere a regulagem original da válvula reguladora de pressão que vai ao semirreboque por meio da “mão de amigo”.**



### 3.5 Checklist para o sucesso da manutenção dos freios

Todas as orientações descritas acima neste manual são extremamente importantes para garantir a eficiência do sistema de freio, a durabilidade dos componentes e a segurança dos motoristas, passageiros, pedestres e cargas.

Para auxiliar nessa jornada, a Fras-le disponibiliza um check list para você utilizar no dia a dia na oficina mecânica e garantir uma ótima manutenção do sistema de freio. Basta apontar a câmera do seu celular, ler o QR Code abaixo, e baixar o modelo do check list de sua preferência, em Excel ou em PDF. Depois é só imprimir e utilizar, você vai lembrar de todos os itens fundamentais ao realizar a manutenção.

**Escaneie e baixe o checklist em formato Excel**



**Escaneie e baixe o checklist em formato PDF**



### 3.6. Avarias mais comuns nos freios

A tabela abaixo apresenta os principais problemas que podem ocorrer no sistema de freios e a correção indicada:

Sintoma	Provável causa	Correção
<b>Pedal baixo</b>	Folga excessiva no curso do pedal Folga excessiva entre lona e tambor Lonas gastas	Regular a folga inicial Regular a folga Trocar as lonas
<b>Freadas bruscas</b>	Tambores defeituosos, trincados ou ovalizados Alteração de cuícas Óleo ou graxa nas superfícies das lonas de freio Válvulas envenenadas. Regulagem do sistema de freio	Substituir os tambores Usar cuícas originais Trocar as lonas e limpar o tambor com álcool industrial Usar válvulas originais Verificar se a regulagem está correta
<b>Desregulagem frequente</b>	Regulagem do sistema de freio Fluido de freio sujo Lonas gastas e fora de especificação Tambor gasto, riscado ou trincado	Fazer uma regulagem completa e verificar o assentamento das sapatas Trocar o líquido e verificar se os orifícios de válvula e cilindros estão entupidos Substituir as lonas por outras adequadas Trocar o tambor
<b>Desgaste prematuro</b>	Retirada dos espelhos de roda, possibilitando a entrada de corpos estranhos entre a lona e o tambor Regulagem excessiva Lonas de freio inadequadas para o trajeto	Colocar os espelhos de roda Regular, deixar folga recomendada pelo fabricante Trocar por lonas de freio adequadas ao veículo
<b>Causar "L" na carreta</b>	Usar lonas de freio no cavalo, diferentes das lonas da carreta Usar muito o manete, superaquecendo as lonas da carreta, ocasionando a perda de eficiência	Colocar lonas de freios iguais em todo conjunto Dosar o uso do freio

## Causas operacionais do superaquecimento dos freios

- **Condução agressiva**, provocada pelo estresse, principalmente no trânsito urbano de grandes cidades que exige o uso mais frequente dos freios.
- **Desrespeitar as regras de uma boa condução**, como: emprego correto o freio motor, descida na marcha correta, etc. em regiões montanhosas que exigem mais intensidade no uso dos freios.
- **Excesso de carga aumenta consideravelmente a energia cinética do veículo**, provocando forte concentração de calor nos freios durante as frenagens.
- **Velocidade excessiva ou incompatível com as condições de tráfego/estradas**, forçam o uso dos freios gerando maior concentração de calor nos componentes.
- **Usar incorreta e abusivamente o freio do implemento**, por meio do “manete” ou “manequim”, força o sistema de freio do implemento no caso dos veículos conjugados (cavalo mecânico + semirreboque).
- **Não utilizar o freio motor**, nos declives ou paradas do veículo, intensifica o uso do freio de serviço gerando excesso de calor que poderia ser evitado.
- **Desrespeitar a distância mínima de parada em relação ao veículo da frente**, variável em função da velocidade, induz ao uso frequente dos freios de serviço.

## Causas do superaquecimento por manutenção imprópria ou insuficiente

É importante salientar que todos os fatores citados no item anterior já são altamente prejudiciais, mesmo em veículos bem conservados. Se estes estiverem com peças defeituosas ou desreguladas, tanto na suspensão quanto nos freios, os riscos de acidente aumentam consideravelmente.

A correta manutenção do sistema de freio é fundamental para a segurança e para a vida útil de todos os componentes. Não esqueça que freio é um conjunto, não um elemento isolado. E que, como tal, deve ser verificado.

### DICA:

na maior parte dos cavalos mecânicos, existe uma válvula que permite que no semirreboque chegue uma pressão ligeiramente superior à do cavalo mecânico, algo entre 0,15 e 0,6 bar dependendo do fabricante do veículo. Algumas destas válvulas permitem a regulagem e outras não. Muitas vezes esta regulagem pode chegar entre 1 a 1,5 bar, feitas incorretamente, e isto faz com que os freios sejam mais solicitados e, conseqüentemente, mais aquecidos.



## 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 aclive, 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 catálogo e ao manual de instruções de instalação dos respectivos fabricantes que trazem informações detalhadas, especificações de 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 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,**

