



FORMAÇÃO CONTINUADA

Mecânica

Veículos Leves

Sistema de Freio Hidráulico

MECÂNICA DE VEÍCULOS LEVES

SISTEMA DE FREIO HIDRÁULICO

2003

Sistema de Freio Hidráulico

SENAI-SP, 2003

Trabalho elaborado e editorado pela Escola SENAI "Conde José Vicente de Azevedo"

Coordenação geral	Arthur Alves dos Santos
Coordenação do projeto	José Antonio Messas Mauro Alkmin da Costa
Organização de conteúdo	Francisco J. Pacheco Hevia Ricardo Trava
Assistência editorial	Maria Regina José da Silva
Editoração	Teresa Cristina Maíno de Azevedo
Produção de imagens	Ulisses Miguel

S47s SENAI. SP. **Sistema de Freio Hidráulico - Básico**. São Paulo, 2000. 86p. il.

Apostila técnica

CDU 629.063.6

SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Escola SENAI "Conde José Vicente de Azevedo"
Rua Moreira de Godói, 226 - Ipiranga - São Paulo-SP - CEP. 04266-060

Telefone (011) 6166-1988

Telefax (011) 6160-0219

E-mail senaiautomobilistica@sp.senai.br

Home page <http://www.sp.senai.br/automobilistica>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
UM POUCO DE HISTÓRIA	9
CONCEITOS FÍSICOS	10
• Energia	10
• Energia cinética	10
• Calor	10
• Atrito	11
• Compressão e aspereza	12
• Escorregamento	12
• A função do freio	12
FREIO A TAMBOR	14
• Freio a tambor simplex	15
• Freio a tambor duplex	16
• Freio a tambor uni-servo	17
• Freio a tambor duo-servo	17
• Freio a tambor twimplex	18
ACIONAMENTO DE SAPATAS	19
• Cilindro de rodas	19
FREIO A DISCO	20
• Freio a disco fixo	21
• Freio a disco deslizante	22
• Freio a disco no eixo traseiro	25
• Freio de estacionamento	27
• Freio de serviço	27
• Exercícios	28

PRINCÍPIOS HIDRÁULICOS	30
• Compressibilidade	30
• Incompressibilidade	30
• Pressão	31
• Lei de Pascal	33
CILINDRO MESTRE	36
• Cilindro mestre simples	37
• Cilindro mestre duplo	42
SERVOFREIO	46
• Pressão atmosférica	46
• Servofreio	48
• Servofreio Girvac	51
• Exercícios	51
VÁLVULA REGULADORA DE PRESSÃO	53
• Inércia	53
• Inclinação durante a frenagem	53
• Distribuição de esforços	54
• Estabilidade direcional	55
• Válvula reguladora de pressão	56
SISTEMA ANTI-BLOQUEIO ABS	60
• Dirigibilidade	60
• Estabilidade direcional	61
• Distância de frenagem	62
• Sistema anti-bloqueio ABS	63
• Exercícios	65
DIAGNÓSTICO DE POSSÍVEIS PROBLEMAS	67
• Cilindro de roda	67
• Cilindro mestre	68
• Disco de freio	69
• Fluido de freio	70
• Freio a disco	72
• Freio a tambor	73

• Pastilhas de freio	74
• Servofreio	75
• Válvula reguladora de pressão	77
FREIO A DISCO TRASEIRO	78
• Freio de serviço	79
• Freio de estacionamento	81
• Regulagem do cabo	84
BIBLIOGRAFIA	86

INTRODUÇÃO

O módulo – Sistema de freio hidráulico - tem como objetivo orientar o aluno sobre o funcionamento de todos os componentes desse sistema; o diagnóstico de possíveis problemas com as respectivas causas, conseqüências e como corrigi-las; as regulagens e testes que deverão ser feitos para que se possa ter total confiabilidade nesse sistema.

O desenvolvimento dos estudos desse módulo deve ocorrer em duas fases: aulas teóricas e práticas.

A divisão do módulo em duas fases é apenas recurso de organização sendo que as aulas de teoria e de prática devem ocorrer simultaneamente e a carga horária deve variar de acordo com as necessidades didático-pedagógicas.

As aulas teóricas visam desenvolver nos alunos o domínio de conteúdos básicos e de tecnologia imediata necessária para a realização dos ensaios.

As aulas práticas caracterizam-se por atividades realizadas direta e exclusivamente pelos alunos. Nessas aulas, o aluno vai aprender a remover, inspecionar, testar e instalar componentes do Sistema de freio hidráulico; executar sangria; diagnosticar falhas no Sistema e executar as devidas reparações.

O texto que se segue irá tratar do conteúdo básico da fase teórica do módulo. Esse conteúdo compreende os seguintes assuntos:

- freio a tambor;
- cilindro mestre;
- freio a disco;
- servofreio;
- válvula reguladora de pressão
- sistema anti-bloqueio ABS;
- freio a disco traseiro.

UM POUCO DE HISTÓRIA

A invenção da roda foi um marco na história da Humanidade. Ela resolveu sérios problemas de transporte, pois permitiu a redução do atrito entre o veículo e o chão. Junto com a solução, porém, veio um problema: como parar esta roda?

Muitas invenções foram concebidas no início, mas até a Revolução Industrial não houve muitos progressos. Até essa época, os freios mais pareciam com as alavancas que as crianças usam até hoje para frear um carrinho de rolemãs!

Com o aparecimento do automóvel, porém, a necessidade de freios eficientes tornou-se indispensável. Nessa ocasião foi criado o freio a tambor, acionado através de cabos e varões. Este freio ficou conhecido como “panela”.

Em 1914, a utilização de líquido para transmitir os esforços de frenagem trouxe recursos para que novos projetos fossem gerados, o que promoveu o desenvolvimento de cilindros hidráulicos e posteriormente o conhecido “freio a disco”. Desde então, empresas especializadas no mundo todo se dedicam ao aperfeiçoamento de equipamento para os mais diversos tipos e modelos de freio, destinados aos diferentes e modernos meios de transporte.

CONCEITOS FÍSICOS

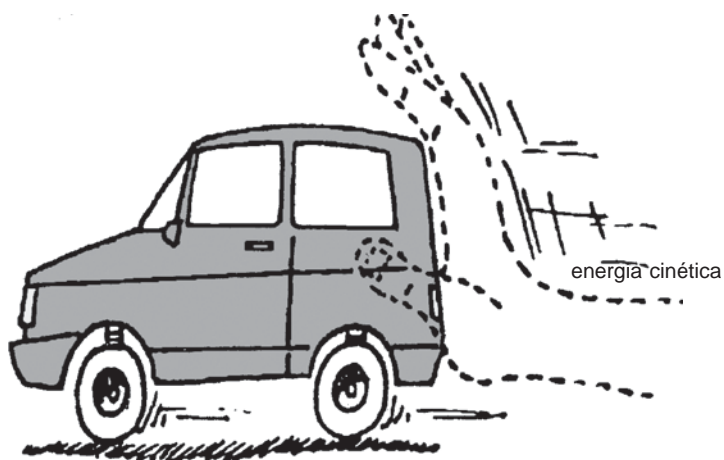
ENERGIA

Para provocar o movimento de um veículo precisamos fornecer a ele energia. Por exemplo, para acelerar um ônibus elétrico devemos fornecer a ele energia elétrica.

No caso do veículo a gasolina, a álcool ou diesel a energia vem do combustível.

ENERGIA CINÉTICA

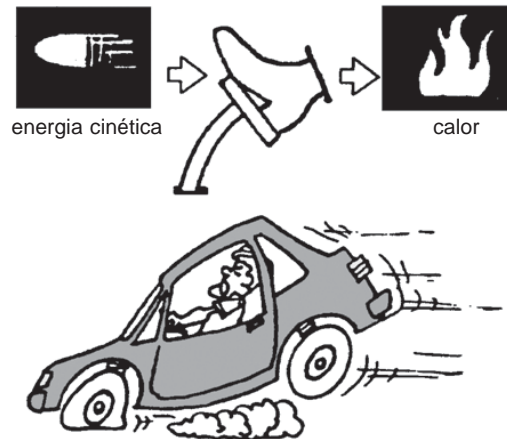
Quando o veículo está a uma certa velocidade, ele possui um tipo de energia chamada energia cinética. Logo, a energia fornecida ao veículo fica armazenada nele na forma de energia cinética.



CALOR

Para frear um veículo precisamos retirar dele a energia cinética. O que acontece com a energia cinética retirada do veículo? Transforma-se em outra forma de energia, denominada calor. Logo, em um veículo há dois tipos de máquinas: uma, o motor, que transforma a

energia do combustível em energia cinética, e outra, o freio, que transforma a energia cinética em calor. É dessa última máquina que vamos tratar.



OBSERVAÇÕES

- Uma carreta carregada (de aproximadamente 40 toneladas), a 100 km/h, quando freada, gera calor suficiente para ferver 50 litros de água.
- O freio, assim como o motor, tem a função de transformar um tipo de energia em outro. Nos dois casos podemos calcular a potência da máquina: o freio de uma carreta tem potência de aproximadamente 4.000 HP.

ATRITO

Toda vez que um corpo escorrega ou tenta escorregar sobre outro, aparece uma força chamada atrito, que tenta impedir o escorregamento. O princípio de funcionamento de qualquer tipo de freio é o atrito entre dois corpos.



COMPRESSÃO E ASPEREZA

A intensidade do atrito entre dois corpos depende de dois fatores:

- Compressão: Quanto maior a compressão de um corpo contra outro, maior será o atrito.
- Tipo de superfície em contato: De um modo geral as superfícies mais ásperas causam mais atrito que as mais lisas.

ESCORREGAMENTO

Quando um corpo escorrega sobre outro aparece calor. Esse fato pode ser comprovado de várias maneiras:

- Num dia frio as pessoas esfregam as mãos para se aquecer. Se alguém movimentasse as duas mãos juntas, de modo a não haver escorregamento, não apareceria calor.
- Duas pessoas, descem por uma corda. Uma desce escorregando, a outra desce sem escorregar. A primeira queima as mãos. A segunda não queima.

A FUNÇÃO DO FREIO

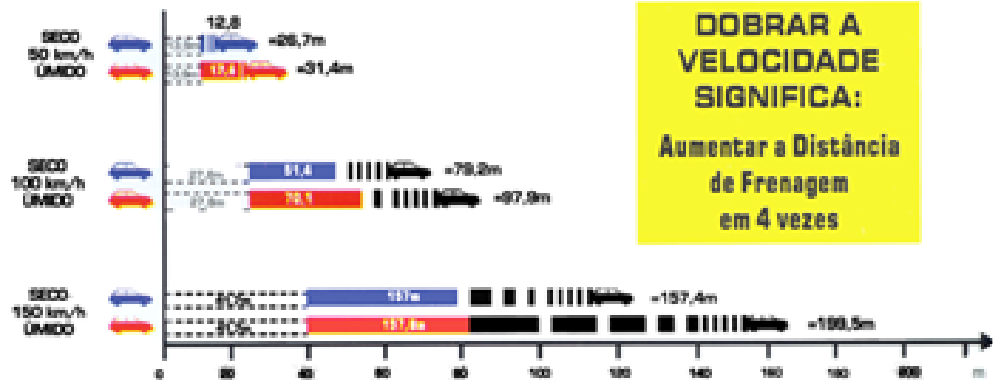
O freio pára a roda e o piso pára o carro. Quando um veículo se movimenta, suas rodas giram. Por incrível que pareça, a função do freio não é fazer o carro parar, e sim diminuir a rotação da roda até fazê-la parar de girar. Suponha que um carro tenha os freios funcionando perfeitamente mas esteja com os pneus carecas e trafegando numa pista molhada.



Acionando os freios podemos garantir que a roda vai diminuir a sua rotação até parar de girar. Mas não podemos garantir que o carro vai parar conforme o desejado.

DISTÂNCIA DE PARADA

DISTÂNCIA DE PARADA = DIST. DE REAÇÃO + DIST. FRENAGEM



Logo, para frear o carro de forma eficiente, devemos ter:

- Freios eficientes
- Pneus em bom estado
- Pista em boas condições

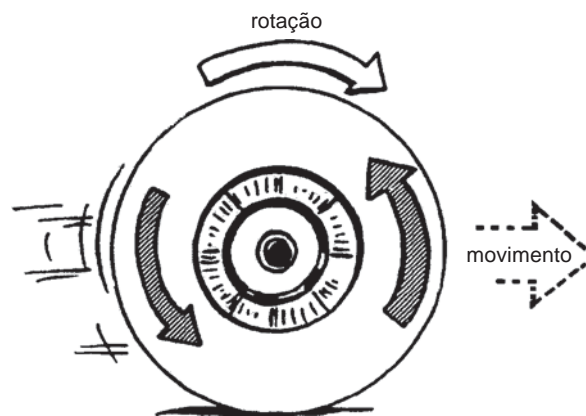
RECOMENDAÇÕES

Ao examinar os freios de um veículo, deve-se:

- Verificar todos os itens de segurança.
- Trocar todas as peças que não estiverem em perfeitas condições. Não usar peças duvidosas.
- Não fazer quebra-galhos.
- Alertar aquele que vai usar o veículo dos problemas que podem diminuir a eficiência da frenagem, como por exemplo os pneus carecas.

FREIO A TAMBOR

Já sabemos que a função do freio é parar a roda. Para isso há necessidade de uma força oposta a rotação da roda.



Essa força oposta é conseguida pelo atrito entre duas peças. Vejamos como isso é possível:

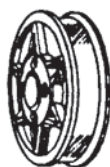
Imagine um tambor vazio rolando. Ele poderia ser freado por um dispositivo que aplicasse uma força na parede interna do tambor. É claro que o dispositivo teria que estar fixo, se não acabaria rolando junto com o tambor. Daí se conclui que o freio é constituído de duas partes: uma que gira junto com a roda (que no caso do freio a tambor é o próprio tambor) e uma fixa ao veículo (que no caso do freio a tambor são as sapatas).

O freio a tambor é basicamente composto das seguintes peças: tambor de freio, sapatas e espelho.

O pneu, a roda e o tambor são peças que giram juntas, enquanto que as sapatas e o espelho são peças fixas ao chassis.



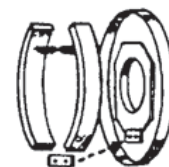
pneu



roda

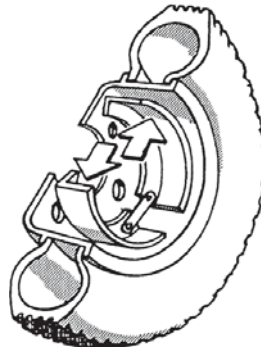


tambor

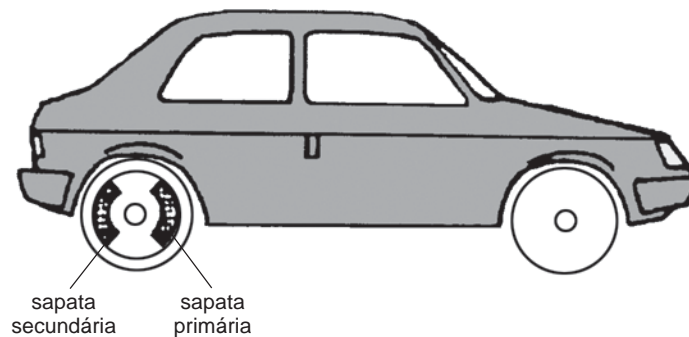


sapatas espelho

O tambor está preso à roda e gira junto com ela. No interior do tambor estão as sapatas, as quais estão fixas ao espelho e portanto ao veículo. Essas sapatas são recobertas de um material adequado para aumentar o atrito (lonas). Quando o freio é acionado as sapatas são comprimidas contra o tambor. O atrito entre as peças causa diminuição da rotação das rodas.

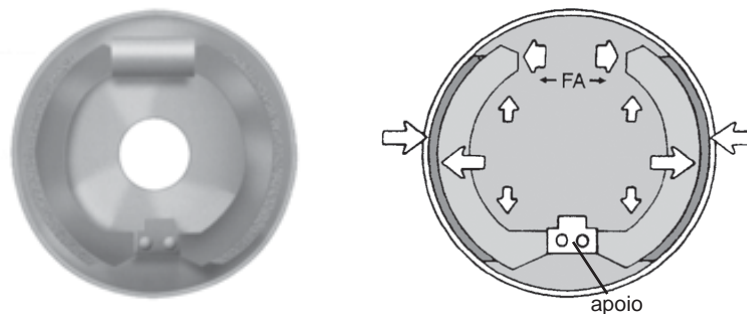


De acordo com a posição da sapata, ela é denominada primária ou secundária, como mostra a figura a seguir.

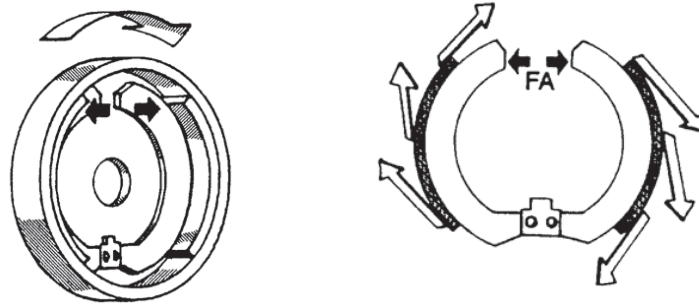


FREIO A TAMBOR SIMPLEX

São utilizados principalmente nas rodas traseiras de veículos leves. Sua característica principal é permitir o movimento das sapatas em várias direções e sentidos. Isto porque, além do movimento contra o tambor, as sapatas têm liberdade de deslizar no seu apoio.

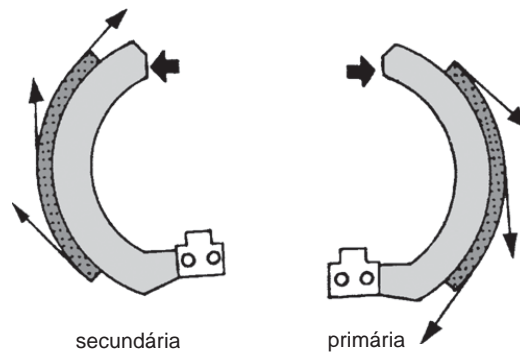


Quando o freio é acionado, o tambor tenta arrastar as sapatas junto com ele. As sapatas só não giram junto com o tambor por estarem apoiadas ao espelho, pela placa de apoio.



Na sapata secundária, a força de arrasto tem sentido contrário ao da força de acionamento (FA); logo, a força de arrasto e a força de acionamento tendem a se anular.

Na sapata primária, a força de arrasto tem o mesmo sentido da força de acionamento (FA); logo, a força de arrasto e a força de acionamento se somam.



FREIO A TAMBOR DUPLEX

É utilizado principalmente em veículos leves. As sapatas apresentam as seguintes características:

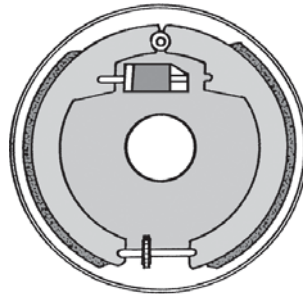
- São acionadas em pontos opostos, para cada sapata.
- Utilizam para apoio o próprio cilindro de roda.



FREIO A TAMBOR TIPO UNI-SERVO

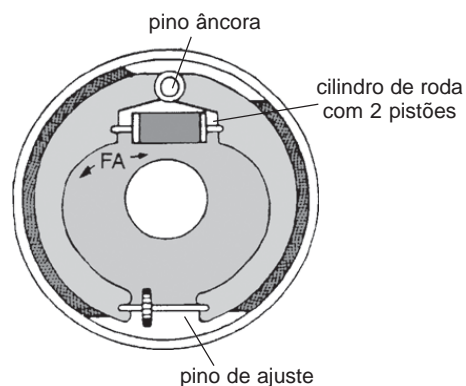
É aplicado em veículos médios. As sapatas apresentam as seguintes características:

- São articulados em um pino (âncora);
- São acionados em um ponto próximo à articulação por um único êmbolo;
- Estão ligadas por um pino (de ajuste), que permite ajuste manual ou automático.



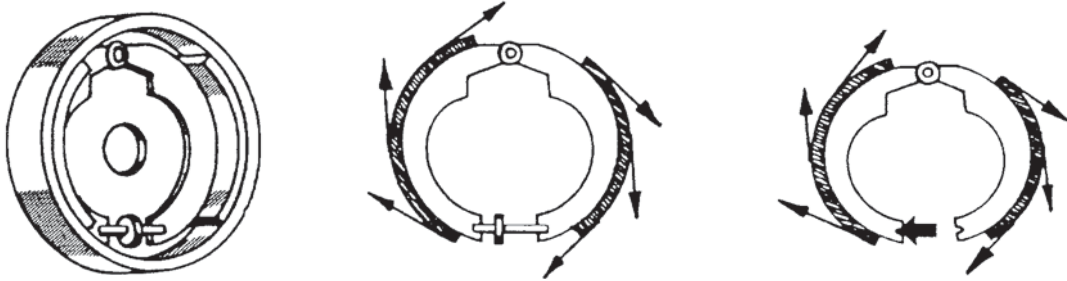
FREIO A TAMBOR DUO-SERVO

Esse tipo de freio é utilizado principalmente em veículos médios. As sapatas apresentam as mesmas características do tambor uni-servo, só que utilizando cilindro de roda bi-direcional.



Também no freio duo-servo, o tambor tenta arrastar as sapatas junto com ele, quando acionado.

Neste tipo de freio a força devida ao arrasto é transmitida à sapata secundária pela ligação mecânica entre as sapatas. Isto causa uma atuação maior da sapata secundária.

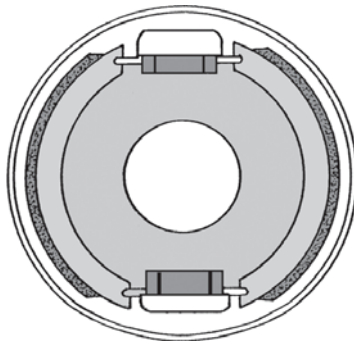


Nos freios duo-servo, há um esforço maior na sapata secundária. Em consequência a sapata primária apresenta menor desgaste que a secundária.

FREIO A TAMBOR TWIMPLEX

É utilizado tanto em veículos leves como médios. As características principais das sapatas são:

- O acionamento se faz nos quatro pontos das sapatas.
- Cada sapata possui regulagem individual com ajuste manual ou automático.



ACIONAMENTO DE SAPATAS

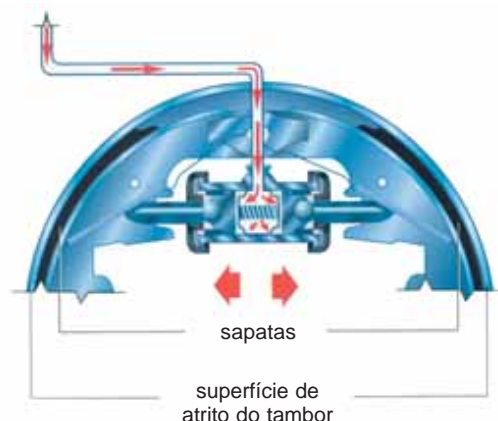
Sabemos que as sapatas devem ser comprimidas contra o tambor. Isso exige uma força agindo sobre elas. Podemos conseguir essa força através de um dos seguintes dispositivos: cilindro de roda, câmara pneumática e câmara de freio-mola. Como estamos tratando somente dos freios hidráulicos, estudaremos a seguir somente o cilindro de roda.

CILINDRO DE RODA

Os cilindros de roda são basicamente constituídos de:

- êmbolo (dependendo do tipo de cilindro de roda pode haver um ou dois êmbolos);
- mola interna;
- capas protetoras;
- gaxetas.

No esquema abaixo, é mostrado o funcionamento de um cilindro de roda com dois êmbolos. Quando o freio é acionado, o fluido do freio pressiona os êmbolos que empurram as sapatas contra o tambor.



Quando o freio deixa de atuar, a mola de retorno das sapatas traz os êmbolos para a posição inicial, forçando o excesso de fluido a retornar.

As capas protetoras impedem a entrada de pó. As gaxetas impedem o vazamento.

FREIO A DISCO

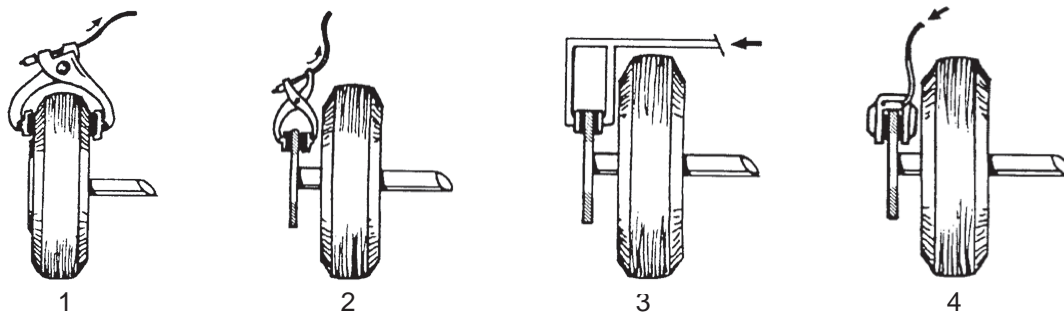
Observe um freio de bicicleta quando acionado. Duas peças, denominadas sapatas, são comprimidas contra o aro. A força de atrito entre as sapatas e o aro causa a diminuição da rotação da roda. As sapatas são de borracha para aumentar o atrito. Para que as sapatas sejam comprimidas contra o aro são utilizados cabos de aço que transmitem a força da mão do ciclista até as sapatas.



O freio a disco utiliza-se dessa mesma idéia, com as devidas adaptações.

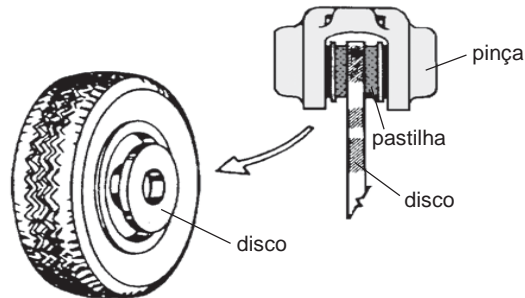
Em primeiro lugar, seria bastante inconveniente que o freio atuasse diretamente no aro da roda (1). Por isso um disco é instalado na roda de modo a girar junto com ela. O freio vai atuar no disco e no aro (2).

Em lugar dos tradicionais garfos dos freios de bicicleta, são utilizados êmbolos, acionados pela pressão hidráulica (3). No lugar dos cabos de aço, que transmitem a força da mão do ciclista até a roda, é utilizada a pressão hidráulica. No lugar das sapatas, são utilizadas as pastilhas que resistem mais aos esforços de um veículo (4).

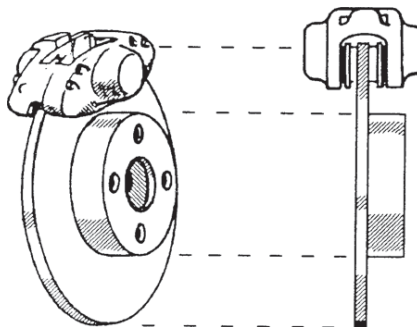


Nesse tipo de freio há dois componentes principais:

- Disco: preso à roda e que portanto gira com ela;
- Pinça: acoplada ao veículo. Na pinça estão instaladas as pastilhas, feitas de material próprio para apresentar coeficiente de atrito adequado. Também na pinça está o êmbolo que empurra a pastilha.

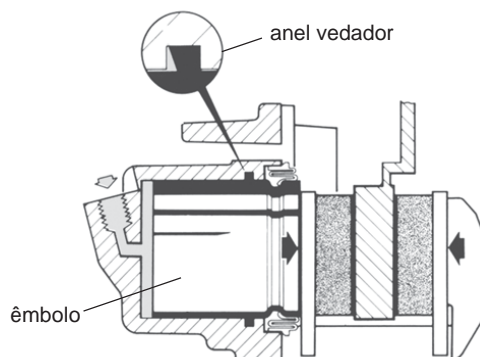


O disco fica encaixado entre as pastilhas, de modo a haver uma pequena folga. Quando o freio é acionado, as pastilhas são comprimidas contra o disco. A força de atrito entre as pastilhas e o disco causa diminuição da rotação da roda.



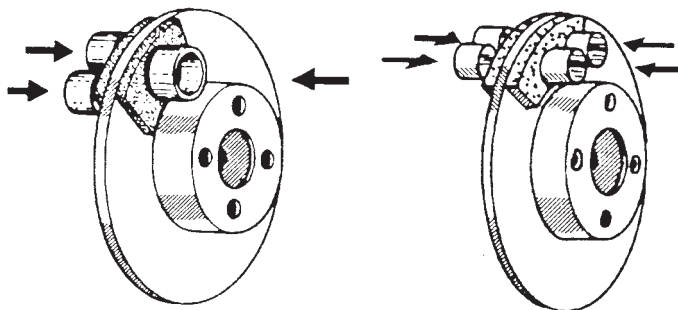
FREIO A DISCO FIXO

Começamos com o caso do freio a disco fixo com dois êmbolos. Nesse modelo, cada pastilha está apoiada a um êmbolo. Quando o freio é acionado, o êmbolo é empurrado pelo fluido hidráulico sob pressão. O êmbolo empurra a pastilha contra o disco.



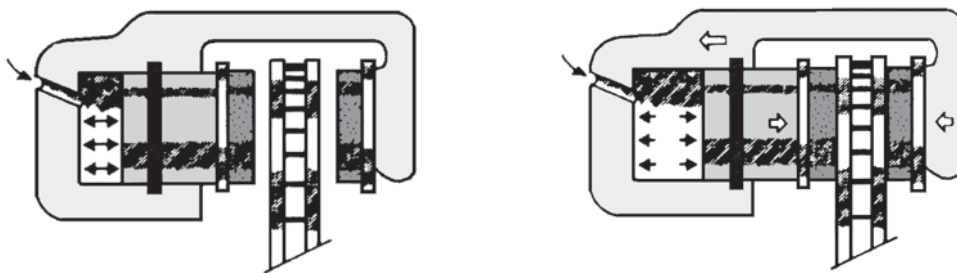
Há também modelos de freio a disco fixo com 3 ou 4 êmbolos. No freio de 3 êmbolos, é instalado de um lado do disco um êmbolo de diâmetro maior, e do outro lado do disco, são instalados dois êmbolos de diâmetro menor. A condição para que as forças nos dois lados do disco sejam iguais é que a soma das áreas dos êmbolos menores seja igual a área do êmbolo maior.

Observe que neste caso cada pastilha é acionada por um ou dois êmbolos, como se observa nas figuras.



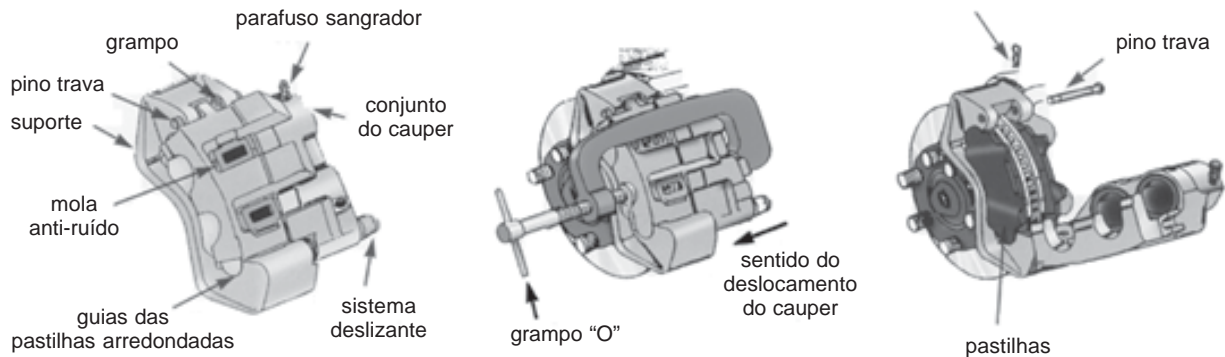
FREIO A DISCO DESLIZANTE

Quando o freio é acionado, o fluido de freio é injetado sob pressão. Essa pressão atuando somente no êmbolo como também na pinça. Suponha que essa última seja livre para se movimentar. Pela ação da pressão hidráulica, o êmbolo se moveria para um lado enquanto a pinça se moveria para o outro. Na figura, esses movimentos são exagerados para facilitar a visualização.



Imagine agora que entre as pastilhas estivesse o disco. Tanto a pastilha fixa ao êmbolo como a fixa à pinça seriam comprimidas contra o disco.

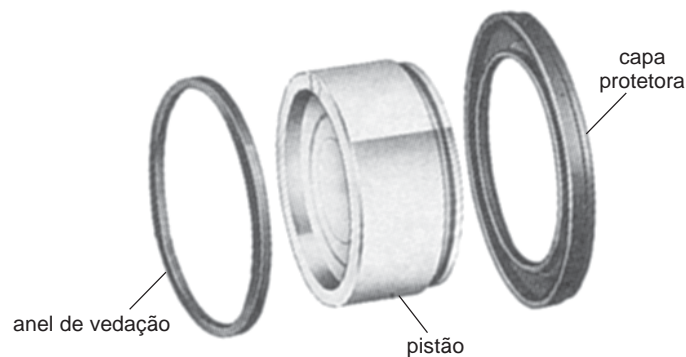
Lembramos que os movimentos são muito pequenos, da ordem de décimos de milímetro. Para permitir esse pequeno movimento da pinça, ela deve ser presa através de pinos deslizantes em um suporte fixo ao veículo.



ANEL DE VEDAÇÃO

Nos freios a disco, o anel de vedação apresenta dupla função:

- evitar vazamentos de fluido de freio;
- fazer o êmbolo retornar quando o freio é desaplicado. Observe que o anel de vedação fica alojado em uma canaleta na carcaça. Quando o freio é acionado, o êmbolo se movimenta deformando o anel. Quando o freio é desaplicado a pressão hidráulica se reduz. O anel volta ao seu formato original trazendo o êmbolo de volta. Esse retorno afasta as pastilhas do disco que passa a girar livremente.



Assim, temos:

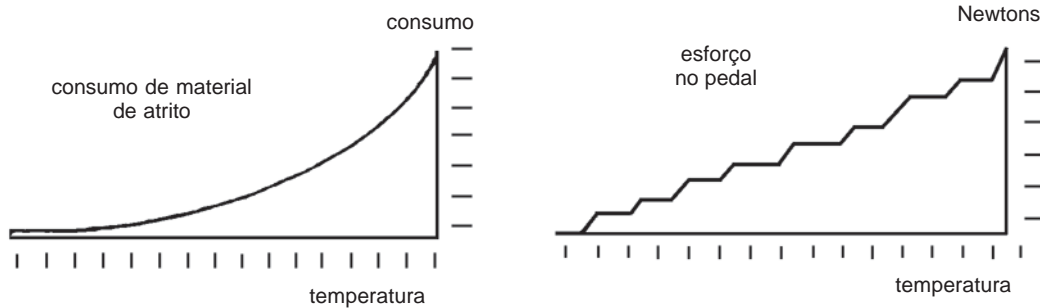
- freio acionado: o anel de vedação se deforma.
- freio desaplicado: o anel de vedação volta ao seu formato original trazendo o êmbolo com ele.

PASTILHAS DO FREIO

Os esforços de frenagem estão todos concentrados na pastilha. Entre a pastilha e o disco, há atrito acompanhado de escorregamento. Como vimos, este faz com que os corpos em contato se aqueçam. Por isso, as pastilhas devem ser fabricadas de modo a poderem resistir a altas temperaturas.

O aumento da temperatura durante a frenagem apresenta as seguintes conseqüências:

- diminuição do coeficiente de atrito. Para compensar essa diminuição do coeficiente de atrito o motorista é obrigado a aumentar a força sobre o pedal;
- aumento do desgaste da pastilha.



MOLAS ANTI-RUÍDO

A trepidação causada pelos pneus passando sobre solo irregular tendem a fazer as pastilhas vibrarem. Essa vibração causa um ruído. Para evitar esse ruído, as pastilhas são pressionadas por uma mola.



ESTABILIDADE DO FREIO A DISCO

Inúmeros fatores influem na eficiência de uma frenagem. Um deles é a ação do motorista sobre os pedais; outros fatores estão relacionados às características construtivas do freio. No caso do freio a disco, o número de fatores que influem na frenagem é menor que no freio a tambor.

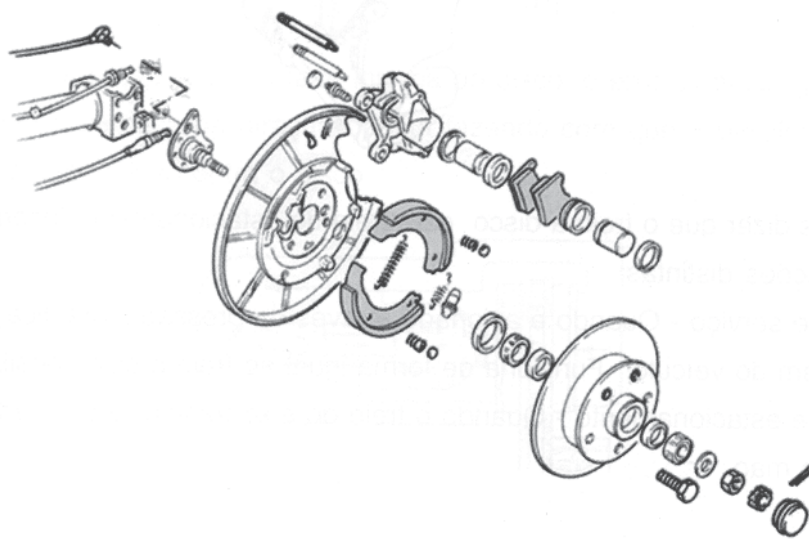
Por isso a ação dos freios a disco difere pouco de uma roda para outra. Isto garante uma maior estabilidade durante a frenagem evitando o fenômeno do freio que “puxa” para um lado.

FREIO A DISCO NO EIXO TRASEIRO

Existem vários modelos de freios a disco aplicados ao eixo traseiro. No entanto existe, atualmente, uma tendência mundial em se aplicar esse tipo de freio devido ao projeto dos veículos.

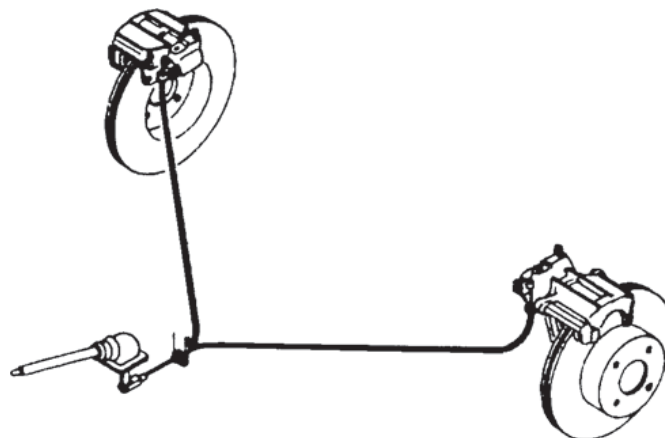
FREIO A DISCO COM FREIO DE ESTACIONAMENTO A TAMBOR

É um sistema que utiliza como freio de estacionamento um conjunto de tambor de freio e sapatas de acionamento, sendo estas acionadas mecânicamente e para o freio de serviço utiliza freio a disco que é montado em conjunto com o tambor.

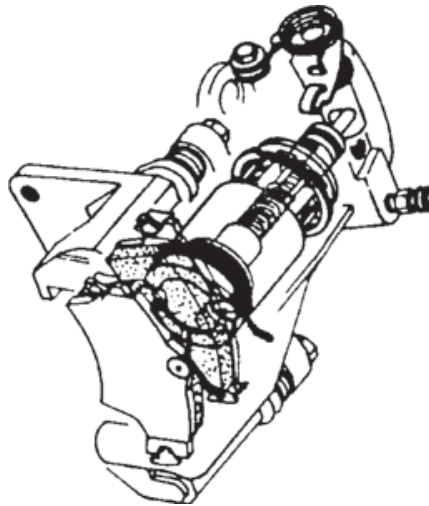


FREIO A DISCO COM FREIO DE ESTACIONAMENTO A DISCO

O freio a disco com freio de estacionamento incorporado é uma unidade hidráulica que freia as rodas traseiras com maior eficiência que os freios convencionais, permitindo, além disso, o acionamento através de cabos no mesmo conjunto.

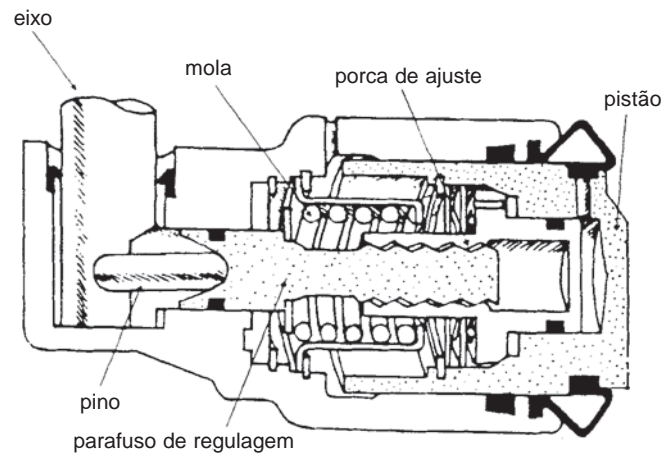


Para garantir a constante regulação do cabo do freio de estacionamento, o conjunto é equipado com um sistema inédito de regulação automática acondicionado no interior da pinça.



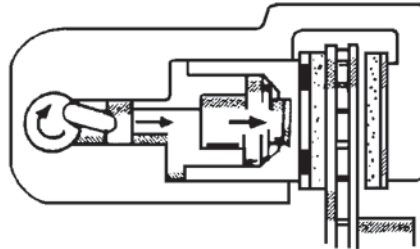
Podemos dizer que o freio a disco com freio de estacionamento incorporado trabalha em duas funções distintas:

- **Freio de serviço** - Quando é acionado através da pressão hidráulica no momento da frenagem do veículo. Funciona de forma igual ao freio a disco deslizante;
- **Freio de estacionamento** - Quando o freio do eixo traseiro é acionado pela alavanca do freio de mão.

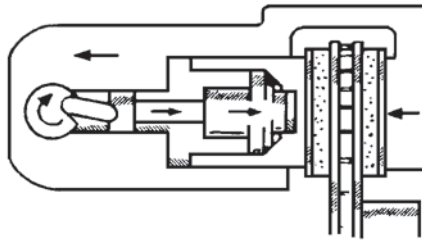


FREIO DE ESTACIONAMENTO

Ao acionar o freio de estacionamento, o eixo gira, empurrando o pino contra o parafuso de regulagem que aciona o êmbolo pela porca de ajuste. Desta forma, pressiona a pastilha do lado do êmbolo contra o disco.



Após a pastilha ter-se apoiado na face interna do disco, o eixo continua girando. Agora, porém, empurra a carcaça na direção oposta fazendo com que a pastilha do outro lado também seja pressionada contra o disco.

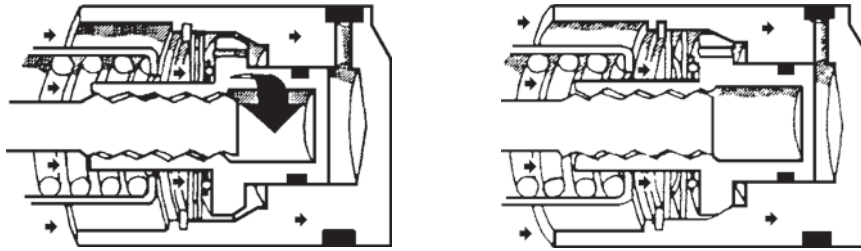


FREIO DE SERVIÇO

Ao acionar o freio de serviço, a pressão hidráulica empurra o êmbolo para frente juntamente com a porca de ajuste que está acoplada nele.

A porca caminha junto com o êmbolo até que seu curso seja interrompido pelo parafuso. É nesse momento que a porca deixa de se apoiar no êmbolo e é empurrada para frente pelas molas. Assim, a rosca especial de 4 entradas permite o giro da porca em torno do parafuso até que ela se apóie novamente no êmbolo. Desta forma assume uma nova regulagem que compensa o desgaste ocorrido nas pastilhas.

Essa regulagem ocorre sempre que o movimento do êmbolo for superior a folga existente entre o parafuso e a porca.



EXERCÍCIOS

1. Quando um veículo está em movimento dizemos que ele possui energia cinética. Para freá-lo, precisamos retirar-lhe essa energia. O que acontece com a energia cinética retirada do veículo?

- a) É armazenada como suprimento.
- b) Desaparece sem deixar vestígios.
- c) Transforma-se em calor.
- d) Freia o veículo.

2. Ao verificar desgaste desigual nas lonas do freio a tambor tipo simplex, qual a causa provável?

- a) Cilindro de rodas vazando.
- b) Molas com cargas desiguais.
- c) Tambor ovalizado.
- d) Diferentes forças no acionamento das sapatas.

3. Faça as ligações lógicas:

- | | | |
|----------------------|-----------------------|-------------------|
| 1. mola de retorno | <input type="radio"/> | sapata secundária |
| 2. cilindro de rodas | <input type="radio"/> | duo-servo |
| 3. sapata primária | <input type="radio"/> | sapatas |
| 4. pino âncora | <input type="radio"/> | hidráulica |

4. Coloque os números certos nos círculos para montar a frase corretamente:

No freio a o anel de vedação é o responsável pela do fluido de freio como também pelo do êmbolo, pois se deforma na e volta ao seu original na trazendo com ele o .

1. aplicação
2. retorno
3. êmbolo
4. disco
5. desaplicação
6. vedação
7. formato

5. O que acontece se o freio a disco trabalhar em temperatura elevada?

- a) As pastilhas diminuem o atrito.
- b) O consumo das pastilhas não se altera.
- c) O freio torna-se eficiente.
- d) Os êmbolos riscam-se.

6. Complete a frase:

O mecanismo interno do freio a disco com freio de estacionamento incorporado permite ao freio ter duas funções distintas.

- Freio de serviço - acionado através da no momento da frenagem;
- Freio de estacionamento - quando o freio do eixo traseiro é acionado pela

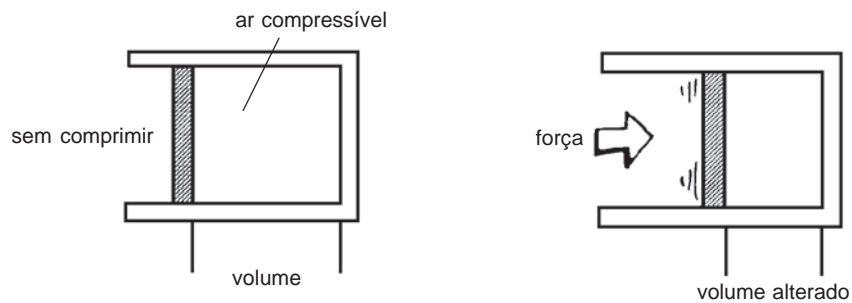
7. Indique o certo (C) ou errado (E):

- () O freio a disco é mais estável que o freio a tambor.
- () O atrito é o resultado do calor produzido na frenagem.
- () Quem pára o carro é o chão.
- () As sapatas são fixas à roda e o tambor é fixo ao veículo.

PRINCÍPIOS HIDRÁULICOS

COMPRESSIBILIDADE

Considere uma certa porção de um gás, ar por exemplo, encerrada em um cilindro. Comprimindo-o com o auxílio de um pistão notaremos uma diminuição de seu volume. Por isso dizemos que os gases são compressíveis.

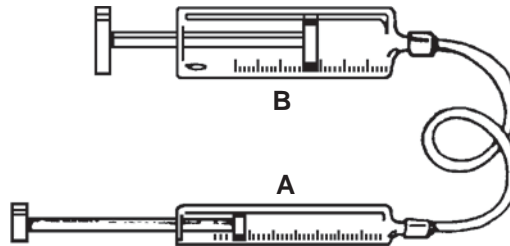


Exemplos desse fato são comuns. É o que acontece quando se enche um pneu, ou quando o pistão de um motor comprime a mistura ar-gasolina.

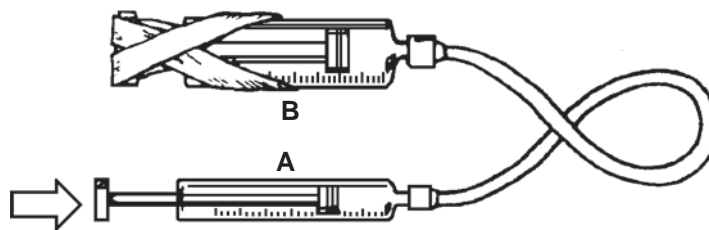
INCOMPRESSIBILIDADE

Se em lugar de um gás fosse colocado um líquido, água por exemplo, o resultado seria diferente. Comprimindo-o com o auxílio de um pistão notaremos que seu volume não diminui. Por isso dizemos que os líquidos são incompressíveis.

Considere duas seringas de injeção interligadas por um tubo, como mostra a figura abaixo. Suponha que o sistema esteja cheio de um líquido. Se um êmbolo fosse comprimido, o outro se deslocaria em sentido contrário. O aumento de volume na seringa B compensaria a diminuição do volume na seringa A.



Se o sistema estivesse cheio de um gás em lugar do líquido, poderíamos ter uma diminuição do volume de A sem aumento do volume de B. Para isso bastaria que o êmbolo B fosse mantido fixo enquanto o êmbolo A estivesse sendo comprimido.



PRESSÃO

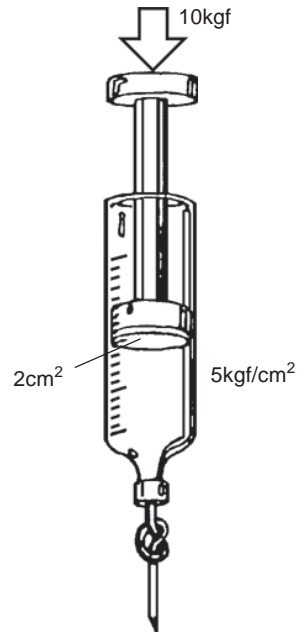
O conceito de pressão pode ser aplicado sempre que a força que atua sobre um corpo estiver distribuída numa certa área. Define-se pressão como sendo o valor da força dividido pelo valor da área.

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$

EXEMPLOS

1. A área do êmbolo de uma seringa é 2cm^2 . Sobre o êmbolo é aplicada uma força de 10kgf . No interior da seringa há um líquido ou um gás. O conceito de pressão pode ser aplicado a qualquer caso. A pressão aplicada vale:

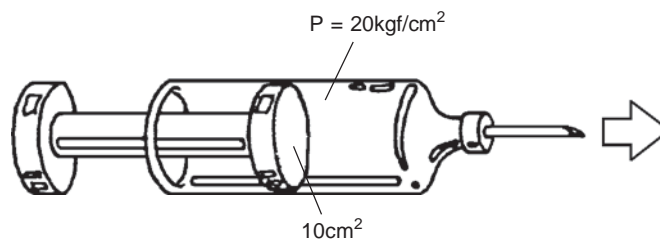
$$\text{Pressão} = \frac{10\text{kgf}}{2\text{cm}^2} = 5\text{kgf/cm}^2$$



2. A pressão de um gás que está no interior de um cilindro vale 20kgf/cm^2 . A área da tampa do cilindro vale 10cm^2 . A força que o gás exerce na tampa vale:

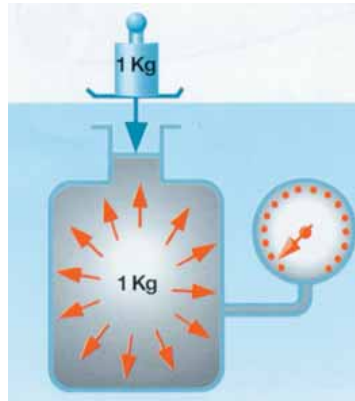
força = pressão x área

$$\text{força} = 20\text{kgf/cm}^2 \times 10\text{cm}^2 = 200\text{kgf}$$



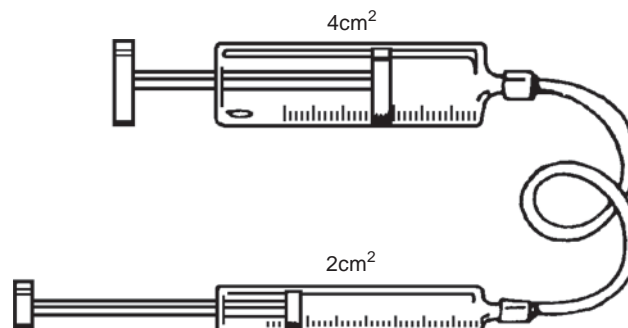
LEI DE PASCAL

Considere um recipiente de um formato qualquer, contendo um líquido ou um gás. Em um determinado ponto produzimos um aumento de pressão, por um processo qualquer. Este aumento de pressão é integralmente transmitido para todos os outros pontos e em todas as direções e sentidos. Essa propriedade dos líquidos e dos gases foi descoberta em 1653 por um cientista francês chamado Pascal. Por isso essa propriedade dos líquidos e dos gases é conhecida como Lei de Pascal.



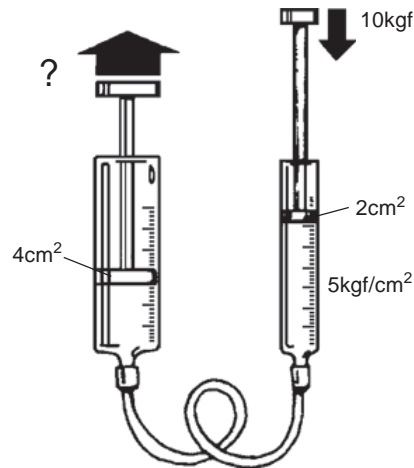
EXEMPLOS

1. Voltemos ao exemplo das duas seringas interligadas por um tubo. As áreas dos êmbolos estão indicadas na própria figura. O sistema está cheio de água. Ao êmbolo menor é aplicada uma força de 10kgf. Qual será a força aplicada pelo êmbolo maior?



Vamos primeiro calcular a pressão no êmbolo da seringa menor:

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}} = \frac{10\text{kgf}}{2\text{cm}^2} = 5\text{kgf/cm}^2$$



Mas este aumento de pressão é transmitido para todos os pontos. Logo, no êmbolo da seringa maior o aumento da pressão também será 5kgf/cm^2 . Nesse êmbolo podemos calcular a força:

$$\text{força} = \text{pressão} \times \text{área}$$

$$\text{força} = 5\text{kgf/cm}^2 \times 4\text{cm}^2 = 20\text{kgf}$$

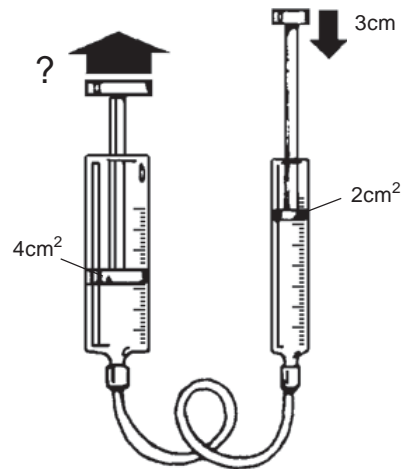
2. Se o êmbolo do cilindro menor deslocar-se 3cm, de quanto se deslocará o êmbolo maior?

Vamos calcular primeiro o volume de água que saiu da seringa menor:

$$2\text{cm}^2 \times 3\text{cm} = 6\text{cm}^3$$

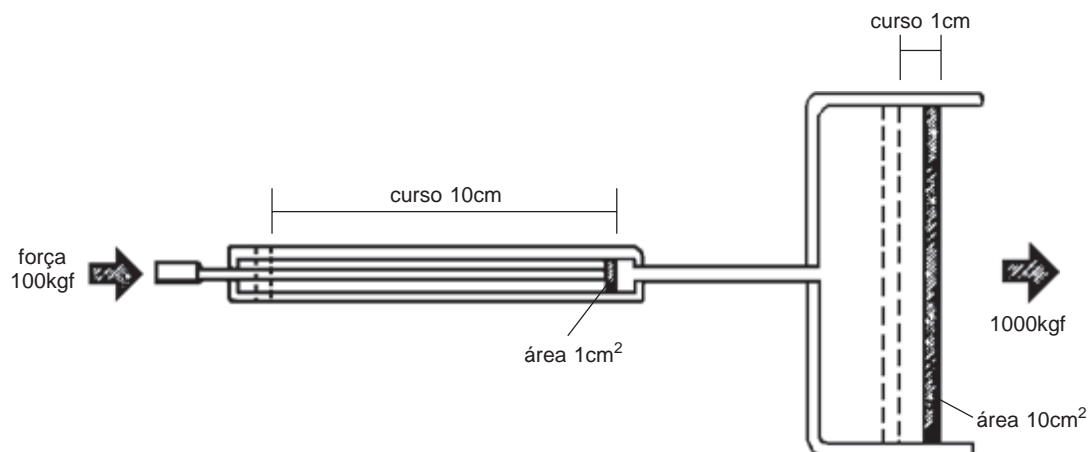
3. A diminuição do volume de água na seringa menor deve ser igual ao aumento do volume de água na seringa maior. Isto porque, como já vimos, a água é incompressível. Logo, o deslocamento do êmbolo da seringa maior será de 1,5cm, pois:

$$4\text{cm}^2 \times 1,5\text{cm} = 6\text{cm}^3$$



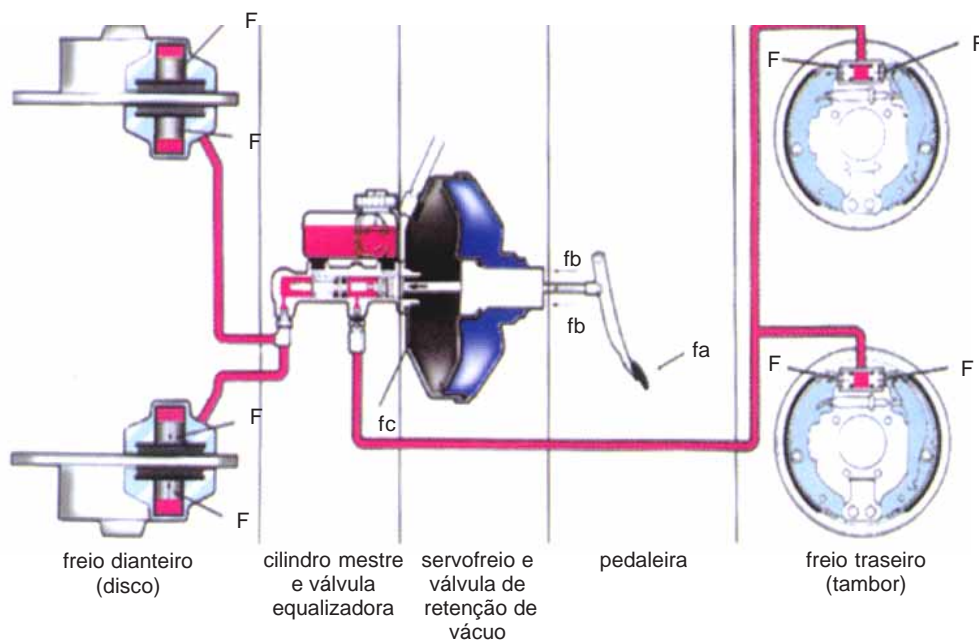
OBSERVAÇÃO

Num sistema com dois êmbolos interligados e cheios de um líquido qualquer, o de maior área (maior diâmetro) receberá a maior força, mas sofrerá o menor deslocamento. Se o sistema estiver cheio de gás, o êmbolo de maior área receberá a maior força, nada se pode afirmar sobre o deslocamento.



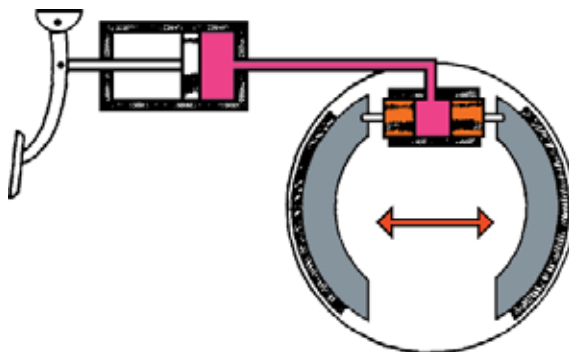
CILINDRO MESTRE

Na figura abaixo é mostrado, de forma simplificada, o sistema hidráulico do freio de um veículo. Como vimos, os cilindros de roda acionam as sapatas. Os freios a disco também são acionados por um cilindro hidráulico. Para o acionamento tanto de um quanto do outro temos que injetar neles pressão hidráulica. A pressão hidráulica necessária para o funcionamento do sistema de freio é gerada no cilindro mestre.



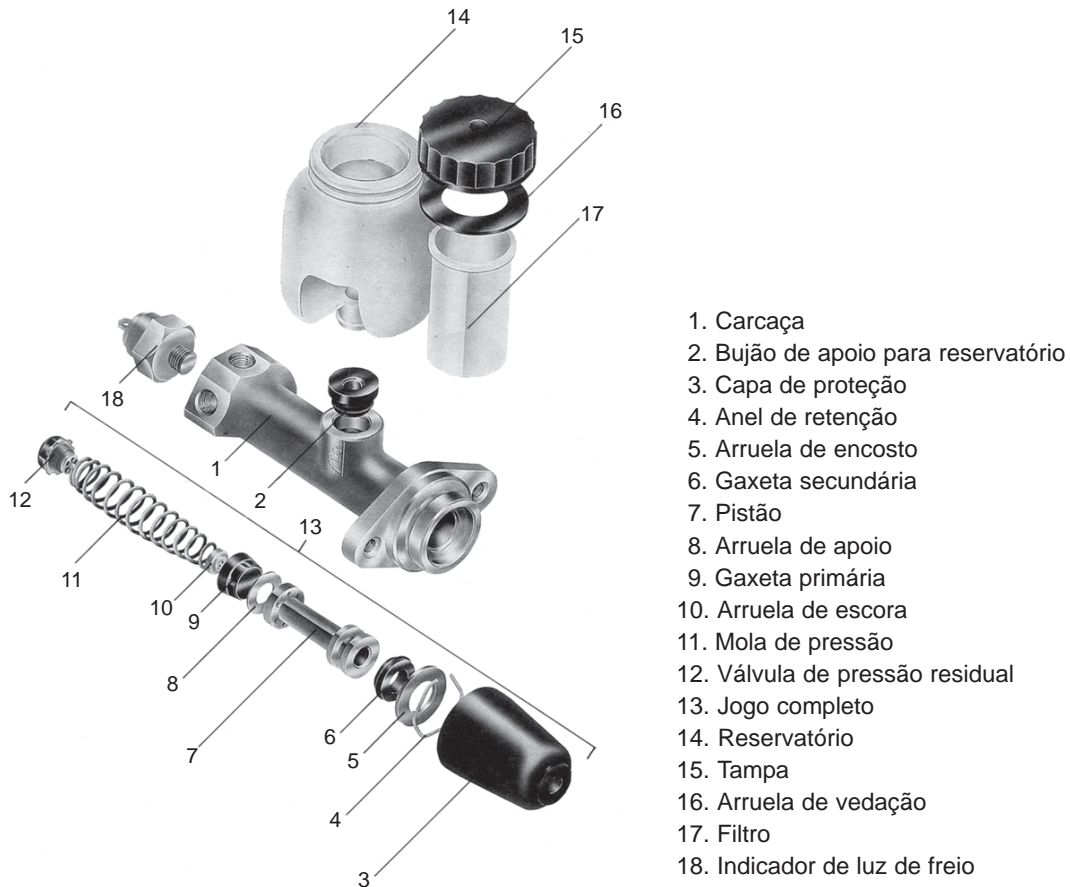
- fa - força de aplicação no pedal
- fb - força aplicada pelo sistema de alavanca do pedal
- fc - força aplicada pelo diferencial de pressão do servofreio
- F - força originada pela pressão hidráulica

O cilindro mestre é acionado direta ou indiretamente pelo pedal.

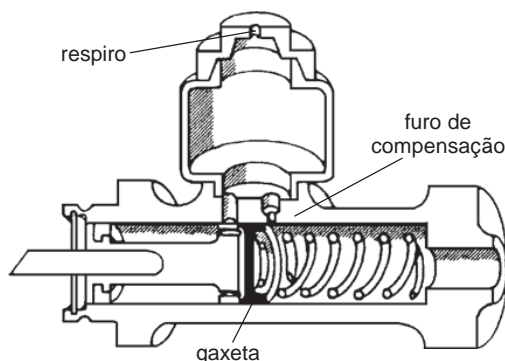


CILINDRO MESTRE SIMPLES

Existem vários tipos de cilindro mestre. Vamos começar pelo cilindro mestre simples. Os componentes desse tipo de cilindro são indicados na figura a seguir.



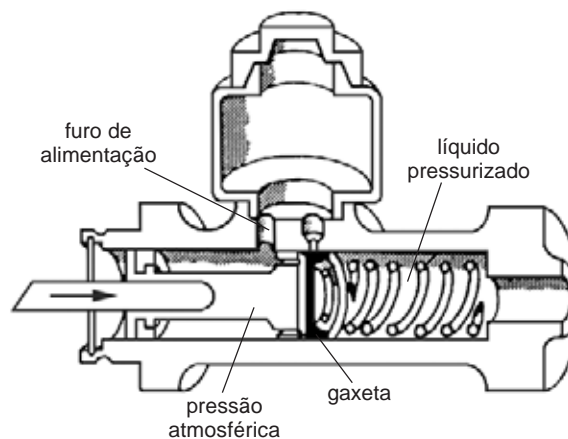
Quando o pedal do freio não está acionado, dizemos que o sistema está em repouso. Todo o sistema está cheio de líquido numa pressão aproximadamente igual à pressão atmosférica. Tudo se passa como se fosse um recipiente totalmente cheio de um líquido. Observe que o líquido passa do reservatório para o sistema através do furo de compensação. Observe também que o respiro impede a formação de vácuo no caso do nível de líquido baixar.



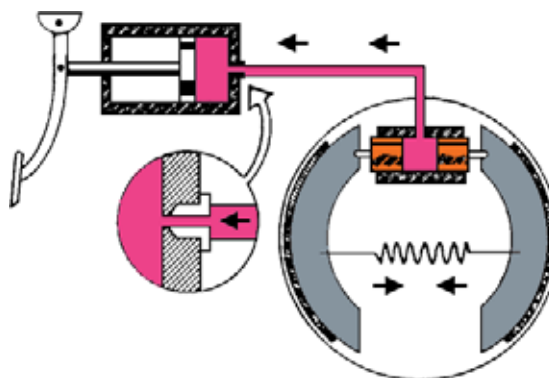
Quando o pedal do freio é acionado, o êmbolo é empurrado. A gaxeta primária veda o furo de compensação. O líquido contido na região entre o cilindro mestre e as rodas é pressurizado. O líquido pressurizado aciona os cilindros das rodas.

OBSERVE QUE:

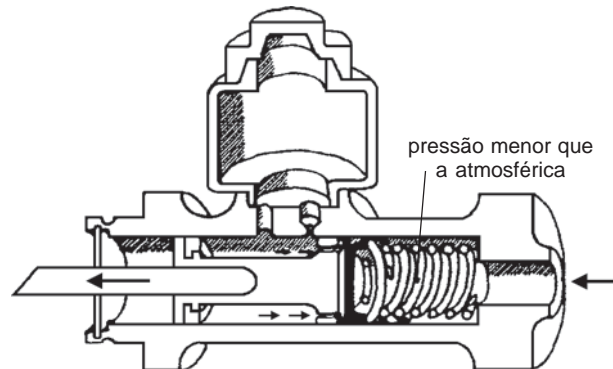
- na câmara em frente da gaxeta primária o fluido está pressurizado;
- na câmara atrás da gaxeta primária o fluido está na pressão atmosférica, pois este está em contato com o reservatório, através do furo de alimentação. Por isso a gaxeta primária é forçada para trás. A função da arruela protetora é proteger a gaxeta primária para que esta não seja danificada.



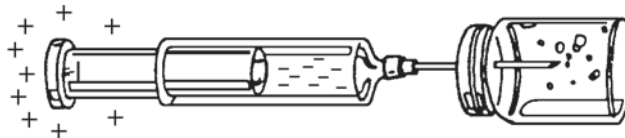
Quando o pedal do freio é desaplicado, a força não age mais sobre o êmbolo. Logo, o êmbolo é empurrado para trás pela pressão hidráulica do circuito e pela mola de retorno. À medida que o êmbolo do cilindro mestre se movimenta para trás, a pressão no circuito diminui. Isso permite que as molas de retorno das sapatas empurrem de volta os êmbolos dos cilindros de roda. A volta dos êmbolos dos cilindros de roda causa o retorno do fluido para o cilindro mestre.



No circuito existem orifícios de pequenas dimensões que dificultam o retorno do líquido para o cilindro mestre. Como a mola de retorno do cilindro mestre força o recuo do êmbolo e os orifícios dificultam o retorno do fluido, a pressão na câmara da frente do êmbolo diminui, ficando menor que a atmosférica. A pressão na câmara anterior ao êmbolo é igual à atmosférica, pois o fluido está ligado ao reservatório pelo orifício de alimentação.



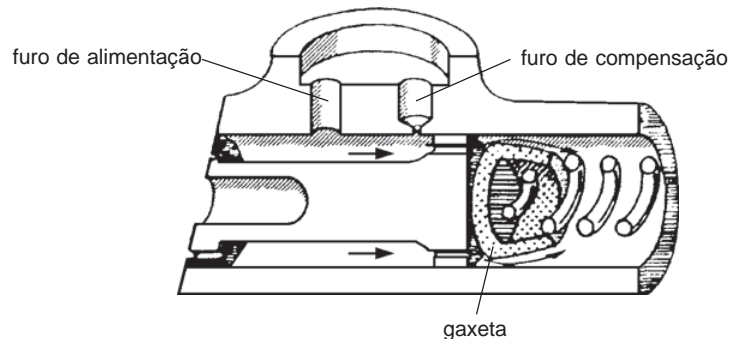
Para entender melhor o que foi explicado, imagine que se pretenda retirar o líquido de um recipiente utilizando uma seringa. O furo da agulha sendo pequeno oferece uma dificuldade para o líquido entrar dentro da seringa. Em conseqüência, se o êmbolo é puxado rapidamente, a pressão no interior da seringa diminui. É por isso que o êmbolo fica duro. A pressão externa (atmosférica) fica maior que a interna, dificultando o movimento do êmbolo.



Voltando ao cilindro mestre, sabemos então que, em seu retorno, a pressão na câmara anterior se torna maior que na posterior. Essa diferença de pressão faz com que o líquido atravessasse por um orifício no êmbolo, flexione a gaxeta primária, e passe para a câmara à frente do êmbolo.

O sistema descrito apresenta as seguintes características:

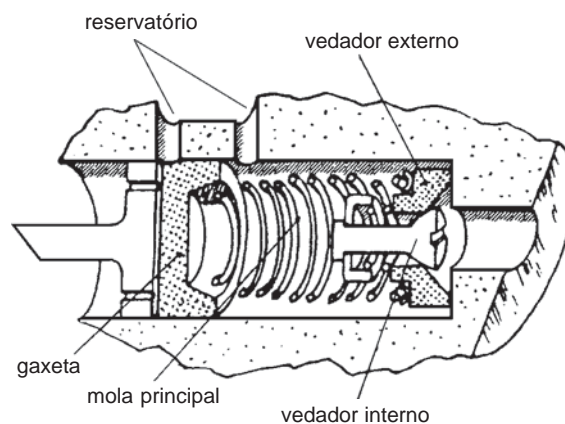
- evita que, numa segunda freada, o motorista sinta uma sensação de vazio, que causaria insegurança;
- faz com que, numa segunda pisada, o pedal fique mais alto, devido ao excesso de óleo no sistema. Quando o êmbolo atinge sua posição de repouso, esse excesso retorna ao reservatório pelo furo de compensação.



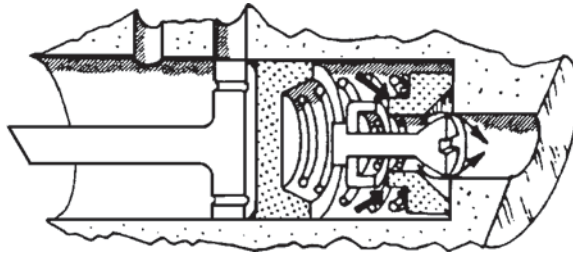
VÁLVULA DE PRESSÃO RESIDUAL

A função da válvula de pressão residual é manter uma pressão no circuito hidráulico para evitar a entrada de ar pelas gaxetas do cilindro de roda. É usada apenas em freios a tambor pelo simples fato desses possuírem molas de retorno que dão equilíbrio ao sistema. Nos freios a disco, como não há mola de retorno do êmbolo, se houvesse pressão residual, o freio ficaria acionado, prendendo as rodas mesmo na condição desaplicada.

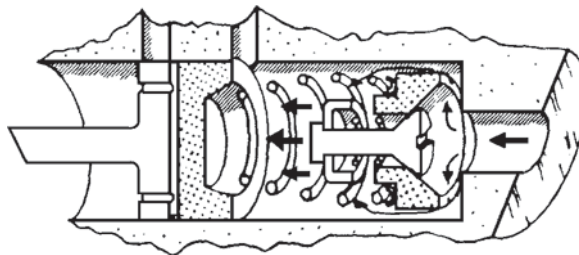
Na figura abaixo é mostrada a válvula de pressão residual em corte.



Quando o freio é acionado, no interior da válvula há um aumento de pressão gerada pelo cilindro mestre. As duas molas são comprimidas. O vedador interno se destaca do vedador externo permitindo a passagem do líquido.



Quando o freio é desaplicado. A pressão no cilindro mestre diminui. Em consequência, a pressão no interior da válvula também diminui. A pressão no circuito hidráulico passa a ser maior que no interior da válvula. A diferença entre as pressões interna e externa é suficiente para vencer a mola principal. O vedador externo se desloca de modo a dar passagem para o fluido.

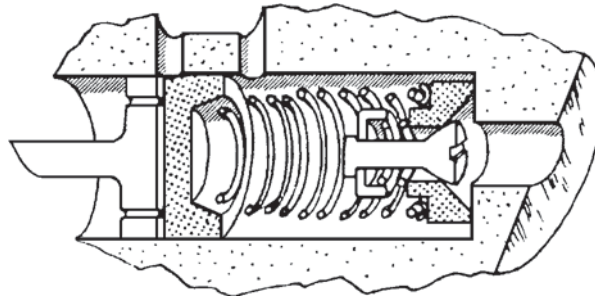


Imediatamente após o freio ser desaplicado, a pressão do circuito hidráulico é maior que a pressão no interior da válvula.

Essa diferença de pressão mantém o vedador externo aberto permitindo a passagem de fluido. À medida que o fluido vai passando do circuito hidráulico para o interior da válvula, a diferença entre as pressões vai diminuindo.

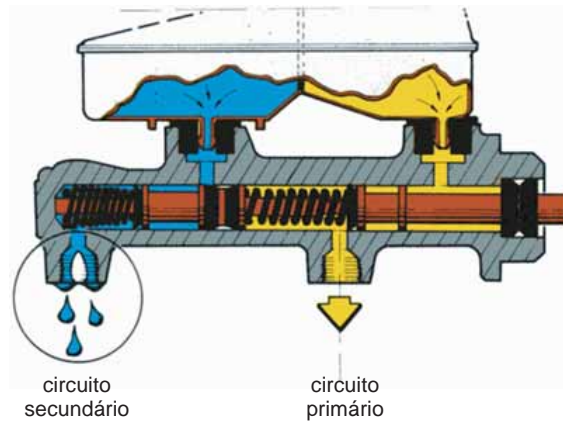
O processo continua até que a diferença de pressões não seja suficiente para vencer a mola principal.

O vedador externo se fecha impedindo a passagem do fluido e mantendo o circuito hidráulico com uma pressão residual.



OBSERVAÇÃO

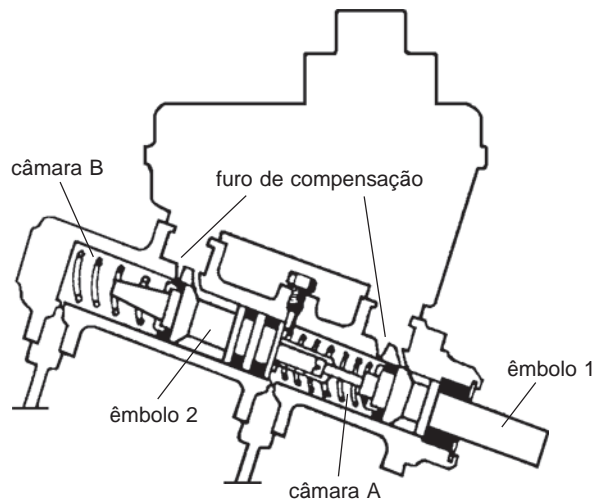
Como vimos, toda a pressão hidráulica necessária para o funcionamento do freio hidráulico é gerada no cilindro mestre. Havendo um problema qualquer com essa peça, um vazamento por exemplo, todo o sistema fica comprometido. Para resolver esse problema foi criado o cilindro mestre duplo, cujo funcionamento passaremos a ver.



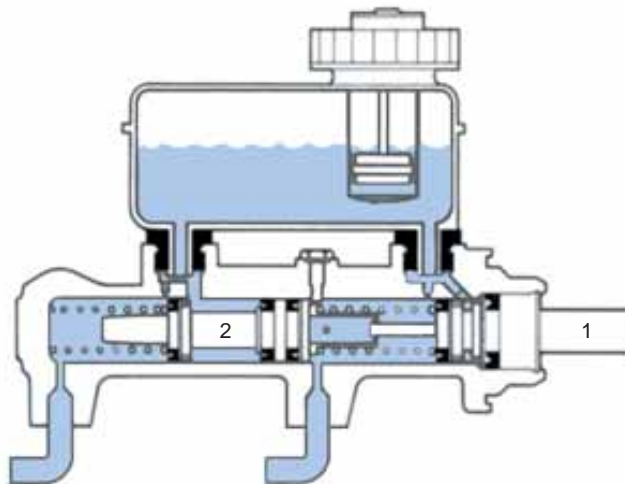
CILINDRO MESTRE DUPLO

Podemos dizer que o cilindro mestre duplo é a união de dois cilindros mestres simples, com o objetivo de aumentar a segurança. Se um falhar o outro garante o funcionamento dos freios.

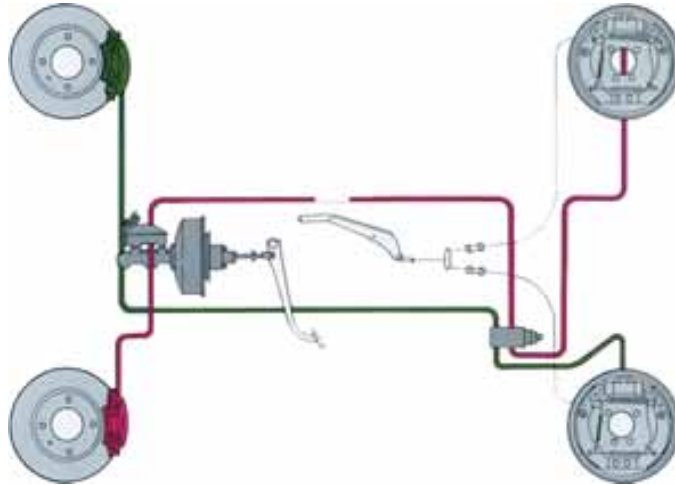
Na figura abaixo é mostrado o cilindro mestre duplo do tipo simultâneo. Observe a existência de duas câmaras de pressão, as duas ligadas ao reservatório. Para cada uma, há um furo de alimentação e outro de compensação. Entre os êmbolos é montada uma mola com uma pré-carga.



Quando o freio é acionado, o pedal empurra o êmbolo 1. Quando o êmbolo 1 se movimenta, empurra o êmbolo 2 através da mola. A mola da câmara 1 adquire, então, uma pressão diferenciada em relação à mola nº 2. Tal pressão faz com que o êmbolo 2 seja acionado ao mesmo tempo que o 1. Em consequência as duas câmaras se pressurizam simultaneamente.

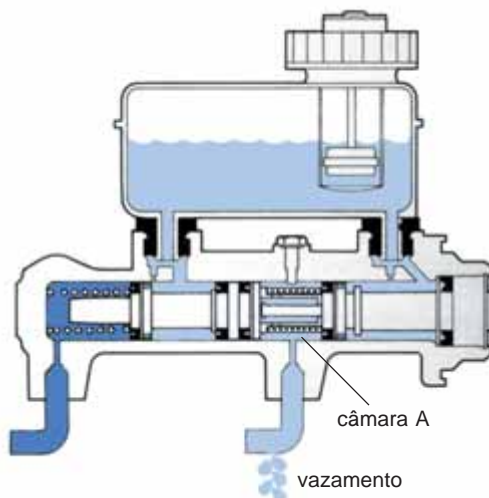


Essas câmaras estão ligadas a circuitos hidráulicos independentes, que transmitem a pressão hidráulica para as rodas, sendo que cada câmara fornece pressão para duas rodas do veículo.

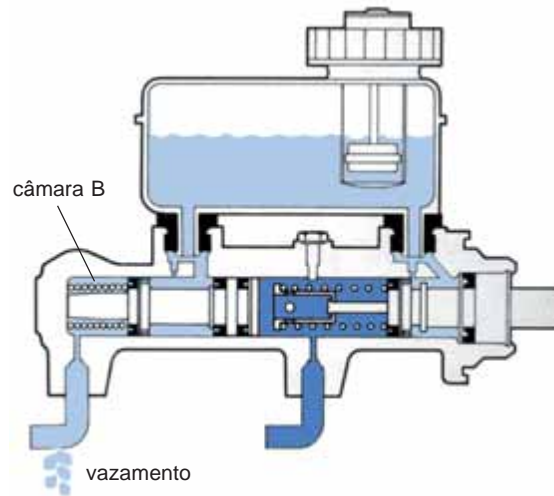


EMERGÊNCIAS

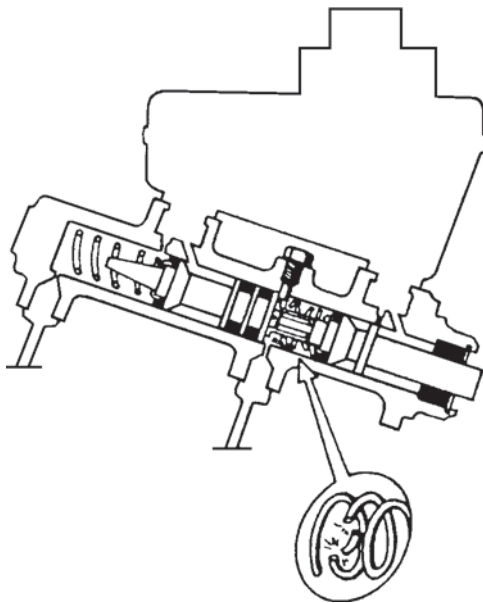
- Há um vazamento na câmara A; logo, nessa câmara o fluido não se pressuriza. Não encontrando resistência, o êmbolo percorre livremente o cilindro até atingir a situação indicada na figura. Desse ponto em diante o êmbolo 1 passa a empurrar o êmbolo 2. Nessa câmara o fluido é pressurizado, garantindo o funcionamento do freio.



- Há um vazamento na câmara B. Nesse caso, o êmbolo 2 não encontra resistência. Percorre todo o cilindro até encontrar o fundo da câmara B. A partir desse momento a câmara A passa a ser pressurizada pelo êmbolo 1.



- Quebra da mola entre os dois êmbolos. Se a mola da câmara A não atua, o êmbolo 2 tende a se afastar muito do furo de compensação, devido à ação da mola da câmara B. Para evitar esse problema, é instalado um parafuso de encosto, que garante o posicionamento correto do êmbolo 2, permitindo que o freio funcione.



SERVOFREIO

Antes de começarmos o estudo sobre o servofreio, é necessário estudarmos um pouco sobre pressão atmosférica.

PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Pressão atmosférica é a força que a camada de ar que envolve a Terra exerce sobre sua superfície.

Em 1644, um italiano chamado Torricelli conseguiu medir a pressão atmosférica. Determinou que, ao nível do mar, essa pressão vale $1,033\text{kgf/cm}^2$. Mas para facilitar o cálculo vamos aproximar para:

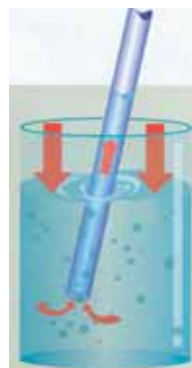
$$1 \text{ kgf/cm}^2$$

Esse número indica que numa superfície qualquer (como uma mesa, por exemplo), o ar exerce uma força de 1kgf em cada cm^2 . Se a superfície tiver 600cm^2 (área aproximada da superfície desta página) a força exercida pela atmosfera será de 600kgf .

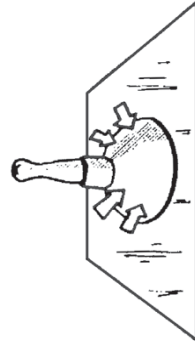
EXPERIÊNCIAS COM A PRESSÃO

Só percebemos a presença da pressão atmosférica quando a contrapomos a outra menor. Vejamos alguns exemplos:

- Quando se toma refrigerantes de canudinho: Para isso, diminuimos a pressão do ar no interior do canudinho ou, como se costuma dizer, fazemos um vácuo no interior. O refrigerante sobe pelo canudinho porque é empurrado pela pressão atmosférica externa.



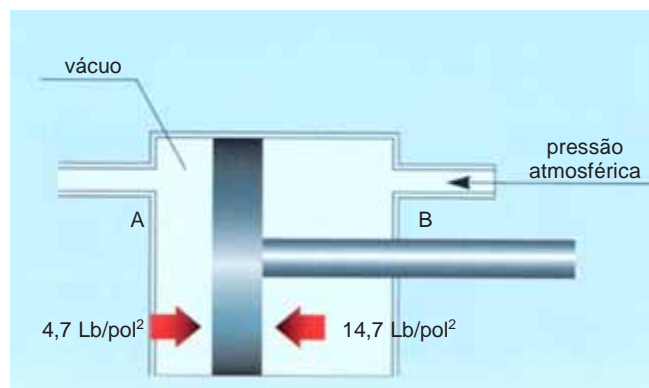
- De modo semelhante a esse, explica-se como retirar o líquido de um vidro empregando uma seringa ou como aspirar a água de um poço por meio de uma bomba.
- Um desentupidor de pia é preso a um vidro:
Quando o desentupidor é empurrado contra o vidro, o ar é expulso do interior, causando uma diminuição da pressão interna, ou, para usar a expressão habitual, criando-se um vácuo. A pressão atmosférica externa mantém o desentupidor comprimido contra o vidro.
- O fato de uma placa de vidro aderir fortemente a outra ou de um copo grudar em outro são explicados de modo análogo a esse.



EM RESUMO

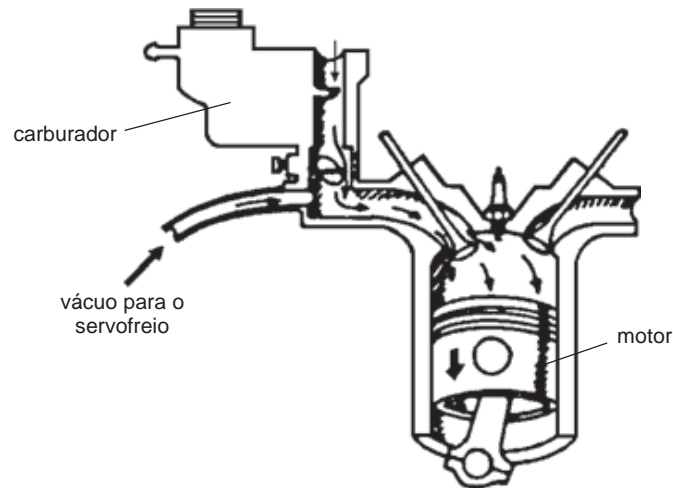
Podemos realizar várias tarefas com emprego da pressão atmosférica, desde que possamos utilizá-la contra uma outra pressão menor (o vácuo).

Vejam agora o caso de um êmbolo que pode se mover no interior de um cilindro. Existindo pressão atmosférica dos dois lados do êmbolo, ele não vai movimentar-se. Também não haverá movimento se existir vácuo dos dois lados dele. O êmbolo só vai se movimentar existindo pressão atmosférica de um lado e vácuo do outro.



SERVOFREIO

O servofreio é um equipamento destinado a proporcionar ao motorista um maior conforto no acionamento do pedal do freio. O servofreio se utiliza da pressão atmosférica combinada com o vácuo gerado pelo motor.



Basicamente, pode ser dividido nas seguintes partes:

- **TAMPAS**

Têm a função de reservatório do vácuo.

- **DIAFRAGMA**

Mantém separadas as câmaras de ar e de vácuo. Funciona como o êmbolo da figura do resumo.

- **ÊMBOLO DE FORÇA**

Nele ficam as válvulas que controlam o sistema. Essas válvulas são:

- Válvula de entrada de ar;
- Válvula de passagem do vácuo.

- **HASTE DE ENTRADA**

Transfere o esforço do pedal para o interior do freio.

- **HASTE DE SAÍDA**

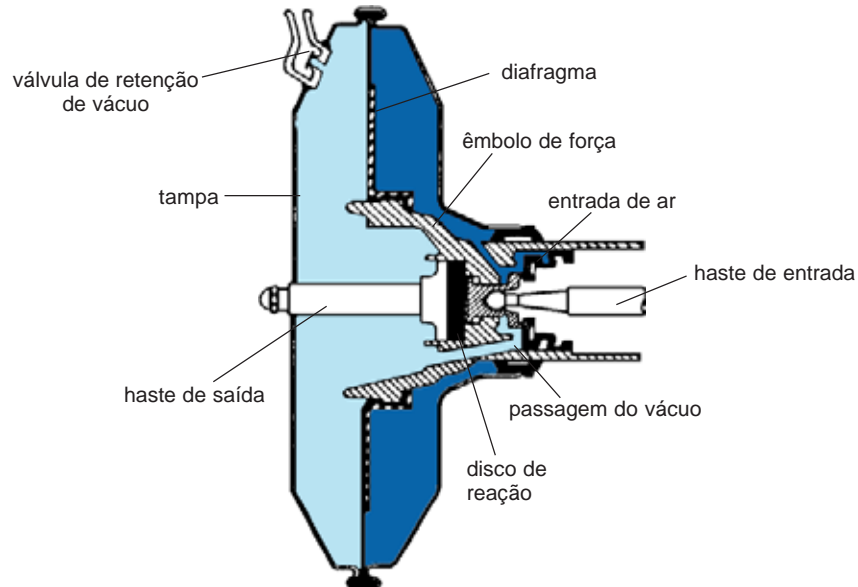
Aciona o cilindro mestre.

- **VÁLVULA DE RETENÇÃO**

Mesmo após o motor ter sido desligado essa válvula mantém o vácuo suficiente para alguns acionamentos.

- **DISCO DE REAÇÃO**

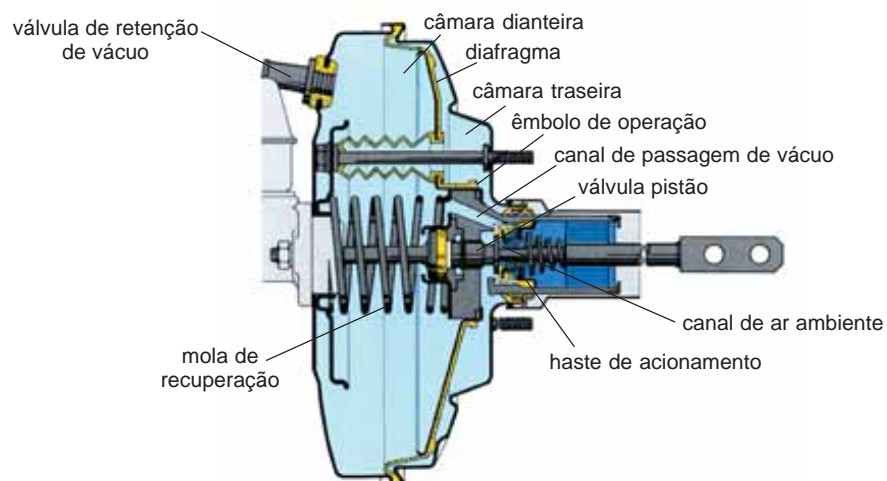
Responsável pelo equilíbrio do conjunto.



FUNCIONAMENTO DO SERVOFREIO

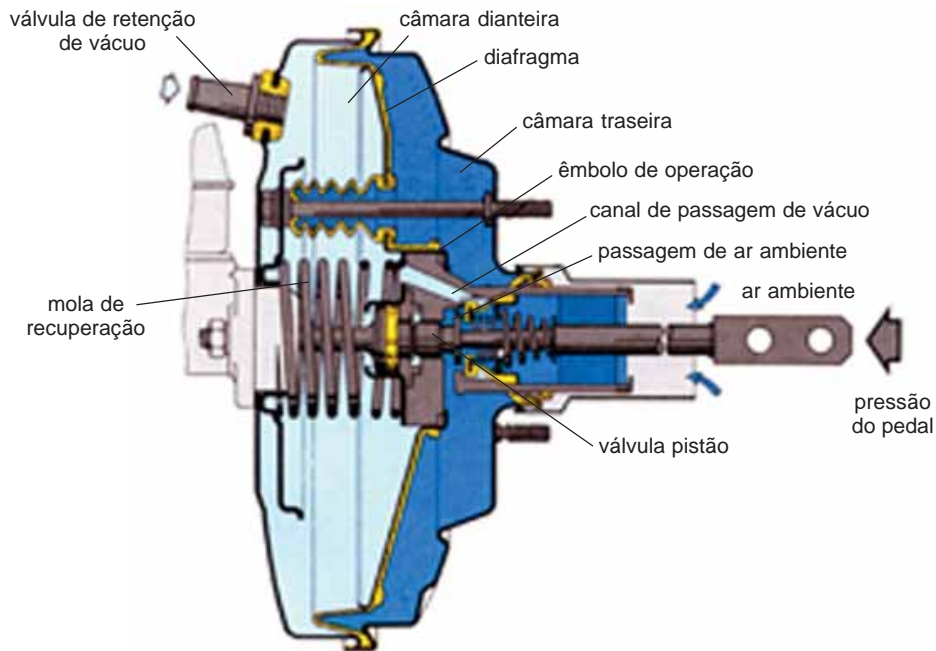
Dizemos que o servofreio está em repouso quando:

- O pedal está desaplicado.
- A válvula de entrada de ar está fechada.
- A válvula de passagem do vácuo está aberta.
- Nesse momento há vácuo constante sobre os dois lados do diafragma. Não havendo diferença de pressão, o conjunto mantém-se em repouso.



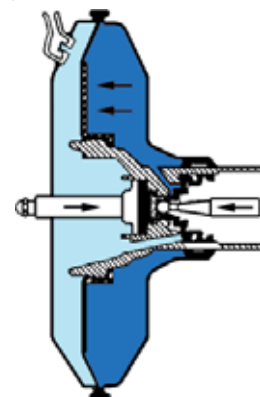
Dizemos que o servofreio está aplicado quando:

- O pedal é acionado e a haste de entrada empurra o êmbolo de força.
- Com o movimento do êmbolo de força, a comunicação do vácuo é interrompida e abre-se a passagem de ar. Estamos em uma situação já discutida anteriormente: de um lado existe pressão atmosférica e do outro baixa pressão (vácuo).
- O diafragma é forçado no sentido de aumentar a força na haste de saída.



Dizemos que o servofreio está **em situação de equilíbrio** quando:

- A haste de saída empurra o êmbolo do cilindro mestre, causando um aumento da pressão hidráulica.
- Esse aumento de pressão gera sobre o disco de reação uma força de sentido contrário à aplicada pelo pedal.
- Neste momento o disco de reação está sendo comprimido em suas bordas de tal forma que seu centro se infla. Isso força o fechamento da entrada de ar. Como a passagem de vácuo já está fechada, o sistema entra em equilíbrio.
- Quando o equilíbrio é atingido, temos no lado dianteiro vácuo quase total. Do outro lado do diafragma entrou um pouco de ar enquanto a passagem estava aberta. Por isso, temos aí uma pressão inferior à atmosférica. Desta forma, pelo movimento do pedal podemos controlar a pressão de um dos lados do diafragma e em consequência controlar a frenagem.

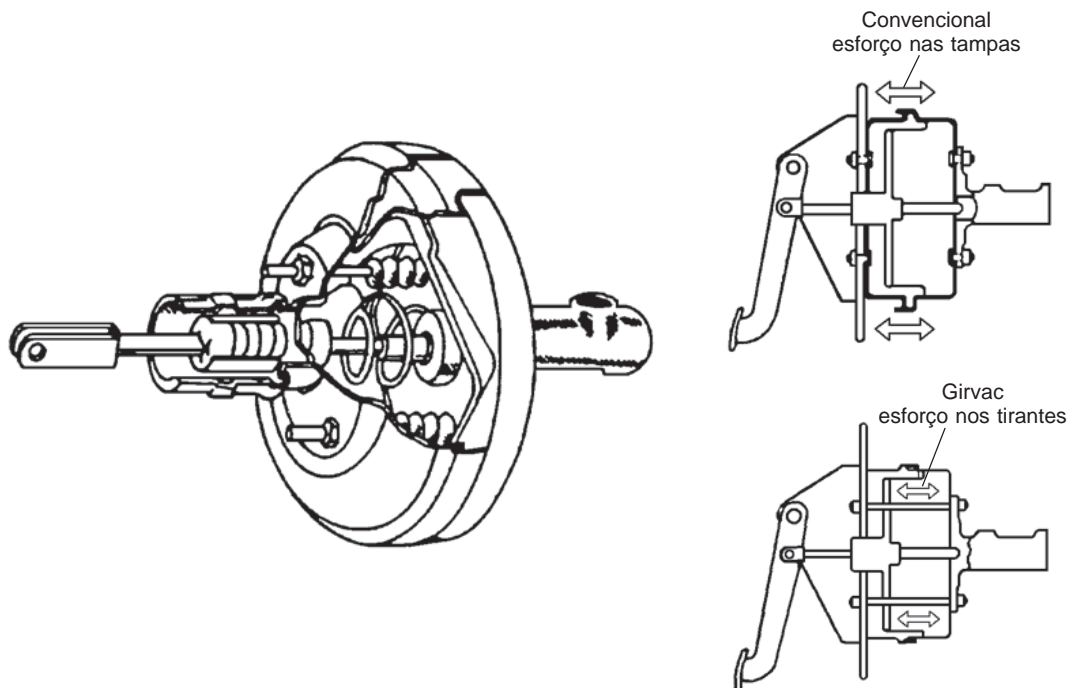


SERVOFREIO GIRVAC

Nos servofreios convencionais, a transmissão das forças é feita através das tampas.

No Girvac esses esforços são transmitidos pelos tirantes. As tampas passam a ter apenas função de reservatório de vácuo. Assim sendo podem ter menor espessura, permitindo uma redução em mais de 50% de seu peso final.

Esse sistema evita também que haja deformação do conjunto.



EXERCÍCIOS

- Um desentupidor de pia empurrado contra a superfície externa de uma espaçona no vácuo ficaria grudada a ela?
 - Sim, porque o vácuo no interior a mantém junto à superfície.
 - Não, porque não existe pressão externa.
 - Talvez, dependendo do formato do desentupidor.
 - Apenas se a superfície for lisa.

2. A superfície da pele de um mecânico é aproximadamente 20.000cm². Qual a força que o ar exerce sobre o mecânico?

R.: kgf.

3. O que acontece quando o diafragma de um servo freio rasga?

- a) O pedal afunda ao ser acionado.
- b) O líquido de freio vaza para a atmosfera.
- c) O pedal endurece mas o veículo ainda tem freios.
- d) O cilindro mestre não é acionado.

4. O servofreio é mais eficiente:

- a) Próximo às praias.
- b) No alto das montanhas.
- c) Em qualquer lugar pois a altitude não faz diferença.
- d) Sob a água, em inundações.

VÁLVULA REGULADORA DE PRESSÃO

Para que se possa estudar a válvula reguladora de pressão, é necessário que entendam-se alguns conceitos fundamentais sobre: inércia, inclinação durante a frenagem, distribuição de esforços e estabilidade direcional.

INÉRCIA

Um corpo em repouso só inicia o movimento se uma força atuar sobre ele. A tendência de um corpo em repouso é permanecer em repouso. Por outro lado, se um corpo estiver em movimento, só conseguimos fazê-lo parar aplicando uma força sobre ele. Se o corpo já estiver a uma certa velocidade, tende manter-se nessa velocidade.

Chamamos de inércia a essa propriedade que corpos têm de tentar manter o seu estado de repouso ou de movimento. Exemplos dessa propriedade são muito comuns, mas vamos discutir apenas o caso do veículo que está a uma certa velocidade e é obrigado a frear:

- Um veículo que está a uma certa velocidade freia bruscamente. Se os passageiros não estão usando cinto de segurança, eles tendem a continuar na mesma velocidade.
- Um caminhão que está a uma certa velocidade freia bruscamente. Se a carga não estiver convenientemente amarrada ao caminhão, ela tende a continuar na mesma velocidade.

INCLINAÇÃO DURANTE A FRENAGEM

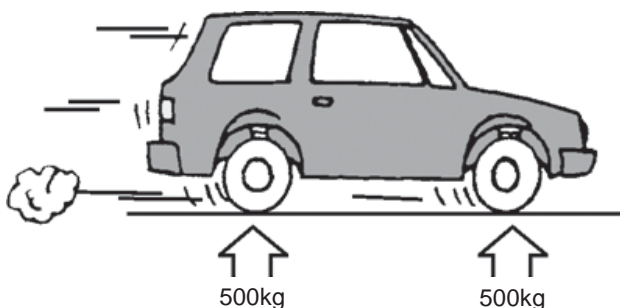
Um veículo que está a uma certa velocidade freia bruscamente. Se o chassi e a carroceria não estivessem convenientemente presos aos eixos, continuariam na mesma velocidade.

Na realidade o conjunto chassi e carroceria só não continua na mesma velocidade pelo fato de estar preso ao eixo. Por isso, apenas inclina-se para frente.

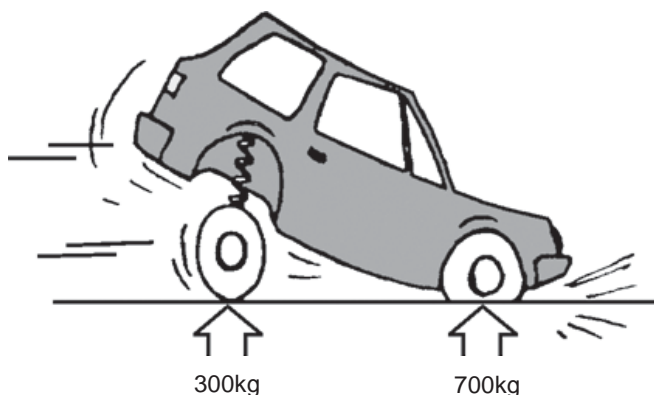


DISTRIBUIÇÃO DE ESFORÇOS

Em conseqüências da inclinação para frente, a distribuição de esforços é alterada. Há um aumento da força nas rodas dianteiras e uma diminuição nas rodas traseiras. Suponha por exemplo que, em condições normais de marcha, metade do peso de um veículo estivesse nas rodas traseiras e metade nas dianteiras.

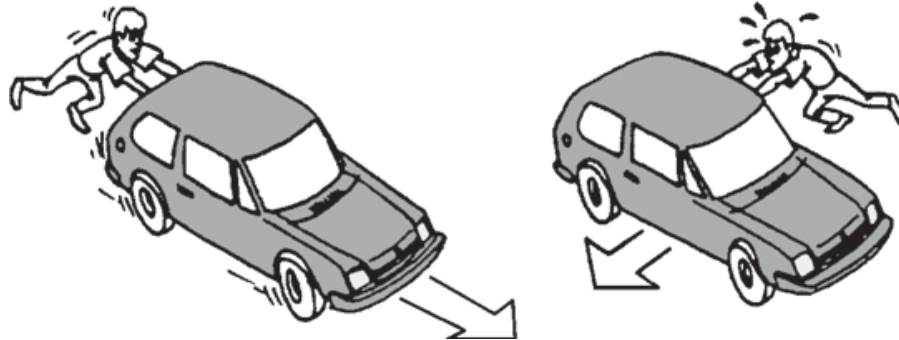


No caso de uma freada brusca, essa distribuição passaria a ser por exemplo a indicada na figura. Essa diminuição do peso nas rodas traseiras faz com que elas sejam freadas com mais facilidade que as da frente. É como se os freios tivessem que segurar um veículo mais leve atrás do que na frente. Assim sendo, uma dada pressão hidráulica no sistema pode causar o travamento das rodas traseiras enquanto as dianteiras continuam livres.



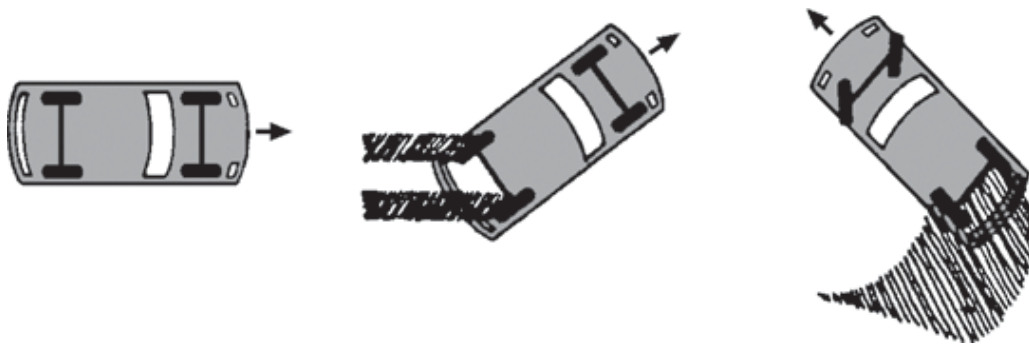
ESTABILIDADE DIRECIONAL

Quando um veículo não está freado, é mais fácil empurrá-lo para a frente do que para o lado. As rodas estabelecem portanto uma direção na qual o movimento é mais fácil, para isso que elas existem.



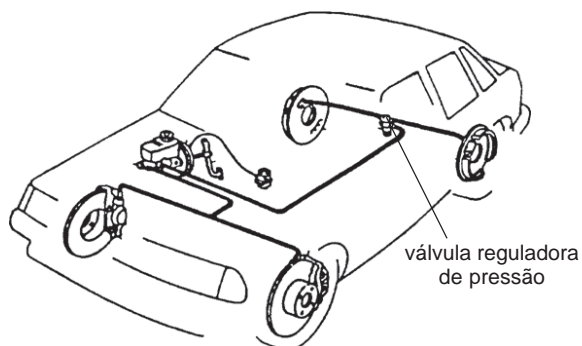
Mas quando as rodas estão travadas, a dificuldade de movimentar o veículo para a frente ou para o lado é praticamente a mesma. É como se a roda não existisse. O veículo só se movimenta derrapando. E a dificuldade para forçar a derrapagem é aproximadamente a mesma em qualquer direção.

Por isso, se acontecer de, numa freada brusca, as rodas traseiras serem travadas, o carro perde o controle. Não há mais uma direção preferencial de movimento. As rodas traseiras tanto podem derrapar de frente como de lado. Quando as rodas traseiras derrapam de lado dizemos que o carro deu um “cavalo de pau”.



VÁLVULA REGULADORA DE PRESSÃO

A válvula reguladora de pressão é instalada no circuito hidráulico entre o cilindro mestre e os freios do eixo traseiro.



Tem como finalidade a redução da pressão nos freios traseiros em relação aos dianteiros.

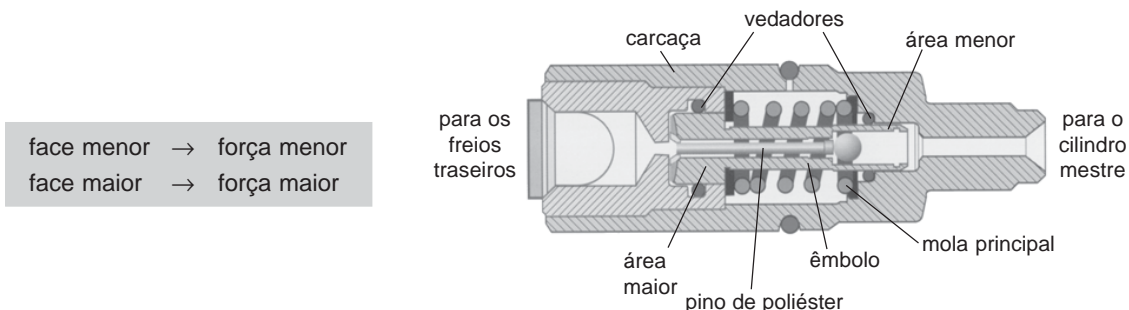
Com isso evita-se o travamento das rodas traseiras numa freada brusca.

Os tipos mais comuns de válvula reguladora de pressão são a válvula sensível à pressão e a válvula sensível à carga. No primeiro tipo, o acionamento da válvula se dá em função da pressão hidráulica no circuito. Na segunda, o acionamento depende da carga do veículo.

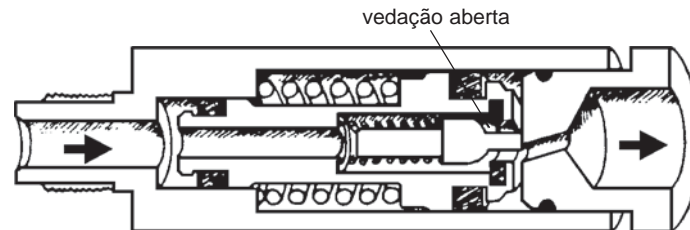
VÁLVULA SENSÍVEL À PRESSÃO

Esse tipo de válvula funciona da seguinte maneira:

- **Posição aberta:** a mola principal mantém o êmbolo no fundo da carcaça onde o pino de poliéster se apóia mantendo-se afastado da vedação. O fluido tem passagem livre para o eixo traseiro.
- **Posição fechada:** o êmbolo é dotado de duas faces distintas, ambas guarnecidas por gaxetas. A área menor é voltada para os freios dianteiros e a maior para os freios traseiros. Quando o sistema é pressurizado as duas faces do êmbolo recebem a mesma pressão. Mas essa pressão atuando em áreas diferentes, geram forças diferentes,

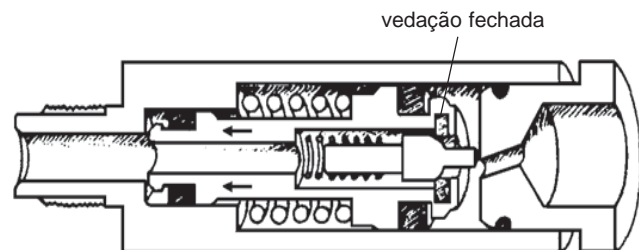


Quando a diferença entre essas forças (menor e maior) for suficiente para vencer a mola, o êmbolo será empurrado para trás, movimentando a vedação em direção ao pino. O fluxo de líquido para os freios traseiros é interrompido no momento em que a vedação se apóia no pino.



- **Posição de equilíbrio:** partindo da posição fechada, à medida que a pressão no cilindro aumenta, a pressão sobre o lado maior permanece constante, enquanto não há passagem de fluido pela vedação. Mas a pressão sobre a área menor aumenta até que a força desse lado consegue empurrar o êmbolo de volta para o fundo. Se a vedação está aberta, o líquido do circuito traseiro volta a ser comprimido. A força sobre a face maior também aumenta até conseguir fechar novamente a vedação. Para haver esse novo fechamento da vedação, o aumento de pressão no circuito traseiro será menor que no dianteiro, pois a pressão do lado traseiro atua sobre uma área maior. Assim, quando a vedação voltar a fechar, a pressão no circuito traseiro será menor que no dianteiro.

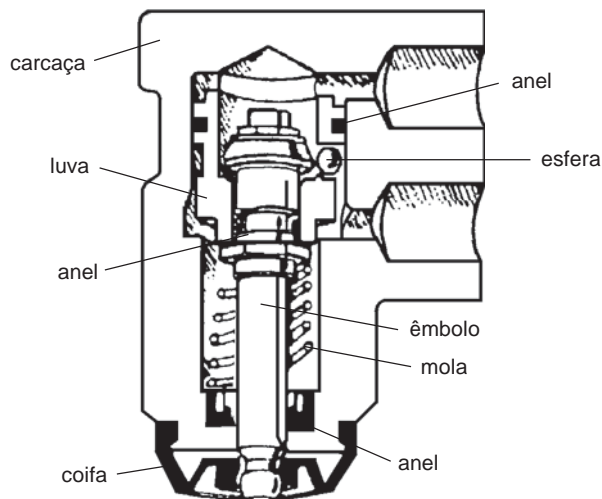
freios traseiros → pressão menor
freios dianteiros → pressão maior



VÁLVULA SENSÍVEL À CARGA

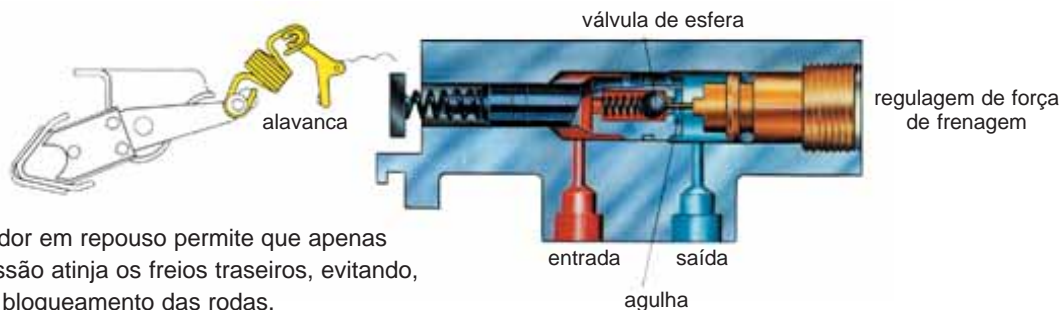
Vimos que a função da válvula reguladora de pressão do freio é evitar o travamento das rodas do eixo traseiro. Vimos também que este travamento se dá pela diminuição da carga no eixo traseiro durante a frenagem.

Essa diminuição é maior se o veículo estiver carregado. A válvula sensível à carga, como o próprio nome indica, controla a pressão no circuito traseiro em função da carga do veículo.



A válvula reguladora de pressão é instalada próxima ao eixo traseiro e é ligada à suspensão do veículo através de uma mola externa.

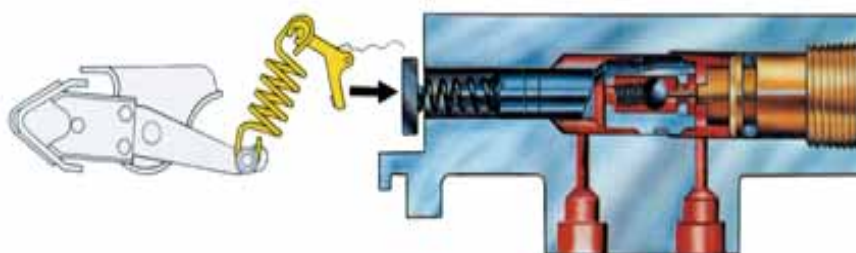
Condição de funcionamento sem carga



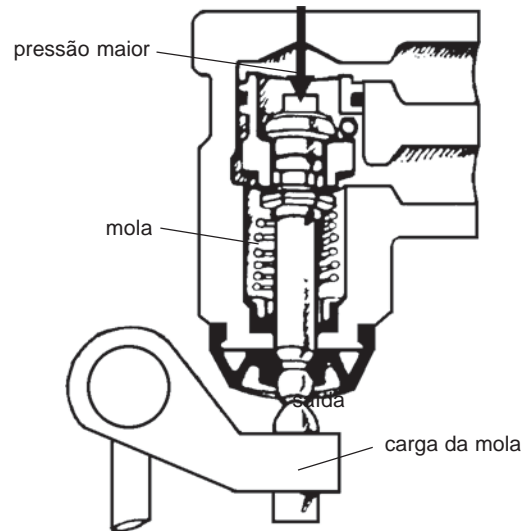
O regulador em repouso permite que apenas uma pressão atinja os freios traseiros, evitando, assim, o bloqueamento das rodas.

A instalação da mola é feita de modo que quanto maior é a carga maior é a tensão na mola.

Condição de funcionamento com carga



A válvula reguladora de pressão funciona da seguinte maneira: quando o freio é acionado, a pressão hidráulica do sistema dianteiro atua sobre o êmbolo. Para que o circuito traseiro seja pressurizado, o fluido precisa passar pela abertura. Para que isso aconteça, a pressão no circuito traseiro deve vencer a mola. À medida que a carga do veículo aumenta, cresce a pressão do fluido que passa para o circuito traseiro.



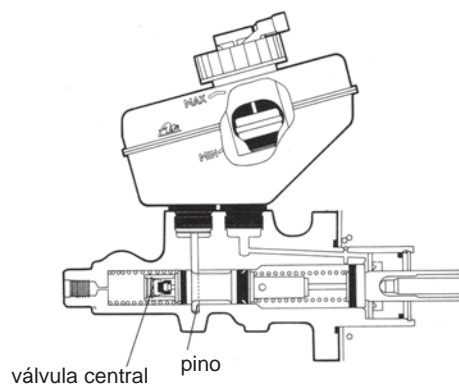
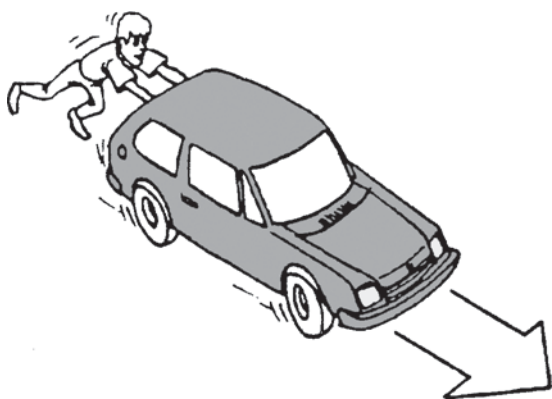
SISTEMA ANTI-BLOQUEIO ABS

Para que se possa entender o funcionamento do sistema anti-bloqueio ABS, é necessário que se considere alguns pontos importantes: estabilidade direcional, dirigibilidade e distância de frenagem.

DIRIGIBILIDADE

Como já foi explicado, quando as rodas de um veículo estão livres é mais fácil movimentá-lo para frente ou para trás do que para os lados.

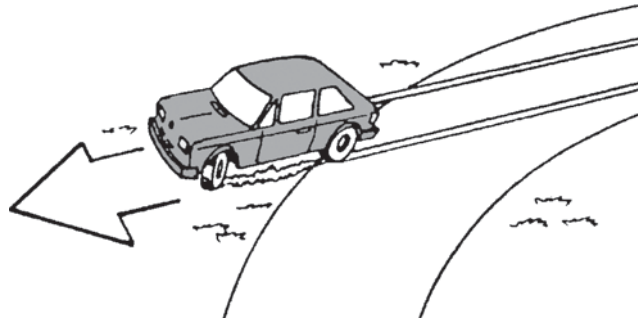
Se as rodas estiverem travadas, a dificuldade de movimento é praticamente a mesma em qualquer direção, ou seja, se você tentar empurrar um carro com as rodas travadas para a frente, para trás ou para os lados, sentirá praticamente a mesma dificuldade.



Isso significa que não existe mais uma direção preferencial de movimento: o veículo perde a dirigibilidade.

A função da roda, a rigor, não é apenas a de reduzir o atrito, mas também de reduzi-lo numa única direção. Isso, porém, só acontece quando a roda gira.

Suponhamos que durante uma curva as rodas dianteiras do veículo sejam travadas mas que as traseiras continuem livres. Para as rodas dianteiras, não haverá direção preferencial. O veículo seguirá então a direção preferencial de movimento das rodas traseiras. O veículo não faz a curva apesar do motorista ter girado a direção. Por isso, quando as rodas dianteiras estão travadas, dizemos que o veículo perde a dirigibilidade, isto é, torna-se impossível dirigi-lo.



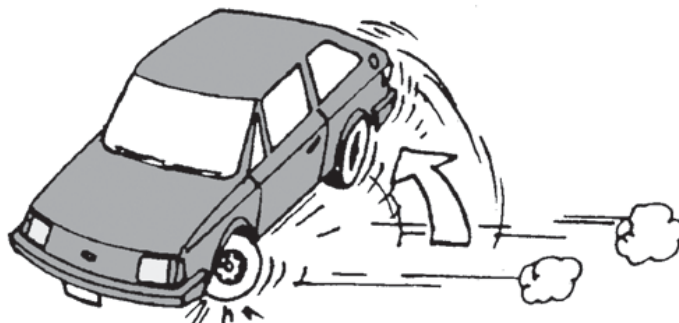
ESTABILIDADE DIRECIONAL

Imagine um carro percorrendo um trecho de estrada perfeitamente reto. Há inúmeros fatores que poderiam perturbar esse movimento, tais como imperfeições da estrada, ventos laterais, pequenos movimentos da direção e assim por diante.

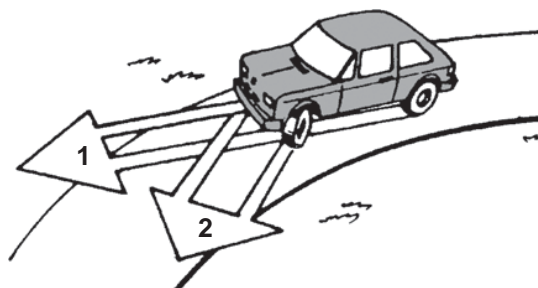
Quando as rodas traseiras estão livres, elas impedem qualquer desvio lateral. Isto por causa da direção preferencial de movimento que elas apresentam. É difícil movimentá-las lateralmente e fácil movimentá-las longitudinalmente. Assim sendo o carro consegue manter a direção de movimento. Dizemos que as rodas traseiras garantem a estabilidade direcional do veículo.

Vejamos o que acontece se as rodas dianteiras estiverem livres e as traseiras travadas. Para as rodas traseiras, agora não há direção preferencial de movimento. Movimentá-las lateralmente ou no sentido longitudinal apresenta a mesma dificuldade. Se não existisse nenhum fator para perturbar o movimento isso não apresentaria grandes problemas. O carro poderia frear mantendo o movimento retilíneo mesmo com as rodas traseiras travadas. Mas na prática isso não ocorre. Os fatores de desvio (imperfeições da estrada, ventos, pequenos movimentos da direção, etc.) causariam o desvio lateral do veículo.

Dizemos então que, com as rodas traseiras travadas, o carro perde a estabilidade direcional (cavalo de pau).



E o que aconteceria se o carro estivesse fazendo uma curva. As rodas dianteiras apresentam uma direção diferente das rodas traseiras. É mais fácil movimentar as rodas traseiras na direção 1 e as dianteiras na direção 2. O efeito combinado dessas duas direções de movimento é a curva.

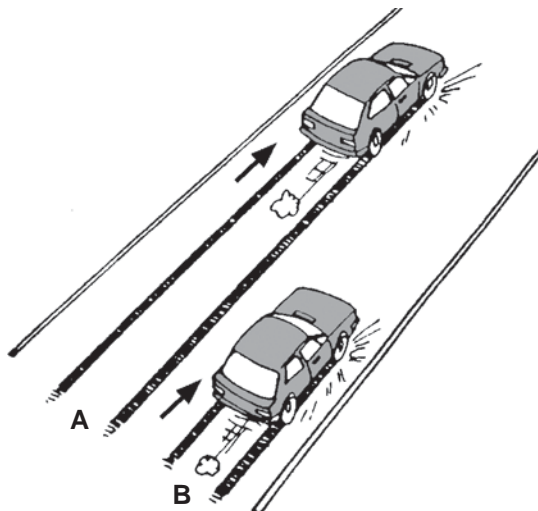


DISTÂNCIA DE FRENAGEM

É a distância percorrida por um veículo durante a frenagem desde o instante em que os freios são acionados até o veículo parar. Podemos acionar os freios de dois modos distintos:

- permitindo o travamento das rodas (A);
- acionando os freios até o limite de travamento (B).

A experiência mostra que permitindo o travamento das rodas, a distância de frenagem será maior que no segundo caso.



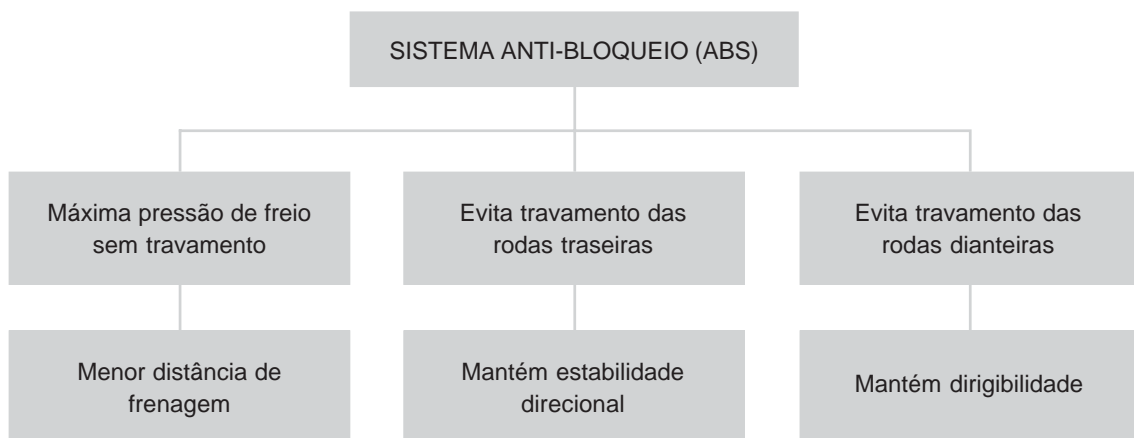
EM RESUMO

Não se deve permitir que as rodas sejam travadas durante a frenagem pelas seguintes razões:

- com as rodas traseiras travadas o veículo perde a estabilidade direcional.
- com as rodas dianteiras travadas o veículo perde a dirigibilidade; a com as rodas travadas a distância de frenagem aumenta.

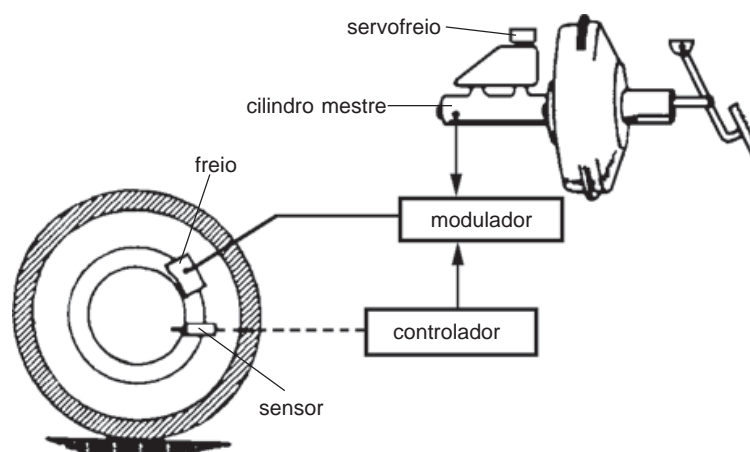
SISTEMA ANTI-BLOQUEIO ABS

O sistema com anti-bloqueio (ABS) tem a finalidade de evitar o travamento das rodas, em qualquer condição de atrito, piso ou pneu.



O sistema anti-bloqueio compõe-se das seguintes partes:

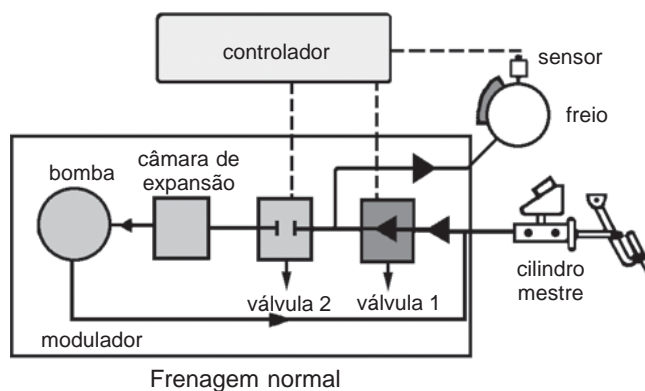
- sensor: capta a variação da rotação da roda e transmite para o controlador;
- controlador: recebe o sinal do sensor, interpreta-o e envia a decisão para o modulador;
- modulador: controla a pressão dos freios em função dos sinais recebidos.



O sistema com anti-bloqueio ABS funciona da seguinte maneira:

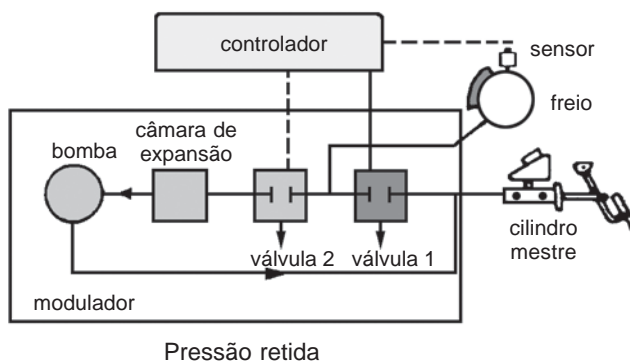
- **Fase A:** frenagem normal.

A válvula 1 transmite a pressão gerada no cilindro mestre diretamente para os freios.



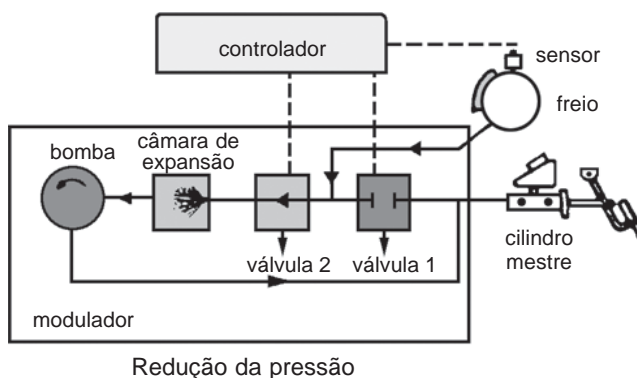
- **Fase B:** a roda está na iminência de travamento.

O sensor envia um sinal ao controlador. O controlador comanda o fechamento da válvula 1. A pressão no freio permanece constante independentemente da força no pedal.

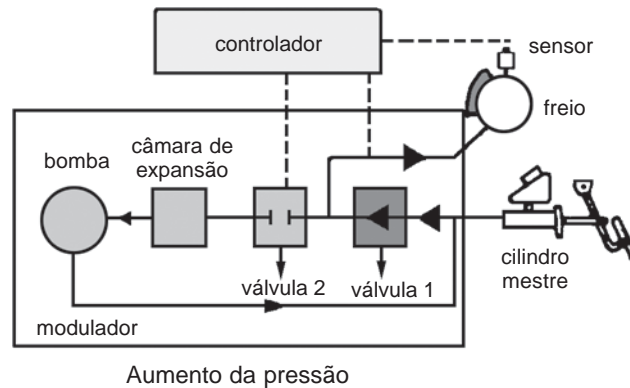


- **Fase C:** mesmo com a operação da fase B ainda existe tendência ao travamento.

O sensor envia novo sinal ao controlador. O controlador comanda a abertura da válvula 2. Com isso a pressão no sistema se reduz através da câmara de expansão. O fluido expandido é recolocado no circuito hidráulico pela bomba.



- **Fase D:** com a redução de pressão no freio, a roda volta a aumentar a rotação. O sensor envia novo sinal ao controlador. Este comanda o fechamento da válvula 2 e abertura da válvula 1. A pressão hidráulica no sistema de freio aumenta novamente.



Essas 4 fases representam um ciclo de modulação que é repetido várias vezes por segundo durante a frenagem em que há possibilidade de travamento.

EXERCÍCIOS

1. Quando um carro indo para a frente freia bruscamente:

- a) Joga os passageiros para trás.
- b) Inclina-se para a frente, embicando.
- c) Inclina-se para trás, levantando a dianteira.
- d) As rodas da frente param depois das rodas de trás.

2. Assinale certo (C) ou errado (E):

- () A válvula reguladora de pressão tenta evitar o travamento das rodas traseiras.
- () Existem basicamente 3 tipos de válvulas reguladoras de pressão: sensível à pressão, sensível à carga e sensível à temperatura.
- () Quando as rodas traseiras travam, a tendência é o veículo dar “*cavalo de pau*”.
- () Para dar “*cavalo de pau*”, andando de ré, é necessário travar as rodas dianteiras.

3. A melhor frenagem possível ocorre quando:

- a) As rodas travam.
- b) O piso está molhado.
- c) As rodas atingem o limite de travamento, mas não travam.
- d) As rodas ficam livres.

4. Escolha a melhor palavra em cada frase:

O sistema ABS permite:

- () *máxima/mínima* pressão sem travamento
- () *maior/menor* distância de frenagem
- () *evita/aumenta* o travamento das rodas
- () *mantém/evita* a estabilidade direcional
- () *impede/mantém* a dirigibilidade

5. Marque certo (C) ou errado (E):

- () O ABS é chamado sistema inteligente porque tem um controlador eletrônico que toma decisões.
- () Quando o sensor detecta a eminência do travamento, o ABS fecha uma válvula que impede o travamento das rodas.
- () A câmara de expansão permite o aumento da pressão nos freios.
- () O ABS faz com que o freio seja mais rápido.

DIAGNÓSTICOS DE POSSÍVEIS PROBLEMAS

Neste capítulo, serão apresentados os problemas mais comuns que ocorrem com o sistema de freio hidráulico, suas causas e como corrigi-los.

CILINDRO DE RODA

Recebe pressão hidráulica para acionar as sapatas do freio a tambor, freando assim as rodas do veículo.

PROBLEMA Vazamento de fluido de freio	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste devido à ação do tempo. • Corrosão interna causada por uso de fluido de má qualidade ou contaminado.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Freio sem atuação. • Curso longo do pedal de freio. • Veículo puxa para um lado durante a frenagem.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir cilindro ou reparo interno quando não houver corrosão.

PROBLEMA Travamento dos êmbolos internos	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosão interna do cilindro ou inchamento das gaxetas devido ao ataque de produtos derivados do petróleo ou fluido de má qualidade.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Freio sem atuação. • Pedal de freio duro. • Veículo puxa para um lado durante a frenagem.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir cilindro ou reparo interno quando não houver corrosão.

CUIDADOS

- Substituir o fluido de freio a cada 10.000Km ou anualmente.
- Na substituição do reparo, não usar lixas, use apenas esponja de aço fina.
- Nunca utilizar gasolina, diesel, querosene ou qualquer outro derivado de petróleo para a limpeza dos componentes.
- Este equipamento não deve ser eliminado do sistema ou sofrer qualquer outra operação que altere as características originais do veículo.

CILINDRO MESTRE

Gera a pressão hidráulica necessária para que os freios atuem nas rodas.

PROBLEMA Vazamento interno ou externo de fluido de freio	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste devido à ação do tempo. • Corrosão interna causada por uso de fluido de má qualidade ou contaminado.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Freio sem atuação. • Curso longo do pedal de freio.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir o cilindro mestre ou seu reparo quando não houver corrosão.

PROBLEMA Travamento dos êmbolos internos	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosão interna do cilindro ou inchamento das gaxetas devido ao ataque de produtos derivados do petróleo ou fluido de má qualidade.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Freio sem atuação. • Pedal do freio duro
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir o cilindro mestre ou seu reparo quando não houver corrosão.

PROBLEMA Furo interno de compensação obstruído	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Resíduos no fluido de freio. • Reparo de má qualidade. • Vedadores inchados. • Haste do pedal ou do servofreio desregulada.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Rodas travadas devido à existência de pressão residual no circuito.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Efetuar limpeza no sistema e trocar reparo se necessário. • Regular haste do servofreio ou pedal.

CUIDADOS

- Substituir o fluido de freio a cada 10.000Km ou anualmente.
- Na substituição do reparo, não usar lixas, use apenas esponja de aço fina.
- Nunca utilizar gasolina, diesel, querosene ou qualquer outro derivado de petróleo para a limpeza dos componentes.
- Este equipamento não deve ser embuchado, brunido ou sofrer qualquer outra operação que altere suas características originais.

DISCO DE FREIO

Peça que se destina a receber o atrito da pastilha durante a frenagem.

PROBLEMA Superfícies desgastadas ou com sulcos	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste devido à ação do tempo. • Desgaste irregular devido à pastilha não original.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Frenagem deficiente. • Curso longo do pedal de freio. • Ruído durante a frenagem.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir ou retificar o disco e substituir a pastilha.

PROBLEMA Empenamento	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Superaquecimento do disco. • Disco de qualidade inferior.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Trepidação no pedal de freio. • Pedal de freio longo.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir ou retificar o disco e substituir a pastilha.

PROBLEMA Superfície com acabamento irregular ou faces não paralelas	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Retífica do disco incorreta. • Disco de qualidade inferior. • Pastilhas de qualidade inferior.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Trepidação do pedal. • Ruído durante a frenagem.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir ou retificar o disco e substituir as pastilhas.

CUIDADOS

- Na retífica, observar atentamente a espessura mínima do disco.
- A manutenção deve ser sempre efetuada por eixo, e nunca em apenas uma roda.
- As espessuras dos discos montados devem ser rigorosamente iguais.
- Freadas contínuas e carregamentos impróprios do veículo causam o superaquecimento dos freios, comprometendo sua performance.

FLUIDO DE FREIO

Transmite integralmente a pressão hidráulica gerada pelo cilindro mestre ao sistema de freio.

PROBLEMA Presença de água	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de substituição do fluido. • Entrada de água nas operações de lavagem dos veículos ou outros. • Fluido de má qualidade.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosão das peças metálicas.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir o fluido de freio. • Revisar todo o sistema de freio.

PROBLEMA Baixo ponto de ebulição	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Fluido de má qualidade. • Fluido contaminado com água.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Com freios aquecidos o veículo fica com frenagem deficiente.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir o fluido de freio.

PROBLEMA Viscosidade irregular	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Fluido de má qualidade.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamento pelas gaxetas (baixa viscosidade). • Atuação dos freios lenta (alta viscosidade).
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir o fluido de freio.

PROBLEMA Bolhas de ar no sistema de freio	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção incorreta.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Pedal longo.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Efetuar sangria corretamente.

PROBLEMA Incompatibilidade com outros materiais do sistema	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Fluido de má qualidade.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Danos a outros componentes do sistema de freio.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir o fluido de freio. • Revisar todo o sistema de freio.

CUIDADOS

- Utilizar fluido que atenda rigorosamente as normas nacionais e internacionais.
- Substituir o fluido de freio a cada 10.000Km ou anualmente.
- Evitar contaminação com água nas operações de lavagem, troca de fluido, etc.
- Manter a embalagem sempre fechada e em ambiente seco.
- Não reutilizar fluido que já tenha circulado pelo sistema de freio.

Testes	ABNT A	SAE J1703	DOT 3	DOT 4
TOLERÂNCIA COM ÁGUA Tempo de bolha -40°C (seg. máx.) Sedimentação a 60°C (vol. % máx.)	– 0,15	10 0,15	10 0,15	10 0,15
COMPATIBILIDADE Sedimentação a 80°C (vol. % máx.)	0,05	0,05	0,05	0,05
RESISTÊNCIA À OXIDAÇÃO mg/cm ² , máx. Alumínio Ferro fundido	0,05 0,03	0,05 0,03	0,05 0,03	0,05 0,03
EFEITO SOBRE A BORRACHA A 70°C Aumento do diâmetro da base - (mm) Diminuição de dureza IRHD - (máx.)	– –	0,15 a 1,4 0 a -10	0,15 a 1,4 0 a -10	0,15 a 1,4 0 a -10
EFEITO SOBRE A BORRACHA A 120°C Alteração do diâmetro da base - (mm) Alteração da dureza IRHD - (máx.)	– –	0 a 1,4 0 a -15	0 a 1,4 0 a -15	0 a 1,4 0 a -15
PONTO DE EBULIÇÃO Como recebido (°C min.) Úmido (°C min.)	205 140	205 140	205 140	
VISCOSIDADE CINEMÁTICA A -40°C, cSt máx. A 100°C, cSt min. pH	– 1,5 7 a 11,5	1800 1,5 7 a 11,5	1500 1,5 7 a 11,5	1800 1,5 7 a 11,5
ESTABILIDADE DO FLUIDO Estabilidade a alta temperatura Variação em °C máx. Estabilidade química Variação em °C máx.	 +/-3	 +/-5	 +/-3	 +/-3
CORROSÃO Variação de peso (mg/cm ³ , máx.) Ferro estanhado Aço/Aço estanho Alumínio Ferro fundido Latão Cobre	 0,2 0,2 0,2 0,2 0,2 0,4	 0,2 0,2 0,1 0,2 0,2 0,4	 0,2 0,2 0,1 0,2 0,2 0,4	 0,2 0,2 0,1 0,2 0,4 0,4

(continua)

(continuação)

Testes	ABNT A	SAE J1703	DOT 3	DOT 4
FLUIDEZ A BAIXA TEMP., SEG. MÁX. Tempo de inversão a -40°C Tempo de inversão a -50°C	– –	10 35	10 35	10 35
EVAPORAÇÃO A 100°C Perda de peso (% máx.) Ponto de fluidez do resíduo (°C máx.)		80 -50	80 -50	80 -50
TESTE SIMULADO (STROKING TESTE)	Passa	Passa	Passa	Passa

FREIO A DISCO

Recebe pressão hidráulica fazendo as pastilhas atuarem contra o disco de freio, parando as rodas.

PROBLEMA Vazamento de fluido de freio	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste devido à ação do tempo. • Corrosão do êmbolo devido ao uso de fluido de má qualidade ou contaminado.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Freio sem atuação. • Curso longo do pedal de freio • Veículo puxa para um lado durante a frenagem.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir o reparo interno.

PROBLEMA Travamento dos êmbolos	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Infiltração de impurezas pelas coifas danificadas ou ausentes. • Fluido de freio de má qualidade ou contaminado provocando corrosão.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Freio sem atuação. • Pedal de freio duro. • Veículo puxa para um lado durante a frenagem.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir freio a disco ou reparo.

PROBLEMA Pinos-guias desgastados / Molas de retenção das pastilhas fracas ou quebradas	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Ação do tempo. • Manutenção incorreta.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Ruído.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir molas ou pinos-guias.

CUIDADOS

- Substituir o fluido de freio a cada 10.000Km ou anualmente.
- Na substituição do reparo, não usar lixas, use apenas esponja de aço fina.
- Nunca utilizar gasolina, diesel, querosene ou qualquer outro derivado de petróleo para a limpeza, pois ataca os componentes de borracha.
- Este equipamento não deve ser embuchado, brunido ou sofrer qualquer outra operação que altere as suas características originais.

FREIO A TAMBOR

Recebe pressão hidráulica fazendo as lonas atuarem contra o tambor de freio, parando as rodas.

PROBLEMA Desregulagem ou regulagem desigual	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Regulador automático defeituoso. • Manutenção incorreta.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Frenagem deficiente. • Curso longo do pedal de freio. • Puxa para um lado durante a frenagem.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir ou reparar o regulador.

PROBLEMA Molas de retorno das sapatas fracas ou quebradas	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Montagem incorreta das molas durante a manutenção. • Ação do tempo.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Ruídos. • Veículo com rodas presas. • Puxa para um lado durante a frenagem.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir molas.

PROBLEMA Sobre-regulagem dos freios	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção incorreta.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Rodas travadas.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar corretamente o freio.

CUIDADOS

- Evitar danificar as sapatas durante as trocas de lonas.
- Verificar a ação do regulador a cada 10.000Km.
- Não utilizar tambores com diâmetro maior que o especificado.
- Na troca de lonas coladas, substituir as lonas já coladas em novas sapatas.
- O processo de colagem exige equipamentos sofisticados para garantir a perfeita fixação, portanto só o fabricante está apto a executá-lo.

PASTILHAS DE FREIO

Atua sobre o disco de freio, através de força gerada pelo êmbolo do freio a disco ocasionando a desaceleração das rodas do veículo.

PROBLEMA Superfície irregular da pastilha	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição das pastilhas sem a devida retífica dos discos. • Discos de má qualidade. • Pastilhas de qualidade inferior.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Frenagem deficiente. • Trepidação no pedal. • Pedal longo. • Ruído durante a frenagem.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir as pastilhas e retificar os discos.

PROBLEMA Perda do nível ideal de atrito	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação com graxa, óleo ou fluido de freio. • Superaquecimento da pastilha.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Frenagem deficiente.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir as pastilhas e retificar os discos.

PROBLEMA Alto nível de atrito	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Pastilhas de qualidade inferior.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Freadas bruscas.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir as pastilhas e retificar os discos.

CUIDADOS

- Durante a manutenção, as mãos devem estar limpas de graxa ou óleo.
- Usar sempre pastilhas originais.
- Retificar os discos de freios a cada troca de pastilhas.
- Efetuar a verificação da espessura das pastilhas a cada 5.000Km, esta espessura não deve ser inferior a 2mm das partes metálicas.
- Substituir as pastilhas sempre por eixo (par).
- O perfeito assentamento das novas pastilhas acontecem nos primeiros 500Km rodados em perímetro urbano.
- Freadas contínuas ou carregamento excessivo causam superaquecimento, comprometendo a performance do veículo.

SERVOFREIO

Diminui o esforço no pedal de freio.

PROBLEMA Diafragma interno rasgado	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação por combustível. • Contaminação por fluido de freio de má qualidade. • Fadiga da peça.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Pedal duro.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir o servofreio. • Regular carburador. • Reparar ou substituir cilindro mestre.

PROBLEMA Infiltração indesejada de ar	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Vedadores danificados ou gastos. • Válvulas com impurezas devido à penetração por danos nos filtros.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Pedal duro.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir servofreio.

PROBLEMA Válvulas internas danificadas ou alteradas	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção incorreta.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Freadas bruscas.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir o servofreio.

PROBLEMA Insuficiência de vácuo	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Mangueira danificada. • Saída do coletor obstruída. • Motor com baixa produção de vácuo.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Pedal duro.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir a mangueira. • Limpar tomada de vácuo no coletor. • Verificar funcionamento do motor.

PROBLEMA Válvula de retenção de vácuo danificada	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação por combustível.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Ao desligar o motor o freio endurece.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir válvula. • Regular carburador.

PROBLEMA Filtros impregnados com impurezas não permitindo a entrada de ar no servofreio	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Veículo trafega em locais sem pavimentação ou empoeirado.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Pedal duro.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir filtros do servofreio.

PROBLEMA Haste de entrada ou de acionamento do cilindro mestre desregulada	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção incorreta.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Pedal longo.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Regular haste de entrada ou de acionamento do cilindro mestre.

CUIDADOS

- Regular o carburador do veículo ao trocar o servofreio.
- Nunca utilizar gasolina, diesel, querosene ou qualquer outro derivado de petróleo para a limpeza dos componentes, pois ataca os componentes de borracha.

VÁLVULA REGULADORA DE PRESSÃO

Evita o travamento das rodas traseiras durante a frenagem, mantendo a dirigibilidade do veículo.

PROBLEMA Vazamento de fluido de freio	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste devido à ação do tempo. • Corrosão interna causada por uso de fluido de má qualidade ou contaminado.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Freio inoperante. • Curso longo do pedal de freio.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir a válvula.

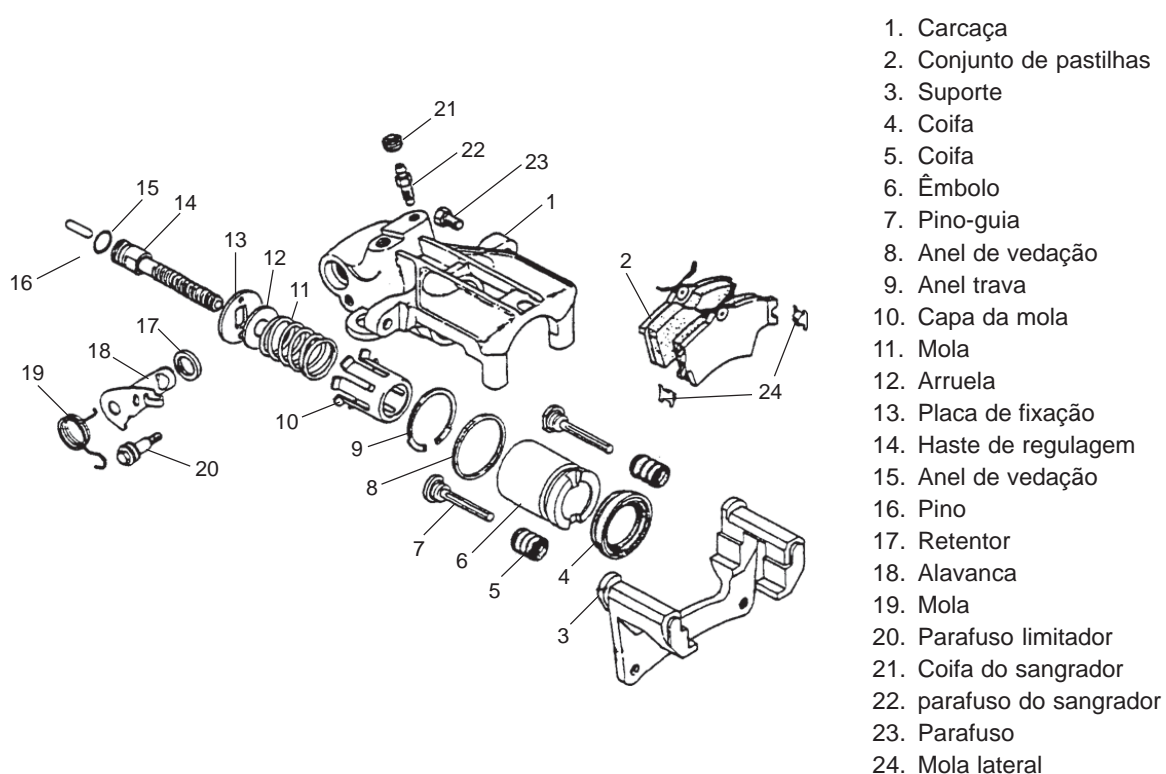
PROBLEMA Travamento dos êmbolos internos	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosão da válvula ou inchamento das gaxetas devido ao ataque de produtos derivados do petróleo ou fluido de má qualidade.
CONSEQÜÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Travamento das rodas traseiras.
COMO CORRIGIR	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir a válvula.

CUIDADOS

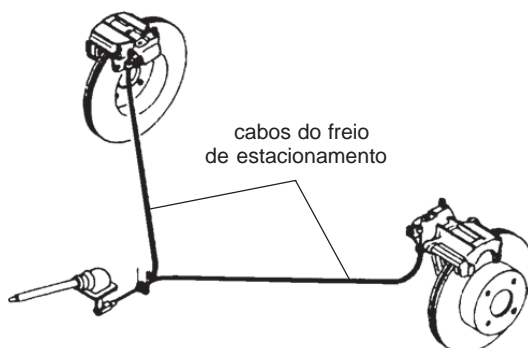
- Substituir o fluido de freio a cada 10.000 Km ou anualmente.
- Nunca utilizar gasolina, diesel, querosene ou qualquer outro derivado de petróleo para a limpeza dos componentes.
- Este equipamento não deve ser eliminado do sistema ou sofrer qualquer outra operação que altere as características originais do veículo.

FREIO A DISCO TRASEIRO

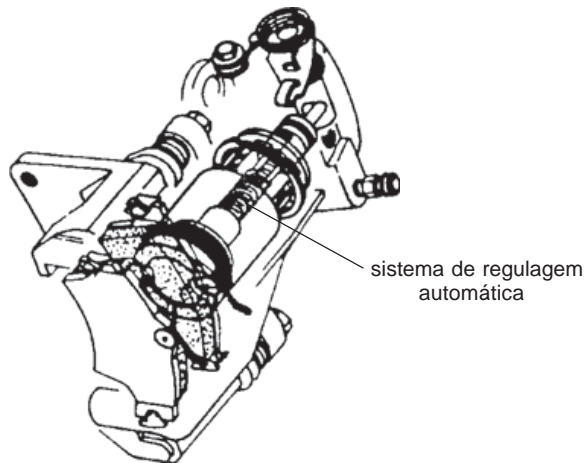
O freio a disco com freio de estacionamento incorporado é uma unidade hidráulica destinada a provocar a desaceleração das rodas traseiras com mais eficiência e segurança que os freios a tambor.



O mesmo conjunto permite o acionamento mecânico através de cabos ligados à alavanca do freio de mão.



Para garantir a regulagem constante do freio, o conjunto é equipado com um sistema de regulagem automática, no interior da pinça.

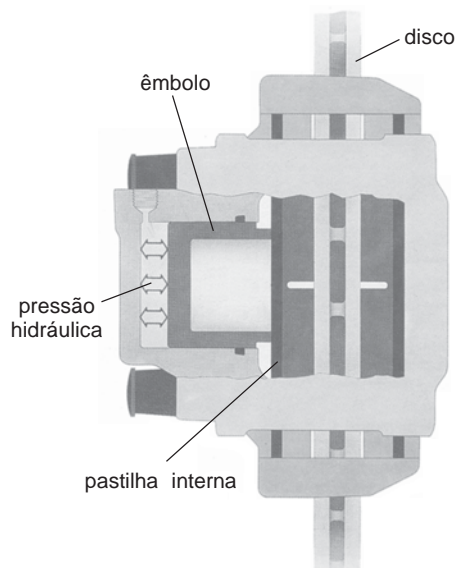


Podemos dizer que este freio a disco trabalha em duas fases distintas:

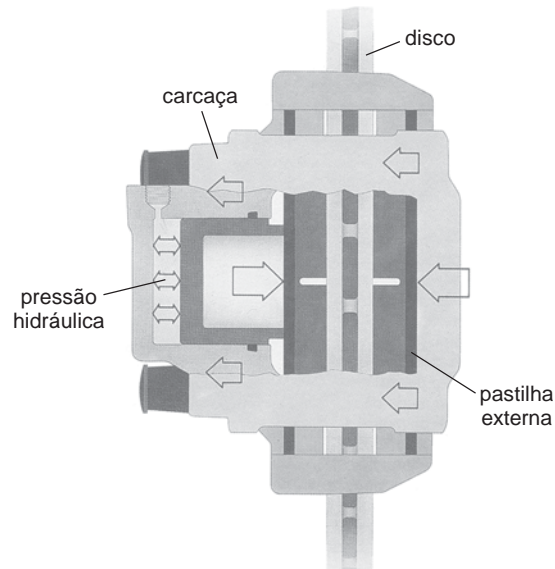
- Freio de serviço - acionamento dos freios no eixo traseiro através de pressão hidráulica, no momento da frenagem do veículo, pela ação do pedal de freio.
- Freio de acionamento - acionamento dos freios no eixo traseiro através da alavanca do freio de mão.

FREIO DE SERVIÇO

O freio de serviço é acionado através da pressão hidráulica gerada quando o pedal de freio é pressionado. Ao acionar os freios do veículo, a pressão gerada no sistema age sobre o êmbolo no interior do conjunto, empurrando-o contra a pastilha interna, até que esta entre em atrito com o disco em movimento.



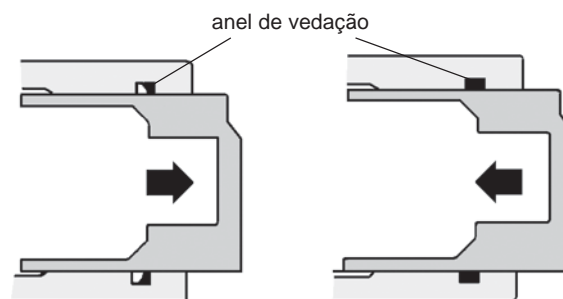
A mesma pressão age também sobre o fundo da carcaça que, estando montada sobre pinos deslizantes, movimentar-se na direção oposta ao êmbolo. Assim, a carcaça pressiona a pastilha externa contra a outra face do disco.



Quando o líquido de freio é despressurizado, o anel de vedação, que se deformou devido ao movimento do êmbolo, volta ao seu formato original, trazendo o êmbolo de volta.

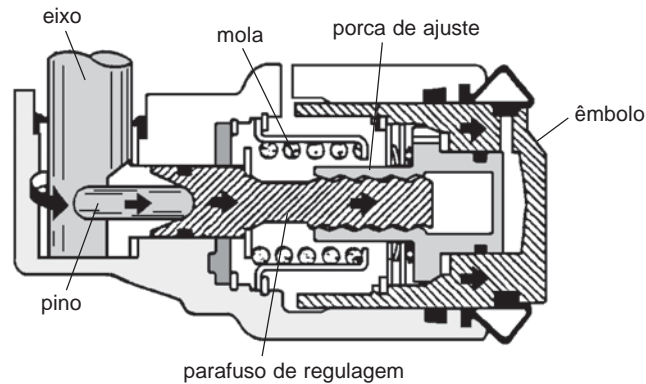
OBSERVAÇÃO

O livre movimento do êmbolo é permitido pela folga existente entre o parafuso de regulagem e a porca de ajuste.

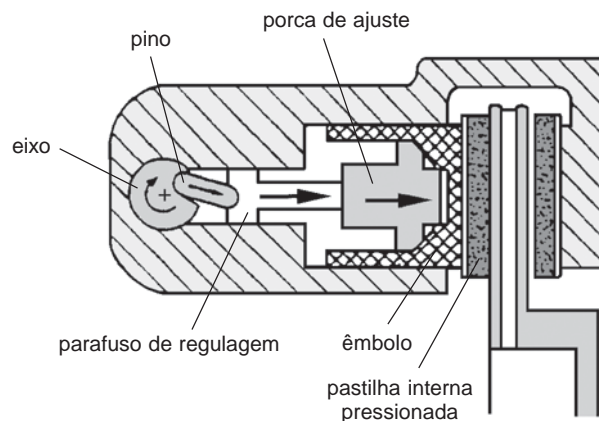


FREIO DE ESTACIONAMENTO

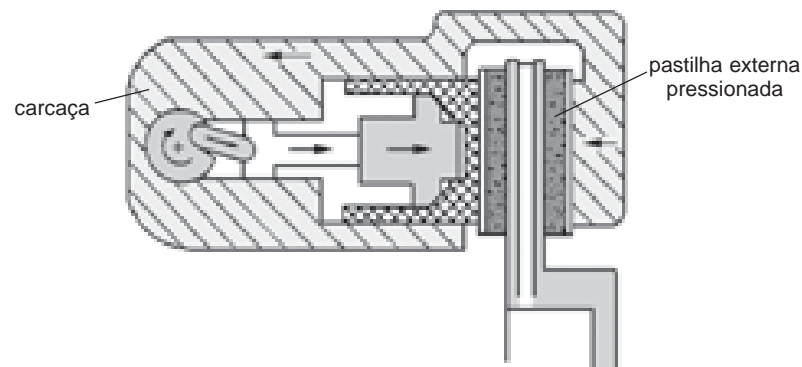
Ao contrário do freio de serviço, o freio de estacionamento não é acionado hidráulicamente. Seu funcionamento é puramente mecânico e seu acionamento é feito através de cabos conectados à alavanca do freio de estacionamento.



Quando se aciona a alavanca do freio de estacionamento, o eixo gira, empurrando o pino contra o parafuso de regulagem. O parafuso aciona o êmbolo através da porca de ajuste, pressionando a pastilha interna contra o disco.

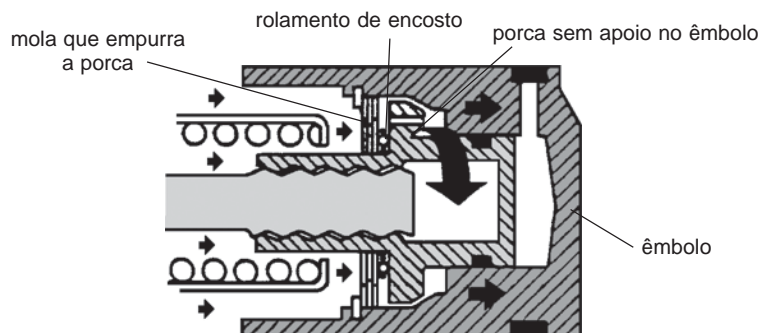


Após ter apoiado o conjunto na face interna do disco, o eixo continua girando, porém, empurrando a carcaça na direção oposta. Isto faz com que a pastilha externa, do outro lado do disco, seja pressionada também.

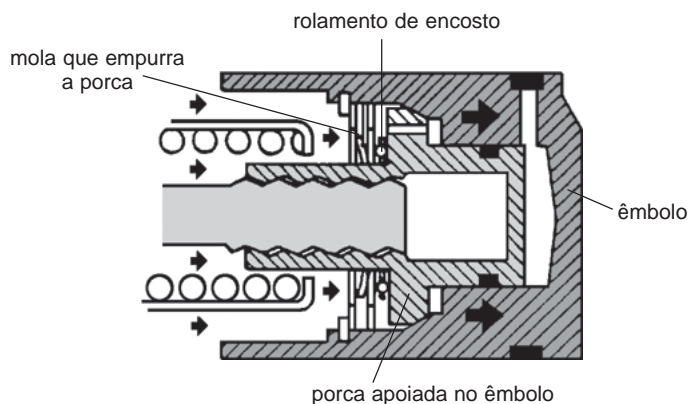


REGULAGEM AUTOMÁTICA

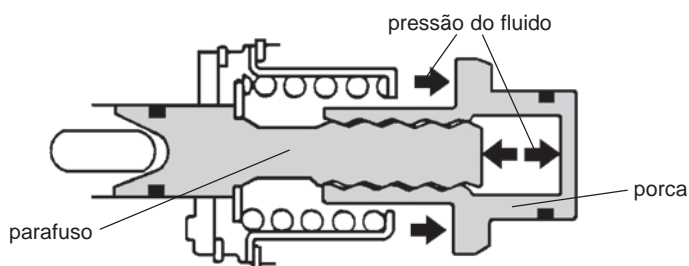
A regulagem automática do freio de estacionamento acontece sempre que houver desgaste das pastilhas. A porca caminha junto com o êmbolo até que o curso seja interrompido pelo parafuso.



É nesse momento que a porca deixa de se apoiar no êmbolo e é empurrada para frente por molas. A rosca especial de 4 entradas permite o giro da porca em torno do parafuso, até se apoiar novamente no êmbolo, compensando o desgaste das pastilhas.



A regulagem automática é interrompida quando submetida a uma carga superior às normais (sobrecarga). O fluido exerce pressão (indicada na figura pelas setas) sobre o parafuso e sobre a porca, fazendo com que sejam empurrados para lados opostos. A força com que a porca e o parafuso se comprimem interrompe o giro da porca e a regulagem automática.



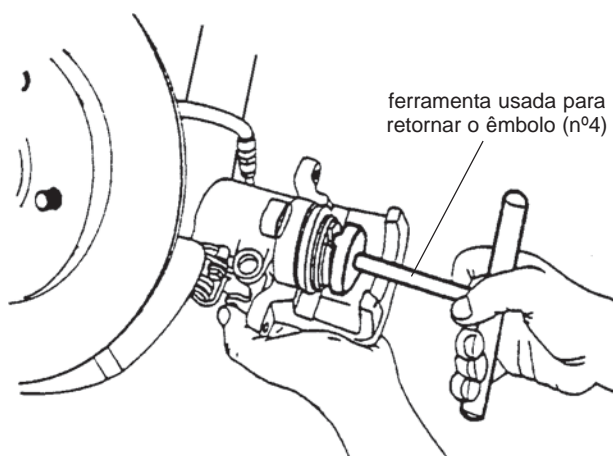
Essa regulagem ocorre sempre que o movimento do êmbolo for superior à folga existente entre o parafuso e a porca.

OBSERVAÇÕES

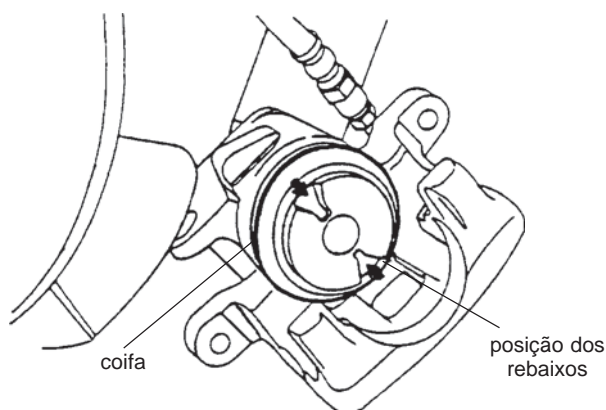
- Caso seja necessário **retificar o disco** é importante observar o seguinte:
 - Ao ser retificado, o disco deverá ficar com as suas duas faces perfeitamente paralelas para não provocar trepidação no pedal.
- Na troca das **pastilhas**, alguns detalhes importantes devem ser observados:
 - Não deve haver sinais de graxa, óleo, líquido de freio ou qualquer outro material lubrificante nas pastilhas.
 - A espessura do material de atrito das pastilhas não deve ser inferior a 2mm.
 - Se o desgaste das pastilhas for muito desigual, significa que os pinos-guias estão emperrados ou há alguma outra anormalidade.

A montagem do freio a disco traseiro deve ocorrer da seguinte maneira:

- Verificar a oscilação do disco, apoiando-o em três pontos no cubo e utilizando um relógio apalpador. Oscilação máxima: 0,10mm a ser medida de 4 a 6mm da borda externa do disco para o centro.



- Para permitir a montagem das novas pastilhas, deve-se retornar o êmbolo. Usa-se uma ferramenta apropriada para girar o êmbolo até o fundo da carcaça.

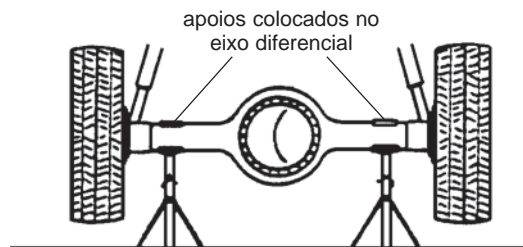


- Observar a posição final do êmbolo:
 - Seus rebaixos devem ficar em posição perpendicular à pinça, para que os ressaltos das pastilhas se encaixem perfeitamente.
 - Verificar a posição correta da coifa, pois ela pode se soltar.

REGULAGEM DO CABO

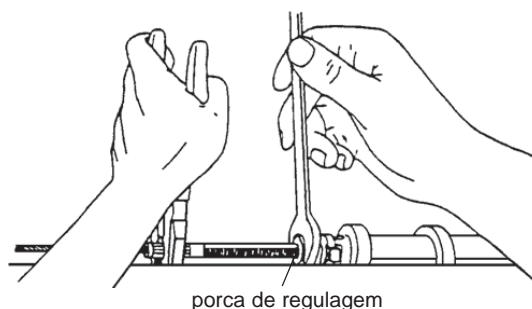
Normalmente não é necessário mudar a regulagem do cabo do freio de estacionamento na substituição de pastilhas. Se for realmente necessário alterar a regulagem (devido a uma ruptura no cabo, por exemplo), deve-se proceder como descrito a seguir. Assim, evita-se uma possível ineficiência ou uma sobre-regulagem do sistema (neste caso os discos e pastilhas podem ser danificados).

Em alguns modelos, deve-se regular o cabo somente com o veículo no solo (valeta) ou suspenso com apoio exclusivo no eixo diferencial. Nunca eleve o veículo pela carroçaria, pois, nessa condição, ocorrem alterações na posição do cabo que comprometem a regulagem. Há outros modelos que podem ser regulados em qualquer posição (no solo ou suspensos pela carroceria).



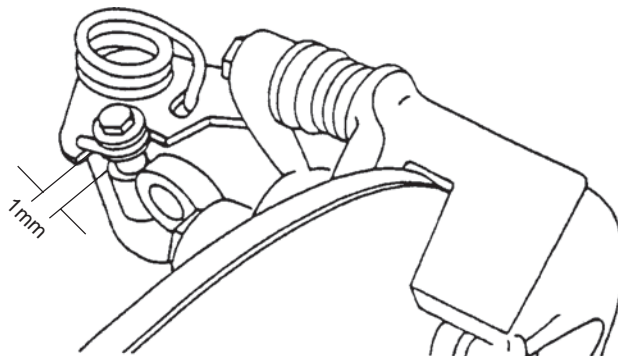
Certifique-se de que os conjuntos estão adequadamente sangrados e acione o pedal de freio com força moderada pelo menos 10 vezes, para ocorrer a regulagem do conjunto, ou seja, para compensação das folgas.

Monte o novo cabo em posição de funcionamento.



Acione e solte várias vezes, com força considerável, a alavanca do freio de estacionamento para o perfeito assentamento do novo cabo.

Em alguns modelos, com a alavanca do freio de estacionamento solta, gire a porca de regulagem do cabo até que a alavanca do conjunto de freio a disco (pinça) fique afastada de seu parafuso limitador no máximo 1mm em qualquer roda.



Girando as rodas com as mãos, elas devem estar livres.

Caso alguma não gire ou gire com dificuldade, deve-se checar se o retorno do êmbolo da pinça foi completo na substituição das pastilhas, ou ainda, se há problemas no sistema de regulagem automática do conjunto (desmontar/montar pinça). A seguir, repete-se a regulagem.

OBSERVAÇÃO

Em alguns casos, é normal a utilização de 8 (oito) a 11 (onze) “cliques” na alavanca do freio de estacionamento para segurar adequadamente o veículo. Em outros casos, é normal a utilização de 3 a 5 “cliques”.

BIBLIOGRAFIA

FREIOS VARGA S.A. *Freios automotivos*. São Paulo, Aleph, 1992.

—————. *Freio a disco traseiro Colette Varga*. São Paulo, Aleph, 1992.

—————. *Roteiro de manutenção*. São Paulo, Aleph, 1992.

FIESP
SESI
SENAI
IRS

Sistema
FIESP